RĪGAS STRADIŅA
UNIVERSITĀTE



Vides veselība

Vides veselība

400374



2009-5
25

L
61



Vides veselība

Sastādītāja Maija Eglīte

RĪGAS STRADIŅA UNIVERSITĀTE

2008

Latvijas Nacionālā
BIBLIOTĒKA
0309052543

UDK 614.7
V 14

Vides veselība / B. Aulika, M. Avota, M. Ā. Baķe, J. Dundurs, M. Eglīte, I. Jēkabsone, D. Sprūdža, I. Vanadziņš; Sast. M. Eglīte; Zin. redaktore J. Danusēviča. – Rīga: Rīgas Stradiņa universitāte, 2008. – 696 lpp., il.

Grāmatā, ko sarakstījuši Rīgas Stradiņa universitātes aģentūras "Darba drošības un vides veselības institūts" speciālisti, ietverti visi svarīgākie vides veselības jautājumi. Kā ekoloģiskās vides aplūkotas gaiss, ūdens, augsne un apdzīvotas vietas, atspoguļota arī darba un skolas vide, kā arī uztura nozīme.

Atsevišķa nodaļa veltīta vides veselības priekšmetam un saturam, aplūkojot šīs nozares attīstības vēsturi, svarīgākās problēmas Latvijā un pasaulē, galvenās organizācijas, likumdošanu, dokumentus, vadlīnijas. Sīki izklāstīta vides faktoru novērtēšanas metodika un vides riska faktoru normēšanas principi.

Atspoguļotās tēmas aplūkotas gan no lokālā, gan globālā viedokļa, kā arī analizēta vides faktoru īslaicīgā un tālejošā ietekme.

Grāmata domāta studentiem un pēcdiploma apmācības speciālistiem. Vides veselība ir cieši saistīta ar citām zinātnes nozarēm un disciplīnām, tādēļ grāmatu plaši var izmantot daudznozaru vides speciālisti, vides un darba inspektori, inženieri, arhitekti, kā arī jebkurš cits interesents.

Grāmatas sastādītāja: *Dr. habil. med.* profesore Maija Eglīte

Zinātniskā redaktore: Dr. Janīna Danusēviča

Literārās redaktores: Aina Gore,
Aija Lapsa
Mākslinieks: Andris Nikolajevs
Maketētāja: Ilze Reitere

Fotogrāfiju autori:
Māris Bartulāns, Armands Lācis, Juris Kalniņš, Andris Nikolajevs
Grāmatā izmantotas arī fotogrāfijas no autoru personiskajiem arhīviem

Datorsalicēji: Ņina Dundure, Ilze Feldberga, Biruta Austriņa
Grāmatā izmantotas Sabīnes Grīnbergas un Sandras Dumbrovskas diagrammu un shēmu skices

© Rīgas Stradiņa universitāte,
aģentūra "Darba drošības un vides veselības institūts", 2008
Dzirciema iela 16, Rīga, LV-1007

Iespiests A/S "Preses nams"
Balasta dambis 3, Rīga, LV-1048

ISBN 978-9984-788-28-9

Pateicība
par atbalstu grāmatas izdošanā

GlaxoSmithKline Latvia SIA "Fonds medicīniskās izglītības un zinātniskās izpētes atbalstam"

Rīgas Stradiņa universitātes SIA "Akadēmiskās izglītības fonds"

Latvijas Arodslimību ārstu biedrībai

Speciālo projektu grantu programmai universitātes apmācības atbalstam (SCOUT, ASV)

GRĀMATAS AUTORI



Dr. med., asoc. profesore
Brigita Aulika



Dr. med., docente
Marija Avota



Dr. med., docente
Mārīte Ārija Baķe



Dr. chem., asoc. profesors
Jānis Dundurs

Dr. habil. med., profesore
Maija Eglīte
(dzim. Otlane)



Dr. **Ilze Jēkabsone**



Dr. med. **Dagmāra Sprūdža**



Dr. med. **Ivars Vanadziņš**





Grāmatas autoru kolektīvs ar palīgiem

1. rindā no kreisās puses:

Jānis Dundurs, *Dr. chem.*, RSU Aroda un vides medicīnas katedras asoc. profesors,
Sabīne Grīnberga, RSU Aroda un vides medicīnas katedras lektore,
Maija Eglīte, *Dr. habil. med.*, profesore, RSU aģentūras DDVVI direktore un Aroda un vides medicīnas katedras vadītāja,
Brigita Aulika, *Dr. med.*, RSU Aroda un vides medicīnas katedras asoc. profesore,
Janīna Danusēviča, grāmatas zinātniskā redaktore,
Ivars Vanadziņš, *Dr. med.*, RSU aģentūras DDVVI projektu vadītājs.

2. rindā no kreisās puses:

Ilze Feldberga, RSU aģentūras DDVVI sekretāre,
Dagmāra Sprūdža, *Dr. med.*, RSU aģentūras DDVVI Higiēnas un arodslimību laboratorijas vadītāja,
Marija Avota, *Dr. med.*, RSU Aroda un vides medicīnas katedras docente,
Biruta Austriņa, RSU Aroda un vides medicīnas katedras lietvede,
Ņina Dundure, RSU Aroda un vides medicīnas katedras sekretāre,
Mārīte Ārija Baķe, *Dr. med.*, RSU aģentūras DDVVI vadošā pētniece, RSU Aroda un vides medicīnas katedras docente,
Sandra Dumbrovska, RSU Aroda un vides medicīnas katedras speciāliste mācību jautājumos.

PRIEKŠVĀRDS

Izpratne par vides nozīmi cilvēka dzīvē mūsdienās ir stipri mainījusies, tāpēc zinātnieki sākuši labāk izprast sakarības starp cilvēku, dzīvo dabu un vidi. Vide ir sarežģīts savstarpējo saistību tīkls, un cilvēks tajā ir iesaistīts visaugstākajā pakāpē.

Vides ietekmi uz cilvēka organismu un tās izraisītās pārmaiņas pētī, vērtē un koriģē plaša multidisciplināra zinātnes nozare – vides veselība.

Jaunas tehniskās pētījumu iespējas, jauna pieeja jautājumu risināšanai, kā arī zinātnes disciplīnu integrācija padara vides veselību par ļoti nozīmīgu zinātnes nozari.

Grāmatā ietverti praktiski visi svarīgākie vides veselības jautājumi. Kā ekoloģiskās vides aplūkotas gaiss, ūdens, augsne un apdzīvotas vietas, atspoguļota arī darba un skolas vide, kā arī uztura nozīme.

Atsevišķa nodaļa veltīta vides veselības priekšmetam un saturam, aplūkojot šās nozares attīstības vēsturi, svarīgākās problēmas Latvijā un pasaulē, galvenās organizācijas, likumdošanu, dokumentus, vadlīnijas. Sīki izklāstīta vides faktoru novērtēšanas metodika un vides riska faktoru normēšanas principi.

Atspoguļotās tēmas aplūkotas gan no lokālā, gan globālā viedokļa, kā arī analizēta vides faktoru īslaicīgā un tālejošā ietekme.

Grāmata sarakstīta, izmantojot Rīgas Stradiņa universitātes aģentūrā "Darba drošības un vides veselības institūts" (agrāk – Rīgas Medicīnas institūta Centrālās zinātniskās pētniecības laboratorijas Higiēnas un arodslimību nodaļa) un Paula Stradiņa Klīniskās universitātes slimnīcas Aroda un radiācijas medicīnas centrā vairāk nekā 40 gadu garumā gūto pieredzi vides faktoru novērtēšanā, vides un arodslimību diagnosticēšanā, kā arī preventīvo pasākumu izstrādāšanā dažādām rūpniecības un lauksaimniecības nozarēm. Izmantota arī pieredze, kas gūta, ilgus gadus sadarbojoties ar dažādu Eiropas valstu, ASV, Kanādas un Japānas vides un darba veselības institūtiem, kā arī tajos stažējoties.

Grāmatā izmantotas arī citu Latvijā pazīstamu vides speciālistu ilggadējā darba pieredzē uzkrātās zināšanas, kas pārbaudītas ikdienas darbā un zinātniskajos eksperimentos.

Daudzie vides faktori un apstākļi, to kombinācija un iedarbība var izraisīt patoloģiskas pārmaiņas un slimības visās organisma sistēmās. Tādēļ ar vides veselības pamatiem ir lietderīgi iepazīties dažādu medicīnas nozaru speciālistiem.

Grāmata domāta studentiem un pēcdiploma apmācības speciālistiem. Vides veselība ir cieši saistīta ar citām zinātnes nozarēm un disciplīnām, tādēļ grāmatu plaši var izmantot daudznozaru vides speciālisti, vides un darba inspektori, inženieri, arhitekti, kā arī jebkurš interesents.

Ceram, ka grāmata sekmēs dažādu sabiedrības sociālo grupu izpratni un atbildības palielināšanos par vidi, kurā mēs dzīvojam, lai Latvijas iedzīvotāju veselību neietekmētu bīstami piesārņojumi gaisā, ūdenī, augsnē un uzturā, kā arī dažādi vides riska faktori (ķīmiskie, bioloģiskie, fizikālie u.c.). Tikai zināšanas par apkārtējo vidi un tās veselību nodrošinās mums un nākamajām paaudzēm veselīgus un drošus dzīves, darba un atpūtas apstākļus.

Dr. habil. med. profesore MAIJA EGLĪTE

SATURS

1. nodaļa. **VIDES VESELĪBAS PRIEKŠMETS UN SATURS** 19
M. Eglīte

1.1. Zinātnes nozares par cilvēka un vides savstarpējo saistību un to teorētiskie pamati 20
1.2. Vides sistēmas un funkcijas 23
1.3. Ekosistēmas 26
1.3.1. Ekosistēmas uzbūve un funkcijas 26
1.3.2. Enerģijas plūsma un vielu aprite 27
1.3.3. Barošanās tīkli un trofikas līmeņi 28
1.3.4. Globālie bioģeoķīmiskie cikli 30
1.3.4.1. Ūdens aprite 32
1.3.4.2. Oglekļa aprite 33
1.3.4.3. Slāpekļa aprite 33
1.3.4.4. Fosfora aprite 35
1.3.5. Cilvēku darbības ietekme uz ekosistēmām 36
1.3.6. Galvenie vides faktori un to iedarbība uz cilvēka organismu 38
Literatūra 43

2. nodaļa. **ZINĀTNES NOZARES PAR CILVĒKA UN VIDES SAVSTARPĒJO SAISTĪBU. ATTĪSTĪBAS VĒSTURE** 45
M. Eglīte, I. Vanadziņš

2.1. Higiēnas attīstība senatnē 46
2.2. Higiēna viduslaikos un renesanses laikmetā 47
2.3. Zinātniskās eksperimentālās higiēnas un vides veselības attīstība 48
2.4. Higiēnas un vides veselības vēsture Latvijā 58
Literatūra 60

3. nodaļa. **VIDES VESELĪBAS PROBLĒMAS PASAULĒ UN LATVIJĀ** 63
M. Eglīte, I. Jēkabsone, I. Vanadziņš

3.1. Veselīgas vides pamatprasības 64
3.2. Globālās vides veselības problēmas 66
3.3. Galvenās vides veselības problēmas Latvijā 70
3.3.1. Gaisa kvalitāte 73
3.3.2. Ūdeņu kvalitāte 74
3.3.3. Atkritumi 78
3.3.4. Augsne 78
3.3.5. Pārtikas drošība 79
3.3.6. Mājokļu kvalitāte un drošība 79
3.3.7. Darba vide un strādājošo veselība 80
3.3.8. Vides veselības politika un pārvalde pasaulē 82
3.3.9. Vides veselības pārvalde Latvijā 86
Literatūra 93

4. nodaļa. **VIDES VESELĪBAS METODOLOĢIJA** 95
I. Jēkabsone, M. Ā. Baķe, D. Sprūdža

4.1. Vispārfilozofiskā metodoloģija 96
4.2. Specifiskā vides veselības metodoloģija 97
4.3. Vides stāvokļa novērtēšana 99
4.3.1. Vides stāvokļa higiēniskais novērtējums 99
4.3.2. Vides faktoru veselības riska novērtēšana 101
4.3.2.1. Kaitīgā faktora identificēšana 102
4.3.2.2. Seku smaguma novērtējums jeb t.s. devas atbildes reakcijas noteikšana 102
4.3.2.3. Ekspozīcijas novērtējums 103
4.3.2.4. Veselības riska raksturojums 104
4.3.2.5. Riska vadīšana 106
4.3.2.6. Informēšana par risku 106
4.4. Cilvēka ekspozīcijas raksturojums 107
4.4.1. Ekspozīcija, vielu ieelpojot 110
4.4.2. Ekspozīcija caur gremošanas traktu 110
4.4.3. Ekspozīcija caur ādu 111
4.5. Vides epidemioloģija 111
4.5.1. Epidemioloģisko pētījumu veidi 114
4.5.1.1. Aprakstošie pētījumi 115
4.5.1.2. Šķērsgriezuma jeb prevalences pētījumi 119
4.5.1.3. Analītiskie pētījumi 121
Literatūra 125

5. nodaļa. **GALVENIE VIDES FAKTORU IEDARBĪBAS VEIDI UZ CILVĒKA ORGANISMU** 127
M. Eglīte

5.1. Dabisko vides faktoru veselību veicinošā iedarbība 128
5.1.1. Gaisa kā dabiskas vides pozitīvā ietekme uz cilvēka organismu 128
5.1.2. Ūdens ārstnieciskā un veselību veicinošā nozīme 133
5.2. Dabisko vides faktoru iespējamā nelabvēlīgā iedarbība uz cilvēka organismu 134
5.2.1. Augstas gaisa temperatūras ietekme uz cilvēka organismu 134
5.2.1.1. Akūta organisma pārkaršana 134
5.2.1.2. Hroniska pārkaršana 138
5.2.2. Zemas gaisa temperatūras ietekme uz cilvēka organismu 139
5.2.2.1. Vispārēja akūta organisma atdzišana 139
5.2.2.2. Ilgstoša atkārtota organisma atdzišana (hroniska aukstuma trauma) 142
5.2.3. Atmosfēras spiediena maiņu radītās slimības 142
5.2.3.1. Paaugstināta atmosfēras spiediena radītās pārmaiņas organismā 142
5.2.3.2. Pazemināta atmosfēras spiediena radītās pārmaiņas organismā 144
5.3. Medicīniskā ģeoloģija. Metāli vidē un to iedarbība uz cilvēka organismu 146
5.4. Nelabvēlīgo vides faktoru un piesārņotāju iedarbība uz organismu. Vispārējie mehānismi 159

5.5. Vides piesārņotāju ietekme uz dažādām cilvēka organisma sistēmām 166
5.5.1. Gaisa piesārņotāju iedarbība uz elpošanas un asisnsrites sistēmas orgāniem 168
5.5.2. Vides piesārņotāju ietekme uz gremošanas orgānu sistēmu 178
5.5.3. Vides piesārņotāju ietekme uz urīnizvadsistēmu 179
5.5.4. Vides piesārņotāju ietekme uz imūnsistēmu 183
5.5.5. Vides piesārņotāju ietekme uz endokrīno sistēmu 184
5.5.6. Vides piesārņotāju ietekme uz centrālo nervu sistēmu 186
5.5.7. Vides piesārņotāju ietekme uz ādas patoloģiju attīstību 191
5.6. Kaitīgo vides faktoru iedarbība uz genomu 193
5.7. Vides faktoru ietekme uz cilvēka reproduktīvo veselību 196
5.8. Vides faktoru ietekme uz onkoloģisko slimību attīstību 202
Literatūra 209

6. nodaļa. **GAISS KĀ EKOLOĢISKA VIDE** 215

6.1. Gaiss kā vides sastāvdaļa. *J. Dundurs* 216
6.1.1. Gaisa fizioloģiskā un higiēniskā nozīme 216
6.1.2. Gaisa fizikālās īpašības 218
6.1.2.1. Temperatūra 218
6.1.2.2. Mitrums 219
6.1.2.3. Kustība 222
6.1.2.4. Spiediens 224
6.1.3. Gaisa vides fizikālie faktori 224
6.1.3.1. Siltumradiācijas intensitāte 224
6.1.3.2. Ultravioletais starojums 225
6.1.3.3. Gaisma un apgaismojums 225
6.1.3.4. Elektriskais stāvoklis 229
6.1.3.5. Radioaktivitāte 231
6.1.4. Termoregulācija 232
6.1.5. Laikapstākļi un klimats 234
6.1.6. Gaisa ķīmiskās īpašības 237
6.1.7. Gaisa vides ķīmiskie un bioloģiskie faktori 239
6.1.8. Ogļskābā gāze kā telpas gaisa tīrības rādītājs 240
6.1.9. Gaisa apmaiņa telpās 241
Literatūra 246

6.2. Gaisa piesārņotāju raksturojums un novērtējums. *M. Ā. Baķe* 247
6.2.1. Gaisa piesārņojums 247
6.2.1.1. Siltumnīcas efektu izraisošas gāzes un klimata pārmaiņas 247
6.2.1.2. Ozona slāni noārdošās vielas un robežu pārnese 248
6.2.1.3. Gaisa piesārņotāji kā veselību noteicošais faktors 253
6.2.2. Gaisa piesārņojuma raksturs un kvalitātes kritēriji 258
6.2.2.1. Industriālais gaisa piesārņojums (piesārņojuma tipi, ražošanas negadījumi, darbavietu piesārņojums) 258
6.2.2.2. Apkārtējās vides gaiss un to ietekmējošie faktori 261
6.2.2.3. Vides gaisa kvalitātes standarti un vadlīnijas 262
6.2.2.4. Telpu gaiss 266

6.2.3. Gaisa piesārņojuma novērtēšanas principi 269
6.2.3.1. Piesārņojuma avotu un apjoma identifikācija 269
6.2.3.2. Tiešs un netiešs piesārņojošo vielu ekspozīcijas novērtējums 270
6.2.3.3. Vides piesārņojuma indikatori un to cēloņsakarības 272
6.2.3.4. Piesārņojošo vielu uzkrāšanās organismā 276
Literatūra 280

7. nodaļa. **ŪDENS KĀ EKOLOĢISKA VIDE** 283
J. Dundurs

7.1. Ūdens resursi 286
7.2. Ūdens piesārņojums 289
7.3. Ūdens analīze un novērtēšana 299
7.3.1. Ūdenstilpju un ūdensgūtņu sanitārā izpēte 299
7.3.2. Ūdens paraugu ņemšana 300
7.3.3. Fizikālo īpašību noteikšana 301
7.3.4. Organoleptisko īpašību noteikšana 303
7.3.5. Ķīmiskā piesārņojuma noteikšana 304
7.3.6. Bioloģiskā piesārņojuma noteikšana 312
7.4. Ūdens aizsardzība 314
7.4.1. Preventīvās ūdens aizsardzības metodes 314
7.4.2. Ūdens pašattīrīšanās 316
7.4.3. Notekūdeņu attīrīšana 317
7.4.3.1. Mehāniskā attīrīšana 318
7.4.3.2. Ķīmiskā attīrīšana 320
7.4.3.3. Fizikālķīmiskā attīrīšana 323
7.4.3.4. Bioloģiskā attīrīšana 327
7.4.3.5. Pēcattīrīšana 330
7.4.4. Pazemes ūdeņu attīrīšana 332
7.5. Dzeramais ūdens 333
7.5.1. Dzeramā ūdens kvalitāte 333
7.5.2. Dzeramā ūdens apgādes veidi 338
7.5.3. Ūdensgūtņu piesārņošanas riska samazināšana 341
7.5.4. Dzeramā ūdens ieguves tehnoloģija 344
7.5.4.1. Attīrīšana 344
7.5.4.2. Dezinfekcija 346
7.5.4.3. Ieguve ekstremālos apstākļos 347
7.5.4.4. Dezinfekcijas efektivitātes pārbaude 349
7.5.5. Dzeramā ūdens apgāde Latvijā 349
Literatūra 352
Pielikumi 353
1. pielikums. Gudrona dīķi Inčukalnā 353
2. pielikums. Virsmas aktīvās vielas 354

8. nodaļa. **BIOLOĢISKIE RISKA FAKTORI VIDĒ** 357
D. Sprūdža

8.1. Bioloģiskie piesārņotāji 358
8.2. Bioloģiskā piesārņojuma raksturojums 361
8.3. Potenciāli bīstamās darba vietas 364
8.4. Bioloģisko aģentu iedarbība uz organismu 368

8.5. Bioloģiskā riska faktora novērtēšana darba vietās 371
8.6. Nodarbināto cilvēku saraksts 377
8.7. Uzraudzības un kontroles institūciju informēšana 377
8.8. Darba aizsardzības prasības ārstniecības iestādēs un veterinārās aprūpes iestādēs 378
8.9. Izolācijas pakāpes 381
8.10. Nodarbināto cilvēku informēšana, apmācīšana, konsultēšana un līdzdalība 382
Literatūra 382

9. nodaļa. **VIDES FIZIKĀLAIS PIESĀRŅOJUMS** 385
J. Dundurs

9.1. Troksnis 386
9.1.1. Trokšņa fizikālais un fizioloģiskais raksturojums 386
9.1.2. Trokšņa avoti 389
9.1.3. Trokšņa ietekme uz cilvēka veselību 391
9.1.4. Aizsardzība pret troksni 393
Literatūra 397
9.2. Vibrācija 397
9.2.1. Vibrācijas fizikālais un fizioloģiskais raksturojums 398
9.2.2. Vibrācijas avoti 400
9.2.3. Vibrācijas ietekme uz cilvēka veselību 401
9.2.4. Aizsardzība pret vibrāciju 403
Literatūra 404
9.3. Nejonizējošais elektromagnētisko lauku (EML) starojums 405
9.3.1. EML fizikālais raksturojums 406
9.3.2. Nejonizējošā EML starojuma avoti 407
9.3.3. Nejonizējošā EML starojuma iedarbība 409
9.3.4. Aizsardzība pret nejonizējošo EML starojumu 412
Literatūra 414
9.4. Jonizējošais starojums 416
9.4.1. Jonizējošā starojuma fizikālais raksturojums 416
9.4.2. Jonizējošā starojuma avoti 417
9.4.3. Jonizējošā starojuma iedarbība 421
9.4.4. Aizsardzība pret jonizējošo starojumu 423
Literatūra 430
Pielikumi
1. pielikums. Mobilie radiotelefoni 431
2. pielikums. Radioaktīvo atkritumu apstrāde un apglabāšana valsts uzņēmumā RAPA 431
3. pielikums. Pasaulē lielākā atomelektrostacijas avārija 434

10. nodaļa. **APDZĪVOTU VIETU VIDE** 437
J. Dundurs

10.1. Apdzīvotu vietu plānošana un labiekārtošana 438
10.1.1. Apdzīvotu vietu teritorijas izvēle 439
10.1.2. Apdzīvotu vietu plānojuma pamatprincipi 440
10.1.3. Apstādījumi apdzīvotās vietās 441
10.2. Dzīvojamo telpu vide 442

10.3. Augsne un apdzīvotu vietu attīrīšana 446
10.3.1. Augsnes mehāniskais sastāvs 447
10.3.2. Augsnes ķīmiskais un mikrobioloģiskais sastāvs 448
10.3.3. Augsnes piesārņošana, pašattīrīšanās un tīrības rādītāji 449
10.3.4. Augsnes sanitārā aizsardzība 453
10.3.4.1. Sanitārtehniskie pasākumi 453
10.3.4.2. Tehnoloģiskie pasākumi 457
10.3.4.3. Likumdošana un plānošana 458
10.3.4.4. Sanitārā uzraudzība 460
Literatūra 462
Pielikums. Bīstamākie izgāztuvju un toksisko atkritumu dīķu piesārņojuma areāli 463

11. nodaļa. **UZTURA HIGIĒNA** 467
B. Aulika

11.1. Enerģijas maiņa organismā 470
11.2. Dzīvnieku valsts uzturlīdzekļi 484
11.3. Augu valsts uzturlīdzekļi 492
11.4. Pārtikas produktu uzglabāšana 494
11.5. Pārtikas piedevas 496
11.6. Ģenētiski pārveidota (modificēta) pārtika 497
11.7. Saindēšanās ar uzturu 498
11.8. Pārtikas produktu piesārņojums ar ķīmiskām vielām 503
11.9. Pārtikas produktu sanitārā ekspertīze 505
Literatūra 506
Pielikums. Latvijas Republikas likumi, Ministru kabineta noteikumi 507
Eiropas Parlamenta, Eiropas Padomes un Eiropas Komisijas regulas un nolikumi 509

12. nodaļa. **BĒRNU UN PUSAUDŽU HIGIĒNA** 511
M. Avota

12.1. Organisma augšanas un attīstības likumsakarības 512
12.2. Organisma anatomiskās un fizioloģiskās īpatnības dažādā vecumā 515
12.3. Augstākās nervu sistēmas darbības tipi 518
12.4. Fiziskās attīstības standarti 519
12.5. Akcelerācija 520
12.6. Fiziskās attīstības noteikšanas metodes 522
12.6.1. Somatometrisko rādītāju noteikšana 522
12.6.2. Fiziometrisko rādītāju noteikšana 523
12.6.3. Somatoskopisko rādītāju noteikšana 524
12.6.4. Pēdu diagnostika – podometrija 527
12.7. Medicīniskā kontrole mācību iestādēs, pediatra un medicīnas māsas nozīme 528
12.8. Higiēniskās prasības pirmsskolas bērnu iestādēm un skolām 529
12.9. Higiēniskās prasības iekārtām, mēbelēm un mācību līdzekļiem 530
12.10. Higiēniskās prasības mācību grāmatām 532
12.11. Higiēniskās prasības bērnu rotaļlietām 533
12.12. Higiēniskās prasības bērnu apģērbam un apaviem 533
12.13. Agrīna vecuma bērnu dienas režīms 535
12.14. Pirmsskolas vecuma bērnu dienas režīms 535
12.15. Dienas režīms skolas vecuma bērniem un pusaudžiem 536

12.16. Skolēnu uzturs 537
12.17. Tuvredzības profilakse 538
12.18. Mugurkaula un pēdu deformācijas profilakse 539
12.18.1. Korekcijas vingrinājumi, lai normalizētu stāju 540
12.18.2. Vingrinājumi, kas ieteicami bērniem ar plakano pēdu 540
Protokoli. Pirmsskolas bērnu iestādes izvietojuma, iekārtojuma, audzēkņa dienas režīma higiēniskā novērtējuma protokola paraugs 544
Mācību iestādes izvietojuma, iekārtojuma, mācību darba plānojuma higiēniskā novērtējuma protokola paraugs 545
Grāmatu higiēniskā novērtējuma protokola paraugs 546
Rotaļlietu higiēniskā novērtējuma protokola paraugs 546
Pielikumi. Bērna fizisko attīstību raksturojošo antropometrisko parametru vērtību procentuālā sadalījuma tabulas 547
Bērnu fiziskās attīstības novērtēšanas kartes (procentiļu līknes) 551
Literatūra 563

13. nodaļa. **DARBA VIDE UN ARODVESELĪBA** 565
M. Eglīte

13.1. Arodveselības nozare un tās uzdevumi 566
13.2. Ar darbu saistītās slimības un to klasifikācija 568
13.3. Likumdošana arodveselībā un darba drošībā 570
13.4. Arodveselības un darba drošības dienesta uzdevumi un organizācija 571
13.5. Arodslimību diagnostikas principi un arodsaslimstības analīze Latvijā 578
13.5.1. Arodslimību diagnostikas principi 578
13.5.2. Arodsaslimstības analīze Latvijā laika periodā no 1993. līdz 2006. gadam 578
13.6. Arodslimību un vides slimību ārstēšanas principi 583
13.7. Preventīvie pasākumi arodslimību un darba traumu novēršanai 585
Literatūra 586

14. nodaļa. **VESELĪBAS IESTĀŽU HIGIĒNA, VIDES UN ARODVESELĪBA** 589

14.1. Slimnīcu higiēna, vides un arodveselība. *M. Ā. Baķe* 590
14.1.1. Slimnīcas teritorijas un slimnīcas telpu izvietojums 591
14.1.2. Slimnīcu sanitārtehniskais aprīkojums un telpu apdare 592
14.1.3. Slimnīcu telpu mikroklimats, apkure, ventilācija 595
14.1.4. Slimnīcas telpu apgaismojums 598
14.1.5. Slimnīcas telpu uzkopšana, veļas lietošanas kārtība un personiskā higiēna 599
14.1.6. Ārstniecības iestāžu atkritumu savākšana un likvidēšana 600
14.1.7. Radiācijas drošības pasākumi ārstniecības iestādēs 602
Literatūra 610

Latvijas Nacionālā
BIBLIOTĒKA
03 090525 43

14.2. Zobārstniecības iestāžu higiēna, vides un arodveselība. 611
J. Dundurs
14.2.1. Darba vide zobārstniecībā 611
14.2.1.1. Fizikālie arodfaktori 612
14.2.1.2. Bioloģiskie arodfaktori 617
14.2.1.3. Ķīmiskie arodfaktori 619
14.2.1.4. Arodfaktori, kas saistīti ar darba pozu un fizisko piepūli 624
14.2.1.5. Psihosociālie un organizatoriskie arodfaktori 628
Literatūra 632

15. nodaļa. **VESELĪGS DZĪVESVEIDS UN PERSONISKĀ HIGIĒNA** 635
M. Eglīte
15.1. Ķermeņa higiēna 636
15.2. Zobu un mutes dobuma kopšanas higiēna 639
15.3. Apģērba un apavu higiēna 641
15.4. Norūdīšanās un fiziskā aktivitāte 645
15.5. Fiziskās aktivitātes 647
15.6. Kaitīgie ieradumi 650
15.7. Dienas un atpūtas režīms 651
15.8. Komunālās higiēnas objekti 653
15.8.1. Pirtis, to iekārtojums un higiēniskās prasības 653
15.8.2. Veļas mazgātavas, to iekārtojums un higiēniskās prasības 656
15.8.3. Frizētavas, to iekārtojums un higiēniskās prasības 658
Literatūra 659

Priekšmetu rādītājs 661

Personu rādītājs 696





1. nodaļa

VIDES VESELĪBAS PRIEKŠMETS UN SATURS

Maija Eglīte



1.1. ZINĀTNES NOZARES PAR CILVĒKA UN VIDES SAVSTARPĒJO SAISTĪBU UN TO TEORĒTISKIE PAMATI

Daba ir sarežģīts savstarpējo atkarību tīkls. Cilvēks tajā iesaistīts visaugstākajā pakāpē. Dzīvās dabas un vides mijiedarbību pētī **ekoloģija**, kas ir relatīvi jauna zinātnes nozare [17].

Terminu "ekoloģija" pirmais 1866. gadā ieviesa vācu zinātnieks E. Hekels. Termins veidots no diviem grieķu vārdiem: *oikos* 'māja' un *logos* 'mācība', tātad – mācība par māju. Sākotnēji tā bija bioloģijas nozare, kas pētīja dzīvo organismu un vides savstarpējo iedarbību [17].

Mūsu dienās ekoloģijas pētījumu loks ir stipri paplašinājies: tā ir kompleksa zinātnes nozare, kas pētī organismu biosistēmu un vides attiecības, šajās sistēmās notiekošos enerģijas, vielu un informācijas pārvietošanās procesus.

Vēsturiski izveidojies nosacīts ekoloģijas dalījums 3 daļās:

- **autoekoloģija** – mācība par vides iedarbību uz konkrētas populācijas īpatņiem;
- **populāciju ekoloģija** – mācība par populāciju struktūru un skaita dinamiku;
- **sinekoloģija** – ekoloģijas daļa, kuras pētījumu objekts ir veselas ekosistēmas.

Ekoloģiju klasificē arī pēc konkrēta objekta un vides, piemēram, cilvēka ekoloģija, dzīvnieku ekoloģija, augu ekoloģija, atmosfēras ekoloģija, augsnes ekoloģija.

Cilvēka ekoloģija pētī cilvēka un vides mijiedarbību, ņemot vērā arī sociālos un uzvedības faktorus. Terminu "cilvēka ekoloģija" sāka lietot tikai 20. gs. 60. gados, bet šīs jaunās zinātnes nozares vēsturiskās saknes meklējamas socioloģijā, ģeogrāfijā, bioloģijā un dzīvnieku ekoloģijā [1, 9, 18]. Cilvēku no tā bioloģiskajām, kā arī no sociālajām pozīcijām pētī daudzas zinātnes nozares.

Cilvēka ekoloģijas zinātnē jaunais, specifiskais, kas nav aprakstīts citās zinātnes nozarēs par cilvēku, ir cilvēka organisma un vides vienotība [9]. Kaut arī agrāk daudz un bieži runāja par cilvēka organisma un vides vienotību, tomēr tas nebija pētījumu priekšmets.

Ko mēs saprotam ar terminu "vide"?

Vide ir plašs un reizēm pretrunīgi interpretēts termins. Vispārīgā nozīmē ar to parasti saprot subjektu aptverošo telpu un tajā lokalizēto apstākļu kopumu. Specifisko apstākļu vai subjekta precizēšanai terminu "vide" bieži papildina ar paskaidrojošo vārdu, piemēram, sociālā vide, biofiziskā vide, šūnas vide, cilvēkvide.

Jēdzienu "vide" var lietot arī subjektīvās (psiholoģiskās) realitātes raksturošanai vai metaforiski, piemēram, iekšējā vide (t.i., organismā notiekošo fizioloģisko procesu kopums), psiholoģiskā vide (t.i., cilvēka iekšējās un ārējās pasaules atspoguļojums uztverē), virtuālā vide (telpa), datorvide u.c.

Bioloģijā ar terminu "vide" saprot organisma anatomisko struktūru veidoto telpu, kurā norisinās fizioloģiskie procesi. Tātad attiecībā uz cilvēku vide ir savstarpēji saistītu dabas un sociālo faktoru sistēma, kurā cilvēks dzīvo, strādā un atpūšas. Vidi var nosaukt par sistēmu, jo tajā viss ir savstarpēji saistīts.

Mūsu laikmeta attīstības dialektika liek cilvēka organisma un vides savstarpējās attiecības aplūkot savādāk, jo skaidri kļūst redzamas atgriezeniskās saites. Kaut gan vide atrodas ārpus cilvēka, tā nav tikai fons, uz kura norisinās viņa dzīve, bet neatņemams cilvēka esamības komponents. Sistēmā "cilvēka organisms – vide" būtiska nozīme ir ne tikai pašiem elementiem,

bet arī to attiecībām, šo attiecību raksturam un īstenošanas veidam. Ja mēs nepētām cilvēka organisma un vides savstarpējās attiecības, tad negūstam priekšstatu par šās sistēmas attīstības likumsakarībām un funkcionēšanu kā vienotu veselumu.

Cilvēka ekoloģijas zinātnei tuva ir **higiēna** (grieķu val. *hygieina* 'veselībai derīgais'). Tā ir praktiska zinātne, kura pētī likumsakarības, kā vides faktori ietekmē cilvēka un sabiedrības veselību, un uz šī pamata izstrādā higiēniskos normatīvus, sanitāros noteikumus un citus pasākumus, kas jāveic, lai radītu cilvēkam optimālus dzīves apstākļus [10]. Zinātnes nosaukums cēlies no grieķu dieva Asklēpija meitas Higiejas vārda, kuru Senajā Grieķijā uzskatīja par veselības dievieti.

Higiēnas zinātniskais pamats ir dažādu higiēnisko normatīvu izstrāde. Piemēram, tā izstrādā maksimāli pieļaujamo koncentrāciju (MPK) putekļiem, ķīmiskām un bioloģiski aktīvām vielām, maksimāli pieļaujamo līmeni (MPL) troksnim, vibrācijai, radiācijai, arodekspozīcijas robežvērtības (AER) ķīmiskām vielām darba vides gaisā u.c.

Higiēnas normatīvus izstrādā arī atmosfēras gaisam, darba telpu gaisam, ūdenim, pārtikas produktiem, drēbēm, apaviem u.c. Bieži tiek lietots arī termins **sanitārija**. Tomēr sanitārija nav patstāvīga zinātnes nozare, bet gan higiēnas zinātnes izstrādāto normatīvu, sanitāro noteikumu un ieteikumu praktisks pielietojums, kas nodrošina sadzīves, darba, mācīšanas, audzināšanas, uztura un atpūtas apstākļu optimizāciju, lai saglabātu un nostiprinātu cilvēku veselību.

Cilvēka ekoloģija ir pamatā vides un darba medicīnai [3, 8, 9, 13].

20. gs. 80. gados par patstāvīgu zinātni sāka veidoties **vides zinātne** (angļu val. *environmental science*).

Tā kļuva par atzītu zinātnes nozari sakarā ar nepieciešamību risināt daudzas problēmas, kas saistītas ar rūpnieciskās ražošanas izraisītām vides pārmaiņām, strauju pasaules iedzīvotāju skaita pieaugumu, ūdens, augsnes un gaisa piesārņošanu, dabas resursu izsīkumu.

Vides zinātne ir interdisciplināra zinātnes nozare par dabas, sociālās un cilvēka dzīves vides sakarībām vienotā kopuma kvalitātē, kas pētī neadekvātas sociālās darbības radītās un eventuālās vides problēmas un meklē to risinājumus.

Novērtējot sistēmas "cilvēks – vide" galvenos mijiedarbības veidus, var izdalīt 4 tematiskus blokus:

1) dabas iedarbība uz sabiedrību;
2) "cilvēka – cilvēka" (sabiedrības) mijiedarbība vidē;
3) sabiedrības iedarbība uz dabas vidi;
4) "cilvēks vidē" (indivīda un vides mijiedarbība) [2, 7].

Lai risinātu šādu plašu problēmu loku, vides zinātnei ir nepieciešama daudzu citu zinātnes nozaru palīdzība, piemēram, bioloģijas, ķīmijas, ģeoloģijas, socioloģijas, klimatoloģijas, antropoloģijas, lauksaimniecības u.c. Vides zinātne, būdama interdisciplināra zinātnes nozare, var sniegt integrētu uzskatu par pasauli un cilvēku vietu tajā.

Kā vides zinātnes svarīgākās nozares jāmin **vides veselība** (angļu val. *environmental health*), **vides medicīna** (angļu val. *environmental medicine*), **darba veselība jeb arodveselība** (angļu val. *occupational health*) un **darba medicīna** (angļu val. *occupational medicine*).

Vides veselība ir samērā jauns termins latviešu valodā. To ieviesa 20. gs. 90. gadu vidū, kad bijušās Sanitāri epidemioloģiskās stacijas (SES) pārveidoja par Vides veselības centriem.

Vides veselība ir nozare par cilvēka veselības aspektiem, ieskaitot arī dzīves kvalitāti, ko nosaka vides ķīmiskie, fizikālie, bioloģiskie, sociālie un psihosociālie faktori. Tas attiecas arī uz

to vides faktoru vērtēšanas, koriģēšanas, kontroles un profilakses teoriju un praksi, kas potenciāli var nodarīt kaitējumu pašreizējās vai nākamās paaudzes veselībai (PVO). Kā norāda definīcija, vides veselība ir ķēdes posms starp vides aizsardzību un veselības aprūpi. Tāpēc vides veselību aplūko gan kā vides zinātņu sastāvdaļu, gan arī kā medicīnas zinātņu sastāvdaļu. Vides veselībā kvalitatīvus un pamatotus lēmumus var pieņemt, tikai balstoties uz datiem un pētījumiem gan par iedzīvotāju veselību, gan par vides kvalitāti.

Dažās valstīs, piemēram, Krievijā un Ukrainā, kā vides veselības termina ekvivalentu lieto terminu **vides higiēna** (krievu val. *гигиена окружающей среды*) [23].

Vides veselība ir multidisciplināra nozare, kuras galvenie uzdevumi ir:

- novērtēt tos cilvēka veselības aspektus, kurus nosaka dažādie vides faktori;
- izstrādāt teorētiskus un praktiskus pamatus vides riska faktoru novērtēšanai;
- organizēt vides riska faktoru vērtēšanu un kontrolēšanu (monitoringu);
- veikt vides riska faktoru koriģēšanu (vadīšanu) un šo faktoru profilaksi, lai izslēgtu nelabvēlīgu iedarbību uz cilvēka veselību.

Vides veselības mērķis ir samazināt vai novērst nelabvēlīgo vides riska faktoru iedarbību, lai saglabātu vidi, kas ir piemērota cilvēka eksistencei uz Zemes.

Vides medicīna ir plaša medicīnas nozare, kas:

- pētī vides riska faktoru iedarbību uz cilvēka organismu;
- novērtē vides faktoru ietekmi uz cilvēka veselību.

Vides medicīnas galvenie uzdevumi:

- novērtēt vides faktoru izraisītās patoloģiskās pārmaiņas, vides izraisītas slimības, ar vidi saistītās slimības;
- veikt minēto slimību diagnosticēšanu, slimnieku ārstēšanu un rehabilitāciju;
- izstrādāt pasākumus vides apstākļu optimizēšanai un veselības traucējumu novēršanai;
- nodrošināt sabiedrību ar informāciju par dažādiem vides medicīnas jautājumiem.

Vides medicīnas mērķis ir novērst vai mazināt vides apstākļu izraisītos veselības traucējumus un vides slimības (piem., t.s. Jušo slimība, "leģionāru slimība", alerģiskas slimības u.c., sk. nod. 5.4.).

Vides medicīnai ir īpaša vieta starp citām klīniskām disciplīnām. Tā ir cieši saistīta ar vispārējo patoloģiju, vides veselību, epidemioloģiju, toksikoloģiju, dabas un sociālām zinātnēm, psiholoģiju.

Tās galvenie darbības virzieni orientēti uz:

- visas sabiedrības veselību;
- katra atsevišķa indivīda veselības traucējumiem, kas saistīti ar vidi.

Darba veselība jeb **arodveselība** ir multidisciplināra nozare, kas nodarbojas ar strādājošo veselības un darba drošības jautājumiem. Pasaulē lietoto terminu "*occupational health*" var tulkot divējādi – darba veselība vai arodveselība. Latvijā plašāk lieto terminu "arodveselība". Arodveselība ir nozare par indivīda vai indivīdu grupas veselību saistībā ar darbu un darba apstākļiem, indivīdu spējām piemēroties darbam, kā arī darba apstākļu piemērošanu indivīdam, kas šo darbu strādā. Pēc Starptautiskās darba organizācijas (SDO) un Pasaules Veselības organizācijas (PVO) Arodveselības komitejas 1950. gada 1. sesijas definīcijas, arodveselība ir multidisciplināra nozare, kuras mērķis ir:

- veicināt un saglabāt visās profesijās strādājošajiem augstu fiziskās, garīgās un sociālās labklājības līmeni;

- veikt profilaktiskus pasākumus, lai novērstu veselības traucējumus, ko var izraisīt nedroši, neveselīgi darba apstākļi, kā arī pasargāt no riska, ko rada veselībai nelabvēlīgi darba faktori;
- izveidot un saglabāt darba vidi, kas ir piemērota strādājošo fizioloģiskām un psiholoģiskām iespējām, tātad pielāgot ne vien darbu cilvēkam, bet arī katru cilvēku – viņa darbam.

Darba medicīna ir klīniskās medicīnas nozare, kas:

- pētī darba vides ietekmi uz cilvēka organismu, vienlaikus novērtējot arī ārējās vides faktoru ietekmi;
- novērtē darba vides izraisītās patoloģiskās pārmaiņas, arodslimības, ar darbu saistītās slimības un darba traumas;
- izstrādā pasākumus darba apstākļu optimizēšanai, kā arī arodslimību, ar darbu saistīto slimību un darba traumu profilaksei;
- nodarbojas ar šo slimību diagnosticēšanu, ārstēšanu, darba ekspertīzes jautājumu risināšanu un slimnieku rehabilitāciju.

Darba medicīnas mērķis ir nodrošināt visu profesiju pārstāvjiem pēc iespējas labāku medicīnisko apkalpošanu, lai novērstu vai samazinātu darba apstākļu izraisītus veselības traucējumus [4, 5, 14].

1.2. VIDES SISTĒMAS UN FUNKCIJAS

Kā jau minēts, vide ir dabas un sociālo faktoru sistēma. Vide nepastāv paralēli cilvēkam. Cilvēki dzīvo vidē, un jau tūkstošiem gadu notiek vides un cilvēka organisma savstarpēja iedarbība.

Lai labāk saprastu vides un cilvēka organisma savstarpējo iedarbību, ir jāizprot arī mācība par biosfēru un ekosistēmām.

Biosfēra (grieķu val. *bios* 'dzīve', *sphaira* 'apvalks'). Par biosfēru sauc Zemes apvalku, kurā pastāvīgi noris dzīvība. Šo terminu 1875. gadā ieviesa austriešu zinātnieks E. Zīss.

Mācību par biosfēru 20. gs. 20. gados attīstīja krievu zinātnieks V. Vernadskis. Pēc zinātnieku domām, biosfēra ir globāla ekoloģiska sistēma, kurā visi procesi ir savstarpēji saistīti, turklāt dzīvo organismu kopējā ietekme uz šīs sistēmas funkcionēšanu un it īpaši uz dinamisko līdzsvaru ir tik nozīmīga, ka ir pielīdzināma ne tikai ģeoloģisko procesu ietekmei, bet ir zemes virsmas pārmaiņu pamatcēlonis.

Biosfēra ir atmosfēras, hidrosfēras un litosfēras daļa, kurā mīt dzīvie organismi.

Biosfērā savukārt tiek izdalīts visaktīvākais dzīvās vielas slānis – **biostroma,** kurā koncentrēta galvenā dzīvo organismu masa (t.sk. arī cilvēku populācija) un kurā norisinās visaktīvākā savstarpējā iedarbība starp dažādiem ekoloģiskiem komponentiem.

Litosfēra ir Zemes kontinentālās garozas virsējā kārta. Tās apdzīvotais augšējais slānis, kas sniedzas tikpat dziļi kā gruntsūdeņi, ir biosfēras daļa. Praktiski gan vairākums litosfēras dzīvo organismu mājo tās virsējā slānī, kurā atrodas augu saknes. Atsevišķos gadījumos sakarā ar intensīvo saimniecisko darbību, piemēram, naftas un akmeņogļu ieguvi, mikroorganismi nokļūst vairāku kilometru dziļumā. Šādā veidā notiek biosfēras antropogēniska paplašināšanās.

Dzīvo organismu ietekmē no litosfēras virsējās kārtas izveidojusies augsne.

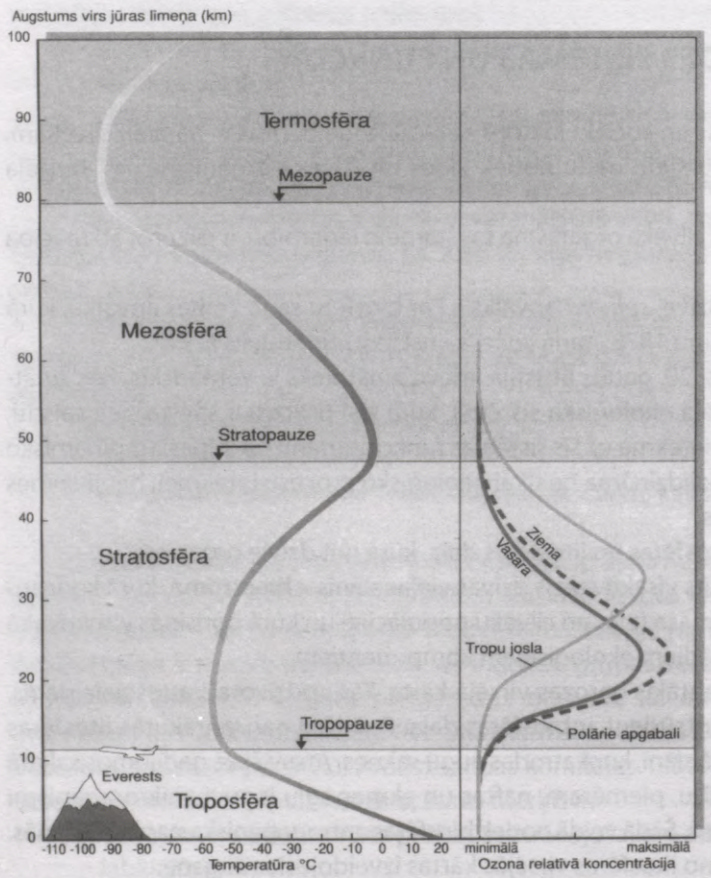
Hidrosfēra ir zemeslodes ūdens kopums. Teritoriāli tā aizņem apmēram 71% planētas virsmas. Hidrosfēra sastāv no okeānu un jūru ūdens (94% kopējā ūdens daudzuma), pazemes ūdens (4%), ledāju (Antarktīdas, Arktikas, kalnu) un sniega ūdens (2%), ezeru, mākslīgo ūdenskrātuvju, upju, purvu un augsnes ūdens (0,4%), atmosfēras ūdens (0,01%) un bioloģiskā jeb dzīvos organismos esošā ūdens (0,0003%).

Saules siltums nodrošina ūdens apriti. Ūdenim iztvaikojot no dzīvajiem organismiem, okeāna un upēm, tas nonāk atmosfērā. Tur tas kondensējas un nokrišņu veidā atgriežas uz zemes. Okeāns samazina temperatūras svārstības – temperatūrai paaugstinoties, okeāns akumulē lielu daļu siltuma, bet, temperatūrai pazeminoties, siltums pakāpeniski atgriežas atmosfērā. Dažādās vietās esošā ūdens fizikālās, ķīmiskās un hidroloģiskās īpašības nosaka dažādu hidrosfēras rajonu piemērotību dzīvības norisēm.

Dzīvo organismu eksistences apstākļus būtiski ietekmē arī jūras straumes, ūdens temperatūras horizontālais un vertikālais sadalījums, ūdens dziļums un hidrosfēras piesārņojums ar cilvēka saimnieciskās darbības atkritumiem.

Atmosfēra ir Zemes gāzu apvalks, kas rotē pasaules telpā kopā ar zemeslodi kā vienota sistēma. Atmosfēras masa ir $5{,}15 \cdot 10^{15}$ t.

Atkarībā no dažādu atmosfēras slāņu īpašībām, galvenokārt no temperatūras, izšķir troposfēru, stratosfēru, mezosfēru, termosfēru un ekosfēru (1. att.). Troposfēra ir Zemes virsmai pieguļošais gaisa slānis. Ekvatorā tās augstums sasniedz 16–18 km, polos – 8–10 km. Troposfērā



1. attēls. Atmosfēras uzbūve [20]

temperatūra pazeminās līdz ar augstuma palielināšanos – vidēji par 6 °C/km. Šajā slānī koncentrēti apmēram 80% atmosfēras masas un praktiski visi atmosfērā esošie dzīvie organismi (baktērijas, sporas). Virs troposfēras līdz aptuveni 50 km augstumam atrodas stratosfēra, kurai raksturīga pakāpeniska temperatūras paaugstināšanās. Virs stratosfēras līdz aptuveni 80 km augstumam plešas mezosfēra, bet līdz 850 km augstumam – termosfēra. Termosfēras daļu no 80 līdz 500 km augstumam sauc par jonosfēru. Tajā esošās gāzu molekulas ir stipri jonizētas. Virs termosfēras līdz 1500 km augstumam plešas ekosfēra, aiz kuras sākas kosmiskā telpa, lai gan niecīgā daudzumā gaisa sastāvdaļas konstatētas līdz 3000 km augstumam.

Ļoti nozīmīga stratosfēras sastāvdaļa ir ozona slānis. Ozona slānis veidojas 20–50 km augstumā virs tropu joslām un pārvietojas uz poliem, kur tas dabiskā ceļā noārdās. Vislielākā ozona koncentrācija – apmēram 1 ppm* – sastopama 20–40 km augstumā virs Zemes. Ozona slāņa apmēri sezonāli mainās un virs ekvatora tas ir biezāks nekā virs polārajiem apgabaliem. Pavasara sākumā, īpaši tad, ja ziema ir bijusi aukstāka nekā parasti, virs Antarktīdas var novērot ozona slāņa samazināšanos par 50–60 procentiem.

Vasaras sezonā ozona slānis parasti atjaunojas līdz normālam līmenim. Virs Arktikas ozona slāņa noārdīšanās process ir līdzsvarots ar tā veidošanās procesu, un līdz šim ozona daudzums tur ir bijis visumā nemainīgs. Sākot ar 1990. gadu, ziemas beigās virs Arktikas novēro neparasti mazu daudzumu ozona [20].

Ozona slānis absorbē lielāko daļu ultravioletā starojuma. Uzskata, ka dzīvība uz Zemes varēja rasties tikai pēc tam, kad bija izveidojies ozona slānis, jo intensīvais ultravioletais starojums, ja to neaizturētu ozona slānis, iznīcinātu uz planētas virsmas jebkuru dzīvības formu. Šis ļoti plānais stratosfēras slānis ir dzīvības vairogs. Dabiskos apstākļos virs ozona slāņa dzīvība nav konstatēta. Tāpēc to uzskata par biosfēras augšējo robežu. Biosfēras gaiss sastāv no slāpekļa (78,08%), skābekļa (20,95%), oglekļa dioksīda (0,03–0,04%) un dažām citām gāzēm, kuras izmanto dzīvie organismi. Oglekļa dioksīds tiek izmantots fotosintēzē. Skābeklis ir nepieciešams šūnu elpošanai, bet atmosfēras augšējā daļā tas veido ozona slāni. Atmosfērā vienmēr atrodas ūdens tvaiki un dažādi aerosoli – gaisā suspendētas ļoti sīkas cietu vai šķidru vielu daļiņas. Aerosolus rada atmosfēras antropogēniskā (industriālā un lauksaimnieciskā ražošana, transports u.c.) un dabiskā (vulkānu un vēju darbība, kosmiskās daļiņas u.c.) piesārņošana.

Aerosolu koncentrācijas palielināšanās, kas sakarā ar cilvēka darbības intensificēšanos pēdējos gadu desmitos stipri paātrinājusies, izraisa daudz nevēlamu noviržu biosfēras dabiskajos procesos. Visbīstamākā un visvērienīgākā novirze ir ozona slāņa sabrukšana.

Atmosfēra, hidrosfēra un litosfēra atrodas nepārtrauktā mijiedarbībā. Vējš un nokrišņi rada litosfēras virsējās kārtas eroziju, ko paātrina gaisa skābekļa izraisītās ģeoķīmiskās reakcijas. Rezultātā kontinentu virsma nemitīgi mainās. Arī hidrosfēras režīms ir atkarīgs no vēju intensitātes un virziena, nokrišņu daudzuma un iztvaikošanas apjoma. Gaisa masu kustība rada jūras straumes, sekmē mitruma un siltuma vienmērīgāku sadalījumu uz planētas. Savukārt litosfēra un hidrosfēra veicina atmosfēras sastāva atjaunošanos. Tādējādi minēto biosfēras triju apakšsistēmu mijiedarbība veido fizisko vidi, kas nepieciešama visu dzīvo organismu eksistencei [7, 10].

Organismu un vides mijiedarbības dēļ atmosfēra, hidrosfēra un litosfēra kļūst piemērota dzīvo organismu eksistencei.

---

* ppm *(parts per million)* – piesārņotāju miljonā daļa tilpuma vienībā, piemēram, 3 ppm – t.i., 3 ml pieslāņotājvienības tvaiku izkliedēti 1 m^3 gaisa.

1.3. EKOSISTĒMAS

Ekosistēmas jēdzienu 1935. gadā ieviesa angļu botāniķis A. Tenslijs. Ekosistēma ir funkcionāla sistēma, kurā ietilpst noteiktā teritorijā sastopamās populācijas un to nedzīvā eksistences vide.

1.3.1. EKOSISTĒMAS UZBŪVE UN FUNKCIJAS

Ekosistēma sastāv no 4 galvenajiem elementiem (2. att.).

Nedzīvā (abiotiskā) vide – ūdens, minerālās vielas, gāzes, nedzīvie organismi un humuss.

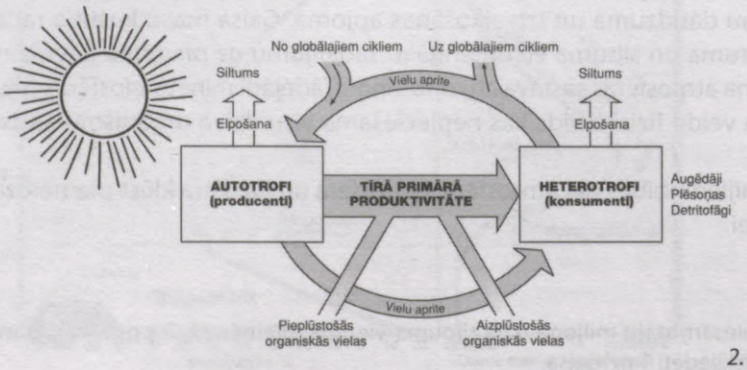
Producenti (ražotāji) – dzīvie organismi, kas ir spējīgi no neorganiskajiem vides materiāliem izveidot organiskās vielas. Tādi, piemēram, ir zaļie augi un aļģes, kuri, kā jau tika norādīts, ar Saules enerģijas palīdzību saražo organiskos savienojumus no ogļskābās gāzes, ūdens un minerālvielām. Šajā procesā, ko sauc par fotosintēzi, izdalās arī skābeklis. Augu sintezētās organiskās barības vielas uzturā izmanto dzīvnieki un cilvēki, bet skābeklis tiek izmantots elpošanai.

Konsumenti (patērētāji). Organismus, kuri pārtiek tikai no augiem, sauc par pirmās pakāpes konsumentiem. Dzīvniekus, kas pārtiek galvenokārt no gaļas, sauc par otrās pakāpes konsumentiem.

Reducenti (noārdītāji, sadalītāji) – grupa organismu, kuri sadala atmirušo jeb nomirušo organismu paliekas (piemēram, augu atliekas, dzīvnieku līķus) un pārvērš tos atkal par izejmateriāliem (ūdeni, minerālvielām, ogļskābo gāzi), kurus no jauna izmanto producenti, pārvēršot to organiskajās vielās. Kā jau norādīts, reducentu funkcijas veic tārpi un dažādi sīki augsnes organismi, kā arī baktērijas un sēnes [11, 24].

Kā dabiskās ekosistēmas piemēru var minēt dīķi. Novērojumi rāda, ka dīķī dzīvojošo organismu daudzums ir pastāvīgs, tikai nedaudz mainoties atkarībā no sezonas. Šādu ekosistēmu sauc par stabilu. Tā var ilgstoši palikt stabila, ja ārējie faktori – ūdens pieplūde, dažādu vielu nokļūšana dīķī, saules starojuma iedarbība, no vienas puses, un ūdens attece vai iztvaikošana, vielu izplūšana, no otras puses, – daudzus gadus būtiski nemainās. Šo stabilo ekosistēmu var izjaukt ārējo faktoru iedarbība, galvenokārt ūdens pieplūdes un atteces pārmaiņas, dažādu piesārņotāju nokļūšana dīķī.

Kā mākslīgās ekosistēmas piemēru bieži min kosmisko kuģi. Tā pilotam ilgstoši ir jāatrodas slēgtā telpā, iztiekot ar ierobežotiem uztura, skābekļa un enerģijas krājumiem. Tāpēc ir nepieciešams kaut vai daļēji atjaunot un otrreizēji izmantot patērēto vielu rezerves un atkritumus.



2. attēls. Ekosistēmas shēma [11]

Šim nolūkam kosmiskajā kuģī tiek ierīkotas speciālas reģenerācijas iekārtas. Pēdējos gados tiek veikti eksperimenti ar dzīvajiem organismiem (augiem un dzīvniekiem), lai tos varētu iesaistīt kosmonautu dzīvības procesu norises atkritumu otrreizējā pārstrādē, izmantojot Saules enerģiju. Jāatzīmē, ka šāds mākslīgās ekosistēmas piemērs ir ļoti vienkāršots un nepilnīgs salīdzinājumā ar dabisko ekosistēmu.

Ekosistēmas biotiskos komponentus pēc barības ieguves veida var iedalīt autotrofos, kas barību saražo paši, un heterotrofos, kuri to iegūst, apēdot citus organismus.

Autotrofi saražo organiskās barības vielas sev un citiem biocenozes locekļiem, tāpēc tos sauc par producentiem (ražotājiem). Autotrofus iedala hemotrofos un fototrofos. Hemotrofi ir baktērijas, kas ogļhidrātu sintēzei nepieciešamo enerģiju iegūst, oksidējot neorganiskas vielas, piemēram, amonjaku, nitrītus un sulfīdus. Uz hemotrofiem balstās, piemēram, dažu alu biocenozes, kā arī jūras dzīļu biocenozes.

Fototrofi ir fotosintezējošie organismi, piemēram, zaļie augi un aļģes, kas saražo barības vielas no atmosfērā esošās ogļskābās gāzes (oglekļa dioksīda), izmantojot Saules enerģiju.

Heterotrofiem ir nepieciešamas jau gatavas organiskās vielas. Šos dzīvos organismus sauc par konsumentiem (patērētājiem). Tos iedala augēdājos jeb dzīvās būtnēs, kas pārtiek no augiem vai aļģēm, plēsējos, kas pārtiek no citiem dzīvniekiem, un visēdājos, kas pārtiek gan no augiem, gan dzīvniekiem. Arī cilvēks ir visēdājs. Pie konsumentiem pieskaitāmi arī detritofāgi – organismi, kas pārtiek no detrīta jeb nedzīvām organiskām vielām (piemēram, sliekas, dažas vaboles, termīti) un destruktori – organismi, kas sadala nedzīvās organiskās vielas (piemēram, nefotosintezējošās baktērijas un sēnes) [11]. Fiziskās vides parametri un atbilstošas dzīvo organismu kopas dažādās biosfēras vietās ir atšķirīgas, tādēļ katrā konkrētā teritorijā daudzu gadsimtu gaitā ir izveidojušās lokālas nozīmes ekosistēmas.

Ekosistēma ir biosfēras elementāra vienība, kurā pastāvīgi notiek enerģijas, vielas un informācijas aprite. Biosfērā ir ļoti daudz ekosistēmu; katra ir specifiska. Tomēr visumā ekosistēmu struktūra un funkcijas ir līdzīgas.

Visi ekosistēmas dzīvie organismi piedalās enerģijas, vielas un informācijas apritē. Ekosistēmai ir trīs pamatfunkcijas: organisko vielu producēšana, organisko vielu transformēšana (vienas vielas pārveidošana citā vielā) un organisko vielu mineralizēšana. Šīs pamatfunkcijas ir savstarpēji saistītas. Tikai tad, ja ekosistēmā organiskās vielas vienlaikus tiek radītas, pārveidotas un sadalītas, ekosistēmas darbība ir normāla. Ja šie procesi norisinās tādās kvantitatīvās attiecībās, kas pakāpeniski izveidojušās ekosistēmas attīstības gaitā, ekosistēma atrodas dabiskā līdzsvarā. Katrai ekosistēmai piemīt pašregulēšanās jeb līdzsvara atjaunošanas spējas.

Stabilā ekosistēmā viena suga neiznīcina otru. Pretējā gadījumā plēsējiem varētu zust iztikas avots. Stabilas un līdzsvarotas ekosistēmas var izdzīvot ilgāk.

1.3.2. ENERĢIJAS PLŪSMA UN VIELU APRITE

Visas ekosistēmas (ar dažiem izņēmumiem) ir atkarīgas no Saules enerģijas, un tām ir līdzīgas prasības pēc barības vielām.

Daba atražo nepieciešamās uzturvielas. Visām dzīvības formām uz Zemes vitāli nepieciešamākie ķīmiskie elementi ir ogleklis, skābeklis, ūdeņradis, slāpeklis, fosfors un sērs. Šie t.s. biogēnie elementi veido apmēram 95% no dzīvo organismu ķermeņa masas. Vielmaiņas atkritumi un atmirušu organismu paliekas dabā noārdās, bet tajā esošās uzturvielas kļūst pieejamas barošanas ķēžu pirmajiem locekļiem.

Šo vitāli nepieciešamo elementu krājumi ir ierobežoti, tāpēc notiek to atkārtota bioloģiska izmantošana. Vielas cirkulē gaisā, ūdenī, mikroorganismos, augos un dzīvniekos. Šī bioģeoķīmiskā vielu aprite dabā var norisināties, pateicoties Saules enerģijai.

Vienīgie dzīvie organismi uz Zemes, kuri var izmantot Saules enerģiju, lai ražotu organisku materiālu, ir zaļie augi.

Procesu, kurā augi izmanto gaismas enerģiju, lai radītu augšanai nepieciešamo materiālu no nedzīvām izejvielām, sauc par fotosintēzi. Tās norisei ir nepieciešama augu zaļā krāsviela hlorofils:

$$\text{oglekļa dioksīds} + \text{ūdens} \xrightarrow[\text{gaismas enerģija}]{\text{hlorofils}} \text{glikoze} + \text{skābeklis} + \text{ūdens}$$

Sintezētā glikoze (vīnogcukurs) augos tālāk transformējas citos savienojumos, kurus tie izmanto augšanai un reprodukcijai. Augiem visu audu veidošanai papildus nepieciešamas arī citas barības vielas – citi ķīmiskie elementi (galvenokārt slāpeklis un fosfors).

Fotosintēzes ceļā saražojot organiskās vielas, autotrofi ekosistēmu nodrošina ar barību. Heterotrofi organiskās vielas izmanto par enerģijas avotu un materiālu dzīvo audu veidošanai. **Primārā produktivitāte** ir kopējais enerģijas daudzums, ko noteiktā laikposmā producenti uzkrāj dzīvajos audos. Primāro produktivitāti var ietekmēt dažādi abiotiskie faktori, piemēram, klimats un augsnes sastāvs. Tikai daļa autotrofu saražoto barības vielu nonāk līdz heterotrofiem, jo daļu organisko vielu augi izmanto šūnu elpošanas procesā.

Enerģijas plūsma ekosistēmā noris saskaņā ar termodinamikas likumiem. Saskaņā ar pirmo termodinamikas likumu enerģija nevar rasties un nevar pazust. Tāpēc ekosistēma ir atkarīga no nepārtrauktas ārējās enerģijas (parasti Saules enerģijas) plūsmas. Šo enerģiju autotrofie organismi izmanto, lai saražotu organiskās vielas. Otrais termodinamikas likums nosaka, ka jebkuru enerģijas pārvērtības procesu laikā rodas enerģijas zudumi, kas izdalās siltuma veidā. Tā kā augos norit šūnu elpošana, tie uzkrāj un padara visai ekosistēmai pieejamus tikai aptuveni 55% no sākotnēji pieejamās enerģijas.

2. attēlā redzams organismā uzņemtās barības pārvērtības process. Daļa asimilētās enerģijas tiek izmantota šūnu elpošanā un izdalās siltuma veidā, daļa izdalās ar ekskrementiem vai urīnu, un to tālāk var izmantot detritofāgi. Atlikusī enerģija uzkrājas organismā vai pēcnācējos. Šo enerģijas daļu sauc par **sekundāro produktivitāti** [11, 20].

Heterotrofu ekskrementos un urīnā, kā arī mirušajos organismos uzkrātā enerģija nav ekosistēmai zudusi. Šo enerģiju izmanto detritofāgi un destruktori. Destruktori atbrīvo minerālās barības vielas, kas atkal kļūst pieejamas producentiem, bet detritofāgi, būdami saprofīti organismi, barojas ar detrītu, tātad ar nedzīvajām organiskajām vielām.

1.3.3. BAROŠANĀS TĪKLI UN TROFIKAS LĪMEŅI

Dabiskās ekosistēmās pastāvošās sarežģītās barošanās attiecības sauc par **barošanās tīkliem**. Piemēram, kukaiņu kāpuri barojas ar koku lapām, bet peles, truši un brieži ēd lapas un citas augu daļas uz zemes vai tās tuvumā. Putni, burunduki un peles patērē dažādus augļus, bet būtībā viņi ir visēdāji, jo pārtiek arī no kāpuriem. Šie zālēdāji un visēdāji nodrošina barību daudziem dažādiem plēsējiem. Šo shēmas daļu sauc par **ganību tipa barošanās tīklu**, jo tā sākums ir dzīvie augi.

Detrīta tipa barošanās tīklā augu atliekas sadala destruktori – sēnes un baktērijas, pašas kļūstot par barību daudziem detritofāgiem, kas pārtiek arī no augsnes organiskām vielām. Tipiski detritofāgi ir sliekas, ciršļi un salamandras; savukārt šos detritofāgus apēd virszemes plēsēji. Tas norāda, ka abi barošanās tīkli ir saistīti [11].

Starp dzīvajiem organismiem atkarībā no tā, kurš kuru ēd, pastāv saikne. Piemēram, ganību tipa barošanās tīklā pastāv šāda saikne:

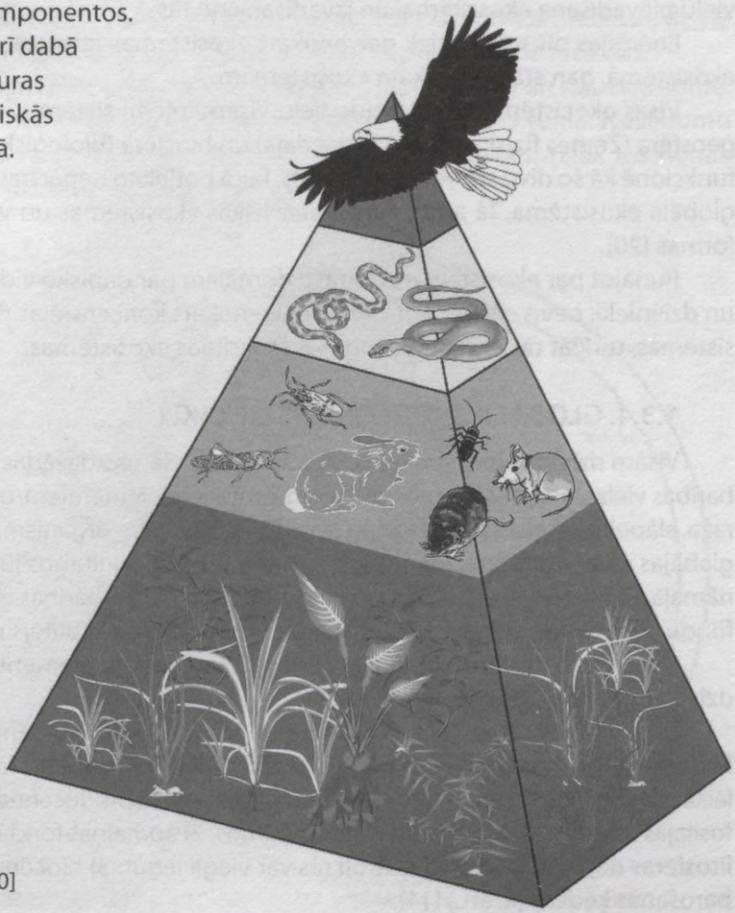
lapas → kāpuri → peles → vanagi

Savukārt detrīta tipa barošanās tīklā ir šāda saikne:

nedzīvās organiskās vielas → augsnes baktērijas → sliekas → utt.

Shēmas, kas attēlo, kurš kuru apēd, sauc par **barošanās ķēdēm**. Visi organismi, kas barojas vienā barošanās ķēdes posmā, veido **trofikas līmeni**. Ganību tipa barošanās tīklā primārie producenti ir koki (pirmais trofikas līmenis); dzīvnieki, kas tos ēd, ir primārie konsumenti (otrais trofikas līmenis), savukārt plēsēji ir sekundārie konsumenti (trešais trofikas līmenis).

Dažādās barošanās ķēdes un to mijiedarbība ir visas ekosistēmas dinamikas pamatā. Pārmaiņas vienā barošanas ķēdes posmā izraisa pārmaiņas arī citos sistēmas komponentos. Barošanās ķēdēs var iekļūt arī dabā neesošās mākslīgās vielas, kuras ražo cilvēks, piemēram, toksiskās vielas rūpnieciskajā ražošanā. Ja šīs vielas ir stabilas, tās uzkrājas organismos, turklāt to koncentrācija katrā nākamajā barošanas ķēdes posmā pieaug.



3. attēls. Ekoloģiskā piramīda [20]

Dažkārt organismi ietilpst vairākos trofikas līmeņos. Piemēram, burunduki barojas ne tikai ar augļiem, bet arī ar kukaiņiem, kuri grauž lapas. Tāpēc ekologi enerģētiskās attiecības starp dažādiem trofikas līmeņiem attēlo kā **ekoloģiskas piramīdas** (3. att.), kuras parāda trofikas līmeņus, kas atrodas cits virs cita.

Ekosistēmas piramīda parāda, cik daudz organismu ir katrā trofikas līmenī. Tomēr reālo situāciju tā pilnībā neatspoguļo. Piemēram, katrā kokā dzīvo liels skaits kāpuru, tātad heterotrofu ir daudz vairāk nekā autotrofu. Tomēr galvenā atšķirība ir to lielumā. Autotrofi var būt sīki (piemēram, mikroskopiskās aļģes), bet var būt arī lieli (piemēram, dižskābarži). Arī augēdāji var būt gan sīki (piemēram, kāpuri), gan lieli (piemēram, ziloņi).

Biomasas piramīdas lielumu iegūst, reizinot organismu skaitu ar viņu svaru. Tā var konstatēt, ka producentu biomasa ir lielāka nekā augēdājiem, savukārt augēdājiem tā ir lielāka nekā plēsējiem. Par to var pārliecināties, aplūkojot 3. attēlu: producenti ir ne tikai aļģes, bet arī jūraszāles. Veicot mērījumus, var konstatēt, ka citās ūdens ekosistēmās, piemēram, ezeros un atklātās jūrās, kur vienīgie producenti ir aļģes, augēdāju biomasa ir lielāka nekā producentu biomasa. Kāpēc? Cēlonis ir aļģu straujā vairošanās un to ātrais patēriņš. Piramīdas, kurās augēdāju ir vairāk nekā producentu, sauc par apgrieztajām piramīdām [11].

Ekosistēmas jēdziena pamatā ir holistiska dabas uztvere (kas dabu uztver kā veselumu) un atziņa, ka dabā visas pamatfunkcijas un vides elementi ir savstarpēji saistīti.

2. attēlā redzama ekosistēmas shēma, kurā parādīta saules enerģijas, ūdens, gāzu, barības vielu pievadīšana ekosistēmai un izvadīšana no tās.

Enerģijas plūsma notiek galvenokārt ekosistēmas ietvaros, bet vielu aprite – gan vienā ekosistēmā, gan starp vairākām ekosistēmām.

Visas ekosistēmas kopā veido lielu visaptverošu sistēmu – **ekosfēru**. Tai ir divas daļas: ģeosfēra (Zemes fiziskā jeb abiotiskā daļa) un biosfēra (bioloģiskā jeb biotiskā daļa). Ekosfēra funkcionē kā šo divu sistēmu komplekss, kurā notiek to nepārtraukta mijiedarbība. Ekosfēra ir globāla ekosistēma. Tā aptver visas atsevišķās ekosistēmas un visas mūsu planētas dzīvības formas [20].

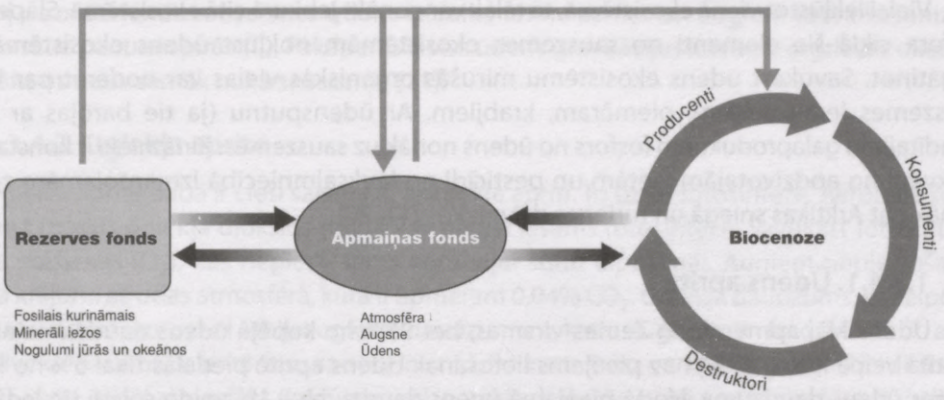
Runājot par ekosistēmām, parasti domājam par dabisko vidi, kurā dominē savvaļas augi un dzīvnieki, nevis cilvēki. Bet cilvēki galvenokārt koncentrējas pilsētās, kas arī ir ekoloģiskas sistēmas, turklāt tās ir visātrāk augošās mākslīgās ekosistēmas.

1.3.4. GLOBĀLIE BIOĢEOĶĪMISKIE CIKLI

Visām dzīvības formām uz Zemes ir nepieciešamas dažādas organiskās un neorganiskās barības vielas, kuras sastāv no daudziem ķīmiskiem elementiem, galvenokārt no oglekļa, ūdeņraža, slāpekļa, skābekļa, fosfora un sēra. Daļa dzīvajiem organismiem nepieciešamo elementu glabājas rezerves fondā, piemēram, cietajos iežos, nogulumos jūrās un okeānos, fosilajā kurināmajā. Ekosistēmas daļas, kas kalpo kā tūlītējs minerālo barības vielu avots, sauc par apmaiņas fondu. Piemēram, atmosfēra, augsne un ūdens kalpo kā tūlītējs minerālo barības vielu avots.

Organisma saistību ar Zemes garozas ķīmiskajiem elementiem un šo elementu nozīmi dzīvības evolūcijā pētī **bioģeoķīmija**.

Minerālās barības vielas cirkulē no nedzīvās vides uz organismiem un atpakaļ šajā vidē. Šādus vielu aprites ceļus sauc par **bioģeoķīmiskajiem cikliem.** Tātad ikviens elements aprites laikā var atrasties 1) rezerves fondā – formā, kas parasti producentiem nav pieejama – piemēram, fosilajās atliekās, iežos un dziļjūras nogulumos; 2) apmaiņas fondā – atmosfēras, hidrosfēras un litosfēras daļās, no kurām autotrofi tās var viegli iegūt; 3) biocenozē, kur vielas pārvietojas pa barošanās ķēdēm (4. att.) [11].

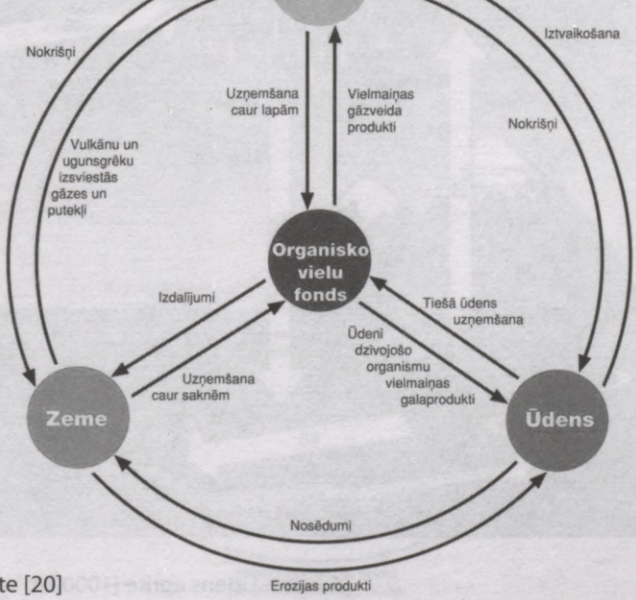


4. attēls. Barības vielu aprites modelis [11]

Tā kā vitāli nepieciešamo elementu krājumi ir ierobežoti, notiek to atkārtota bioloģiska izmantošana. Vielas cirkulē gaisā, ūdenī, mikroorganismos, augos un dzīvniekos. Tā ir **bioģeoķīmiskā aprite,** kas norisinās, pateicoties Saules enerģijai.

5. attēlā parādītas vielu apmaiņas formas starp dažādiem abiotiskiem fondiem (atmosfēru, zemi, ūdeni) un organisko vielu fondu. Bultas attēla centrā norāda bioloģiskos procesus: dzīvie organismi no abiotiskiem fondiem uzņem un patērē dzīvībai nepieciešamos resursus.

Bioģeoķīmiskajiem cikliem izšķir divus tipus. **Gāzveida cikls** ir oglekļa un slāpekļa aprite. Šajā gadījumā elements tiek ņemts no atmosfēras un tajā atgriežas gāzes veidā. **Nosēdumu ciklu** raksturo fosfora aprite. Augi fosforu uzņem ar saknēm no augsnes, tālāk tas nonāk heterotrofos, bet destruktori to atdod atpakaļ augsnei.



5. attēls. Vispārināta bioģeoķīmiskā aprite [20]

Vielai iekļūstot vienā ekosistēmā, tā tālāk var nonākt jebkurā citā ekosistēmā. Slāpekļa un fosfora ciklā šie elementi no sauszemes ekosistēmām nokļūst ūdens ekosistēmās, tās bagātinot. Savukārt ūdens ekosistēmu mirušās organiskās vielas var noderēt par barību sauszemes iemītniekiem, piemēram, krabjiem. Ar ūdensputnu (ja tie barojas ar zivīm) izvadītajiem galaproduktiem fosfors no ūdens nonāk uz sauszemes. Zinātnieki ir konstatējuši, ka kvēpi no apdzīvotajām vietām un pesticīdi no lauksaimniecībā izmantojamām zemēm nonāk pat Arktikas sniegā un turienes dzīvniekos [11, 20].

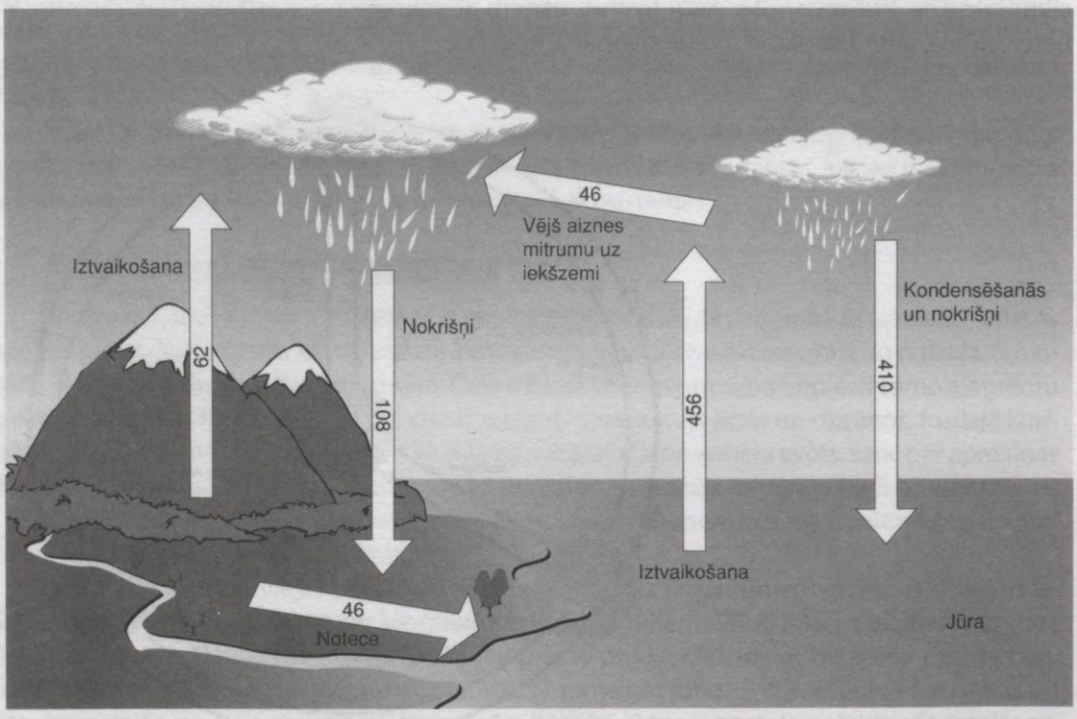
1.3.4.1. Ūdens aprite

Ūdens klāj apmēram ¾ Zemes virsmas, bet 95% no kopējā ūdens daudzuma atrodas saistītā veidā iežos, tādēļ nav pieejams lietošanai. Ūdens apritē piedalās tikai 5% no kopējā Zemes ūdens daudzuma. No šā pieejamā ūdens daudzuma 2,1% veido sniegi un ledāji, bet 97,3% – pasaules jūras un okeāni. Pārējais ir atmosfēras tvaiku, pazemes ūdeņu, ezeru un upju saldūdens krājumi.

Globālā mērogā ūdens un nokrišņu sadalījums ir ļoti nevienmērīgs. Turklāt nokrišņi veidojas periodiski. Dažviet nokrišņu daudzums gadā pārsniedz 2500 mm, turpretī atsevišķos tuksnešu apgabalos lietus dažkārt nav lijis pat 15 gadu. Daudzviet saldūdens krājumi ir nepietiekami.

Ūdens aprite biosfērā shematiski parādīta 6. attēlā.

Saule sasilda jūras ūdeni, un tas iztvaiko. Tā no sālsūdens veidojas saldūdens. Ūdens daudzums, kas iztvaiko no okeāna, pārsniedz ūdens daudzumu, kas tajā atgriežas ar lietu, jo daļa ūdens nolīst uz sauszemes, kur veidojas gan virszemes, gan pazemes ūdeņi, kas plūst



6. attēls. Ūdens aprite (1000 km³/gadā) [20]

atpakaļ uz okeānu. Uz sauszemes ūdens iztvaiko arī no zemes un augiem (iztvaikošanu no augiem sauc par transpirāciju). Pakāpeniski viss ūdens gravitācijas ietekmē atgriežas okeānā, jo okeāns atrodas zemāk nekā sauszeme [11].

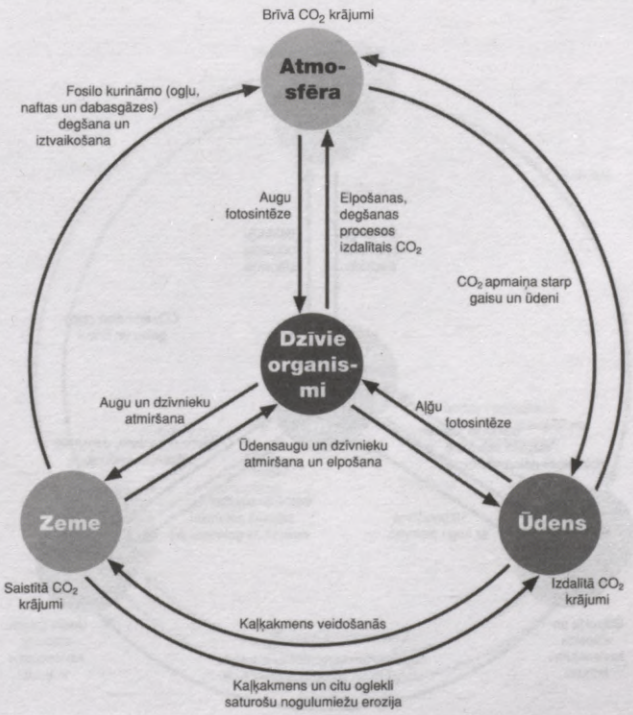
1.3.4.2. Oglekļa aprite

Oglekļa aprite dabā ir cieši saistīta ar skābekļa apriti. To uztur fotosintēze. Aerobajā šūnu elpošanā izdalās oglekļa dioksīds (CO_2), kas nepieciešams fotosintēzē. Savukārt fotosintēzē izdalās skābeklis (O_2), kas nepieciešams aerobajai šūnu elpošanai. Augiem nepieciešamā oglekļa krājumi atrodas atmosfērā, kurā ir apmēram 0,04% CO_2. Oglekļa daudzums, kas elpojot nonāk atmosfērā, aptuveni atbilst oglekļa daudzumam, kādu augi uzņem fotosintēzē (7. att.).

Cilvēka darbība, piemēram, sadedzinot fosilo kurināmo un kokus, ir oglekļa dioksīda papildu avots, tādēļ atmosfērā nokļūst vairāk oglekļa dioksīda, nekā no tās aizplūst. Daļu liekā oglekļa dioksīda akumulē okeāns, jo atmosfēras CO_2 šķīst ūdenī, kur veidojas hidrogēnkarbonāti. Ogleklis uzkrājas arī kalcija karbonāta veidā. Organismam ejot bojā, kaļķis uzkrājas nogulumos un pakāpeniski veido kaļķakmeni. Daudzu pasaules zinātnieku pētījumi rāda, ka oglekļa dioksīda koncentrācijas palielināšanās atmosfērā, visticamāk, negatīvi ietekmēs ekosistēmas [7, 11, 20].

1.3.4.3. Slāpekļa aprite

Slāpeklis (N_2) ir elements, kura atmosfērā ir visvairāk. Tas veido 78% gaisa tilpuma. Slāpeklis ir nepieciešams visu organismu funkcionēšanai. Slāpekļa trūkums ierobežo augu augšanu. Tikai daži organismi spēj tieši izmantot molekulāro gaisa slāpekli. Augi var uzņemt slāpekli tikai nitrātu veidā.



7. attēls. Oglekļa aprite [20]

Gaisa slāpekļa saistīšana notiek, slāpeklim reducējoties un iekļaujoties organiskos savienojumos. Dažās ūdens ekosistēmās ciānbaktērijas jeb zilaļģes, kā arī dažas augsnē dzīvojošas baktērijas var reducēt slāpekli līdz amonija jonam (NH_4^-). Vēl citas slāpekļsaistītājas baktērijas dzīvo daudzu augu, (piemēram, pākšaugu) sakņu gumos. Reducējot slāpekli, tās iekļauj slāpekli augiem pieejamās vielās.

Augi slāpekli uzņem no augsnes ar nitrātiem (NO_3^-) un amoniju (NH_4^-). No augsnes uzņemtos nitrātus augi reducē līdz NH_4^- un izmanto aminoskābju un nukleīnskābju sintēzē [11].

Gaisa slāpekļa nitrifikācija ir nitrātu veidošanās. Gāzveida slāpeklis (N_2) atmosfērā pārvēršas par slāpekļa oksīdu un tālāk kosmiskās radiācijas, meteoru triecienu, zibens un citas iedarbības rezultātā – par nitrātiem (NO_3^-), jo rodas slāpekļa oksidēšanai nepieciešamā enerģija. Augsnē amonija jonus (NH_4^-) par nitrātiem pārvērš baktērijas. Nitrifikācija notiek divās fāzēs. Vispirms vienas baktērijas amoniju pārvērš par nitrīta jonu (NO_2^-), bet citas baktērijas (nitrificējošas baktērijas) – par nitrātu (NO_3^-) (8. att.).

Denitrifikācija ir nitrātu pārvēršanās par slāpekļa oksīdiem un gāzveida slāpekli. Denitrificējošas baktērijas ir sastopamas gan ūdens, gan sauszemes ekosistēmās. Denitrifikācijas rezultātā saistītais slāpeklis atkal atgriežas atmosfērā [2, 7, 11, 20].

Dzīvnieki uzņem slāpekļa savienojumus ar augu barību. Mirušu dzīvnieku un augu atliekas, arī slāpekli saturošos organiskos savienojumus, augsnes mikroorganismi sašķeļ vienkāršos neorganiskos savienojumos – nitrātos. Daļa nitrātu nonāk augos, bet daļu īpašas baktērijas (denitrifikatori) pārvērš par gāzveida slāpekli (8. att.).

Cilvēku darbība lielā mērā ietekmē slāpekļa apriti dabā, piemēram:

- termoelektrostacijas, dažādi rūpnieciski uzņēmumi, automobiļi, lidmašīnas un kuģi izdala atmosfērā lielu daudzumu slāpekļa oksīdu. Tie atmosfērā reaģē ar citām vielām un veido slāpekļskābi, kas ir viena no skābo nokrišņu sastāvdaļām. Tādējādi nitrāti atgriežas uz zemes ar nokrišņiem;



8. attēls. Slāpekļa aprite [20]

- slāpekļa minerālmēslu ražošana no gaisa slāpekļa;
- lauksaimniecībā tiek izmantoti arī slāpekļa savienojumus saturoši dabiskie minerālmēsli;
- nitrātus saturošie lauksaimniecības un sadzīves notekūdeņi bieži vien stipri piesārņo dabiskās sistēmas.

Daļa nitrātus un fosfātus saturošā mēslojuma ieplūst upēs un ezeros, izraisot strauju aļģu un ūdensaugu biomasas palielināšanos. Piesārņojums ar barības vielām izraisa ūdenstilpju eitrofikāciju (bagātināšanos ar barības vielām), kas izpaužas kā aļģu ziedēšana – ūdens kļūst zaļš vai tiek pārpildīts ar savijušos aļģu kumšķiem. Pēc aļģu bojāejas destruktori elpošanas procesā izmanto visu pieejamo skābekli un izraisa masveidīgu zivju bojāeju.

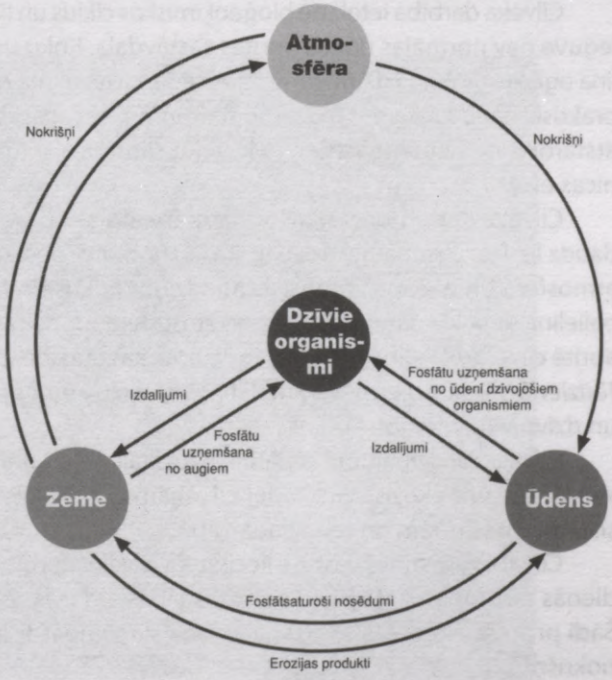
1.3.4.4. Fosfora aprite

Fosfors ir organismiem ļoti nepieciešams elements. Tam ir svarīga nozīme organismam nozīmīgos procesos – enerģijas uzkrāšanā un ģenētiskā koda saglabāšanā. Fosfors ir svarīga kaulu, zobu un čaulu audu sastāvdaļa.

Dēdējot cietajiem iežiem, augsnē nokļūst fosfora joni (PO_4^{3-} un HPO_4^{2-}), kurus piesaista augi (9. att.). Daļa fosfātu nokļūst ūdens ekosistēmās, kur pirms nogulsnēšanās tos uzņem aļģes. Fosfāti, kas nogulsnējas, augiem kļūst pieejami tikai tad, kad šie slāņi pēc kāda laika atsedzas un tiek pakļauti dēdēšanas procesiem. Fosfors nenokļūst atmosfērā, tāpēc **fosfora aprite** pieskaitāma pie nosēdumu cikliem [11].

Sadaloties dzīvo organismu atliekām, daļa fosfātu producentiem kļūst pieejama vēlreiz. Tā kā vairākumā ekosistēmu augiem pieejamais fosfors tiek uzņemts ļoti ātri, tā daudzums nereti ir galvenais limitējošais faktors, proti, nelielā fosfora daudzuma dēļ organismu augšana palēninās arī tad, ja citas barības vielas ir pietiekamā daudzumā.

Cilvēks ietekmē fosfora apriti, iegūstot fosforu saturošos izrakteņus, no kuriem ražo minerālmēslus, dzīvnieku barības piedevas un mazgāšanas līdzekļus.



9. attēls. Fosfora aprite [20]

Ūdeņos fosfāti nokļūst no laukiem, noskalojoties mēslojumam, no lopu kūtīm, kā arī ar notekūdeņiem, tā izraisot eitrofikāciju. Tā kā vairākumam ekosistēmu fosfora daudzums ir augšanu limitējošais faktors, fosfora piesārņojums vidi var ietekmēt spēcīgāk nekā slāpekļa piesārņojums [11].

1.3.5. CILVĒKU DARBĪBAS IETEKME UZ EKOSISTĒMĀM

Runājot par ekosistēmām, mēs parasti domājam par dabisku vidi, kurā dominē savvaļas augi un dzīvnieki, nevis cilvēki.

Cilvēkiem dabas vidē piemīt īpaša loma, jo neviens organisms radošo spēju ziņā nav līdzvērtīgs cilvēkam. Šo spēju dēļ cilvēki mūsu dienās apdzīvo visu pasauli un izmanto resursus no visām zemeslodes malām. Cilvēki savā attīstības gaitā ir iemācījušies izmantot augus, dzīvniekus un citus dabas resursus, pilnveidojot to izmantošanas paņēmienus. Dabas apguvē tiek izmantotas no paaudzes uz paaudzi krātās atziņas. Tās ir palīdzējušas efektīvi izmantot dabas resursus, bet to pārāk liela ekspluatācija ir radījusi pārmērīgu dabas izsaimniekošanu.

Mūsu dienās, strauji pieaugot iedzīvotāju skaitam pasaulē, dabas izmantošanas metodes, kas agrāk bija videi nekaitīgas, tiek tik strauji intensificētas, ka nodara videi postu. Turklāt tiek izstrādātas jaunas saimniekošanas un vides izmantošanas formas, kas ne vienmēr ir videi labvēlīgas.

Neviens dzīvais organisms nav ietekmējis vidi tik lielā mērā kā cilvēks. Visur, kur vien uz Zemes dzīvo cilvēki, ir jūtama viņu klātbūtne.

Cilvēki ir pārveidojuši Zemes dabiskās ainavas, izcērtot mežus, miljoniem kvadrātkilometru lielo dabisko biotopu pārvēršot lauksaimnieciski izmantojamās zemēs; dambji, mākslīgie kanāli un hidroelektrostacijas mainījušas upju tecējumu; miljoniem cilvēku koncentrējušies pilsētās. Mūsdienu cilvēki bieži aizmirst, ka viņi nav dabas valdnieki, bet gan tās sastāvdaļa.

Cilvēka darbība ietekmē bioģeoķīmiskos ciklus un līdz ar to arī ekosistēmas. Pazemes ūdeņu ieguve nav normālas ūdens aprites sastāvdaļa. Koku un fosilā kurināmā sadedzināšana palielina oglekļa dioksīda daudzumu atmosfērā, kā rezultātā notiek globālā sasilšana. Oglekļa dioksīds praktiski neaiztur Saules redzamo starojumu, bet absorbē infrasarkano (siltuma) starojumu, kas atstarojas no Zemes virsmas, tā kavējot siltuma aizplūšanu kosmiskajā telpā un radot siltumnīcas efektu.

Cilvēka darbības ietekmē vielas pārvietojas no viena ekosistēmas komponenta uz citu ar daudz lielāku ātrumu nekā senāk. Kā jau norādīts, oglekļa apritē cilvēks palielina oglekļa ieplūdi atmosfērā un okeānā, intensīvi sadedzinot kokus un fosilo kurināmo. Slāpekļa apritē cilvēks palielina slāpekļa daudzumu, kas no atmosfēras nonāk augsnē un ūdenstilpnēs. Savukārt fosfora apritē cilvēks palielina fosfora daudzumu, kas augsnē un ūdenstilpnēs nonāk no nogulumiem. Jēdzienu "piesārņojums" varam definēt kā vielu aprites pārmaiņas, kas ietekmē cilvēku vai augu un dzīvnieku veselību [11].

Cilvēks salīdzinājumā ar pārējiem dzīvajiem organismiem savai eksistencei izmanto daudz vairāk dažādu ekosisēmu. Tādēļ cilvēkam ir vislielākā ietekme uz ekosfēras atsevišķo ekosistēmu struktūrām un to mijiedarbību.

Cilvēces attīstības vēsture liecina, ka cilvēku darbība ir radījusi lielas pārmaiņas dabā. Mūsu dienās tas ir īpaši aktuāli, jo daudzas cilvēka darbības sekas kļūst par globālām parādībām. Šādi procesi ir globālā sasilšana, ozona slāņa noārdīšanās, ekosistēmu piesārņošana, skābie nokrišņi.

Piesārņotāji ir ekosistēmai nevajadzīgas vielas, kas iekļūst tajā no ārienes dabas vai cilvēka darbības rezultātā.

Mazās koncentrācijās piesārņotāji ekosistēmu neietekmē, turklāt, piesārņošanas avotam izsīkstot, ekosistēma pamazām attīrās, piesārņojums aizplūst vai nogulsnējas. Turpretī lielas piesārņojuma devas iedarbojas ļoti nelabvēlīgi. Tas ietekmē visas ekosistēmas pamatfunkcijas un pārmaina tās struktūru. Pavājinās pašregulēšanās mehānisms, samazinās ekosistēmas pretošanās spējas, un, ja piesārņojums ir pārāk liels, ekosistēma iet bojā [10, 22].

Izšķir dabiskos piesārņojuma avotus (vulkānu darbība, meža ugunsgrēki, putekļu vētras, litosfēras izskalošanās) un antropogēniskos jeb cilvēka radītos piesārņojuma avotus (rūpnieciskā un lauksaimnieciskā ražošana, transports, komunālie atkritumi).

Sevišķi bīstams ir antropogēniskais piesārņojums, jo ekosistēmas tam nav piemērojušās. Tas ir kvalitatīvi jauns un turklāt ļoti intensīvs piesārņojuma veids. Parasti antropogēniskie piesārņotāji darbojas nepārtraukti, tāpēc pēc noteikta laika pat neliela piesārņotāja koncentrācija ir ekosistēmai postoša.

Cilvēka veselība un ekosistēmu veselība ir nesaraujami saistītas. Problēmas ir dažādas. Vieni ekosistēmu tipi ir ārkārtīgi viegli ievainojami, bet citi – izturīgi un pacieš visai intensīvu apsaimniekošanu. Lai attīstība kādā apvidū būtu ilgtspējīga, dabas izmantošanas intensitāte nedrīkst pārsniegt ekosistēmas izturību. Mūsu dienās modernās tehnoloģijas un kapitāla piesaiste nereti destabilizē dabiskās sistēmas un pārsniedz pieļaujamās robežas apvidus ekspluatācijā. Tipiskas šādas rīcības sekas ir pārapdzīvotība un dabas noplicināšana. Lai varētu pareizi saimniekot, ir jāsaprot, ka dabas sistēmas ir stipri atšķirīgas un funkcionē ļoti dažādi atkarībā no atšķirīgiem klimatiskiem apstākļiem un atšķirīgas dabsaimniecības vēstures un prakses. Dabas apstākļi Dienvidaustrumāzijas rīsu audzētājiem sagādā pavisam citādas rūpes nekā Baltijas valstu zemniekiem.

Cilvēki ir radījuši mākslīgās ekosistēmas. Kā raksturīgu piemēru var minēt zivju mākslīgo audzēšanu Norvēģijā. Šīs ražotnes ar savām būvēm aizņem ļoti lielu piekrastes teritoriju. Zivju



mākslīgā audzēšana jūrā jūtami maina piekrastes dabiskās ekosistēmas, jo zivjaudzētavās mākslīgi radītās ekosistēmas un dabiskās ekosistēmas ir ļoti vāji izolētas. Tādēļ jūras dabiskajā ekosistēmā nonāk zivju barība, atkritumi, slimību ierosinātāji, parazīti un medikamentu atliekas [20].

Pilsētas ir visātrāk augošais mākslīgo ekosistēmu tips. Pirmās pilsētas radās Tuvajos Austrumos pirms aptuveni 10 000 gadiem. Sākumā tās bija cilvēku apmetnes, kurās tika ražoti un pārstrādāti svarīgākie lauksaimniecības produkti. Laika gaitā izveidojās maiņas attiecības, un pilsētnieki sāka patērēt citur ražotus produktus.

Pilsētas ir mākslīgas ekosistēmas, kas lielāko daļu enerģijas saņem no ārpuses. Pilsētu iedzīvotāji ir pilnīgi atkarīgi no citās ekosistēmās ražotu pārtikas preču piegādes, savukārt atkritumi ir jāizved ārpus pilsētas robežām uz kādu citu ekosistēmu. Visbiežāk pilsētas atbrīvojas no atkritumiem, izmetot tos zemē, gaisā, upēs un jūrās.

Pilsētas, būdamas ekoloģiskas sistēmas, ir daļēji atbrīvojušās no klimata noteicošās ietekmes. Visā pasaulē pilsētu struktūras pamatelementi lielākoties ir vienādi. Pilsētas ir labvēlīga vide tām augu un dzīvnieku sugām, kuras spēj piemēroties neierastiem apstākļiem. Pilsētās ir daudz istabas augu un mājdzīvnieku. Attīstoties satiksmei, pasaulē arvien vairāk izplatās augu un dzīvnieku sugu migrācija. Sakarā ar to pilsētā var ieviesties jaunas, tai nevēlamas augu un dzīvnieku sugas. Lai no tā izvairītos, pastāv stingri karantīnas noteikumi, kas tomēr tikai daļēji novērš svešo sugu patvaļīgu importu.

1.3.6. GALVENIE VIDES FAKTORI UN TO IEDARBĪBA UZ CILVĒKU ORGANISMU

Lai izprastu ļoti sarežģītās vides veselības problēmas, jābūt priekšstatam par dzīvību, ekosfēru un ekosistēmām, kā arī par konkrētiem vides faktoriem, kas ietekmē dzīvo organismu veselību.

Kādi ir vides faktori un kā tie uz mums iedarbojas?

Galvenie vides faktori var būt gan dabiski, gan cilvēku radīti. Tie ir:

- fizikālie,
- ķīmiskie,
- bioloģiskie,
- psihoemocionālie un
- sociālie faktori.

Šie faktori var būt sastopami visdažādākajās dzīves vidēs – mājās, darbā, atpūtas vietās.

Atsevišķi faktori vai to kombinācijas attiecībā pret cilvēkiem un to veselību var būt neitrāli, daži var iedarboties pozitīvi, bet citi – negatīvi vai pat nāvējoši.

Fizikālie faktori – tie ir elektromagnētiskais starojums (jonizējošais, nejonizējošais), vibrācija, troksnis, ultraskaņa, infraskaņa, atmosfēras spiediens (paaugstināts, pazemināts), mikroklimats. Cilvēki un citas dzīvās būtnes vienmēr bijuši pakļauti šo fizikālo faktoru iedarbībai. Saules starojumu, kas ir elektromagnētiskais starojums, uzskatām par normālu dzīves sastāvdaļu. Lai redzētu, nepieciešama gaisma, kas ir elektromagnētisko (EM) viļņu spektra redzamā daļa. Cilvēkiem nepieciešams arī infrasarkanais starojums jeb siltums. Ultravioletais (UV) starojums cilvēkiem ir ļoti nepieciešams, bet tas var kļūt pārāk intensīvs un tādēļ bīstams, jo gaisa piesārņotāju ietekmē samazinās ozona slāņa biezums, kas aizsargā no UV starojuma. Arī kosmiskā starojuma daļa, kas sasniedz Zemi kā jonizējošais starojums neitronu un gamma staru veidā, ir bīstama cilvēkam. Uz Zemes jonizējošo starojumu alfa, beta un gamma radiācijas veidā izstaro zemē esošie radioaktīvie elementi (urāns, torijs), kas nonāk gaisā ar ūdeni. Bez



šiem dabiskajiem ir arī antropogēniskie radioaktīvā izstarojuma avoti – radioaktīvo elementu lietošana medicīnā, atomelektrostacijās, kodolieroču ražošanā un pielietošanā.

Ķīmiskie faktori – tie ir ķīmiskie elementi un savienojumi, kas ir vides dabiskas sastāvdaļas, kā arī cilvēku radītās ķīmiskās vielas, kuras var piesārņot atmosfēras gaisu, ūdeni, augsni, pārtiku.

Gaisa piesārņotājus cilvēki ieelpo. Putekļi, gāzes, dūmi, tvaiki, garaiņi u.c. vispirmām kārtām iedarbojas uz augšējo elpceļu gļotādu, radot tajos patoloģiskas pārmaiņas. Mikroskopiskie putekļi iekļūst dziļi elpceļos, tie nonāk plaušu alveolās, kā arī kuņģī un zarnās. Uz putekļu virsmas var būt adsorbētas toksiskas vielas. Gan šīs toksiskās vielas, gan pašas putekļu daļiņas var izraisīt ne tikai dažādus plaušu, bet arī citu organisma daļu bojājumus. No vides ieelpotās gāzes daļēji tiek izelpotas, bet daļēji organismā pārveidojas. Tā, piemēram, ja slāpekļa dioksīds reaģē ar elpceļu gļotādā esošo ūdeni, var izveidoties slāpekļskābe, kas izraisa plaušu bojājumus. Dažādi gaisa piesārņotāji, it īpaši metāli, var uzkrāties augsnē un nonākt zālē un dārzeņos, tādējādi sasniedzot organismu caur barības ķēdi.

Ūdens piesārņotāji. Visbiežāk ūdeni piesārņo pilsētu komunālie un rūpnīcu, kā arī lauksaimniecības notekūdeņi. Tā kā notekūdeņi (īpaši komunālie) sastāv galvenokārt no viegli degradējamām organiskām vielām, tad pēc to novadīšanas parasti pieaug ķīmiskais un bioloģiskais skābekļa patēriņš, bet samazinās ūdenī izšķīdušā skābekļa daudzums.

Ūdeņos (okeānos, jūrās, ezeros, upēs) var nonākt toksiskas un radioaktīvas vielas, piemēram, dzīvsudrabs, svins, arsēns, varš, cinks, fenols.

Šīs vielas savukārt var nonākt ūdensdzīvnieku un ūdensaugu organismā, bet no tiem – cilvēku uztura produktos un cilvēku organismā. Toksiskās vielas var nokļūt arī gruntsūdeņos un piesārņot dzeramo ūdeni. Citi ūdens piesārņojuma avoti ir tā dezinficēšanas līdzekļi (hlorēšana u.c.), uzsūkšanās no atkritumu izgāztuvēm un noliktavu laukumiem, aļģu savairošanās, ūdens piesārņošanās no atmosfēras (piemēram, skābie lieti).

Augsnes piesārņojuma avoti var būt dažādi, piemēram, raktuves, rūpnīcas, lauksaimniecības noliktavas, autoceļi, lidostas. Šāda tipa avoti visbiežāk piesārņo augsni ar metāliem, pesticīdiem, minerālmēsliem, kā arī akmeņogļu, darvas un naftas produktiem. Cilvēku organismā

savukārt piesārņojumi no augsnes var nokļūt ar vēja pārnestajām augsnes daļiņām (putekļiem), uzsūcoties no augsnes dzeramā ūdenī, nonākot augļos un dārzeņos, bērniem apēdot piesārņotu augsni vai smiltis.

Bioloģiskie faktori var būt gan infekciozi, gan neinfekciozi. Infekciozie bioloģiskie faktori ir patogēnie un nosacīti patogēnie mikroorganismi (baktērijas, vīrusi, vienšūņi), parazīti, toksīni, biopreparāti u.c. Neinfekciozie faktori nonāk ārējā vidē, piemēram, no mikrobioloģiskās rūpniecības uzņēmumiem, kuros no mikroorganismiem gatavo lopbarības olbaltumus. Vidi piesārņo olbaltumi, mikroorganismi, vitamīni – tātad dažādas bioloģiski aktīvas vielas.

Vides piesārņojuma avoti ir arī toksiskie augi, ar kuriem var saindēties cilvēki un dzīvnieki, sēņu toksiskās vielas, aļģes u.c. Dažas zilaļģu un zaļaļģu sugas var būt toksiskas. Novērota savvaļas dzīvnieku saindēšanās, kā arī negatīva ietekme uz cilvēku veselību. Mikroskopiskas šo ūdensaugu daļiņas var palikt ūdenī pēc tā attīrīšanas, ūdensaugus apēd zivis, bet cilvēki kopā ar zivīm var uzņemt zaļo ūdensaugu toksīnus.

Psihoemocionālie faktori. Mūsu laikmets ir ļoti saspringts – informācijas pārpilnība, liela slodze un augstas prasības darbā, terorisms un karadarbība, ekstremāli klimatiskie apstākļi, dabas katastrofas. Šie un vēl daudzi citi psihoemocionālie faktori rada psiholoģisku spriedzi un stresu. Stress jeb vispārējais adaptācijas sindroms rodas tad, ja prasības ir lielākas, nekā cilvēks spēj izpildīt. Stress ir organisma emocionāla reakcija uz dažādiem nelabvēlīgiem ārējiem vai iekšējiem faktoriem, kas, piemēram, var būt gan laika trūkums, gan pārāk liela atbildība, gan briesmas savai vai tuvinieku dzīvībai.

Sociālie faktori – nabadzība, bezdarbs, nepiemēroti mājokļi, nenodrošinātība slimību gadījumos un vecumdienās var pastiprināt dažādu vides faktoru iedarbību.

Šie nedaudzie piemēri rāda, cik savstarpēji saistīti ir dažādi vides faktori, kas ietekmē cilvēka organismu.

Kādā veidā vides faktori ietekmē cilvēka organismu? Vides veselības speciālistiem svarīgi novērtēt, vai šie ceļi ir dabiski. Vides faktori var nonākt cilvēka organismā ieelpojot ar gaisu, uzsūcoties caur kuņģa un zarnu traktu, ādu, gļotādu, acu konjunktīvu. Vides veselības speciālisti novērtē tos vides faktorus, kuri nonāk organismā pa dabiskiem ceļiem. Ja kāda viela nonākusi organismā, piemēram, intravenozi vai intraabdomināli, ar to nodarbojas citi speciālisti, piemēram, toksikologi.

Ja kaitīgie faktori nonāk cilvēka organismā, iedarbojas organisma aizsargmehānismi, un kaitīgie faktori tiek pārveidoti (transformēti). Bet parasti pirms tam notiek kaitīgo faktoru transformācija vidē. Notiek pašattīrīšanās procesi augsnē, ūdenī, mazākā mērā arī gaisā, tie tiek atšķaidīti, neitralizēti u. tml.

Atkarībā no konkrētiem apstākļiem dažādi vides faktori var iedarboties uz cilvēka organismu **izolēti,** bet tie var izraisīt arī kombinētu, kompleksu vai apvienotu iedarbību.

Kombinēta iedarbība ir tad, ja vienlaikus uz organismu iedarbojas vairākas kaitīgas vielas. Vides piesārņotāju kopējās iedarbības rezultāts var atšķirties no katra atsevišķa komponenta toksiskā efekta ne tikai kvantitatīvi, bet arī kvalitatīvi.

Ir trīs galvenie ķīmisko vielu kombinētās iedarbības veidi:

1) summācija jeb aditīvā darbība – vielām kombinējoties, toksiskais efekts summējas;
2) sinerģisms – viena viela pastiprina otras vielas toksisko iedarbību;
3) antagonisms – vielām kombinējoties, tās novājina cita citas iedarbību.

Kompleksa iedarbība – organismā viena un tā pati ķīmiskā viela vienlaikus nokļūst pa dažādiem ceļiem (ieelpojot, uzsūcoties caur kuņģa un zarnu traktu, ādu).

Apvienota nelabvēlīgo faktoru iedarbība – ķīmiskas vielas iedarbojas vienlaikus ar troksni, vibrāciju, nelabvēlīgu mikroklimatu u.tml.

Vides faktori var iedarboties **pastāvīgi** vai ar **pārtraukumiem** (intermitējoša iedarbība).

Vides faktorus var iedalīt dažādās kategorijās arī no cita aspekta.

Vispārējie vides faktori – tiem ir pakļauti visi cilvēki. Piemēram, atmosfēras gaisa piesārņojumam pakļauti visi cilvēki, un katrs individuāli nevar mainīt atmosfēras gaisa piesārņojumu. No citiem vispārējiem vides faktoriem cilvēks var izvairīties, piemēram, no saules ultravioletā starojuma, vai vismaz samazināt to iedarbību.

Noteikti vides faktori ir tie, no kuriem cilvēks var izvairīties, ja ir pietiekamas zināšanas par tiem (piemēram, no indīgām sēnēm). Bet no ķīmiskām vielām, kuras var būt nelielā koncentrācijā barības vielās (piemēram, metāli, pesticīdi), arī tad, ja ir pietiekamas zināšanas, indivīdam ir grūti izvairīties. Citkārt ir vajadzīgi ilgstoši novērojumi, mērījumi, pētījumi, lai saprastu kādu problēmu (piemēram, par dioksīniem barības vielās).

Cilvēka veselību iespaido dažādi faktori, un būtiskākie no tiem ir:

- vides faktori;
- ģenētiskie faktori (gēni), kas nosaka cilvēka iedzimtību un daudzas īpašības. Tie nemainās cilvēka dzīves laikā. Ja pārmaiņas tomēr notiek (piemēram, mutāciju gadījumā), tad var veidoties ļaundabīgi audzēji vai arī šūnas iet bojā. Katra indivīda gēni nosaka to, kā attiecīgais indivīds reaģēs uz nelabvēlīgiem ārējās vides faktoriem;
- dzīves veids – ar to nav jāsaprot tikai indivīda kaitīgie ieradumi, bet arī dzīves apstākļu kvalitāte, uzturs, iespēja veselīgi atpūsties u.tml.;
- pieejamā veselības aprūpe [6].

Katram indivīdam ir tikai viņam raksturīgas pazīmes, kas pārveido un individualizē vides faktoru iedarbību. Tie ir **ģenētiskie faktori, dzimums, vecums, personība, uzturs, fiziskais stāvoklis, slimības.**

Līdz ar to vides veselības un vides medicīnas pētījumu lokā ir ne tikai viss plašais vides faktoru kopums, bet arī indivīdu ģenētiskā predispozīcija, slimības, sociālie apstākļi u.c.

Ģenētiskie faktori, kuri ietekmē **iedzimtību,** pieder pie visnopietnākiem faktoriem, kas nosaka cilvēka organisma atbildes reakciju uz vides riska faktoriem. Organisma atbildes reakcijā ir iesaistīti daudzi gēni, un zinātnieki tikai tagad sāk saprast šos ļoti sarežģītos jautājumus. Tā, piemēram, viens cilvēks var smēķēt visu mūžu un nesaslimst ne ar kādu nopietnu slimību, kamēr cits cilvēks, kas ir bijis pakļauts tikai pasīvai smēķēšanai, var nomirt no plaušu vēža jaunībā. Predispozīcija uz audu bojājumiem un slimībām, ko nosaka gēni, ir atkarīga arī no cilvēka uzvedības. Tā, piemēram, ja divām personām ir predispozīcija uz kaulu lūzumiem, bet viena no tām ir ļoti uzmanīga un izvairās no bīstamām situācijām, tai kaulu lūzumi notiks reti, bet otrai personai, kas nodarbojas ar tādiem bīstamiem sporta veidiem kā hokejs vai regbijs, kaulu lūzumu risks ir daudz lielāks.

Tas pats attiecas arī uz citiem bojājumiem un slimībām. Jo spēcīgāka ir predispozīcija un plašāka ir vides riska faktoru iedarbība, jo ātrāk attīstās noteikta slimība. Jādomā, ka vēža gadījumā iedzimtībai ir nozīme tikai dažos procentos gadījumu. Tāpat tikai dažos gadījumos vēzi var izraisīt kāds specifisks vides riska faktors. Vairumā gadījumu vēža etioloģija ir ļoti komplicēta, un tajā ir iesaistīta gan iedzimtā predispozīcija, gan apvienota vides faktoru iedarbība [6].

No cilvēka **izturēšanās** lielā mērā ir atkarīga arī dažādu vides riska faktoru uztveršana. Tā, piemēram, ja bērns kopā ar vecākiem pastaigājas pa pilsētas parku un rotaļājoties apēd smiltis,

kas parasti ir piesārņotas ar metāliem, tad bērns uzņems šos metālus, bet vecāki, kaut arī bijuši tajā pašā vietā, nebūs pakļauti šo metālu iedarbībai.

Cilvēka izturēšanos pret vides faktoriem parasti nosaka apstāklis, ka vides faktoru nelabvēlīgā iedarbība neizpaužas uzreiz, bet pēc daudziem gadiem. Tā, piemēram, ja visi cilvēki, kas nomirst no slimībām, kas saistītas ar smēķēšanu, nomirtu uzreiz pēc pirmās izsmēķētās cigaretes, cilvēki saprastu, ka smēķēšana ir kaitīga, un tā tiktu aizliegta visā sabiedrībā. Bet, tā kā no smēķēšanas sākuma līdz plaušu vēža attīstībai paiet vairāki gadu desmiti, tad cilvēkam grūti saprast šo sakarību, un viņš no smēķēšanas neatsakās.

Pieeja vides medicīnai var būt divējāda:

- kā strausam noslēpjot galvu smiltīs;
- palūkojoties uz problēmu ar asām ērgļa acīm, lai veiktu preventīvus pasākumus slimības novēršanai [6].

Vides veselības un vides medicīnas galvenais mērķis ir nodrošināt cilvēkiem piemērotus dzīves apstākļus un nepieļaut vides izraisīto patoloģiju un slimību rašanos.

Ko saprot ar jēdzieniem "veselība" un "slimība"?

Medicīnā ir izveidojušies divi savā starpā saistīti un viens otru papildinoši jēdzieni: ārstnieciskā medicīna un preventīvā medicīna. Preventīvo medicīnu galvenokārt pārstāv vides medicīna, kuras pētījumu objekts ir gan atsevišķs vesels cilvēks, gan praktiski veselu cilvēku kolektīvi. **Veselība** ir filozofiska kategorija, kas raksturo gan atsevišķu indivīdu, gan praktiski veselu cilvēku kolektīvus. Šis jēdziens atspoguļo dinamisku līdzsvaru starp organismu un vidi, vesela cilvēka organisma homeostāzes (iekšējās vides pastāvīguma) saglabāšanu dabiskās vides apstākļos, ko palīdz nodrošināt neirohumorālā un endokrīnā regulācija. Pateicoties adaptācijas procesiem, praktiski vesela cilvēka organisma homeostāze var saglabāties arī līdz zināmai robežai pārmainītā vai piesārņotā vidē.

Cilvēka veselība nenozīmē tikai slimību trūkumu. Pēc Pasaules Veselības organizācijas (PVO) definīcijas, veselība ir pilnīgas fizikālās, garīgās un sociālās labklājības stāvoklis un ne tikai slimības vai kādas citas patoloģijas trūkums [15, 16].

Šo PVO definīciju kritizē vides speciālisti, uzskatot, ka tā ir pārāk ideāla. Pēc J. Lasta [9] domām, pareizāk būtu teikt, ka veselība ir līdzsvara stāvoklis starp cilvēka organismu un vides fizikāliem, bioloģiskiem un sociāliem faktoriem, kurš nodrošina normālas organisma funkcijas.

Daži zinātnieki dod šādu veselības definīciju: veselība ir stāvoklis, kam raksturīga anatomiska viengabalainība, labklājības sajūta, spēja veidot ģimeni, veikt sabiedriskus pienākumus, spēja tikt galā ar fizikāliem, bioloģiskiem un sociāliem stresiem, slimībām vai priekšlaicīgu nāvi.

Par veselību jāatbild ne tikai mediķiem, bet arī arhitektiem, ķīmiķiem, inženieriem, sociologiem un visiem citiem, kas var iespaidot ārējās vides faktoru ietekmi uz cilvēka organismu.

Ārstnieciskās medicīnas pētījumu objekts ir ne vien slims cilvēks, bet arī iemesli, kas nosaka slimības izcelsmi, gaitu un iznākumu. **Slimība** ir filozofiska kategorija, kas raksturo vispārējus vai atsevišķus dzīvības procesu norises traucējumus, kurus izraisījuši iekšējie vai ārējie faktori. Katram cilvēkam slimības norisi nosaka organisma individuālās īpatnības, kā arī dinamiskā līdzsvara traucējumi starp organismu un vidi. Ārstnieciskās medicīnas mērķis ir izzināt slimību rašanās un norises likumus un likumsakarības, lai varētu izstrādāt ārstēšanas un atveseļošanās principus.

Dažkārt rodas ētiska dilemma starp cilvēka veselības veicināšanu un vides aizsardzību. Pastāv galējs uzskats, ka jebkura kontrole, kas ierobežo dabas resursu izmantošanu, var samazināt

indivīda vai sabiedrības mēģinājumus uzlabot dzīves standartus, tādējādi pārkāpjot tiesības uz brīvību, kā arī samazināt iespējas saglabāt veselību. Pēc cita galēja uzskata, jebkura darbība vides aizsardzībai un ekosistēmu viengabalainības saglabāšanai ir attaisnojama, nerēķinoties ar ietekmi uz cilvēka nodarbošanos un veselību.

Apvienoto Nāciju Organizācija (ANO) ir noteikusi, ka par prioritāru mērķi jāuzskata cilvēces izdzīvošanas nodrošināšana. Tas ir saskaņā ar ANO universālo cilvēka tiesību deklarāciju (ANO, 1948), kura nosaka, ka visiem cilvēkiem ir tiesības uz tādu dzīves standartu, kas nodrošina viņu un viņu ģimeņu veselību un labklājību, ieskaitot uzturu, apģērbu, pajumti, veselības aprūpi un nepieciešamos sociālos pakalpojumus.

Tas, kas attiecas uz dabu un vides deģenerāciju, ir otrās pakāpes mērķis, kuram jāvada visas cilvēku darbības attiecībā uz vidi, izņemot gadījumus, kad šīs darbības konfliktē ar pirmo mērķi.

Pasaules attīstības stratēģijā ir norādīts, ka visiem Zemes iedzīvotājiem ir jābūt pieejamiem viņu vajadzībām nepieciešamiem vides resursiem, bet tas jāpanāk, nenomācot globālās ekosistēmas ierobežotās absorbcijas un pašattīrīšanās spējas [12, 21, 22].

LITERATŪRA

1. *Anderson C. L.* Human ecology and conservation of human resources // Community health. – Saint Louis: C. V. Mosby Company, 1969. – Pp. 34–36.
2. *Botkin D. B., Keller E. A.* Environmental science. Earth as a living planet. – 4th edition. – USA: John Willey & Sons, Inc., 2003.– 668 p.
3. *Eglīte M.* Cilvēka ekoloģija. – Rīga: LU izdevniecība, 1993. – 56 lpp.
4. *Eglīte M.* Darba medicīna. – Rīga, 2000. – 704 lpp.
5. Environmental and occupational medicine / Editor W. N. Rom. – Boston: Little, Brown and company, 1988. – 894 p.
6. Environmental medicine / Editor Lennart Mőller. – Sweden: Fälth and Häsler AB, 2000. – 327 p.
7. Environmental science. Action for a sustainable future / Editor D. D. Chiras. – 3rd edition. – Redwood City etc.: The Benjamin / Cummings Publishing Company, Inc., 1991.– 549 p.
8. *Jones K. L., Shainberg L. W., Byer C. O.* Environmental health. – San Francisko: Canfield Press, 1971. – 386 p.
9. *Last J. M.* Public health and human ecology. – USA: Appleton and Lange, 1987. – 342 p.
10. *Lindberga Z.* (red). Higiēna. – 2. izdevums. – Rīga: Zvaigzne, 1991. – 368. lpp.
11. *Madera S. S.* Bioloģija. – Rīga: Zvaigzne ABC, 1998. – 359 lpp.
12. *Medouza D. H., Medouzs D. L., Randerss J.* Robežas jau pārsniegtas. – Rīga: LU Ekoloģiskā centra apgāds *Vide*, 1993. – 32 lpp.
13. *Moeller D. W.* Environmental health. – Cambridge, Massachussets, London: Harvard University Press, 1992. – 332 p.
14. Occupational and environmental medicine / Editor J. La Dou. – 2nd edition. – Stamford; Connecticut: Appleton & Lange, 1997. – 845 p.
15. Our common future (World commission on environment and development).– Oxford, New York: Oxford University Press, 1987. – 400 p.
16. Our planet, our health: Report of the WHO commission on health and enviroment. – Geneva: WHO, 1992. – 110 p.
17. *Pleijels H.* Ekoloģijas grāmata. – Rīga: LU Ekoloģiskā centra apgāds *Vide*, 1993. – 96 lpp.
18. *Sargent F.* Human ecology. – Amsterdam: North – Holand publishing company. – 1974. – 567 p.

19. *Stokes J., Noren J. J., Shindell S.* Definition of terms and concepts applicable to clinical preventive medicine // J. Community Health, 1982, 8. – Pp. 33–41.
20. *Steigens A.* Nākotne sākas šodien. – Rīga: *Nordik*, 1999. – 221 lpp.
21. *Vakerneidžels M., Rīss V.* Mūsu ekoloģiskais pēdas nospiedums. – Rīga: *Norden AB*, 2000. – 193 lpp.
22. *Yassi A., Kjellstrom T., de Kok T., Quidotti T.* Basic environmental health. – Oxford: University Press, 2001. – 441 p.
23. *Гончарук Е. И., Кундиев Ю. И., Сидоренко Г. И.* Общая гигиена: пропедевтика гигиены: Учебник для иностранных студентов. – 2-е издание – Киев: *Вища шк.*, 1999. – 652 с.
24. *Протасов В. Ф.* Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. – Москва: Финансы и статистика, 2001. – 670 с.



2. nodaļa

ZINĀTNES NOZARES PAR CILVĒKA UN VIDES SAVSTARPĒJO SAISTĪBU. ATTĪSTĪBAS VĒSTURE

Maija Eglīte, Ivars Vanadziņš

2.1. HIGIĒNAS ATTĪSTĪBA SENATNĒ

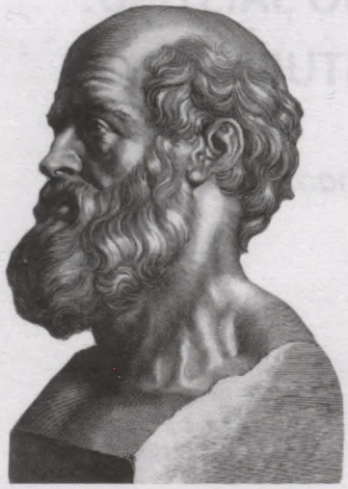
Zinātņu nozares par cilvēka un vides savstarpējo saistību attīstījās jau sirmā senatnē, kad līdzās tautas medicīnai radās arī tautas higiēna. Smagie dzīves apstākļi pirmatnējā sabiedrībā radīja draudus cilvēka drošībai un veselībai, tādēļ gadsimtu gaitā tika uzkrātas empīriskas zināšanas par pareizu mājokļu izvietojumu, uzturā lietojamiem augiem un citiem produktiem, dzeramā ūdens avotiem, ķermeņa kopšanu utt.

Empīriskā higiēna attīstījās senajās Austrumu valstīs, kuras devušas lielu ieguldījumu tālākajā pasaules kultūras un zinātnes attīstībā. Šajās valstīs dzīvi lielā mērā noteica dažādi reliģiskie priekšraksti, kuros bija arī gudri preventīva rakstura padomi.

Senajās Asīrijas un Babilonas valstīs jau pirms 3–4 tūkstošiem gadu izolēja infekcijas slimniekus, lielākajās pilsētās atrastas aku, māla ūdens cauruļu un kanalizācijas sistēmu paliekas.



1. attēls. Ķermeņa kopšana (antīkās vāzes fragments) [23]



2. attēls. Hipokrats (460–377 p.m.ē.)

Senās Ķīnas medicīniskajos traktātos ir atzīmēts, ka medicīna gan nespēj glābt cilvēkus no nāves, bet var sniegt padomus, kā paildzināt mūžu, izmantojot racionālu diētu, pareizu atpūtas režīmu, norūdīšanās procedūras u.c. Senajā Ķīnā parādījās prasības par dzīvojamo vietu izvietojumu un plānošanu, dzeramā ūdens apgādi, māju sanitārtehnisko labiekārtošanu, kā arī personisko higiēnu, apģērbu u.tml.

Senajā Grieķijā un Romā higiēnas pasākumi bija plaši izvērsti. Līdz pat mūsu dienām saglabājušās liecības par komunālās higiēnas augsto attīstību (ūdensvads, kanalizācija, pirtis), par jauniešu fiziskās attīstības augsto līmeni. Higiēnas pasākumu galvenais mērķis bija izaudzināt fiziski stiprus un veselīgus pilsoņus (1. att.) [6, 23].

Higiēna kā zinātne sāka attīstīties jau Hipokrata (2. att.) laikā (*Hippocrates,* 460–377 p.m.ē.). Starp Hipokrata darbiem ir arī grāmata par gaisu, ūdeni, apkārtējo vidi, epidēmijām un veselīgu dzīvesveidu. Šajā darbā viņš norādīja uz ārstu pētījumiem par apkārtējās vides ietekmi uz cilvēka organismu, kā arī to, ka, lietojot uzturā bojātus pārtikas produktus un piesārņotu ūdeni, var saslimt.

2.2. HIGIĒNA VIDUSLAIKOS UN RENESANSES LAIKMETĀ

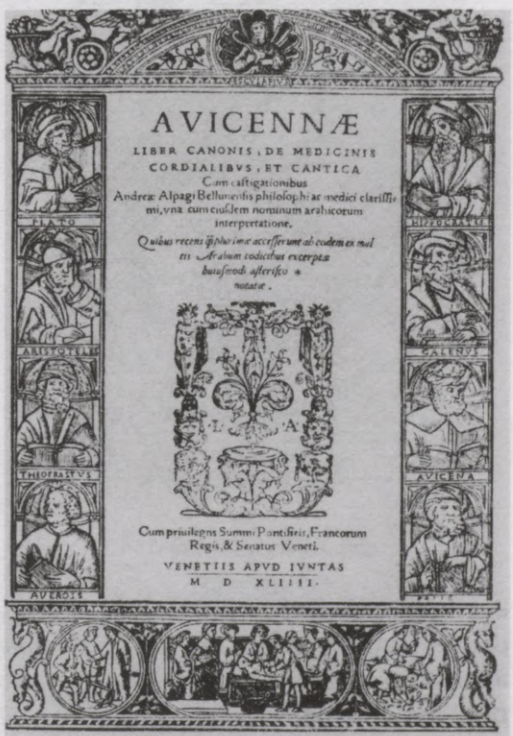
Viduslaikos (6.–15. gs.) medicīnas zinātnes centrs pārvietojās uz Austrumu valstīm. Lielu ieguldījumu medicīnas zinātnes attīstībā ir devis ievērojamais arābu ārsts Ibn Sina jeb Avicenna (980–1037; 3. att.). Viņš sarakstīja slaveno *"Medicīnas kanonu"* (4. att.), kurā vairākas nodaļas ir veltītas higiēnas jautājumiem ("Par labu gaisu", "Par ūdens kvalitāti", "Par veselības saglabāšanu" u.c.). Raksturojot dažādu slimību izcelšanos, Avicenna lielu uzmanību pievērsa videi, uzturam, personiskajai higiēnai, bērnu aprūpei u.c. Viņš ieteicis daudzus profilaktiskus pasākumus [6, 23, 24].



3. attēls. Avicenna (980–1037)

Eiropā kultūras pagrimumam viduslaikos sekoja higiēnas pasākumu samazināšanās, tādēļ mēra, lepras, baku un citu lipīgo slimību epidēmijas kļuva masveidīgas. Eiropā šajos gadsimtos ar mēri nomira apm. 25 milj. cilvēku, t.i., apm. ¼ visu Eiropas iedzīvotāju. Ļoti liela problēma bija pilsētu piesārņojums ar sadzīves atkritumiem. Tā ierobežoja lielu pilsētu veidošanos. Sanitārais iekārtojums dzīvokļos bija ļoti zemā līmenī. Daudzās pilsētās nebija ūdensvadu un kanalizācijas. Pat augstdzimušo ģimenēs netika ievēroti elementāri ķermeņa kopšanas paņēmieni, kā arī apģērba higiēna. Sanitāro kultūru negatīvi ietekmēja ilgstošie feodālie kari, krusta gājieni, reliģiskā askētisma propaganda, māņticība, inkvizīcija.

Renesanses laikmetā (15.–16. gs.) higiēnas pasākumi atkal tika plašāk ieviesti sadzīvē. Daudzās Eiropas pilsētās tika iecelti pilsētas ārsti, kam bija jāatbild arī par pilsētu sanitāro stāvokli. Lipīgo slimību epidēmiju laikā tika izveidota karantīnas pasākumu sistēma [23].



4. attēls. Avicennas grāmatas *"Medicīnas kanons"* titullapa [24]

2.3. ZINĀTNISKĀS EKSPERIMENTĀLĀS HIGIĒNAS UN VIDES VESELĪBAS ATTĪSTĪBA



5. attēls. Georgs Agrikola (1494–1555)



6. attēls. Paracelzs (1493–1541)

Industriālā revolūcija Eiropā 16.–17. gs. kļuva par pagrieziena punktu cilvēku ekonomiskās darbības un vides mijiedarbībā. Problēmas radīja ne tikai kaitīgie rūpniecības atkritumi, bet arī urbanizācijas laikmeta sociālās problēmas (bērnu darbs, strādnieku šķiras nabadzība, alkoholisms, narkomānija). Manufaktūru ražošanas attīstība ar tās smago un nogurdinošo roku darbu sekmēja darba medicīnas rašanos.

16. gs. parādījās pirmie darbi par arodslimībām. Vācu ārsts un metalurgs Georgs Agrikola (*Georg Agricola,* 1494–1555, 5. att.) aprakstīja smagās kalnraču arodslimības. Par kalnraču slimībām rakstīja arī ārsts un ķīmiķis Paracelzs (*Paracelsus,* 1493–1541, 6. att.). 17. gs. Martins Pansa (*Martin Pansa*) aprakstīja kalnraču un metālkausētāju slimības, to vidū arī svina intoksikācijas gadījumus. 16. un 17. gs. daudzās Eiropas valstīs, arī Anglijā, Vācijā un Skandināvijas valstīs, tika izveidoti pirmie veselības aprūpes dienesti strādājošajiem.

1713. gadā tika izdota Padujas universitātes profesora Bernardīno Ramacīni (*Bernardino Ramazzini,* 1633–1714, 7. att.) grāmata *"Pārdomas par amatnieku slimībām"* (8. att.), kurā pirmo reizi sistematizēti un vispārināti arodpatoloģijas jautājumi par tajā laikā zināmajiem 60 arodiem. B. Ramacīni pamatoti uzskata par darba medicīnas zinātnes tēvu [3, 23, 24].

18. gs. beigās parādījās Kristofa Hūfelanda (*Christoph Hufeland,* 1762–1836) darbs *"Garas dzīves māksla",* kurā autors norādīja, ka ilgs mūžs iespējams tikai labvēlīgos dzīves apstākļos. Šajā laikā higiēnā jau bija uzkrājušies daudzi fakti un novērojumi, tādēļ zinātnieki sāka tos sistematizēt, izmantojot gan tikai aprakstošo metodi. Pamazām higiēna sāka atdalīties no vispārējās medicīnas un izveidojās par patstāvīgu zinātni.

Krievijā Pētera I reformu laikā strauji sāka attīstīties kuģubūve, tekstilrūpniecība un citas rūpniecības nozares, tādēļ bija jārūpējas arī par attiecīgu higiēnas pasākumu ieviešanu. Tika izdotas "Vadmalas un kuģu būves fabriku reglamentu un darba regulas", kurās bija skarti arī darba higiēnas jautājumi. Pēteris I deva norādījumus par dažu sanitāro pasākumu ieviešanu,

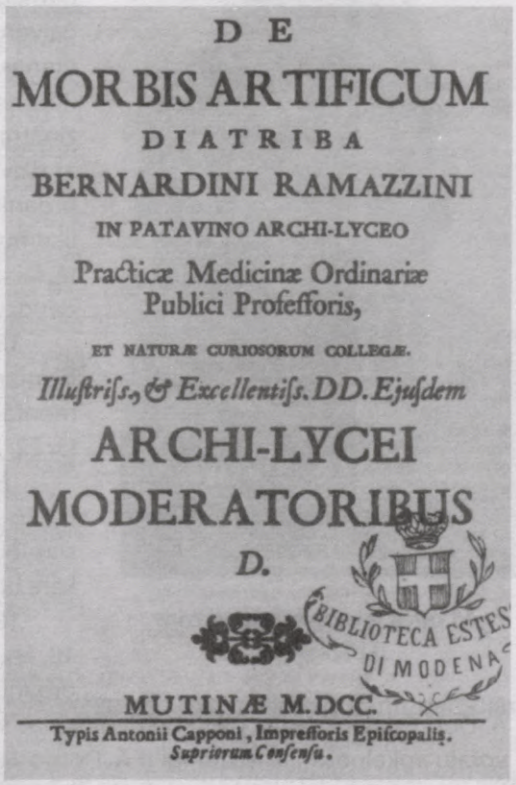
par karavīru pasargāšanu no slimībām, izstrādāja ieteikumus par pilsētu ielu un tirgus laukumu kopšanu, notekūdeņu novadīšanu.

1752. gadā tika izdota Mihaila Lomonosova (1711–1765) grāmata *"Metalurģijas jeb raktuvju darba pirmie pamati"*, kurā autors aplūkoja arī kalnrūpniecības higiēnas un darba drošības jautājumus, piemēram, ventilācijas ierīkošanu šahtās, rūdas racēju darba un atpūtas pareizu organizāciju, racionālu darba apģērbu, drošu pāreju pa kāpnēm, pazemes ūdeņu novadīšanu un citus jautājumus.

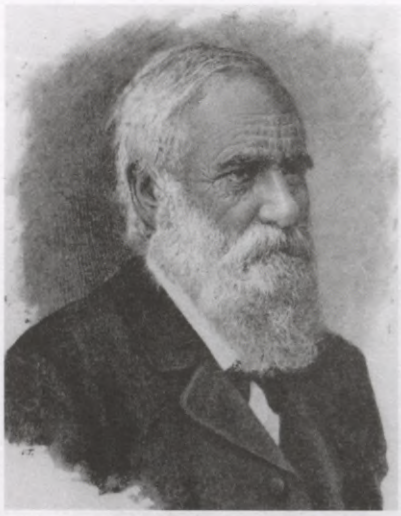
Uzskata, ka **pirmā vides krīze Eiropā** bija 19. gs. sākumā, kad lielas sabiedrības veselības problēmas izraisīja smagie dzīves apstākļi rūpniecības pilsētās, it īpaši piesārņotā pārtika un ūdens. Iedzīvotāju galvenais drauds bija infekcijas slimības, bet strādājošo bieds – nelaimes gadījumi darbavietās un arodslimības. Tā kā plosījās epidēmijas, tika veikti dažādi pretepidēmiski pasākumi, kuriem bija nozīme arī higiēnas attīstībā. Infekcijas slimību specifiskā terapija bija mazefektīva, tādēļ šajā periodā uzplauka higiēna. Tika veiktas dažādas reformas, kas nedaudz uzlaboja strādājošo stāvokli, tomēr tās problēmas neatrisināja. 1802. gadā Parīzē tika nodibināta Eiropā pirmā Sanitārā padome. 19. gs. sākumā Francija bija viena no aktīvākajām Eiropas valstīm vides stāvokļa uzlabošanas pasākumu ziņā. Tika paplašināta kanalizācija, uzlabota atkritumu savākšana, radīti pirmie valsts sanitārie orgāni. 1848. gadā Lielbritānijas parlaments izdeva pirmo Sabiedrības veselības likumu, kas galvenokārt bija veltīts vides uzlabošanai pilsētās. Eiropas buržuāzija bija spiesta veikt sanitāros pasākumus, lai aizsargātu sevi no epidēmijām un slimībām, kuras galvenokārt plosījās strādājošo vidū. Šiem pasākumiem bija nepieciešams zinātnisks pamatojums, tādēļ sāka attīstīties eksperimentālā higiēna. 19. gs. beigās sakarā ar citu zinātnes nozaru attīstību higiēnisti ieguva daudz faktiskā materiāla ārējās vides pētīšanai. Pilnveidojās fizikālās, ķīmiskās un



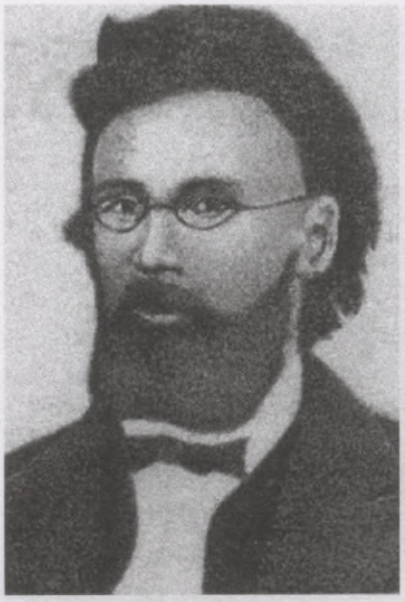
7. attēls. Bernardino Ramacīni (1633–1714)



8. attēls. B. Ramacīni grāmatas *"Pārdomas par amatnieku slimībām"* pirmā izdevuma (1700) titullapa [24]



9. attēls. Makss Petenkofers (1818–1901) [23]



10. attēls. Aleksejs Dobroslavins (1842–1889)

mikrobioloģiskās izmeklēšanas metodes, higiēna ieguva eksperimentālas zinātnes raksturu. Eksperimentālās higiēnas pamatlicējs bija izcilais vācu zinātnieks Makss Petenkofers (*Max von Pettenkofer*, 1818–1901, 9. att.), kurš Minhenē nodibināja un vadīja Eiropā pirmo higiēnas institūtu. Viņš izstrādāja daudzas metodes gaisa, augsnes un ūdens higiēniskai novērtēšanai un eksperimentāli novērtēja šo vides faktoru ietekmi uz cilvēka organismu. Kopā ar vācu zinātnieku Karlu Foitu (*Carl von Voit,* 1831–1908) M. Petenkofers novēroja, ka gaisa temperatūra un fiziskā slodze ietekmē organisma vielmaiņas procesus. Īpaša nozīme ir M. Petenkofera darbiem par dzīvojamo telpu higiēnu, dabisko un mākslīgo ventilāciju, apkuri. Viņa pētījumi kļuva par pamatu sadzīves (komunālās) higiēnas un sanitārijas attīstībai.

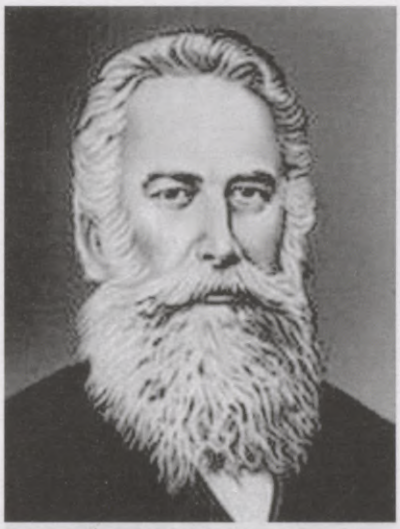
Šajā laikā attīstījās arī citas higiēnas apakšnozares – uztura, darba un skolas higiēna. Jāatzīmē arī K. Foita ievērojamie darbi, kas bija veltīti uztura higiēnai. Viņš pirmais izstrādāja uztura higiēnas normas un aprēķināja galveno barības vielu nepieciešamo daudzumu cilvēka dienas racionā. Arī vācu fiziologs un higiēnists Makss Rūbners (*Max Rubner,* 1854–1932) izstrādāja daudzus zinātniskus darbus par uztura higiēnu. Eksperimentos ar dzīvniekiem viņš novēroja barības vielu asimilāciju organismā. M. Rūbners izstrādāja t.s. izodinamijas likumu, pēc kura vienu barības vielu var aizvietot ar citu tā, lai organisms saņemtu tam nepieciešamo enerģijas daudzumu.

1860. gadā angļu zinātnieks Edmunds Pārkss (*Edmund Park,* 1819–1876) izdeva grāmatu par eksperimentālās metodes izmantošanu ārējās vides pētīšanā [3, 22, 23].

Maskavas Universitātes profesors M. Mudrovs (1776–1831) izstrādāja higiēnas pasākumu sistēmu slimību profilaksei. Viņš pirmais sāka lasīt patstāvīgu kara higiēnas kursu.

1871. gadā Aleksejs Dobroslavins (1842–1889, 10. att.) Pēterburgas Medicīnas un ķirurģijas akadēmijā organizēja pasaulē pirmo patstāvīgo higiēnas katedru. A. Dobroslavins radīja patstāvīgu higiēnas skolu, organizēja Pēterburgā laboratorijas iedzīvotāju apkalpošanai. Nozīmīgi ir A. Dobroslavina darbi uztura higiēnā. Viņš risināja arī jautājumus par ūdensapgādes uzlabošanu pilsētās, par cīņu pret epidēmijām, par lauku skolu, slimnīcu un dzīvojamo ēku celšanu atbilstoši higiēnas prasībām.

Kā izcils Krievijas higiēnists vēl jāatzīmē šveiciešu izcelsmes ārsts Fjodors (Frīdrihs) Erismans (1842–1915, 11. att.), kurš pēc Cīrihes universitātes beigšanas bija specializējies acu slimībās. Vēlāk, strādājot Krievijā, viņš skolēniem konstatēja augstu tuvredzības procentu skolēniem un norādīja uz ārējās vides ietekmi tuvredzības izcelsmē. Tā F. Erismans pievērsās skolas higiēnai. Viņš izstrādāja arī projektu racionālam skolas solam. Erismanam ir arī nopelni darba higiēnas attīstībā; viņš sarakstīja grāmatu *"Profesionālā higiēna jeb garīgā un fiziskā darba higiēna"*, kas publicēta 1877. gadā [15, 22, 23].



11. attēls. Fjodors Erismans (1842–1915) [23]

20. gs. sākumā sakarā ar atšķirīgu pilsētu un ražošanas nozaru attīstību arī zinātņu nozares par cilvēka un vides savstarpējo saistību dažādās pasaules valstīs attīstījās dažādi.

Attīstītākajās pasaules valstīs stipri uzlabojās strādājošo darba drošība un veselība. Daļēji tas izskaidrojams ar darba rakstura maiņu – daudzu strādājošo pāreju no rūpnieciskās ražošanas uz apkalpošanas sfēru, kā arī darba apstākļu uzlabošanu ražošanā. Nereti tas palīdzēja atrisināt arī vides veselības jautājumus.

20. gs. sākumā tādā rūpnieciski attīstītā valstī kā Anglijā rūpnīcās sāka strādāt medicīniskie inspektori. Kā pirmais medicīniskais inspektors vēsturē tiek minēts Tomass Lege (*Sir Thomas Morison Legge,* 1863–1932), kurš piedalījās arī pētījumos par arodsaindēšanos ar arsēnu, dzīvsudrabu, fosforu un svinu. Anglijā šajā periodā tika veikti pētījumi arī par Sibīrijas mēri, toksisko dzelteno kaiti, stikla pūtēju slimību, ādas vēzi. T. Lege panāca, ka dažās Anglijas augstskolās medicīnas studentiem sāka lasīt lekcijas darba medicīnā.



12. attēls. Aleksejs Sisins (1878–1956)

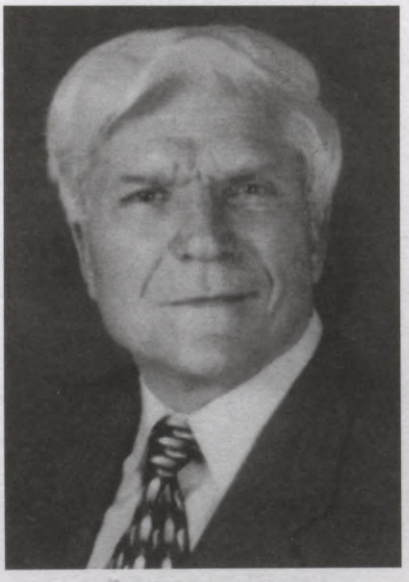
ASV 20. gs. pirmajā pusē ievērojama darba medicīnas speciāliste bija Alise Hamiltona (*Alice Hamilton,* 1869–1976). Nozīmīgi ir viņas pētījumi par saindēšanos ražošanā ar svinu, oglekļa monoksīdu, oglekļa disulfīdu, benzolu un nitroglicerīnu, kā arī par vibrācijas slimību [13].

No Krievijas zinātniekiem vēl jāatzīmē Aleksejs Sisins (1878–1956, 12. att.), kas radīja sanitāro organizāciju un sanitāro likumdošanu, darbojās vispārējās un komunālās higiēnas laukā.

Izcils speciālists komunālās higiēnas nozarē bija Aleksandrs Marzejevs (1883–1956), kas sarakstījis vairāk nekā 120 zinātnisko darbu, arī komunālās higiēnas mācību grāmatu, aktīvi piedalījies Ukrainas Komunālās higiēnas institūta dibināšanā un vadījis to līdz mūža beigām.



13. attēls. Augusts Lietavietis (1893–1984).



14. attēls. Nikolajs Izmerovs

Jāatzīmē arī ievērojamais latviešu tautības darba higiēnists Augusts Lietavietis (1893–1984, 13. att.), kas no 1935. gada līdz mūža pēdējai dienai strādāja PSRS Medicīnas Zinātņu akadēmijas Darba higiēnas un arodslimību institūtā, būdams tā direktors no 1948. līdz 1971. gadam. A. Lietavietis ir darba radiācijas higiēnas pamatlicējs. Nozīmīgi ir arī viņa pētījumi par darbavietu mikroklimatu, toksisko vielu normēšanu un arodsaindēšanās profilaksi. A. Lietavietis nodibināja žurnālu krievu valodā *"Darba higiēna un arodslimības"*, 25 gadus bija tā galvenais redaktors. A. Lietavietis publicējis vairāk nekā 250 zinātnisko darbu, arī vairākas grāmatas. A. Lietavietis bija sporta meistars alpīnismā, viņa vārdā nosaukta virsotne Tjanšanā un kalnu pāreja Pamirā.

No mūsu dienu ievērojamākajiem vides un darba veselības speciālistiem jāmin Krievijas Medicīnas zinātņu akadēmijas īstenais loceklis Nikolajs Izmerovs (14. att.), kurš no 1971. gada līdz šim laikam vada Krievijas Medicīnas zinātņu akadēmijas Darba medicīnas institūtu Maskavā. Viņa zinātniskie darbi veltīti darba higiēnai un arodslimību profilaksei, kā arī atmosfēras gaisa aizsardzībai. Jāatzīmē N. Izmerova lielais organizatora talants: viņš strādājis par Pasaules Veselības organizācijas ģenerāldirektora palīgu, ir vairāku starptautisku un Krievijas vides aizsardzības organizāciju vadītājs.

Ievērojama speciāliste ir arī Krievijas Medicīnas zinātņu akadēmijas īstenā locekle Gaļina Serdjukovska, kas nodarbojas ar bērnu un pusaudžu higiēnu. Atzīta speciāliste komunālās higiēnas jautājumos ir Maskavas Centrālā ārstu kvalifikācijas celšanas institūta profesore Kira Buštujeva.

Izcils darba veselības speciālists ir Jorma Rantanens (*Jorma Rantanen*, 15. att.). Viņš ir Starptautiskās Arodveselības komitejas (*International Comission on Occupational Health, ICOH*) prezidents, 30 gadus vadījis Somijas Darba veselības institūtu.

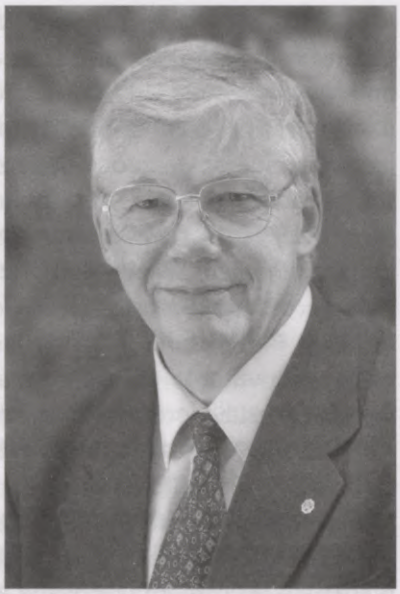
Daudz zinātnieku pētī vides veselības problēmas – tie ir Zviedrijas profesors Kristers Edlings (*Christer Edling*), ASV profesori Viljams Roms un Dins Beikers, Kanādas profesors Džons Lasts *(John Last)* u. c.

Bažas par vides faktoru iedarbību uz veselību sabiedrībā attīstās viļņveidīgi. Kā jau minēts, 19. gs. sākumā bija **pirmā vides krīze** sakarā ar piesārņoto pārtiku un ūdeni, kā arī sliktiem darba apstākļiem.

Otrā krīze sakarā ar vides veselību radās 20. gs. vidū un turpinājās līdz pat 80. gadiem. Bažas par vidi radīja t.s. vides jeb ekoloģisko kustību. Šās kustības pirmsākumi rodami jau 19. gs. beigās. Sākumā galvenie jautājumi bija dabas aizsardzība, dažādu parku un aizsargājamo zemes

rajonu saglabāšana, bet 20. gs. šī kustība galvenokārt risināja jautājumus par toksisko vielu nokļūšanu vidē (ķīmiskās vielas no uzņēmumiem, ķīmiskie ieroči, pesticīdi u.c.). Sabiedrības bažas pastiprināja 1895. gadā publicētais Svantes Arrēniusa *(Arrhenius)* pētījums par siltumnīcas efektu. 1899. gadā pieņemta pirmā Starptautiskā konvencija par ķīmisko ieroču aizliegumu.

1964. gadā publicētā Rašeles Karsones *(Carson)* grāmata "Klusais pavasaris" pievērsa sabiedrības uzmanību vides piesārņojumam ar pesticīdiem [1].



15. attēls. Jorma Rantanens

20. gs. vidū daudzas nopietnas vides un veselības, kā arī sociālās problēmas pārsniedza atsevišķu valstu, reģionu un pat kontinentu robežas. Šo problēmu globalizāciju sāka apzināties gan zinātnieki un atsevišķu valstu vadītāji, gan nevalstiskas organizācijas un sabiedrība kopumā. ANO tika izveidotas vairākas darba grupas, kuru darba rezultāti pierādīja, ka ekonomiskās attīstības rezultātā radušās nopietnās vides, veselības un sabiedrības problēmas vairs nav kontrolējamas, apzināmas un novēršamas vienas valsts robežās. Vienlaikus tika konstatēta dažādu problēmu sakarība vai to savstarpējā mijiedarbība, piemēram, atmosfēras piesārņojums, augu bojājumi un plaušu slimības ir savstarpēji saistītas; pieaugoša mākslīgo mēslu un pesticīdu lietošana lauksaimniecībā izraisa ūdeņu ķīmiskā piesārņojuma palielināšanos, līdz ar to pieaug zivju slimību skaits, kā arī vairāk dzimst bērnu ar iedzimtu patoloģiju [2, 9, 11].

Šādu globālu problēmu apzināšana un risināšana prasīja jaunu, principiāli atšķirīgu pieeju, veicināja jaunu starpdisciplināru zinātņu veidošanos, kā arī rosināja uz reģionālu, kontinentālu un pat globālu formālu un neformālu koordināciju vai kooperāciju. Tādēļ tika izveidotas dažādas ANO darba grupas, ANO Eiropas Ekonomiskā Komisija (EEK), Pasaules Meteoroloģijas organizācija (PMO), Pasaules Veselības organizācija (PVO), Pasaules Tirdzniecības organizācija (PTO) u.c., kā arī noslēgti kontinentāli un globāli līgumi (konvencijas), kuru realizēšanai izveidoti speciāli sekretariāti, kas koordinē valstu sadarbību starplaikā starp parakstītāju pušu konferencēm [17].

Pasaules Veselības organizācija ir specializēta Apvienoto Nāciju organizācijas struktūrvienība, kuras pamatfunkcija ir starptautiska mēroga darbība veselības aprūpes un sabiedrības veselības sfērā. Šī organizācija ir izveidota 1948. gadā, tajā vairāk nekā 190 valstu veselības profesionāļi apmainās ar zināšanām un pieredzi, lai visiem pasaules iedzīvotājiem dotu iespēju saniegt tādu veselības līmeni, kas nodrošinātu iespēju dzīvot sociāli un ekonomiski produktīvu mūžu.

PVO Eiropas Reģionālais birojs ir viens no sešiem reģionālajiem birojiem; katram no tiem ir sava darbības programma, kas piemērota konkrētu valstu veselības problēmām.

Eiropas reģions ar apmēram 870 milj. iedzīvotāju aptver teritoriju no Grenlandes ziemeļos un Vidusjūras dienvidos līdz Klusā okeāna piekrastei Krievijas Federācijā. Tādējādi PVO Eiropas programma koncentrēta gan uz problēmām, kas raksturīgas Rietumeiropas valstīm, gan Centrālās un Austrumeiropas, arī bijušās PSRS, valstīm, kurās notiek demokrātijas attīstība. Reģionālais birojs savu darbību veselības stratēģijā klasificē trīs pamatveidos: veselību veicinošs dzīvesveids, veselīga vide, atbilstoši profilakses, ārstniecības un aprūpes dienesti [7, 8, 21].

1969. gadā tika izveidots **Pasaules vides centrs** (PVC). Tā ir neatkarīga bezpeļņas organizācija, kas veicina attīstību pasaules mērogā, nostiprinot vides aizsardzību urbanizētajā un industrializētajā vidē, izstrādājot veselības un darba drošības politiku un tās realizācijas pasākumus. PVC ir izveidojies par efektīvu vides aizsardzības organizāciju, kas ievieš jauninājumus, apvienojot vides aizsardzību, enerģētiku, izglītību un ekonomiku. Tas piedāvā trīs papildu aktivitātes – Starptautisko ekoloģisko programmu (*International Environment Forum – IEF*), Starptautisko vides aizsardzības un attīstības dienestu (*International Environment and Development Service – IEDS*) un PVC Zelta medaļu par starptautiski nozīmīgiem sasniegumiem vides aizsardzībā (*WEC Gold Medal for International Important Environmental Achievement*). PVC veicina informācijas un pieredzes apmaiņu starp rūpniecības pārstāvjiem, valdību, privātorganizācijām un sabiedrību. PVC galvenais birojs atrodas Ņujorkā; tam ir vairākas pārstāvniecības – Bangkokā, Dakartā, Mehiko, Prāgā, Vašingtonā.

Kopš 1993. gada Pasaules vides centrs ir strādājis **Baltijas valstīs** – Igaunijā, Latvijā un Lietuvā –, lai pierādītu, ka ir iespējams ieviest ekoloģiski motivētas lētas un izdevīgas atkritumu samazināšanas un tīrākas rūpnieciskās ražošanas metodes.

Projekti tika ieviesti šādās nozarēs: ķīmiskajā rūpniecībā, metālapstrādē, piena pārstrādē, plastmasu un cementa ražošanā, gaļas pārstrādē, degslānekļa pārstrādē, gumijas ražošanā, ādas apstrādē un tekstilrūpniecībā. Latvijā projektu realizē AS *Lauma,* AS *Brocēni* u.c. uzņēmumi.

Atkritumu samazināšanas programmu Baltijas valstīs finansiāli atbalstīja ASV Starptautiskās attīstības aģentūra, 25 dalībuzņēmumos šī programma jau pirmajā gadā nodrošināja vairāk nekā 2 milj. ASV dolāru lielu ekonomiju. Samazinot ūdens, enerģijas un izejmateriālu patēriņu, kā arī atkritumu ražošanu uzņēmumos, kas piedalījās projektā, stipri uzlabojās ražība, vides stāvoklis, strādnieku drošība un veselība.

PVC turpina pētīt atkritumu samazināšanas iespējas šajās u.c. rūpniecības nozarēs, sadarbojoties ar trim piesārņojuma profilakses centriem, kas radīti Baltijas reģionā. Šāda stratēģija būs ieguldījums arī Baltijas valstu rūpniecības pārstrukturēšanā [20].

1972. gadā Stokholmā notika ANO konference par cilvēces vidi. Tajā daudzu valstu valdības tika pārliecinātas par nepieciešamību samazināt industriālo piesārņošanu. Rezultātā vides piesārņojums samazinājās.

Īpaša uzmanība tika pievērsta ļoti toksiskām ķīmiskām vielām vidē. Piemēram, hlororganiskā pesticīda DDT izmantošana 1972. gadā tika aizliegta ASV, kā arī daudzās citās valstīs. Kā nozīmīga konvencija, kas skāra gan vides, gan veselības jomu, jāatzīmē ANO EEK 1979. gada Ženēvas konvencija *"Par gaisa piesārņojuma pārrobežu pārnesi lielos attālumos".* To pašu var attiecināt arī uz 1985. gada Vīnes konvenciju *"Par ozona slāņa aizsardzību".* 1987. gadā tika parakstīts t.s. Monreālas Protokols par hlorfluorogļūdeņražu emisijas samazināšanu vidē, lai aizsargātu stratosfēras ozona slāni.

Trešā sabiedrības krīze sakarā ar vides veselību radās 20. gs. 80. un 90. gados. To izraisīja nozīmīgs iedzīvotāju skaita pieaugums un strauja ekonomikas attīstība visā pasaulē, arī jaunattīstības valstīs, un ar to saistīts straujš industriālā piesārņojuma pieaugums.

Cilvēce sastapusies ar vēl nepieredzētu problēmu. Valda plaša vienprātība, ka Zemes ekosistēmas nespēj izturēt pašreizējo saimnieciskās darbības un resursu patēriņa līmeni, kur nu vēl augstāku. Tajā pašā laikā cilvēka saimnieciskā darbība uz zemeslodes, mērot to pēc pasaules kopprodukta, paplašinās par četriem procentiem gadā, tātad tā divkāršosies aptuveni

18 gadu laikā. Viens no faktoriem, kas šo procesu sekmē, ir iedzīvotāju skaita pieaugums: 1950. gadā pasaulē bija 2,5 mljrd. iedzīvotāju, bet 1995. gadā – jau 5,8 mljrd. cilvēku. Ļoti iespējams, ka 21. gs. vidū Zemi apdzīvos jau 10 mljrd. cilvēku. Ekoloģiski vēl nozīmīgāks ir enerģijas un izejvielu patēriņš uz vienu cilvēku – pēdējo 40 gadu laikā tas audzis ātrāk nekā iedzīvotāju skaits [16].

1989. gadā Frankfurtē pie Mainas notika pirmā PVO organizētā Eiropas valstu Vides un veselības ministru konference par aktuāliem vides veselības jautājumiem.

Īpaši jāatzīmē 1992. gadā Riodežaneiro notikusī ANO Vides un attīstības konference, kas vērtējama kā pagrieziena punkts globālajā vides veselības politikā. Šis forums tika sasaukts saskaņā ar 1987. gada Pasaules komisijas ziņojumu un tā mērķis bija rast jaunus impulsus virzībai uz ilgtspējīgu attīstību. Pasākums bija ļoti plaši pārstāvēts. Vienlaikus ar galveno konferenci notika globāls forums, kurā piedalījās nevalstiskas organizācijas, kas pārstāvēja dažādas sabiedrības dzīves jomas.

Riodežaneiro konference bija svarīgs vēsturisks notikums un lielākais ANO rīkotais šāda veida pasākums. Tā plenārsēdē piedalījās 178 valstis un 120 valstu valdību pārstāvji. Tika parakstītas vairākas svarīgas vienošanās. Konferencē skaidri iezīmējās tas, cik liela uzmanība ekoloģiskajām problēmām ir ierādīta bagāto un nabadzīgo valstu attīstībā. Tieši ziemeļu puslodes valstis ir atbildīgas par piesārņojošo gāzu izsviedi atmosfērā, kas būtiski ietekmē klimatu, bet iedzīvotāju skaita dinamika un izvērsta industrializācija citās valstīs jau nākamās paaudzes laikā šo modeli var mainīt. Tāpēc dienvidu puslodes valstis industrializācijas attīstības vārdā lūdz nodrošināt tām attīrīšanas tehnoloģiju izmantošanu. Jaunattīstības valstis pieprasīja ekonomisku palīdzību, akceptējot galvenokārt palīdzības kvalitāti, nevis tās apjomu [15]. Konferences laikā pasaules valstu vadītāji pieņēma pasaules ilgtspējīgas attīstības stratēģiju – Rīcības programmu 21. gadsimtam (*Agenda 21*). Tā ir uz 500 lappusēm izklāstīta darbības programma, kurā norādīts, kas valstīm jādara, lai nodrošinātu ilgtspējīgu attīstību. Dokuments sastāv no 40 nodaļām, kurās aplūkotas tādas tēmas kā nabadzība, patērēšana, iedzīvotāju attīstība, veselība, atmosfēra, mežu izciršana, ilgtspējīga lauksaimniecība, bioloģiska daudzveidība, jūras un saldūdeņi, indīgie un radioaktīvie atkritumi, pirmiedzīvotāji, ekoloģiski nekaitīga tehnoloģija, izglītība un iedzīvotāju informēšana, starptautiskā likumdošana utt.

Koferences gaitā tika aprēķināts, ka programmas *Agenda 21* īstenošana katru gadu izmaksās 600 miljardus dolāru. Pastiprināta palīdzība jaunattīstības valstīm prasīs 125 miljardus dolāru, pārējie līdzekļi jaunattīstības valstīm jāgādā pašām. Konferencē tika parakstītas ANO vispārējās konvencijas *"Par bioloģisko daudzveidību"* un *"Par klimata pārmaiņām"*, akceptēti ANO *"Mežu izmantošanas principi"* un parakstīta deklarācija *"Par vidi un attīstību"*. Šis dokuments satur 27 nodaļas par vides aizsardzību un "zaļākas" ekonomiskās augsnes veicināšanu. Trešā nodaļa veltīta tieši ilgtspējīgas attīstības principiem. Pirmoreiz termins 'ilgtspējīga attīstība' lietots pasaules vides un attīstības ziņojumā 1987. gadā. Ilgtspējīga attīstība tika definēta kā attīstība, kas ļauj apmierināt tagadnes vajadzības, nemainot nākamo paaudžu iespējas apmierināt savas vajadzības [18]. Tā apvieno trīs savstarpēji saistītas dimensijas – ekonomisko, sociālo un vides.

Ilgtspējīgai attīstībai jānodrošina esošās cilvēces vajadzības, neradot draudus nākamajām paaudzēm. Lai to sasniegtu, nepieciešama sadarbība ne tikai vides sektorā, bet šajā procesā jāiesaista arī ekonomikas un tirdzniecības, transporta un lauksaimniecības sektors.

Tikai sekmīga vides veselības speciālistu sadarbība varēja nodrošināt dažādu konvenciju un Eiropas Savienības likumdošanas kvalitatīvu sagatavošanu, bet politisku lēmumu pieņemšanu nodrošina tikai regulāras ministru tikšanās, kurās tiek izskatīti un akceptēti dažādu darba grupu sagatavotie dokumenti.

20. gs. pēdējā desmitgadē pasaulē notika daudzas un dažādas konferences par vidi un veselību, kā arī pieņemtas vairākas konvencijas par vides jautājumiem. Svarīgākās no tām:

- 1994. gadā Helsinkos – otrā PVO organizētā Eiropas valstu Vides un veselības ministru konference;
- 1994. gadā Kairā – Starptautiska konference par populāciju un attīstību;
- 1996. gadā Stambulā – ANO konference par cilvēku mājokļiem;
- 1997. gadā – ANO pieņemta **Vispārējā Konvencija** par klimata pārmaiņām, ko iekļāva **Kioto protokolā.** Protokola mērķis ir mazināt atmosfēras piesārņojumu, samazinot izplūdes gāzu (oglekļa dioksīda, metāna, slāpekļa oksīda, hidrofluoroglekļa, perfluoroglekļa, sēra heksafluorīda) nonākšanu atmosfēras gaisā un tādējādi aizkavējot globālo klimata maiņu, kuras iemesls ir antropogēnais atmosfēras piesārņojums. Protokols nosaka pieļaujamo izplūdes gāzu līmeni katrai valstij, arī Latvijai, laika periodam pēc 2000. gada. Protokola mērķis ir veicināt arī starpvaldību sadarbību, uzlabot enerģijas ražību, pārveidot enerģijas un transporta nozares, veicināt videi nekaitīgu un atjaunojamu enerģijas veidu izmantošanu, ierobežot metāna izplūdi no atkritumu iznīcināšanas un enerģijas ražotnēm, saglabāt mežus un citus oglekļa uztvērējus;
- 1999. gadā Londonā notika trešā Eiropas Vides un veselības ministru konference;
- 2004. gadā no 23. līdz 25. jūnijam Budapeštā norisinājās ceturtā ministru konference par vidi un veselību *"Mūsu bērnu nākotne"*. Konferences laikā ministri panāca vienošanos par nepieciešamību turpmāk nodrošināt drošu vidi bērniem. Lai sasniegtu šo mērķi, tika pieņemta vienošanās – Eiropas rīcības programma par bērnu vidi un veselību. Šī politiskā vienošanās ir pamats, lai ikviena valsts attīstītu savu rīcības plānu vides veselības jomā, tādējādi mazinot vides kaitīgo ietekmi uz bērna veselību.

Minētās un vēl daudzas citas konferences un pasākumi norāda, cik lielas ir cilvēces bažas par vides veselības jautājumiem mūsu dienās.

PVO sagatavotajā grāmatā *"Mūsu planēta, mūsu veselība"* atzīmēts [10], ka atbildība par cilvēku veselībai atbilstošas vides saglabāšanu gulstas uz visām sabiedrības grupām. Protams, veselības aprūpes speciālistiem (ārstiem, māsām), kā arī vides veselības speciālistiem, sanitāriem inspektoriem un darba aizsardzības speciālistiem ir īpaša loma sabiedrības veselības saglabāšanā un uzlabošanā, bet tikpat atbildīgi par vides veselības jautājumu pareizu risinājumu ir arī valdības pārstāvji, arhitekti, skolotāji, uzņēmēji u.c., kas var iespaidot fizikālo vai sociālo vidi. Dažādu speciālistu spēja strādāt komandā un izmantot starpdisciplināru pieeju ir atslēga pareizai vides veselības problēmu risināšanai [14].

Veiksmīgs partnerattiecību izveidošanās piemērs vides veselības jomā ir Eiropas Vides un veselības komitejas izveide. Tā ir struktūra, kas nodrošina pastāvīgu diskusiju par galvenajiem politiskajiem un programmatiskajiem jautājumiem, veido iesaistīto organizāciju ciešāku sadarbību un labāku savstarpējo sapratni. Vēl jāatzīmē Eiropas Padomes un PVO reģionālo biroju praktiskā, ilgtermiņa un novatoriskā partnerība [7, 8].

1998. gadā Frankfurtē, pieņemot Eiropas hartu *"Par vidi un veselību"* un 1994. gadā Helsinku deklarāciju *"Par pasākumiem vides un veselības jomās Eiropai"*, kā arī izveidojot Eiropas Vides un veselības komiteju, tika panākta reģionu visaptveroša politiska vienošanās par darbību vides un veselības jomā [5].

2.4. HIGIĒNAS UN VIDES VESELĪBAS VĒSTURE LATVIJĀ

1921. gadā Latvijas Universitātē nodibināja **Higiēnas katedru**; tās pirmais vadītājs bija Ernsts Fērmanis (1872–1947). Pēc Otrā pasaules kara Higiēnas katedra atsāka darbu 1945. gadā profesora Jāņa Maizītes (1883–1950) vadībā. Nodibinoties Rīgas Medicīnas institūtam, Higiēnas katedru no 1951. līdz 1962. gadam vadīja docents Mihails Garbarenko (1899–1962). Lielu darbu higiēnas, arī darba higiēnas attīstībā ieguldījusi profesore Zinaīda Lindberga (1916–2007. 16. att.), kas katedru vadīja no 1962. līdz 1990. gadam. Kopš 1990. gada Higiēnas katedras (kopš 1994. gada Aroda un vides medicīnas katedra) vadītāja ir profesore Maija Eglīte.

Katedras kolektīva zinātniskie darbi ir veltīti aktuālākajām Latvijas ekoloģijas problēmām, apkārtējās vides piesārņojumam un tā ietekmei uz veselību. Atzīmējami ir katedras kolektīva pētījumi Olainē un Jūrmalā, Ausmas Auderes pētījumi par kancerogēnām vielām apkārtējā vidē, Zinaīdas Lindbergas pētījumi par Rīgas superfosfāta rūpnīcas izdalīto kaitīgo vielu negatīvo ietekmi uz apkārtējo vidi un iedzīvotāju veselību, kuru rezultāti tika izmantoti šās rūpnīcas slēgšanai.

1966. gadā Rīgas Medicīnas institūta Centrālajā zinātniskās pētniecības laboratorijā tika noorganizēta speciāla **Higiēnas un arodslimību nodaļa**. Tās dibinātājs bija profesors Ļevs Izrailietis (1924–1980, 17. att.), kas ar apbrīnojamu entuziasmu lika zinātniskos pamatus arodveselības pētījumiem Latvijā. Viņa vadībā Paula Stradiņa Republikas klīniskajā slimnīcā tika izveidota klīniskā bāze, kurā hospitalizēja arodslimniekus izmeklēšanai. 1976. gadā šajā slimnīcā izveidoja Republikas arodslimību centru, kuru vairākkārt reorganizēja, bet 1993. gadā pārdēvēja par Aroda un radiācijas medicīnas centru. 1994. gadā uz šā centra bāzes tika izveidots Latvijas valsts arodslimnieku un Černobiļas AES avārijas rezultātā radiācijas ietekmei pakļauto personu reģistrs.

1986. gadā pēc Černobiļas atomelektrostacijas (AES) avārijas, kuras likvidēšanas darbos piedalījās vairāk nekā 6000 Latvijas iedzīvotāju, Latvijas mediķiem nācās risināt daudz jaunu problēmu, to skaitā arī veikt zinātniskus pētījumus par jonizējošās radiācijas



16. attēls. Zinaīda Lindberga (1916–2007)



17. attēls. Ļevs Izrailietis (1924–1980)



18. attēls. Maija Eglīte

un citu vides faktoru ietekmi uz Černobiļas AES avārijas seku likvidētāju veselības stāvokli. Šie pētījumi veikti sadarbībā ar ASV, Francijas un Lielbritānijas zinātniekiem.

1992. gadā Latvijas Medicīnas akadēmijā (tagad Rīgas Stradiņa universitāte) tika izveidots Darba medicīnas institūts, ko 1996. gadā pārveidoja par Darba un vides veselības institūtu, kopš 2007. gada – RSU aģentūra **"Darba drošības un vides veselības institūts"** (direktore *Dr. habil. med.*, profesore Maija Eglīte) (18. att.).

Šajā institūtā ietilpst:

- Higiēnas un arodslimību laboratorija (vadītāja *Dr. med.* Dagmāra Sprūdža) (19. att.), kurā ir arī vides ķīmijas grupa (vadītāja *Dr. med.* Mārīte Ārija Baķe) (20. att.);
- Aroda un vides medicīnas katedra (vadītāja profesore Maija Eglīte).

Institūta galvenie darbības virzieni:

- palīdz darba devējiem noskaidrot un noteikt darba vides riska faktorus uzņēmumos un izstrādā arodveselības programmas; veic laboratoriskos un higiēniskos mērījumus jebkura vides kaitīgā faktora noteikšanai (darba telpās, dzīvojamās un sabiedriskās telpās, atmosfērā, ūdenī, biomateriālos – asinīs, urīnā, matos u.c.);
- veic toksikoloģiskus pētījumus, lai pārbaudītu ķīmisko vielu, bioloģisko preparātu, sadzīves ķimikāliju, plaša patēriņa preču (krēmi, ziedes, lakas u.c.), celtniecības materiālu, medicīnas izstrādājumu nekaitīgumu cilvēku veselībai;
- konsultē darba devējus, nosakot kaitīgos darba apstākļos strādājošo personu kontingentu, veic strādājošo obligātās veselības pārbaudes, kā arī nodrošina ar darbu saistīto slimību agrīnu diagnostiku, saslimušo ambulatorisko un stacionāro ārstēšanu un rehabilitāciju;
- koordinē un vada to slimnieku aprūpi, kuri slimo ar aroda un radiācijas izraisītām slimībām;
- piedalās zinātniskos pētījumos, kā arī apkopo datus par Latvijas arodslimnieku un Černobiļas AES avārijas rezultātā radiācijas ietekmei pakļauto personu veselības stāvokli;
- piedalās likumu projektu izstrādē, izstrādā higiēnas standartus un saskaņo tos ar Eiropas Savienības normatīvo aktu prasībām;
- nodrošina studentu, arodslimību ārstu, arodveselības māsu visu līmeņu apmācību un sertifikāciju arodveselībā.

Rīgas Stradiņa universitātes (RSU) aģentūras "Darba drošības un vides veselības institūts" (DDVVI) speciālisti veic pētījumus darba veselībā, vides veselībā un medicīnā. No tiem nozīmīgākie ir pētījumi par aroda alerģiskajām slimībām putnkopībā, kokapstrādē u.c. nozarēs strādājošiem; ar arodu saistīto hronisko plaušu slimību izpēte; azbesta šķiedru iedarbība uz strādājošo veselības stāvokli; medicīnas darbinieku veselības stāvokļa novērtējums; dažādās nozarēs strādājošo darba vides riska faktoru izpēte; metālu kā vides piesārņotāju indikatoru biomonitorings; svina un kadmija ietekme uz strādājošo veselības stāvokli u.c.

RSU aģentūra "Darba drošības un vides veselības institūts" un Paula Stradiņa Klīniskās universitātes slimnīcas Aroda un radiācijas medicīnas centrs radoši sadarbojas ar Krievijas un Ukrainas Medicīnas zinātņu akadēmijas Darba medicīnas institūtiem, Dānijas, Norvēģijas un Somijas arodveselības institūtiem, Zviedrijas darba institūtu, kā arī ar darba un vides veselības institūtiem un universitāšu līdzīga profila katedrām ASV, Beļģijā, Čehijā, Francijā, Itālijā, Igaunijā, Lielbritānijā, Lietuvā, Kanādā, Japānā, Polijā, Ungārijā un Zviedrijā [3, 4].

2000. gadā Latvijas Universitātē tika izveidots **Vides zinātnes un pārvaldības institūts** (VZPI). Tā vadītājs ir profesors R. Ernšteins.

LU Vides zinātnes un pārvaldības institūtam ir divi galvenie darbības virzieni:

- vides zinātnes un pārvaldības teorētiskā un lietišķā attīstība – akadēmisko un profesionālo studiju realizācija plaša profila un nozaru speciālistu sagatavošanai vides pārvaldē, kā arī pētījumi vides politikā, plānošanā u.c.;
- sabiedrības komunikācijas un vides izglītības attīstība, t.sk. vispārizglītojošām un profesionāli tehniskajām skolām (integratīvā un disciplinārā pieeja), kā arī pieaugušo tālākizglītība, t.sk. reģionālā līmenī.



19. attēls. Dagmāra Sprūdža



20. attēls. Mārīte Ārija Baķe

Pirmā valstiskā institūcija Latvijā vides aizsardzības jomā – **Latvijas PSR Valsts dabas aizsardzības komiteja** – tika izveidota 1988. gadā. Pēc Latvijas valsts neatkarības atjaunošanas tika izveidota **Latvijas Republikas Vides aizsardzības komiteja**. Trīs gadu laikā (1990–1993) tika radīta patstāvīga vides aizsardzības valsts pārvaldes sistēma. Tika pieņemti pirmie nozīmīgākie likumi vides aizsardzības jomā, kas ietekmē arī vides veselību:

"Par bīstamajiem atkritumiem" (1990. g. un 1993. g.);
"Par valsts ekoloģisko ekspertīzi" (1990. g.);
"Par Latvijas Republikas Vides aizsardzības komiteju" (1990. g.);
"Par dabas resursu nodokli" (1990. g.);
"Par vides aizsardzību" (1991. g.);
"Par īpaši aizsargājamām dabas teritorijām" (1993. g.);
"Par darba aizsardzību" (1993. g.).

Vēlākajos gados tiem pievienojās sekojoši likumi:
"Par radiācijas drošību un kodoldrošību" (1994. un 2000. g.);
"Par dabas resursu nodokli" (1995. g.);
"Par atbilstības novērtēšanu" (1996. g.);
"Epidemioloģiskās drošības likums" (1997. g.);

"Pārtikas aprites uzraudzības likums" (1998. g.),
"Par sadzīves atkritumiem" (1998. g.);
"Ķīmisko vielu un ķīmisko produktu likums" (1998. g.);
"Patērētāju tiesību aizsardzības likums" (1999. g.);
"Par atkritumu apsaimniekošanu" (2000. g.);
"Darba aizsardzības likums" (2001. g.);
"Ūdens apsaimniekošanas likums" (2001. g.);
"Par piesārņojumu" (2001. g.);
"Par Roterdamas Konvenciju, saskaņā ar kuru starptautiskajā tirdzniecībā dodama iepriekš norunāta piekrišana attiecībā uz dažām bīstamām ķīmiskām vielām un pesticīdiem" (2003. g.).

1993. gadā izveidota **Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija** (VARAM, pašreizējā Vides ministrija), kas nodarbojas ne vien ar vides aizsardzības politiku, bet atbild arī par reģionālo attīstību, būvniecību, tūrismu, ģeoloģiju, pašvaldību sfēru un hidrometeoroloģiju [20].

20. gs. 90. gados Republikāniskā Sanitāri epidemioloģiskā stacija (SES) tika pārveidota par Nacionālo Vides veselības centru (NVVC), bet teritoriālās SES – par teritoriāliem vides veselības centriem. 2003. gadā uz NVVC bāzes tika izveidota Valsts aģentūra "Sabiedrības veselības aģentūra". Tika izveidotas Sabiedrības veselības aģentūras filiāles 10 Latvijas reģionos uz teritoriālo vides veselības centru bāzes.

2002. gadā darbu uzsāka **Pārtikas un veterinārais dienests**, kurš pārņēma Valsts sanitārās inspekcijas funkcijas. Tā darbības pamatmērķis ir nodrošināt cilvēka veselībai, dzīvībai un videi nekaitīgas, kvalitatīvas pārtikas apriti. Pārtikas un veterinārā dienesta pakļautībā ir Valsts sanitārā robežinspekcija.

Otrajā Eiropas Vides un veselības ministru konferencē 1994. gadā jūnijā Helsinkos piedalījās arī Latvijas pārstāvji. Vides un veselības ministri uzņēmās saistības līdz 1997. gadam izstrādāt nacionālos vides veselības rīcības plānus (NVVRP). 1994. gadā Latvijā tika apstiprināta stratēģija *"Veselību visiem 2005. gadā"*. 1995. gadā LRMK tika apstiprināts *"Vides aizsardzības politikas plāns"* [18], bet tā risināšanas paņēmieni ietverti Vides aizsardzības rīcības programmā. Vides veselības attīstībai Latvijā svarīgs dokuments ir *"Vides veselības rīcības plāns Latvijai"* [19]. 1996. gadā LR Ministru Kabineta akceptētajā *"Latvijas veselības aprūpes stratēģijā"* uzsvērts, ka veselība ir cieši saistīta ar tādiem jēdzieniem kā nodarbinātība, nabadzība, fiziskā apkārtējā vide, mājoklis, sociālā vide, transports un izglītība. Kā otra lielākā stratēģiskā pamattēma tika uzsvērta Vides veselība. 2000. gadā Latvijas valdība akceptēja *"Sabiedrības veselības stratēģiju"*, kuras 9. mērķis ir *"Veselīga un droša vide"*. Tajā teikts, ka līdz 2010. gadam videi jākļūst drošākai, lai Latvijas iedzīvotāju veselību pēc iespējas neietekmētu veselībai bīstams piesārņojums un vides riska faktori.

LITERATŪRA

1. *Carson R.* Silent spring. – N.Y., 1964. – 302 p.
2. Concern for Europe's tomorrow: Health and environment in the WHO European Region. – Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 1995. – 537p.
3. *Eglīte M.* Darba medicīna. – Rīga, 2002. – 704 lpp.
4. *Eglīte M., Vanadziņš I.* Development of occupational health in Latvia // Acta medico-historica Rigensia, Volume VI (XXV).– Riga: Pauli Stradini Museum Historiae Medicinae, 2002. – Pp. 153–164.

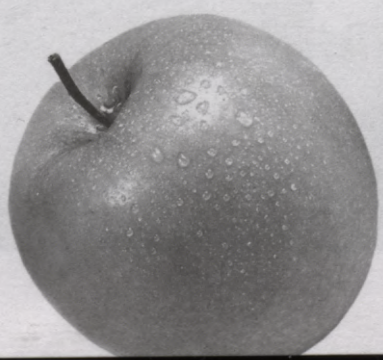
5. Environment and health. The European charter and commentary. First European conference on environment and health, Frankfurt, 7–8 December, 1989 // WHO Regional Publications, European Series, Nr. 35. – Copenhagen: WHO, 1990. – 154 p.
6. *Lindberga Z.* (red.) Higiēna. – 2. izdevums. – Rīga: Zvaigzne, 1991. – 368 lpp.
7. *Mac. Arthur I., Bonnefoy X.* Environmental health services in Europe I. An overview of practice in the 1990 // WHO Regional Publications, European Series, Nr. 76. – Copenhagen: WHO, 1997. – 177 p.
8. *Mac. Arthur I., Bonnefoy X.* Environmental health services in Europe II. Policy options. WHO Regional Publications, European Series, Nr. 77. – Copenhagen: WHO, 1998. – 148 p.
9. *Medouza D. H., Medouzs D. L., Randerss J.* Robežas jau pārsniegtas. – Rīga: LU Ekoloģiskā centra apgāds *Vide*, 1993. – 32 lpp.
10. Our planet, our health: Report of the WHO commission on health and environment. – Geneva: WHO. – 1992. – 110 p.
11. Overview of the environment and health in Europe in the 1990s. – Bilthoven: WHO European Centre for Environment and Health, 1999. – 31p.
12. Sabiedrības veselības stratēģija. – Rīga: Labklājības ministrija, 2001. – 58 lpp.
13. *Schilling R.* Developments in occupational health // Occupational health practice / Editor H. A. Waldron – Third edition. – Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd, 1989. – Pp. 1–21.
14. *Somerville M. A., Rapport D.* Transdisciplinarity: Recreating Integrated knowledge. – Oxford: EOLLS Publishers. – 272 p.
15. *Steigens A.* Nākotne sākas šodien. – Rīga: *Nordik,* 1999. – 221 lpp.
16. *Vakerneidžels M., Rīss V.* Mūsu ekoloģiskais pēdas nospiedums. – Rīga: VARAM, apgāds *Norden AB*, 2000. – 193 lpp.
17. Vide un veselība: Trešā Eiropas vides un veselības ministru konference, Londona, 16.–18. 06.1999. – Rīga: Latvijas vides aizsardzības fonds, 2000. – 63 lpp.
18. Vides aizsardzības politikas plāns Latvijai. – Rīga: VARAM, 1995. – 65 lpp.
19. Vides veselības rīcības plāns Latvijai / Labklājības ministrija. Vides un reģionālās attīstības ministrija. – Rīga: Gandrs, 1998. – 75 lpp.
20. Vides zinību terminu skaidrojošā vārdnīca. Mācību līdzeklis. – Rīga: Jumava, 1999. – 251 lpp.
21. Veselība – 21. Veselību visiem: Politikas pamatnostādnes PVO Eiropas reģionam. (Eiropas sērija. Veselība visiem; Nr. 6). – Kopenhāgena: Pasaules veselības organizācija, 1999. – 236 lpp. (tulkojums latviešu valodā).
22. Гигиена / Под. ред. Г. И. Румянцева. – Москва: ГЭОТАР – МЭД, 2001. – 607 с.
23. *Гончарук Е. Т., Бардов В. Г., Никберг И. И.* История гигиены // *Гончарук Е. Т., Бардов В. Г., Румянцев Г. И., Кундиев Ю. И.* и др. Общая гигиена. – Второе издание. – Киев: Книга плюс, 2000. – С. 20–46.
24. *Трахтенберг И. М.* Книга о ядах и отравлениях. – Киев: *Наукова думка*, 2000. – 366 с.



3. nodaļa

VIDES VESELĪBAS PROBLĒMAS PASAULĒ UN LATVIJĀ

Maija Eglīte, Ilze Jēkabsone,
Ivars Vanadziņš



3.1. VESELĪGAS VIDES PAMATPRASĪBAS

Cilvēks ir radīts dzīvei dabiskā un nepiesārņotā vidē, tādēļ šās nodaļas sākumā aplūkosim pasaulē pieņemtās veselīgas vides galvenās pamatprasības.

Tīrs gaiss

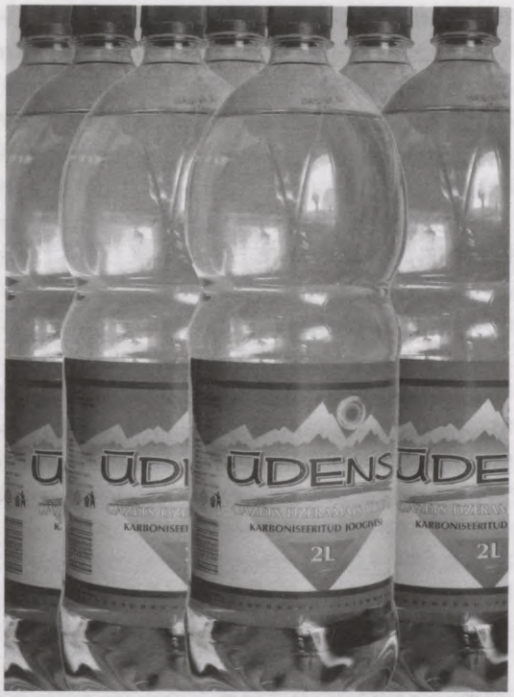
Gaiss cilvēka dzīvībai ir būtiski nepieciešams, bez tā cilvēks nevar iztikt pat pāris minūšu. Gaisa piesārņošana ir bijusi viena no nopietnākām problēmām visās sabiedrībās dažādās to ekonomiskās attīstības pakāpēs. Pēc PVO datiem, mūsu dienās vairāk nekā 500 milj. cilvēku pasaulē katru dienu pakļauti gaisa piesārņojumam telpās sakarā ar atklātiem pavardiem vai sliktas kvalitātes krāsnīm. Ne mazāka problēma ir telpu gaisa piesārņojums sakarā ar nekvalitatīvām apsildīšanas un atdzesēšanas sistēmām, ēdiena gatavošanu, smēķēšanu, ķīmisko vielu izdalīšanos no celtniecības materiāliem u.c. Vairāk nekā 1500 milj. cilvēku dzīvo pilsētās ar ļoti augstu gaisa piesārņojumu [20]. Lai gan cilvēki mūsu dienās ir iemācījušies arvien labāk attīrīt atmosfēras gaisu no putekļiem un gāzveida piesārņotājiem, tā tomēr paliek nozīmīga problēma. Atmosfēras gaisa ķīmiskajam sastāvam un tā kvalitātei ir ļoti liela ietekme uz cilvēka organismu. Piesārņojošās vielas gaisā pārmaina vides apstākļus, ietekmē dzīvības procesus, izraisa dažādas slimības un nodara kaitējumu videi. Galvenie atmosfēras gaisa piesārņotāji ir rūpniecības uzņēmumi, siltumenerģijas objekti, transports [33, 34, 35]. Arī ceļu putekļi ir nozīmīgs atmosfēras gaisa piesārņojuma avots.

Droši un pietiekami saldūdens krājumi

Ūdens ir cilvēka fizioloģijas un higiēnas stūrakmens. Cilvēkam dienā nepieciešams uzņemt vismaz 1–2 l ūdens. Bez ūdens cilvēks var iztikt tikai apmēram 4 dienas. Ūdens ir nepieciešams arī augiem un dzīvniekiem. To izmanto transportam, lauksaimniecībai, rūpniecībai, zvejniecībai, atkritumu likvidēšanai u.c. Kaut gan saldūdens krājumi ir atjaunojami, tomēr tā krājumi pasaulē



ir ierobežoti un nav sadalīti vienmērīgi. Daudzos pasaules rajonos saldūdens trūkums neļauj attīstīties lauksaimniecībai un rūpniecībai, tas ir arī konfliktu cēlonis starp valstīm. Daudzās valstīs, piemēram, Marokā, dzeramais ūdens ir jāpērk.



Saldūdens kvalitātei ir liela nozīme cilvēka veselības saglabāšanā. Apmēram puse pasaules iedzīvotāju cieš no slimībām, kuru cēlonis ir nepietiekams ūdens daudzums vai arī tas, ka ūdens ir inficēts. Pēc PVO datiem, katru gadu apmēram 2000 milj. cilvēku ir risks saslimt ar ūdens vai pārtikas izraisītām zarnu infekcijas slimībām, kas ir arī apmēram 4 milj. bērnu nāves galvenais cēlonis. Holeras epidēmijas izplatīšanās cēlonis bieži ir inficēts dzeramais ūdens. Ūdenim ir liela epidemioloģiskā nozīme pasaulē plaši pazīstamu infekcijas slimību, piemēram, šistosomiāzes, drakunkuliāzes, malārijas un filariāzes izplatībā [17, 34].

Piemērots un drošs uzturs

Uzturs dod nepieciešamo enerģiju cilvēka organisma funkcionēšanai. Cilvēkam dzīvības uzturēšanai dienā ir jāuzņem 1000–2000 kalorijām ekvivalents uzturs. Uzņemamā uztura daudzums ir atkarīgs no cilvēka svara un fiziskās aktivitātes. Bez uztura cilvēks var izdzīvot aptuveni 4 nedēļas.

Ar uzturu tiek uzņemti arī vitamīni un mikroelementi, kuru trūkums var izraisīt avitaminozes un citas slimības. Pareizam uzturam ir svarīga nozīme cilvēku veselības saglabāšanā.

Lielai daļai pasaules iedzīvotāju nepietiekams uzturs un ar to saistītās infekcijas ir viens no galvenajiem slimību un priekšlaicīgas nāves cēloņiem. Nepareizi pagatavoti un nepareizi lietoti produkti var būt zarnu infekciju cēlonis miljoniem pasaules iedzīvotāju katru gadu, it īpaši jaunattīstības valstīs. Straujais iedzīvotāju skaita pieaugums pasaulē, augsnes degradācija un ūdens resursu izsīkums daudzos pasaules reģionos ir reāli draudi visas pasaules iedzīvotāju nodrošināšanai ar pietiekamu uzturu.

Nepietiekams uzturs un bads var būt par cēloni daudzām veselības problēmām, to skaitā arī priekšlaicīgām dzemdībām un nepietiekamā svarā dzimušajiem bērniem. Miljoniem pasaules bērnu uzturs ir tik minimāls, ka novājinās viņu imūnsistēma un tiek liegta pareiza augšana un attīstība [18, 33]. Uzturs var būt piesārņots ar augu un pelējuma sēņu toksīniem, kā arī ar indīgām ķimikālijām.

Drošs un mierīgs mājoklis

Labai veselībai ir nepieciešama arī droša un veselīga dzīvesvieta. Neatbilstoša dzīvojamo rajonu celtniecība un mikrorajonu infrastruktūra var negatīvi ietekmēt pilsētu iedzīvotāju veselību. Dzīvojot pārblīvētos mājokļos, kuros nav vietas minimālu sanitāro prasību ievērošanai, iedzīvotāji ir pakļauti patogēno slimību ierosinātāju un gaisa piesārņotāju iedarbībai, kā arī vardarbībai, ievainojumu un traumu riskam, nelabvēlīgam psihosociālam klimatam. Pārapdzīvotība veicina akūto elpceļu infekciju, tuberkulozes, meningīta, zarnu parazītu izplatību.

Jaunattīstības valstu pilsētās liela daļa neoficiālu jauno dzīvojamo rajonu ir uzcelti no viegli uzliesmojošiem materiāliem un bīstamās vietās. Šādi dzīvošanai nepiemēroti rajoni tiek viegli sagrauti stihiskās nelaimēs, piemēram, viesuļvētru, plūdu, zemestrīces u.c. gadījumos. Tā kā šādos rajonos parasti ir arī slikta ūdensapgādes un kanalizācijas sistēma, pastāv liels fekālo infekciju risks. Pēc PVO datiem, jaunattīstības valstu pilsētās tādējādi paliek 30–50% cieto atkritumu [20].

Daudzos pasaules reģionos kari un civilā vardarbība apdraud iedzīvotāju mieru un labklājību.

Stabila globālā vide

Cilvēka un ekosistēmas veselība ir cieši saistītas. Gaisa piesārņotāju pārvietošanās lielos attālumos, vides piesārņotāju un atkritumu pārvietošana pāri valstu robežām, stratosfēras ozona slāņa sašaurināšanās, klimata pārmaiņas ir tikai dažas no globālajām problēmām, kuras rada draudus cilvēku veselībai daudzās apdzīvotās vietās un kuras jārisina globālā mērogā, lai visiem planētas iedzīvotājiem nodrošinātu veselīgas vides pamatprasības.

3.2. GLOBĀLĀS VIDES VESELĪBAS PROBLĒMAS

Pasaulē arvien lielāka uzmanība tiek pievērsta vides faktoru ietekmei uz cilvēku veselību. Vides aizsardzība ir viena no nopietnākām mūsdienu pasaules mēroga problēmām. Tā attiecas uz visām pasaules valstīm, jo gaiss, ūdens un citi dabas resursi visai cilvēcei ir kopīgi. Tādēļ svarīga ir starptautiska sadarbība vides aizsardzības jautājumu apzināšanā un risināšanā.

Novērtējot cilvēka organisma un vides savstarpējās attiecības, jāņem vērā pārapdzīvotība, kas raksturīga daudzām pasaules valstīm. Laikā no 1800. līdz 1990. gadam cilvēku skaits pasaulē pieckāršojies. Straujais iedzīvotāju pieaugums, it īpaši jaunattīstības valstīs, un ierobežotie dabas resursi apgrūtina iedzīvotāju dzīves apstākļu uzlabošanu un izraisa nabadzību. 1985. gadā 1115 milj. cilvēku pasaulē tika klasificēti kā nabadzīgi, turklāt 630 milj. no viņiem dzīvoja lielā nabadzībā [1].

Pasaulē mainās vides veselības problēmas. Pirms pāris gadsimtiem galvenās problēmas bija:

- dzeramā ūdens piesārņojums;
- antisanitārie apstākļi pilsētās un kā sekas – tīfa un holeras epidēmijas.

Šīs problēmas ļāva atrisināt izglītība, higiēnas noteikumu ievērošana un sanitārā tehnika.

Mūsdienu pasaulei raksturīgas straujas globāla mēroga pārmaiņas, kas var ietekmēt vides veselību gan pozitīvi, gan arī negatīvi. Kā pozitīvas pārmaiņas atzīmējami uzlabojušies sakari un satiksme, starptautiskā sadarbība, jaunas enerģiju ekonomējošas tehnoloģijas, sasniegumi medicīnā un zinātnē, kas sola cilvēcei nākotnē labāku dzīves kvalitāti.

Visaktuālākās negatīvās globāla rakstura pārmaiņas:

- **Globālie vides traucējumi.** Kā svarīgākais jāmin stratosfēras ozona slāņa sarukšana. Ziņas par ozona slāņa dilšanu stipri satrauca pasaules iedzīvotājus 20. gs. 80. gados. Zinātnieki paziņoja, ka vides piesārņojums ar dažām hloru saturošām gāzēm noārda ozona slāni, kas Zemi aizsargā no kaitīgā ultravioletā starojuma. Virs Antarktīdas tas bija sadilis jau tik stipri, ka radās t.s. "ozona caurums". Ozona slāņa sarukšana pirmo reizi lika saprast, cik ļoti cilvēku darbība var pārveidot pasauli globālā mērogā. 1987. gadā tika

parakstīts pirmais globālais vides aizsardzības līgums – t.s. Monreālas protokols, kas paredzēja stingrus pasākumus ozonam kaitīgā piesārņojuma samazināšanai. Mūsu dienās zinātnieki guvuši nepārprotamus pierādījumus, ka ozona slānis joprojām sarūk, tikai tas vairs nenotiek tik ātri. Ozona slāņa vidējais noārdīšanās ātrums samazinājās jau laikā no 1997. līdz 2000. gadam, kad tas bija apmēram 7% desmitgadē. Tagad t.s. ozona caurumu veidošanās temps stratosfēras augšējā slānī ir mazinājies līdz 4% desmitgadē.

Ļoti svarīga vides problēma ir arī globālā sasilšana. To ietekmē daudzi savstarpēji papildinoši vai kavējoši faktori – siltumnīcas efektu radošas gāzes, mākoņu veidošanās, oglekļa uzkrāšanās augos, augsnē un okeānos, saules enerģijas atstarošanas intensitāte no ledājiem u.c.

Sen nepieredzētu karstuma vilni 2003. gada vasarā piedzīvoja Eiropa. Vairākās Rietumeiropas valstīs gaisa temperatūra pārsniedza 40 °C. Daudzās vietās temperatūra bija augstākā kopš temperatūras reģistrēšanas sākšanas pirms pusotra gadsimta. Lielā sausuma dēļ izcēlās meža ugunsgrēki, ūdens līmenis pat lielākajās upēs nokritās par daudziem metriem. Daudzās upēs tas bija tik zems, ka nespēja darbināt hidroelektrostacijas. Francijā augusta pirmajās divās nedēļās tika reģistrēti par 11 400 nāves gadījumu vairāk nekā parasti. Visvairāk cieta gados vecāki cilvēki, no kuriem daudzi nomira no pārkaršanas un šķidruma zaudēšanas, kad gaisa temperatūra pārsniedza 40 °C [4, 6].

- **Atmosfēras gaisa kvalitāte.** It īpaši tas attiecas uz sēra oksīdiem, tātad skābajiem lietiem, slāpekļa oksīdiem, fotoķīmiskajiem oksidantiem, t.s. vasaras smogu un gaistošajiem organiskajiem komponentiem.

  Cik bīstamas ir fotoķīmiskās reakcijas atmosfēras gaisā, pierādīja 2003. gada saulainā un karstā vasara Eiropā. Franču ekspertu veiktais pētījums liecina, ka lielajā nāves gadījumu skaitā daļēji vainojams arī gaisa piesārņojums. Karstumā un bezvējā virs Parīzes izveidojās milzīgs smoga mākonis, kas neizklīda vairākas nedēļas. Fotoķīmiskajās reakcijās no slāpekļa oksīdiem un ogļūdeņražiem veidojās bioloģiski aktīvas vielas, arī ozons, nitroolefīni un peroksīdi, kam piemīt kairinoša un toksiska iedarbība.
- Droša un adekvāta **dzeramā ūdens apgāde.**

  20. gs. 80. gadus ANO bija pasludinājusi par dzeramā ūdens apgādes un notekūdeņu attīrīšanas desmitgadi. Diemžēl šo pasākumu mērķis – nodrošināt visus pasaules iedzīvotājus ar sanitāriem noteikumiem atbilstošu ūdeni – netika sasniegts. Šodien vairāk nekā miljards cilvēku dzīvo neapmierinošos sanitāros apstākļos, kur viņiem nav pieejams pietiekami kvalitatīvs dzeramais ūdens. Nekvalitatīvs ūdens ir cēlonis daudzām epidēmijām. Mēdz teikt, ka ūdenskrānu skaits uz 1000 iedzīvotāju ir labāks veselības aizsardzības rādītājs nekā gultu skaits slimnīcās. 1986. gadā tika lēsts, ka katru dienu 27 000 cilvēku nāvē vainojams dzeramais ūdens [27]. Tas var tikt piesārņots pilsētās ar nepareizi organizētu industriālā notekūdens attīrīšanu.

Vēl jāatzīmē citas nozīmīgas globāla rakstura vides problēmas:

- zemes virsmas, gruntsūdeņu, piekrastes un rekreācijas ūdeņu kvalitāte;
- pārtikas mikrobioloģiskā un ķīmiskā drošība;
- pilsētu problēma: pareiza pilsētu attīstība, plānošana un atjaunošana, lai aizsargātu veselību un uzlabotu labklājību;
- gaisa kvalitāte telpās – dzīvojamās ēkās, atpūtas un darba vietās, ieskaitot radona, pasīvās smēķēšanas un ķīmisko vielu iedarbības efektu;

- dažādu enerģētikas veidu iedarbība uz apkārtējo vidi un cilvēka veselību;
- lauksaimniecības izraisītās vides problēmas, ieskaitot minerālmēslu un pesticīdu lietošanu un atkritumu aizvākšanu;
- aroda kaitīgie faktori darba vietās – ķīmiskās un bioloģiski aktīvās vielas, infekciju ierosinātāji mikroorganismi, fizikālie faktori (troksnis, vibrācija, jonizējošie un nejonizējošie izstarojumi u.c.), pārslodze, stress u.c. [2, 12, 13, 28];
- atkritumi, to apstrādāšana, transportēšana, likvidēšana;
- karu postošā ietekme uz sabiedrību un vidi, arī vides piesārņošana ar ķīmiskiem, bioloģiskiem un kodolieročiem;
- partizānu kari, terorisms, tīša vides postīšana, piemēram, tropisko mežu apsmidzināšana ar herbicīdiem, augu sadedzināšana, mīnu un neeksplodējušu bumbu atstāšana vidē u.c., kā arī ekoloģiskais vandalisms, kad zaudētāji atriebības nolūkā izposta vidi;
- mežu izciršana, augsnes erozija un lielu teritoriju pārvēršanās tuksnešainos rajonos, samazinoties mežu platībai, samazinās ogļskābās gāzes absorbēšana u.c.;
- bioloģiskās daudzveidības samazināšanās ekosistēmās sakarā ar medībām, augu un dzīvnieku dabiskās vides izzušanu, uztura pārmaiņām, urbanizāciju, vides izmantošanu lauksaimniecībai, svešu sugu ieviešanu stabilā ekosistēmā, līdz ar to iznīcinot vietējās sugas utt.; bioloģiskās daudzveidības zaudēšana ir jutīgs vides pasliktināšanās rādītājs [8, 27];
- dabiskās un cilvēku radītās jeb tehnoloģiskās nelaimes: stihiskās nelaimes (zemestrīces, vulkānu izvirdumi, viesuļvētras, plūdi, mežu ugunsgrēki, sausums), cilvēku radītās nelaimes (eksplozijas, ķīmisko vielu un radioaktīvo materiālu nokļūšana vidē, tiltu un ēku sabrukšana, ugunsgrēki, avārijas) [7, 12, 18, 19, 33].

Piemēram, arī tankkuģi apdraud jūras. Bahamu salās reģistrēts tankkuģis 2002. gada novembrī pārlūza un nogrima Atlantijas okeānā netālu no Spānijas ziemeļrietumu krastiem, ļaujot ūdenī izplūst ap 20 tūkst. tonnu mazuta. Tikai divas nedēļas iepriekš novecojušais kuģis sāka reisu Baltijas jūrā un pabrauca garām Latvijai.

Kā jau norādīts, 20. gs. 80. gadu beigās pasaulē sākās nozīmīgi starptautiski procesi, kas iezīmēja jaunās domāšanas aizsākumus. Apvienoto Nāciju Organizācijas izveidotā Pasaules Vides un attīstības (pazīstama kā Bruntlandes) komisija ziņojumā *"Mūsu kopējā nākotne"*



1. attēls. Skats pēc tankkuģa avārijas Ventspils ostā 1985. gadā *(foto no A. Vanadziņa personiskā arhīva).*

pirmoreiz izanalizēja un raksturoja pasaules attīstības ainu, norādot uz strupceļu, kādā pasaule nonāks, ja netiks mainīta politiskā domāšana un attieksme gan pret nesaudzīgo dabas resursu patēriņu, vienlaikus radot milzīgu piesārņojumu vidē, gan pret izteikto nevienlīdzību starp cilvēkiem un valstīm. Šajā autoritatīvajā dokumentā pirmo reizi par starptautiski politisku mērķi tika definēta ilgtspējīga attīstība, t.i., tāda attīstība, kas nodrošina šodienas cilvēku vajadzības, neradot draudus nākamo paaudžu vajadzību apmierināšanai [19].

Vides veselības jautājumiem lielu uzmanību veltī Pasaules Veselības organizācija, it īpaši tās Vides veselības komisija. Kā jau tika norādīts, 1989. gada decembrī Frankfurtē pie Mainas notika PVO organizētā Pirmā Eiropas Vides un veselības ministru konference. Konferencē apstiprināja Eiropas dokumentu jeb hartu par vidi un veselību [5]. Šis dokuments nosaka tiesības un pienākumus, sabiedrības stratēģiju un veicamos darbus attiecībā uz vidi un veselību. PVO nosprauda 38 mērķus, lai Eiropā realizētu stratēģiju *"Veselība visiem 2000. gadā"*. Minētā harta konkretizē un padziļina dažus no šiem mērķiem. Tajā ir ierakstīts, ka cilvēka veselībai un labklājībai ir nepieciešama tīra un harmoniska vide. Vide ir jāaplūko kā resursu avots dzīves apstākļu un labklājības uzlabošanai. Jāievēro princips, ka profilakse ir labāka nekā ārstēšana.

PVO aptvertais Eiropas reģions plešas no Grenlandes rietumos līdz Krievijas Klusā okeāna krastiem austrumos. To apdzīvo 870 milj. iedzīvotāju 51 valstī. Reģionā ārējās vides apstākļus galvenokārt nosaka blīvā apdzīvotība, intensīvā industrializācija un satiksme.

PVO Vides veselības centrs finansēja projektu *"Bažas par Eiropas rītdienu"*, kura rezultātus apsprieda Otrajā Eiropas Vides un veselības ministru konferencē 1994. gadā Helsinkos. Galvenie atzinumi, kas izrietēja no paveiktā darba, bija šādi:

- Eiropas reģionā laika posmā no 1990. līdz 1995. gadam iedzīvotāju skaits vecuma grupā no 65 gadiem un vairāk pieaudzis par 9%, bet vecuma grupā līdz 14 gadiem tas proporcionāli samazinājies par 6%. Nabadzīgo cilvēku skaits Centrālās un Austrumu Eiropas valstīs (CAEV) pieaudzis no 15 milj. 1990. gadā līdz 120 milj. 1997. gadā;
- Starp attīstītām Rietumvalstīm un postsociālisma valstīm pastāv liela atšķirība vides apstākļu, dzīves ilguma un bērnu mirstības ziņā. Salīdzinājumā ar Eiropas Savienības (ES) valstīm bērnu mirstība CAEV ir divas reizes augstāka, bet neatkarību no jauna atguvušajās valstīs – trīs reizes augstāka. Ar vides apstākļiem saistītie bērnu mirstības iemesli ir nepietiekami droša dzeramā ūdens apgāde, kā arī telpu un atmosfēras gaisa piesārņojums;
- vairāk nekā 100 milj. cilvēku Eiropas reģionā nav pietiekami labs dzeramais ūdens;
- apmēram 30 milj. cilvēku gadā ir risks saslimt no uztura, kas satur salmonellas vai *campylobacter;*
- miljoniem pilsētu iedzīvotāju ir risks saslimt ar elpošanas orgānu slimībām augsta atmosfēras gaisa piesārņojuma dēļ;
- 20–30% Eiropas iedzīvotāju dzīvo mitrās, nepietiekami ventilējamās telpās;
- apm. 200 000 cilvēku Eiropas reģionā katru gadu iet bojā nelaimes gadījumos mājās, darbā un uz ceļiem;
- Eiropas reģionā ir ap 400 milj. strādājošo, un pusei no viņiem nav iespējams saņemt pat minimālus aroda medicīnas pakalpojumus. Ekonomiskie zaudējumi no nelaimes gadījumiem darbā dažās Eiropas valstīs gadā sasniedz 3–5% nacionālā kopprodukta.

Minētās pasaules vides veselības problēmas rada daudz pārdomu un diskusiju. Literatūrā parādās spriedumi par līdzsvarotu sabiedrību. Pēc dažu autoru domām, līdzsvarota ir tāda sabiedrība, kas var ilgstoši pastāvēt no paaudzes paaudzē, kas ir pietiekami tālredzīga, elastīga un saprātīga, lai nesagrautu nedz savas fiziskās, nedz sociālās apgādes sistēmas.

Līdzsvarotā sabiedrībā populācija, kapitāls un tehnoloģija sabalansēti tā, lai nodrošinātu adekvātu materiālo dzīves līmeni uz vienu iedzīvotāju, lai materiālu un enerģijas caurplūde apmierinātu trīs nosacījumus:

- atjaunojamo resursu patēriņa tempi nepārsniedz šo resursu reģenerācijas tempus;
- neatjaunojamo resursu patēriņa tempi nepārsniedz tempus, ar kādiem sabalansēti un tiek atjaunoti to aizstājēji;
- piesārņošanas tempi nepārsniedz piesārņojumu asimilācijas tempus vidē [16, 28].

Mūsdienu pasaulē ļoti svarīga ir virzība uz ilgtspējīgu pasaules ekonomiku, jo lielākā daļa dabas resursu uz Zemes ir ierobežotā daudzumā. Šī svarīgā atziņa bieži tiek ignorēta: lētie resursi parasti tiek izmantoti tik ilgi, kamēr vien tie ir pieejami. Valda pārliecība, ka, dabas resursu krājumiem izsīkstot, mēs vienmēr varēsim atrast tiem aizstājējus. Šī tā sauktā ekspluatācijas stratēģija ir "pareiza" no tirgus ekonomikas viedokļa, tomēr pilnīgi nepieņemama un pat destruktīva sabiedrības ilgtspējīgas attīstības kontekstā.

Daba rīkojas ekonomiskāk nekā cilvēku sabiedrība – lielāko daļu izejvielu tā atgūst un izmanto vairākkārt. Turpretim attīstīto valstu patērētājiem ir raksturīga vienreizēja preces izmantošana, bieži vien izmetot to ārā pat tad, kad tā vēl derīga lietošanai. Tas rada divas problēmas:

- izejvielu plūsma patērētājsabiedrībā ir lielāka nekā nepieciešams;
- liels daudzums vērtīgu izejvielu nonāk izgāztuvēs, jo to atkārtota izmantošana izmaksā pārāk dārgi.

Daudzas ražošanā izmantojamās izejvielas tomēr iespējams lietot atkārtoti, piemēram, lielu ietaupījumu dod metālu atkārtota izmantošana. Ir aprēķināts, ka metāllūžņu pārstrāde ietaupa 65% enerģijas un 40% ūdens, bet gaisa piesārņojums samazinās par 70%.

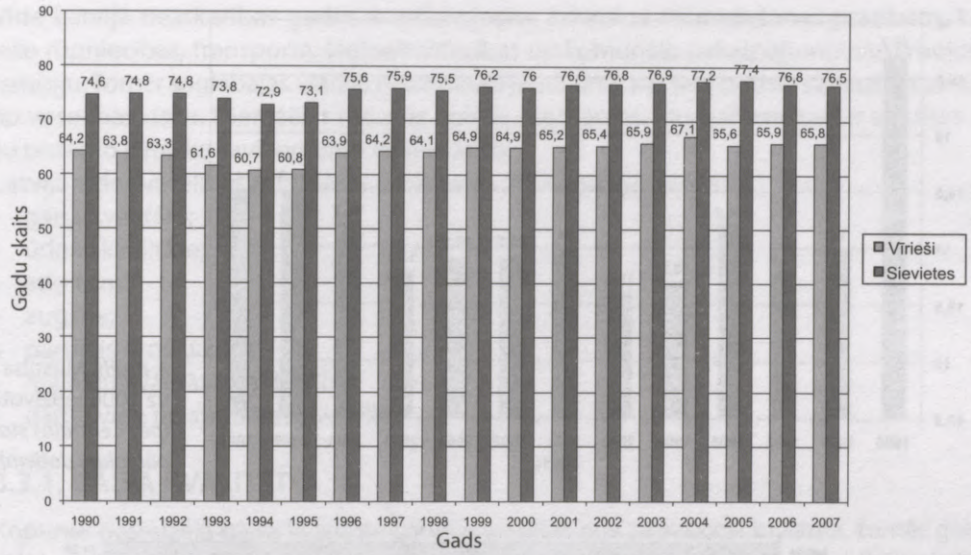
Cits taupīšanas veids ir preču atkārtota izmantošana, kas arī ietaupa lielus līdzekļus un dabas resursus, piemēram, stikla pudeļu atkārtota izmantošana dzērienu iepildīšanai. Tikai pēc tam, kad pudele ir lietota desmit vai divdesmit reižu, to var pārkausēt un izmantot jaunu pudeļu ražošanai. Pašreiz lielā daudzumā tiek pārstrādātas arī plastmasas pudeles un skārdenes [27, 16, 35].

3.3. GALVENĀS VIDES VESELĪBAS PROBLĒMAS LATVIJĀ

Veselību ietekmē mijiedarbībā esošu apstākļu kopums – dabiskā un antropogēniskā vide: dabas ainava, gaisa, ūdens un pārtikas kvalitāte, mājoklis, sociālie un darba apstākļi. Vide un cilvēka veselība ir savstarpēji cieši saistītas. Vides faktori ir vieni no galvenajiem veselību ietekmējošiem faktoriem.

Latvijas iedzīvotāju veselības stāvoklis 20. gs. 90. gadu sākumā pasliktinājās. Par to liecina vidējā paredzamā mūža ilguma samazināšanās, kā arī dažu hronisko un vairāku sociāli bīstamu slimību biežuma pieaugums. Kopējie veselības indikatori, bērnu mirstība un paredzamā mūža ilgums piedzimstot parāda, ka Latvijā ir daudz sliktāks iedzīvotāju veselības stāvoklis nekā citās Eiropas valstīs. Vidējais paredzamais mūža ilgums 1993. gadā vīriešiem bija 61,6 gadi, bet sievietēm – 73,8 gadi. Zīdaiņu mirstība 1993. gadā bija 15,5 uz 1000 dzimušo; tas ir trīs reizes vairāk nekā Ziemeļeiropas valstīs.

2003. gadā vidējais paredzamais mūža ilgums ir nedaudz palielinājies – vīriešiem 65,9 gadi un sievietēm – 76,9 gadi [26], kaut gan šie rādītāji ir vieni no zemākajiem Eiropā (2. att.). Starpība starp vīriešu un sieviešu vidējo paredzamo mūža ilgumu ir 11 gadi pretēji tendencēm citās Eiropas valstīs, kur tā ir 5–7 gadi. Kā zināms, vidējo paredzamo mūža ilgumu visvairāk



2. attēls. Jaundzimušo paredzamais mūža ilgums (gadi) Latvijā

ietekmē jaunu cilvēku nāves cēloņi, un, pirmkārt, bērnu mirstība, kas Latvijā arī pēdējos gados ir aptuveni trīsreiz lielāka nekā Ziemeļvalstīs, un, otrkārt, tie ir nelaimes gadījumi un traumas, kas ir izplatītākie mirstības cēloņi Latvijā darbspējīgo iedzīvotāju, it īpaši vīriešu, vidū. Paredzamā mūža ilguma atšķirība starp abiem dzimumiem izskaidrojama ar abu dzimumu atšķirīgo saslimstību un invaliditāti fizisko un psiholoģisko riska faktoru nelabvēlīgas ietekmes dēļ (smēķēšana, alkoholisms, rekreācijas un darba apstākļi) [10].

Latvijā paredzamais mūža ilgums ir aptuveni 8 gadus īsāks nekā vidēji Eiropas Savienības "vecajās" dalībvalstīs. Dati par paredzamo mūža ilgumu citās Eiropas Savienības dalībvalstīs liecina, ka vismazākais tas ir trijās Baltijas valstīs – Latvijā, Lietuvā un Igaunijā, bet vislielākais – Itālijā un Zviedrijā. No "jaunajām" dalībvalstīm vislielākais tas ir Maltā, no trijām Baltijas valstīm – Lietuvā (*WHO Health for all Database,* http://data.euro.who.int/hfamdb/).

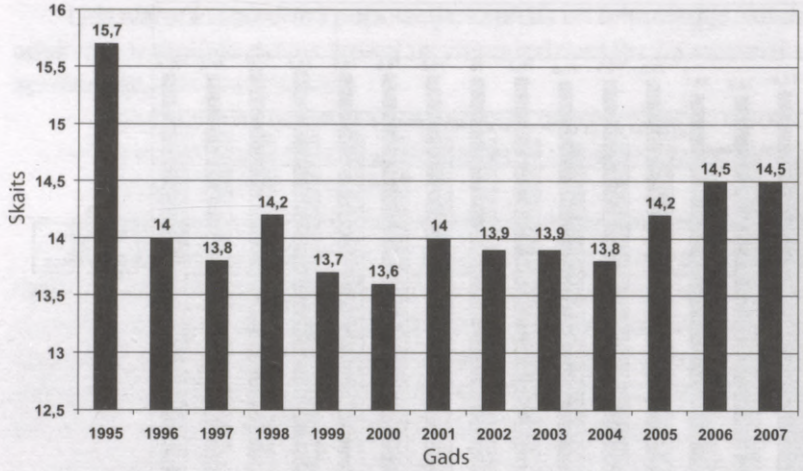
Līdztekus paredzamā mūža ilgumam Latvijā nozīmīgs ir arī augstais iedzīvotāju mirstības rādītājs (4. att.). Situācijas uzlabošanās bija vērojama 1995.gadā, kad mirstība uz 1000 iedzīvotāju samazinājās līdz 15,7 gadījumiem un 2000. gadā, kad tā samazinājās līdz 13,6, taču 2001. un 2002. gadā tā atkal pieauga. Mirstības rādītājs Latvijā ir viens no visaugstākajiem Eiropā (3. att.).

Lielas problēmas valstij sagādā arī tas, ka ļoti daudz iedzīvotāju mirst darbspējīgā vecumā, īpaši vīrieši. Mirstību darbspējīgā vecumā raksturo potenciāli zaudēto dzīves gadu rādītājs.

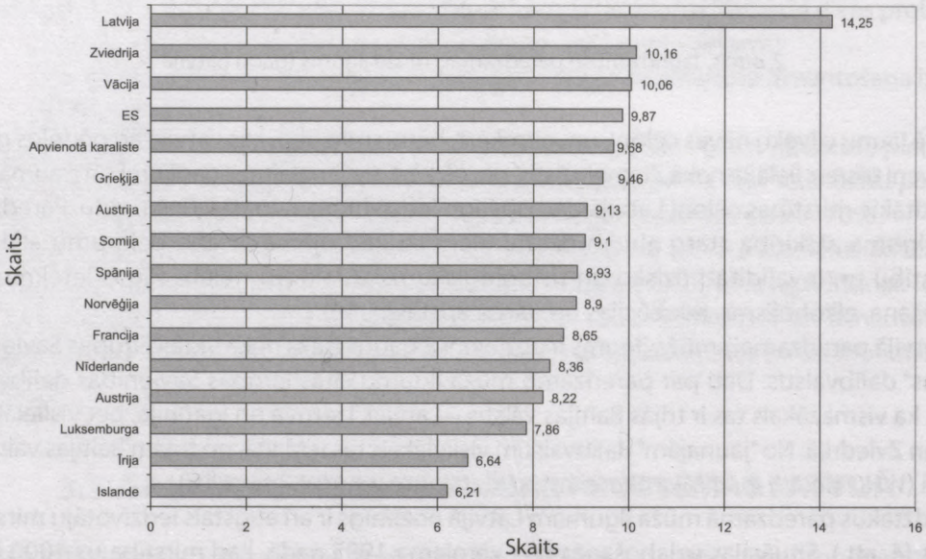
Kopējais potenciāli zaudēto dzīves gadu rādītājs līdz 65 gadu vecumam uz 100 000 iedzīvotājiem 2003. gadā Latvijā bija 7749 gadi: vīriešiem 11305 gadi, sievietēm 4386 gadi uz 100 000 iedzīvotājiem. Tātad vīriešiem šis rādītājs ir gandrīz 3 reizes lielāks nekā sievietēm. Tas vēlreiz norāda uz to, ka vīrieši mirst agrāk nekā sievietes, iespējams, gan neveselīgāka dzīvesveida dēļ, gan tāpēc, ka viņiem nav pietiekami nopietna attieksme pret savu veselību.

Pēc subjektīvas veselības uztveres tikai neliela daļa Latvijas iedzīvotāju savu veselību vērtē kā labu vai ļoti labu (mazāk nekā 30%, salīdzinot ar 36% Igaunijā un 70–80% Ziemeļvalstīs) [10].

Pētījumi liecina, ka nepilnības veselības aprūpē neapšaubāmi ietekmē mirstības rādītājus, tomēr attiecībā uz noteiktām slimībām un ārējiem cēloņiem to nozīmīgums nav tik liels.



3. attēls. Mirstība Latvijā uz 1000 iedzīvotājiem *(pēc Centrālās statistikas pārvaldes datiem)*



4. attēls. Mirstība uz 1000 iedzīvotājiem Eiropas valstīs 2007. gadā (pēc PVO datu bāzes "Veselību visiem" – *WHO (HFA), database,* 2007)

Mirstības rādītāju pieauguma galvenais iemesls ir slimību un nelaimes gadījumu skaita palielināšanās, ko nosaka:

- vides fizikālie, bioloģiskie, ķīmiskie un psihosociālie faktori;
- ar dzīvesveidu un paradumiem saistītie riska faktori (piemēram, smēķēšana, alkohols), narkotisko un psihotropisko vielu lietošana, nesabalansēts uzturs, mazkustīgs dzīvesveids un nedroša seksuālā uzvedība;
- iedzimtība;
- riska apstākļi, it īpaši sociālā un ekonomiskā nevienlīdzība, ilgstošs bezdarbs, nabadzība un sociālā izolētība, kas nozīmīgi ietekmē arī dzīvesveidu un paradumus.

Vides veselības problēmas Latvijā daudzējādā ziņā ir līdzīgas jau minētajām globālajām un pārrobežu pārneses vides veselības problēmām.

Vide Latvijā neatkarības gados ir uzlabojusies sakarā ar likumdošanas prasībām, kas ierobežo rūpniecības, transporta, lauksaimniecības un komunālo pakalpojumu piesārņojošo vielu emisiju. Tomēr saglabājas vairāki neatrisināti jautājumi, kas ļauj būtiski samazināt ar vidi saistīto veselības risku. Diemžēl ir radušās jaunas problēmas, kas galvenokārt ir saistītas ar strauju bīstamo ķīmisko savienojumu izplatīšanos.

Latvijā vides veselības prioritārās problēmas 2006. gadā ir šādas:

- gaisa kvalitāte;
- ūdens kvalitāte;
- atkritumi;
- augsne;
- pārtikas drošība:
- mājokļu kvalitāte un drošība;
- darba vide un strādājošo veselība.

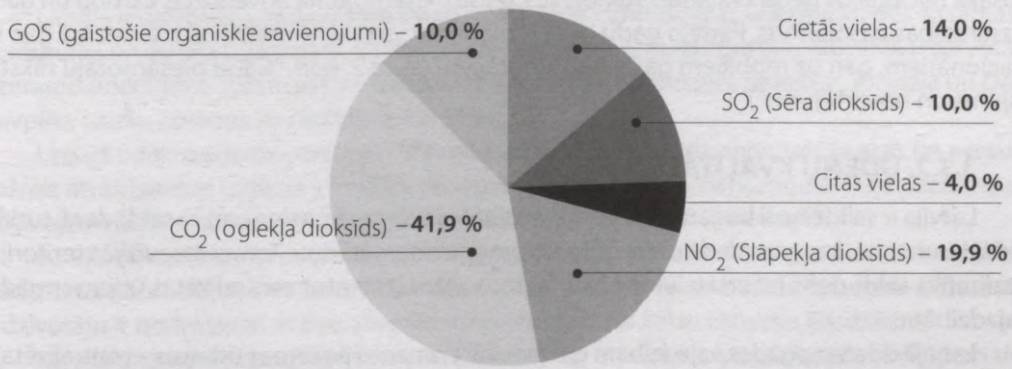
3.3.1. GAISA KVALITĀTE

Kopumā pašreizējā gaisa kvalitāte Latvijas pilsētās nav satraucoši bīstama, tomēr gaisa kvalitāti Latvijā ietekmē dabīgie (augsnes erozija, augi u.c.) vai ar cilvēka darbību saistītie gan stacionārie, gan mobilie (ķīmisko vielu emisija no ražošanas uzņēmumiem, katlumājām, transporta līdzekļiem, atkritumu sadedzināšanas vietām) piesārņojošo vielu izmešu avoti, kā arī gaisa piesārņojuma pārrobežu pārnese lielos attālumos.

Pēdējos desmit gados piesārņojošo vielu emisija gaisā no stacionāriem avotiem kopumā ir samazinājusies, un šāda tendence saglabāsies arī turpmāk. Tomēr atsevišķu piesārņojošo vielu koncentrācija gaisā ir tuva robežlielumiem, dažos gadījumos tos pat pārsniedz. No stacionārajiem avotiem piesārņojuma lielāko daļu (81,1%) rada katlumājas. 5. attēlā parādīta stacionārā gaisa piesārņojuma izmešu struktūra Latvijā 2004. gadā [26].

Izmešu struktūrā pirmajā vietā ir oglekļa dioksīds (41,9%), otrajā vietā ir slāpekļa dioksīds (19,9%) un trešajā vietā – sēra dioksīds (10,1%).

Viens no galvenajiem mobilajiem gaisa piesārņojuma avotiem ir autotransports, tādēļ īpaša uzmanība jāpievērš šā piesārņojuma veida samazināšanai. Latvijā reģistrēto vieglo automobiļu vidū dominē 80.–90. gados ražotie automobiļi, kuriem nav aizsargierīču, kas novērš kaitīgo vielu nonākšanu gaisā. Nozīmīgi gaisa piesārņošanas avoti ir arī augsne, rūpnīcu, elektrostaciju un namu dūmeņi, lielās degvielu glabātuves, kokogļu ražotnes, katlumājas, lidmašīnas.



5. attēls. Stacionārā gaisa piesārņojuma izmešu procentuālā struktūra Latvijā 2004. gadā

Piesārņojošo vielu vidū īpaši jāizceļ slāpekļa dioksīds, piezemes ozons, formaldehīds un gaisā disperģētās cietās daļiņas – putekļi. Daži citi bīstamākie gaisa piesārņotāji ir oglekļa un slāpekļa oksīdi, oglekļa dioksīds, ogļūdeņraži, aldehīdi, gaistošie organiskie savienojumi.

Pēc Latvijas Hidrometeoroloģijas aģentūras veiktajiem novērtējumiem Rīgā no 1998. līdz 2002. gadam un Rīgas Domes Vides departamenta gaisa piesārņojuma mērījumu rezultātiem, pēdējos gados Rīgā atsevišķos gadījumos ir pārsniegti cilvēka veselības aizsardzībai noteiktie robežlielumi sēra dioksīdam, slāpekļa dioksīdam, ozonam, formaldehīdam un disperģētajām cietajām daļiņām – putekļiem.

Diemžēl pēdējos gados gaisa kvalitāti pilsētās un ciematos negatīvi ietekmē degvielas uzpildes staciju skaita daudzkārtējs pieaugums un to radītais gaisa piesārņojums.

Lai mazinātu piesārņojumu ar ogļūdeņražiem, jāievieš tvaika atsūknētāji. Situācijas uzlabošanai ir ieteicams izmantot videi nekaitīgu degvielu.

Latvijā strauji pieaudzis arī uzskaitīto mazo (decentralizēto) katlumāju skaits, kurās galvenokārt izmanto cieto kurināmo – akmeņogles, malku, kūdru. Šīs katlumājas nenodrošina nepieciešamo izmešu attīrīšanu no putekļiem un gāzēm, turklāt bieži vien tās atrodas nepieļaujami tuvu dzīvojamām un sabiedriskām celtnēm. Izstrādājot plānu katlumāju apgādei ar cieto daļiņu uztveršanas iekārtām, mazinātos draudi videi un cilvēka veselībai. Kā problēma jāmin arī gaisa piesārņojums no lielajām katlumājām.

Latvijā ir novērota arī piesārņojuma pārnese no Polijas, Vācijas un Lietuvas. Galvenokārt tā ir sēra dioksīda, slāpekļa oksīdu, amonjaka un nemetāna gaistošo organisko savienojumu emisija. Sēra un slāpekļa savienojumi gan mitrā (ar nokrišņiem), gan sausā (aerosolu) veidā rada nosēdumus. Šie savienojumi pārmaina nokrišņu un vides reakciju, kas ietekmē gan ekosistēmas (augsni, virszemes ūdeņus, mežus u.c.), gan ēkas un kultūras pieminekļus.

Ar robežšķērsojošā piesārņojuma pārnesi lielā attālumā ir saistīta piezemes ozona piesārņojuma veidošanās Latvijas teritorijā. Lai samazinātu un kontrolētu piesārņojošo vielu pārnesi no vienas valsts uz citu, arī Latvija ir pievienojusies ANO/EEK Ženēvas konvencijai *"Par robežšķērsojošo gaisa piesārņošanu lielos attālumos"*. Šīs konvencijas t.s. Gēteborgas protokols *"Par paskābināšanos, eitrofikāciju un piezemes ozona samazināšanu"* paredz samazināt gaisa piesārņojumu [11].

Pašlaik nav informācijas par iedzīvotāju skaitu, kas ir pakļauti piesārņojumam virs veselības aizsardzības noteiktajiem robežlielumiem.

Lai samazinātu gaisa piesārņojuma nelabvēlīgo ietekmi, LR Ministru kabineta 2003. gada 21. oktobra noteikumi Nr. 588 par gaisa kvalitāti paredz preventīvu pasākumu veikšanu. Tie nosaka nacionālos gaisa kvalitātes standartus, gaisa piesārņojuma novēršanas kārtību un gaisa aizsardzības pasākumus. Pēdējo gadu laikā ir pieņemti vairāki normatīvi akti attiecībā gan uz stacionāriem, gan uz mobiliem gaisa piesārņotājiem (sk. 6.2. nod. "Gaisa piesārņotāju raksturojums un novērtējums").

3.3.2. ŪDEŅU KVALITĀTE

Latvija ir salīdzinoši bagāta ar dažādas kvalitātes ūdens resursiem, arī ar saldūdeni, turklāt tādā daudzumā, kas pārsniedz pašreizējo un prognozēto patēriņu. Tomēr atsevišķās teritorijās kvalitatīva saldūdens resursi ir ierobežoti, lai tos varētu izmantot centralizētās ūdensapgādes vajadzībām.

Latvijā ūdens apgādes vajadzībām galvenokārt izmanto **pazemes ūdeņus** – centralizētajai ūdensapgādei izmanto **artēziskos ūdeņus** (dziļos pazemes ūdeņus), bet viensētās un apdzīvotās vietās – **gruntsūdeņus**.

Latvijā pastāv pazemes ūdeņu piesārņojuma problēma ar sadzīves un rūpniecības atkritumiem. Ap jebkuru pastāvīgu piesārņojuma avotu veidojas pazemes ūdeņu piesārņojuma zona. Galvenokārt tiek piesārņoti gruntsūdeņi. Viens no nozīmīgākajiem Latvijas ūdeņu piesārņojuma avotiem ir robežšķērsojoša ūdeņu piesārņojuma pārnese. It īpaši bīstami ir biogēnie elementi un noturīgas vidi piesārņojošās vielas.

Lielākās Latvijas upes, kurās piesārņojums nokļūst no kaimiņvalstīm, ir Daugava, Lielupe un Venta. Valdošo straumju un vēju ietekmē rodas arī jūras piesārņojums no Lietuvas.

Gandrīz puse no Latvijas virszemes ūdeņos nonākošā piesārņojuma rodas ārpus valsts robežām. Latvijas ūdeņus piesārņo arī neattīrīti vai nepilnīgi attīrīti notekūdeņi.

Gruntsūdeņu piesārņojums konstatēts visās lielākajās Latvijas pilsētās. Piesārņotajos gruntsūdeņos konstatēta paaugstināta organisko vielu, slāpekļa un hlorīdu koncentrācija, kā arī deterģentu un naftas produktu klātbūtne. Saimnieciskā darbība stipri pārmaina pazemes ūdeņu dabisko ķīmisko sastāvu, jo ūdens ieguves rezultātā starp pazemes ūdeņu horizontiem notiek dažādu ķīmisko vielu apmaiņa. Latvijā nav pazemes ūdeņu reģionālā piesārņojuma. Tajā pat laikā ir konstatētas ne mazāk kā 1000 vietu, kur gruntsūdeņi ir piesārņoti [25, 26].

Nozīmīgākie lokālie pazemes ūdeņu piesārņojuma perēkļi veidojas rūpniecības un agrorūpniecības objektu, kā arī izgāztuvju teritorijās. Bīstami piesārņotās vietās piesārņojuma zonu lielumu nosaka tehnogēnā slodze un dabiskās aizsardzības pakāpe. Pašattīrīšanās procesi pazemes ūdeņos notiek 3–4 reizes lēnāk nekā virszemes ūdeņos, tādēļ piesārņotās zonas var pastāvēt desmitiem un pat simtiem gadu [25].

Latvijā vēl joprojām konstatē lielu daudzumu pazemes ūdeņu piesārņojuma zonu, kur gruntsūdeņu ķīmiskais sastāvs ir krasi atšķirīgs no dabiskā. Galvenie pazemes ūdeņu piesārņojuma avoti ir izgāztuves (Rīgā "Getliņi", Jūrmalā "Kūdra"), šķidro un pastveida toksisko atkritumu dīķi (Olainē, Inčukalnā, Jelgavā), agroķīmijas noliktavas (Iecavā, Ventspilī, Jelgavā), naftas bāzes (Jaunmīlgrāvī, Tukumā), bijušās PSRS armijas bāzes (Spilvē, Rumbulas lidostā u.c.) [25].

Neraugoties uz intensīvo piesārņojumu, piesārņojumu zonām ir lokāls raksturs un tās lokalizējas kvartāla ūdens kompleksā. Tikai atsevišķos gadījumos konstatēts dziļāko horizontu piesārņojums. Visbīstamākās artēzisko ūdeņu piesārņojuma zonas ir teritorijās ap sērskābā gudrona izgāztuvi Inčukalnā, Jūrmalas pilsētas izgāztuvi "Kūdra", Rīgas pilsētas izgāztuvi "Getliņi" un Tukuma naftas bāzi [25].

Latvijā artēziskie ūdeņi ir mikrobioloģiski tīri, tajos praktiski nav konstatēti rūpnieciski vai lauksaimnieciski ķīmiski savienojumi. Tomēr tiem ir augsts dzelzs saturs, paaugstināts amonija, fenolu un mangāna daudzums, zems fluora saturs.

Latvijā iedzīvotājus ar **dzeramo ūdeni** nodrošina centralizētās ūdensapgādes sistēmas – komunālie un resoru ūdensvadi, kā arī individuālie avoti. Latvijas pilsētās līdz 95% iedzīvotāju dzeramo ūdeni saņem centralizēti (Rīga, Liepāja, Jelgava, Ventspils, Rēzekne, Jūrmala un Daugavpils). Lauku apvidos šis rādītājs ir 40–50% [25].

Latvijā ūdensapgādei pārsvarā izmanto pazemes ūdeni (urbumus, raktās akas un avotus). Pašreiz divās Latvijas pilsētās – Rīgā un Ventspilī – ir jaukta tipa ūdensapgāde – no pazemes un atklātajiem ūdens avotiem: no Daugavas – Rīgā, no Puzes ezera – Ventspilī.

Pārējā valsts teritorijā centralizētās ūdensapgādes sistēmas iedzīvotājus ar dzeramo ūdeni nodrošina, ņemot ūdeni no artēziskām akām, kuru dziļums ir no 50 līdz 200 m. 4–50% lauku iedzīvotāju ir nodrošināti ar dzeramo ūdeni no raktām vai seklo urbumu grodakām.

Latvijā dzeramā ūdens kvalitāte pēc ķīmiskajiem un mikrobioloģiskajiem rādītājiem tiek vērtēta atbilstoši LR Ministru kabineta 1999. gada 23. februāra noteikumiem Nr. 63 *"Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma prasības"*.

Kaut gan Latvijas ūdens resursi pilnībā ļauj nodrošināt iedzīvotājus ar labas kvalitātes dzeramo ūdeni, tomēr Latvijā pastāv vairākas dzeramā ūdens apgādes problēmas:

- novecojusī ūdensapgādes sistēma, kas rada papildu iespējas dzeramā ūdens piesārņojumam;
- atklāto ūdenskrātuvju piesārņojums (Rīgā);
- zemā ūdens kvalitāte grodu un šahtu akās (mikrobioloģiskais piesārņojums, piesārņojums ar nitrātiem, paaugstināts organisko vielu daudzums);
- ūdens kvalitātes noteikšanas ierobežojumi finansiālu problēmu dēļ;
- ūdens kvalitātes nacionālo standartu un unificētu ūdens analīžu metožu trūkums;
- paaugstinātā dzelzs savienojumu koncentrācija dzeramajā ūdenī;
- centralizētās ūdensapgādes sistēmas trūkums lauku rajonos un mazpilsētās, kā arī lielo pilsētu individuālos dzīvojamos rajonos.

Par prioritāru vides problēmu Latvijā ir atzīta **ūdenstilpju eitrofikācija** un ūdens ekosistēmu degradācija. Tās izpausmes ir vērojamas gan iekšzemes ūdeņos, gan jūrā.

Ar jēdzienu "eitrofikācija" apzīmē apstākļus, kad ūdens tilpnē, pieaugot biogēno elementu (slāpekļa, fosfora, silīcija savienojumi) saturam, stipri palielinās bioloģisko procesu intensitāte, kas vispirms novērojama kā aļģu attīstība un organisko vielu uzkrāšanās, un kopumā noved pie ievērojamas ūdens kvalitātes pasliktināšanās.

Eitrofus ūdeņus raksturo augsta biogēno elementu koncentrācija ūdenī un nogulumos, augsts organisko vielu saturs ūdenī, augsta ūdeņu bioloģiskā produktivitāte, duļķains ūdens, skābekļa deficīts piegrunts zonā un tipiska bezskābekļa vide zemledus periodā, bioloģiskās daudzveidības samazināšanās, bet dzīvo organismu kopējās masas pieaugums ūdeņos.

Eitrofikācijas rezultātā ūdeņos attīstās tādas aļģu sugas, kas producē dažādus toksīnus.

Galvenie biogēno elementu – slāpekļa un fosfora savienojumu – avoti ir pilsētu un apdzīvoto vietu notekūdeņi (punktveida piesārņojumu avoti) un notece no lauksaimniecības zemēm (izkliedētais piesārņojums) [24].

Pateicoties Latvijā īstenotās vides aizsardzības politikas efektivitātei, vidi saudzējošo tehnoloģiju ieviešanai un ūdens patēriņa racionalizēšanai, kopējais notekūdeņu apjoms no 1991. līdz 2004. gadam ir samazinājies vairāk nekā divas reizes. Turklāt kopējā notekūdeņu apjomā ir palielinājies normatīvi attīrīto notekūdeņu īpatsvars.

Apmēram 50% lauku iedzīvotāju dzeršanai izmanto ūdeni no šahtu vai grodu akām, kuru dziļums nepārsniedz 10–15 m. Apdzīvotās vietās, kas nav labiekārtotas, kur nav ūdensvadu sistēmu, ir ierīkotas tā saucamās koplietošanas akas. Pēdējos gados šādu aku skaits ir krasi samazinājies. Pieaug nereģistrēto privāto ūdens ņemšanas urbumu skaits, kuri nav pakļauti nekādai kontrolei; ir arī daudz neizmantotu bezīpašnieka urbumu. Šie apstākļi palielina artēzisko ūdeņu piesārņošanas risku. Arī ūdens attīrīšanas iekārtas ir novecojušas, tās tiek slikti uzturētas; dezinfekcija pilnībā nenodrošina pret vīrusu infekcijām. Arī jau minētā iespējamā ķīmisko sārņu ieplūde Daugavā (galvenokārt no Krievijas, Baltkrievijas u.c. augšteces valstu uzņēmumiem) rada risku patērētāju veselībai.

Vides veselības problēma ir arī zema **peldūdeņu** kvalitāte iekšzemē. Pēc Valsts Sabiedrības veselības aģentūras datiem, 2002. gada peldsezonā Baltijas jūras un Rīgas līča peldvietās ūdens kvalitāte pēc mikrobioloģiskajiem rādītājiem 0,5% analizēto paraugu neatbilda peldvietu ūdens kvalitātes obligātajām prasībām, bet pēc ķīmiskajiem rādītājiem – 29% analizēto paraugu. Iekšzemes ūdeņu peldvietās rādītāji bija sliktāki: pēc mikrobioloģiskajiem rādītājiem prasībām neatbilda 2,8% analizēto ūdens paraugu, bet pēc ķīmiskajiem rādītājiem – 38,5% analizēto paraugu.

Latvijai, tāpat kā pārējām Baltijas jūras valstīm, lielu problēmu rada **jūras piesārņojums**. Baltijas jūra ir sekla iekšzemes jūra ar lēnu ūdens apmaiņu, tāpēc tā ir sevišķi jutīga pret

piesārņojumu. Apkārtējās vides indīgās vielas, kas tiek izvadītas ūdenī, saglabājas ilgāk nekā citos pasaules okeāna rajonos. Tās sakrājas ūdenī, nogulumos un dzīvajos organismos. Bez tam relatīvi zemās ūdens temperatūras dēļ to sadalīšanās noris lēni.

Cits Baltijas jūras jutīguma cēlonis ir ļoti krasā ūdens masu noslāņošanās. Sāļais ūdens var vairākus gadus palikt dziļākajās ieplakās: patērētā skābekļa krājumi netiek papildināti un pakāpeniski iestājas pilnīgs skābekļa trūkums.

Trešais cēlonis Baltijas jūras sevišķam jutīgumam ir tas, ka tā ir **sājūdens jūra**, kur saldūdens un sāļūdens organismi eksistē uz robežas, līdz kurai tie spēj pielāgoties. Tāpēc organismi dzīvo pastāvīgos spriedzes apstākļos, un var pieņemt, ka tie ir jutīgāki pret līdzsvara izjaukšanu (piemēram, ar apkārtējai videi indīgām vielām) nekā organismi citās ūdens vidēs [30].

Tieši pēdējās desmitgadēs Baltijas jūras faunai un florai ir pārmainījušies dzīves apstākļi. Jūra tiek piesātināta ar barības vielām, kas labvēlīgi ietekmē vienas, bet nelabvēlīgi – citas sugas. Jūra ir arī saindēta, turklāt tādos apmēros, ka dzīvnieki, kas atrodas visaugstāk barības ķēdē, piemēram, roņi, ir nonākuši uz izzušanas robežas.

Baltijas jūras piekrastes joslas ir piesārņotas ar slāpekli un fosforu, vasarās jūrā zied indīgās aļģes.

Kā bīstamākās ķīmiskās vielas, kas piesārņo gan jūru, gan arī citas ūdenskrātuves, ir jāmin hlorogļūdeņraži – polihlorbifenili (PCB) un dihlordifeniltrihloretāns (DDT). Gan vienu, gan otru sadalīšanās apkārtējā vidē noris ļoti lēni. Šīs vielas ir taukos šķīstošas, tāpēc tās akumulējas organisma taukaudos. Tas nozīmē, ka koncentrācija stipri pieaug, virzoties augšup pa barošanās ķēdi, un var sasniegt tādu līmeni, kas traucē dzīvnieku vairošanos [9, 30].

Bīstams ir jūras piesārņojums ar smagajiem metāliem – cinku, dzīvsudrabu, kadmiju, svinu, varu u.c. Pēdējos gados īpaša vērība ir piesaistīta **dioksīniem** – vielu grupai, kurā ietilpst vairāk nekā 200 dažādu aromātisku hlorūdeņražu. Daži dioksīni ir ļoti indīgas vielas. Viena no tām – 2, 3, 7, 8-TCDD – atzīta par visindīgāko vielu, ko jebkad sintezējis cilvēks. Dioksīnu koncentrācija parasti tiek izteikta TCDD toksiskuma ekvivalentos. Dioksīni nekad nevienā valstī nav ražoti. Tie rodas piemaisījumu veidā ražojot, lietojot un sadedzinot noteiktus hlororganiskos savienojumus.

Īpaši bīstams ir jūras un citu dabas ūdeņu piesārņojums ar naftu, kas var rasties:

- tankkuģu avārijas rezultātā,
- ar tankkuģu skalošanas ūdeņiem,
- sakarā ar naftas ieguvi jūrā.

Mūsu dienās aktuāls ir kļuvis jautājums par ūdens vides piesārņojumu ar sintētiskajiem mazgāšanas līdzekļiem, kas satur dažādas vielas (balinātājus, enzīmus, stabilizatorus u.c.). No vides aizsardzības viedokļa visbīstamākie ir divi sintētisko mazgāšanas līdzekļu komponenti – virsmas aktīvās vielas un ūdens mīkstināšanas līdzekļi. Virsmas aktīvās vielas ir ūdenī šķīstošas organiskās vielas, kas koncentrējas uz virsmām un samazina ūdens virsmas spriegumu [9].

Lielākais kompaktais piesārņojuma avots Rīgas līča krastos un sateces baseinā ir pati Rīga. Diennakts laikā Rīgā rodas gandrīz pusmiljons kubikmetru notekūdeņu, kuri gadā ienes Rīgas līcī gandrīz 700 tonnu fosfora, 4600 tonnu slāpekļa un 20 tūkst. tonnu svaigu organisko mēslojumu. Rīgas "deva" dažādu barojošo vielu ieplūdē nebūt nav vienāda. Latvijas galvaspilsēta viena pati dod gandrīz pusi līcī nonākušā organiskā mēslojuma, nedaudz vairāk par ceturto daļu fosfora un tikai dažus procentus slāpekļa [30]. Slāpeklis jūrā nonāk galvenokārt no lauksaimniecības zemēm un mežiem, kā arī no gaisa. Daļa slāpekļa jūrā nonāk amonjaka veidā. Jūrā ar atmosfēras starpniecību nonāk arī slāpeklis, kas izplūst no kurtuvju dūmeņiem un automašīnu izpūtējiem. Mūsdienu tehnoloģiski augsti attīstītajos kurināmā sadedzināšanas procesos gāzveida slāpeklis ļoti augstā temperatūrā savienojas ar skābekli, veidojot slāpekļa oksīdus, kuri galu galā ar nokrišņiem nonāk jūrā (sīkāk sk. 7. nod. "Ūdens kā ekoloģiska vide").

3.3.3. ATKRITUMI

Latvijā atkritumu apsaimniekošana ir ieguvusi prioritāru nozīmi vides aizsardzībā un veselībā. Atkritumi nozīmē zaudētus materiālus un enerģiju, tie arī uzskatāmi parāda, cik efektīvi vai neefektīvi sabiedrība izmanto resursus, izejvielas un materiālus.

Latvijā dati par bīstamiem atkritumiem tiek apkopoti kopš 1997. gada, bet dati par sadzīves atkritumiem – kopš 2001. gada. 2004. gadā radītais sadzīves atkritumu daudzums ir 1 mil. 136,7 tūkst. tonnu, no tiem savākti 805,4 tūkst. un pārstrādāts 279,1 tūkst. [26].

Pakalpojumus par atkritumu apsaimniekošanu saņem aptuveni 80% pilsētu un tikai ap 20% lauku iedzīvotāju (kopumā valstī aptuveni 60%). Rezultātā atkritumi nereti tiek izbērti mežos, ceļmalās, atklātu ūdenstilpju tuvumā un citās neatļautās vietās [25].

2004. gadā bīstamo atkritumu daudzums sasniedza aptuveni 27 tūkst. tonnu. No tiem apmēram 50% (13 tūkst. tonnu) ir transportēti uz pārstrādes vai uzglabāšanas vietām (2003. gadā 5,7 tūkst. tonnu), tajā skaitā no iedzīvotājiem savāktās baterijas un elektroniskie atkritumi.

Sadzīves atkritumi ir visi atkritumi, kuri saskaņā ar spēkā esošajiem likumdošanas un normatīvajiem dokumentiem netiek klasificēti kā cilvēku veselībai vai videi bīstami. Tie ir gan atkritumi, kas rodas mājsaimniecībā, tirdzniecībā, birojos un iestādēs, dārzu un parku kopšanā, gan arī liela daļa lauksaimniecības, rūpniecības, būvniecības un daudzu citu tautsaimniecības nozaru atkritumu.

No 2000. līdz 2003. gadam ir veikta atkritumu likumdošanas harmonizācija atbilstoši Eiropas Savienības vides likumdošanas prasībām (sīkāk sk. 10. nod. "Apdzīvotu vietu vide").

3.3.4. AUGSNE

Latvijā augsnes kvalitātes problēmas izraisa gan nepārdomātā saimnieciskā darbība, gan nepareizi organizētā atkritumu glabāšana, gan dažādi procesi, kas rada augsnes eroziju, paskābināšanos un organisko vielu samazināšanos. Lauksaimniecības zemju pamešana ir izraisījusi to aizaugšanu ar nezālēm un krūmiem. Nezāļaino platību īpatsvars 2001. gadā sasniedza 7,2%, savukārt krūmu – 1,7% no kopējās lauksaimniecības zemju platības.

Ļoti auglīgas, organiskajām vielām bagātas augsnes Latvijā aizņem tikai ap 7% no lauksaimniecībā izmantojamās zemes. Pārējā zeme pieder pie mazauglīgu augšņu kategorijas [25].

Augsne ir ierobežots, 50–100 gadu periodā neatjaunojams dabas resurss. Augsne spēj aizvadīt no vides piesārņojošās vielas, tās filtrējot un absorbējot, tomēr augsnes spējas nav neierobežotas. Augsnes lielā pielāgošanās spēja parasti noved pie tā, ka nodarītais kaitējums tiek apzināts tikai tad, kad tas jau sasniedzis lielus apmērus.

No vides veselības viedokļa galvenās problēmas ir šādas:

- vietējs augšņu piesārņojums ar smagajiem metāliem, pesticīdiem, patogēniem mikroorganismiem, endoparazītu oliņām u.c. ap transporta maģistrālēm, pie atkritumu izgāztuvēm, rūpnīcu teritorijās un ap tām, pie lielfermām un citur;
- augsnes piesārņotības un attīrīšanas kritēriju trūkums;
- piesārņotās augsnes attīrīšanas un uzglabāšanas poligonu trūkums;
- augsnes piesārņojuma riska izvērtēšanas metožu trūkums;
- vienotas augsnes piesārņojuma monitoringa sistēmas trūkums.

Sakarā ar šiem trūkumiem Latvijā grūti veikt pētījumus par augsnes ķīmiskā un bioloģiskā sastāva un mikroorganismu ietekmi uz cilvēku veselību (sīkāk sk. 10. nod. "Apdzīvotu vietu vide").

3.3.5. PĀRTIKAS DROŠĪBA

Nekaitīga un veselīga pārtika nodrošina cilvēku veselības un dzīvības saglabāšanu. Veselīgas sabiedrības primārais nosacījums ir iedzīvotāju nodrošināšana ar nekaitīgu pārtiku. Tās mērķis ir aizsargāt patērētāju veselību, dzīvību, vidi. No 2002. gada 1. janvāra Latvijā ir izveidots Pārtikas un veterinārais dienests kā īpaša pārtikas aprites pārraudzības institūcija.

Latvijā arvien aktuālāks kļūst pārtikas piesārņojums ar ķīmiskiem savienojumiem, jo labības, dārzeņu un augļu audzēšanā bieži pārmērīgi tiek lietots minerālmēslojums, biostimulanti un pesticīdi. Ilgstoši lietojot uzturā šādi apstrādātus kultūraugus, organismā akumulējas veselībai kaitīgi ķīmiskie savienojumi, kas var izraisīt dažādas slimības. Latvijā tiek novērota arī smago metālu un biostimulantu klātbūtne gaļā un pienā. Vēl visur nav ieviestas aizsargjoslas gar ceļiem, labības un dārzeņu laukiem, augļu dārziem un ganībām, lai tādējādi izvairītos no autotransporta izplūdes gāzu un sacelto putekļu iedarbības uz kultūraugu, gaļas un piena kvalitāti. Latvijā ir parādījusies arī ģenētiski modificēta pārtika no ģenētiski modificētām substancēm.

Daudz pieaugušo un bērnu cieš no alerģijas. Šo cilvēku skaits vides un pārtikas piesārņojuma dēļ palielinās. Pat neliels daudzums alergēna produktā var izraisīt slimību. Lietojot gēnu inženierijas metodes, alergēni nokļūst produktos, kuros tie dabiski nav sastopami. Var rasties arī jaunas alerģiju radošas vielas. Augiem, kas modificēti, lai iegūtu imunitāti pret slimībām vai nogalinātu kaitēkļus, ir lielāka iespēja izraisīt alerģiju nekā normāliem augiem.

Galvenās problēmas:

- nepietiekama pārtikas kvalitāte tirdzniecības un pakalpojumu sfērā (nepietiekama sadarbība starp pārtikas drošuma kontroles un epidemioloģiskās uzraudzības institūcijām);
- augsts grupveida slimību gadījumu skaits ar pārtikas (arī dzeramo ūdeni) mikrobioloģisko piesārņojumu saistītām infekcijas slimībām;
- nepietiekams higiēnas izglītības līmenis personām, kas nodarbinātas pārtikas apritē;
- nezināmas izcelsmes nekvalitatīvu pārtikas produktu ieplūšana tirgū;
- novecojušu tehnoloģiju izmantošana pārtikas rūpniecībā;
- pārtikas piesārņojums ar ķīmiskiem savienojumiem;
- ģenētiski modificēta pārtika.

Lai risinātu minētās problēmas, pārtikas drošības normatīvie dokumenti jāsaskaņo ar Eiropas Savienības direktīvām. Svarīgi plašāk informēt sabiedrību un ieinteresētās organizācijas par aktuālākajiem pārtikas nekaitīguma jautājumiem un veselīgu uzturu. Lai samazinātu slimību risku, jāuzlabo datu vākšana un analīze par infekcijas slimību gadījumiem, kurus izraisījusi piesārņotas pārtikas (arī dzeramā ūdens) lietošana uzturā (sīkāk sk. 11. nod. "Uztura higiēna").

3.3.6. MĀJOKĻU KVALITĀTE UN DROŠĪBA

Mājokļu kvalitāte un drošība Latvijā saistīta ar:

- vecām, nolietotām mājām, kurās pastāv pelējuma, vēdināšanas, mitruma un apkures problēmas;
- sociālām problēmām – pārapdzīvotība un līdz ar to lielāks nelaimes gadījumu un traumu iegūšanas risks;
- mājokļu labiekārtotības trūkumu (bieži nav centralizētas ūdensapgādes, centrālapkures, gāzes, elektrības, telefona);

- ar dzīvojamo vidi saistītām piesārņojuma problēmām:
  - telpu gaisa piesārņojums (putekļi, dzīvnieku spalvas un izdalījumi, tabakas dūmi, troksnis u.c.);
  - grauzēji un insekti dzīvokļos;
- klaiņojošiem kaķiem un suņiem;
- nesakārtotiem pilsētu un apdzīvoto vietu teritoriālās plānošanas jautājumiem (satiksmes un pakalpojumu pieejamība, satiksmes plūsmas nesakārtotība apdzīvotās vietās);
- apzaļumošanu dzīvojamos kvartālos.

Norvēģijas un Baltijas zinātnieku (NORBALT) 1999. gada pētījuma "Dzīves apstākļi Latvijā" iegūtie rezultāti ļauj secināt, ka dzīvokļa labiekārtotība ir cieši saistīta ar urbanizācijas līmeni. Laukos labiekārtotības līmenis ir ievērojami zemāks.

Būtiskas atšķirības labiekārtotībā pastāv starp dažādiem mājokļa tipiem. Visaugstākais labiekārtotības līmenis ir 5 un vairākstāvu daudzdzīvokļu mājās, samērā augsts tas ir arī 1–4 stāvu daudzdzīvokļu mājās, toties salīdzinoši zems labiekārtotības līmenis, kopumā ņemot, ir savrupmājās un viensētās.

Atbilstoši 2000. gada tautas skaitīšanas datiem, kopējā dzīvojamā fonda labiekārtotību raksturo sekojoši skaitļi (% no mājokļu kopskaita):

- elektrība – 98,7%;
- gāzes pārvads – 87,3%;
- ūdensvads – 77,0%;
- vanna vai duša – 67,3%;
- centrālā apkure – 65,0%;
- karstais ūdens – 56,3%.

Joprojām vismazāk labiekārtots ir valsts īpašumā esošais dzīvojamais fonds [25].

Dzīvokļu problēma ir viena no asākajām sociāli ekonomiskajām problēmām (sīkāk sk. 10. nod. "Apdzīvotu vietu vide").

3.3.7. DARBA VIDE UN STRĀDĀJOŠO VESELĪBA

Tieši darba vidē pastāv vislielākā iespēja, ka cilvēks ilgstoši var tikt pakļauts dažādu kaitīgo faktoru iedarbībai.

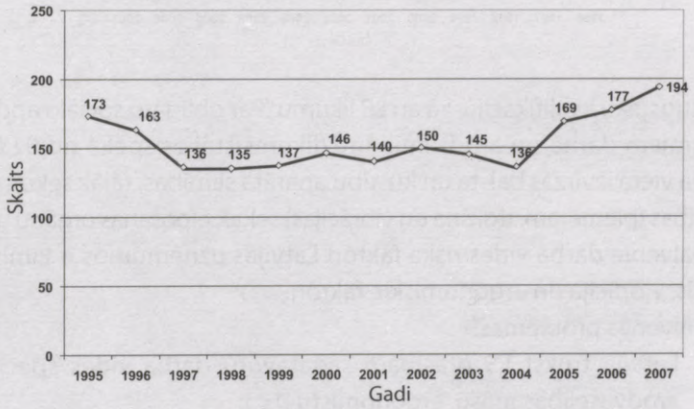
Par darba drošības un nodarbināto veselības aizsardzības sistēmas juridisko pamatu kalpo LR Darba likums (20.06.2001.; spēkā no 01.06.2002.) un Darba aizsardzības likums (20.06.2001.; spēkā no 01.01.2002.). Darba aizsardzības likums pārņem ES pamatdirektīvas prasības un principus darba aizsardzības jomā.

Jāatzīmē, ka Darba aizsardzības likums nosaka, ka ar darba vidi jāsaprot darba vieta ar tās fizikālajiem, ķīmiskajiem, psiholoģiskajiem, bioloģiskajiem, fizioloģiskajiem un citiem faktoriem, kuriem, veicot savu darbu, pakļauts strādājošais. Tātad darba vide ir mainīgu darba apstākļu komplekss, kuri var radīt kaitējumu strādājošā veselībai, tādēļ tos pieņemts saukt par riska faktoriem.

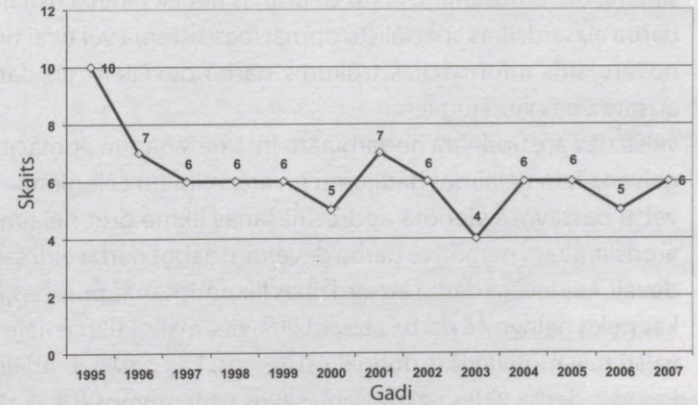
Pēc neatkarības atgūšanas Latvijas ekonomikā notikušas straujas pārmaiņas. Samazinājies lielo uzņēmumu skaits, to vietā stājies liels daudzums vidējo un mazo uzņēmumu, lauku saimniecības. Nodarbināto skaits ir ap 900 000 (pēc VDI datiem, 2002. g. – 934962, 2007. g. – 1006,9 tūkst. cilvēku). Darba apstākļi daudzās ražošanas nozarēs, sevišķi mazajos uzņēmumos, Latvijā joprojām ir veselībai nelabvēlīgi. Tas galvenokārt ir izskaidrojams ar novecojušu tehnoloģiju. Tomēr blakus primitīvām darba vietām sastopama arī tehnoloģiski augsti attīstīta rūpniecība, datorizācija, augstas prasības darbā, psihoemocionālā spriedze.

Nav speciāli apkopotu datu par nodarbināto veselību, bet iedzīvotāju vispārējo veselības stāvokli raksturo Veselības statistikas dati [24, 25].

Nelaimes gadījumu un arodslimību statistikas dati pa dažādām nozarēm, darbības veidiem, kā arī pēc to rašanās cēloņiem ir kā indikators, kas parāda galvenās darba drošības un veselības problēmas, kas radušās saistībā ar darbu. Statistiskie dati rāda, ka Latvijā nelaimes gadījumi darbā nedaudz samazinās vai arī ir palikuši iepriekšējo gadu līmenī, bet arodslimību skaitam ir tendence pieaugt gadu no gada. 2005. gadā, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, kopējais nelaimes gadījumos cietušu skaits uz 100 tūkst. nodarbinātajiem ir palielinājies (6. att.). Nelaimes gadījumos bojā gājušo skaits uz 100 tūkst. strādājošajiem 2004. un 2005. gados ir nedaudz palielinājies salīdzinājumā ar 2003. gadu (7. att.).



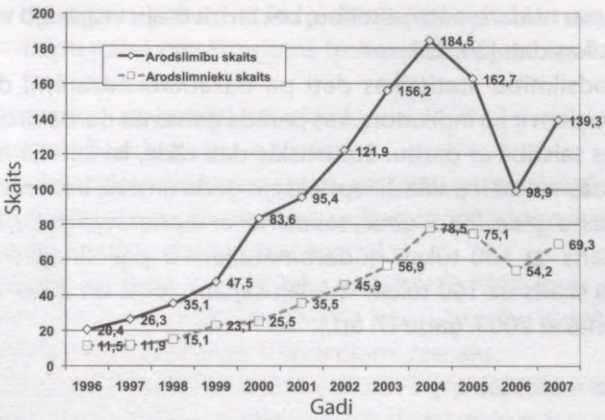
6. attēls. Nelaimes gadījumos cietušo skaits uz 100 tūkst. strādājošo *(1995–2007, Valsts darba inspekcijas dati)*



7. attēls. Nelaimes gadījumos bojā gājušo skaits uz 100 tūkst. strādājošo *(1995–2007, Valsts darba inspekcijas dati)*

Arodslimību gadījumu skaits 2003. gadā, salīdzinot ar 1993. gadu, palielinājies 10 reizes. Saslimstība ar arodslimībām Latvijā strauji pieaug no 1998. gada (8. att.).

Arodslimība ir hronisks veselības traucējums, un tās konstatēšanas laiks nesakrīt ar darba vidē esošo riska faktoru iedarbības laiku, kas parasti ir daudz senāks. Analizējot arodslimību gadījumus un salīdzinot tos ar iepriekšējiem gadiem, var konstatēt, ka tās saistītas ar ilgstošu darbu veselībai kaitīgos apstākļos. No jauna reģistrēto arodslimību gadījumu skaita palielināšanās saistīta ar LR MK pieņemtajiem noteikumiem par obligātajām veselības pārbaudēm (LR Ministru kabineta noteikumi Nr. 86 (04.03.1997.) "Par obligāto veselības pārbaudi un apmācību pirmās palīdzības sniegšanā") un MK noteikumi Nr. 527 (06.08.2004.) "Noteikumi par obligātām veselības pārbaudēm", ar arodslimību ārstu skaita palielināšanos un



8. attēls. Pirmreizējo arodslimnieku un arodslimību skaita dinamika uz 100 tūkst. nodarbināto *(1996–2007, Valsts arodslimnieku reģistra dati)*

ārstu augstāku kvalifikāciju, kā arī LR likumu "Par obligāto sociālo apdrošināšanu pret nelaimes gadījumiem darbā un arodslimībām" (likums stājies spēkā no 01.01.1997.). Pēdējos gados pirmajā vietā izvirzās balsta un kustību aparāta slimības, tālāk seko saindēšanās un citas ārējās iedarbības (piemēram, trokšņa un vibrācijas) sekas, elpošanas orgānu un nervu sistēmas slimības.

Galvenie darba vides riska faktori Latvijas uzņēmumos ir ķīmiskās vielas, mikroklimats, troksnis, vibrācija un ergonomiskie faktori.

Galvenās problēmas:

- Latvijā trūkst ES prasībām sagatavotu darba vides speciālistu (darba higiēnistu, arodveselības māsu, ergonomistu u.c.);
- sagatavoto arodslimību ārstu zināšanas netiek pilnībā izmantotas;
- darba aizsardzības speciālistu apmācības sistēma vēl tikai tiek veidota;
- novērojams informācijas trūkums darba devējiem un darba ņēmējiem par darba aizsardzības jautājumiem;
- valstī nav apstiprināta nodarbināto instruēšanas un apmācības kārtība, kas ir viens no galvenajiem nelaimes gadījumu un arodslimību cēloņiem;
- valstī pastāvošā vienotā apdrošināšanas likme pret nelaimes gadījumiem darbā un arodslimībām nemotivē darba devējus uzlabot darba vidi savos uzņēmumos, jo darba devēji, kas ievēro darba aizsardzības likumdošanas prasības, zaudē attiecībā pret tiem, kas neko neinvestē darba aizsardzībā, bet maksā tikpat lielu apdrošināšanas iemaksu;
- valstī nav motivējošas nodokļu sistēmas, kas noteiktu atlaides tiem darba devējiem, kas veic darba vides uzlabošanu savos uzņēmumos (sīkāk sk. 13. nod. "Darba vide un arodveselība").

3.3.8. VIDES VESELĪBAS POLITIKA UN PĀRVALDE PASAULĒ

Lai realizētu galveno vides veselības uzdevumu – aizsargāt sabiedrību no vides faktoru kaitīgās ietekmes –, valstī ir jāveido racionāla vides veselības pārvalde un politika. Kā jau tika norādīts, 1992. gadā ANO konferencē par vidi un attīstību Riodežaneiro tika pieņemta Rīcības programma 21. gadsimtam *(Agenda 21)*, kas iezīmē vispārējo plānu globālai pārejai uz ilgtspējīgu attīstību un pašreiz Eiropā un arī Latvijā ir galvenais starptautiskais politiskais dokuments, kurā runāts par sabiedrības un katra indivīda veselību, tajā skaitā arī par vides veselību.

1994. gadā Dānijas pilsētā Olborgā tika pieņemta harta "Eiropas pilsētas ceļā uz līdzsvarotu attīstību" (t.s. Olborgas harta), kas aizsāka konkrētu pašvaldību iesaistīšanos šajā procesā, izstrādājot savus vietējos ilgtspējīgas attīstības plānus.

Pamatojoties uz 1998. gada maijā 51. Pasaules veselības asamblejā pieņemto Pasaules veselības deklarāciju, kurā izteikts aicinājums izstrādāt reģionālo un nacionālo veselības politiku, balstoties uz globālo politiku, tika izstrādātas *Veselību visiem* politikas pamatnostādnes PVO Eiropas reģionam *Veselība–21* [31].

Šī politika paredz īstenot *Veselību visiem* (VV) stratēģisko koncepciju – koncepciju, kas radusies Pasaules veselības asamblejas laikā 1977. gadā un izsludināta Alma-Atas konferencē "Par primāro veselības aprūpi" 1978. gadā. Tajā izklāstītas 21. gadsimta pirmo divdesmit gadu pamatprioritātes un desmit mērķi, kas dod iespēju cilvēkiem visā pasaulē sasniegt un uzturēt pēc iespējas labāku veselības stāvokli visas dzīves laikā.

Veselība–21 politikas pamatnostādnes PVO Eiropas reģionam ir stratēģisks dokuments, kas parāda ceļus, kā virzīties uz ilgtspējīgas attīstības idejas ieviešanu [31]. *Veselība-21* 5. nodaļa veltīta tieši vides veselības jautājumiem. Nodaļā sniegta politikas koncepcija, kas saistīta ar bioloģiskajiem veselības faktoriem un multisektoriālu sadarbību sabiedrības veselības radīšanai un stiprināšanai:

- norādot fiziskos un sociāli ekonomiskos veselības noteicējfaktorus;
- palīdzot cilvēkiem veikt veselīgu izvēli;
- nodrošinot iespējas atsevišķiem cilvēkiem, vietējām sabiedrībām, privātām un brīvprātīgām organizācijām, kuru darbības lauks saistīts ar dažādām veselību iespaidojošām vidēm, piemēram, mājvietu, darba vietu, skolu un pilsētu;
- stimulējot visus sektorus, noteikt un sasniegt kopīgus mērķus, uzlabojot veselību un ekonomisko attīstību [31].

Aplūkosim sīkāk konkrēti vides veselībai svarīgākos šī politiskā dokumenta mērķus.

10. mērķis – **Veselīga un droša fiziskā vide**

Mērķis paredz, ka līdz 2015. gadam reģiona iedzīvotājiem jādzīvo drošākā vidē, netiekot pakļautiem veselībai bīstamiem piesārņojumiem, kuru līmenis pārsniedz starptautiski pieņemtos standartus.

Mērķa ietvaros ir paredzēts:

1) atbilstoši nacionālajos vides veselības rīcības plānos noteiktajiem termiņiem un rādītājiem būtiski samazināt iedzīvotāju pakļautību fizikālam, mikrobioloģiskam un ķīmiskam piesārņojumam ūdenī, gaisā, atkritumos un augsnē;
2) nodrošināt iedzīvotājus ar pietiekamu kvalitatīva dzeramā ūdens daudzumu.

Ieteikta arī mērķa sasniegšanas stratēģija, piemēram:

- tiek izstrādāti un īstenoti nacionālie, reģionālie un vietējie rīcības plāni vides veselības riska faktoru novēršanai un samazināšanai;
- gaisa kvalitāte pilsētās tiek uzlabota, samazinot rūpniecības, transporta un sadzīves radīto piesārņojumu, lai tas atbilstu PVO vadlīnijās noteiktiem gaisa kvalitātes standartiem;
- tiek veikti pasākumi, lai katrā mājā nodrošinātu dzeramo ūdeni, kas atbilstu PVO vadlīnijās noteiktajai kvalitātei, un tiek uzlabota globālā ūdens apsaimniekošanas prakse, tai skaitā stingrāki piesārņojuma kontroles mērījumi;
- tiek nodrošināta labāka kanalizācijas ūdeņu apsaimniekošana, tai skaitā savākšana, attīrīšana un atbrīvošanās no tiem vai atkārtota izmantošana;
- tiek ieviestas sistēmas, kas nodrošina atkritumu savākšanu un attīrīšanu un struktūras atkritumu pārstrādei vai daudzuma samazināšanai;

- visās atomelektrostacijās tiek izstrādāts darbības plāns neparedzētu situāciju gadījumiem, ieviesti drošības standarti un izmantotas vislabākās pieejamās tehnoloģijas;
- tiek īstenotas starptautiskas konvencijas attiecībā uz starptautiskiem ūdens resursiem, bioloģisko daudzveidību, klimata pārmaiņām, gaisa piesārņojumu un ozona slāņa aizsardzību;
- tiek izveidotas atbilstošas institūcijas apkārtējās vides veselības riska faktoru pārbaudei un monitoringam un regulāri veikta vides piesārņojuma datu apkopošana un monitorings;
- tiek vairota sabiedrības izpratne par apkārtējās vides aizsardzības un ilgtspējīgas attīstības jautājumiem.

13. mērķis – **Vide – veselībai**

Līdz 2015. gadam reģiona iedzīvotājiem jābūt lielākām iespējām dzīvot veselīgā psihiskajā un sociālajā vidē mājvietā, skolā, darba vietā un mikrorajonā.

Mērķa ietvaros ir paredzēts:

- uzlabot mājvietas vides drošību un kvalitāti, palielinot indivīdu un ģimenes prasmes veselības veicināšanā un aizsardzībā, un samazināt veselības risku no mājvietas fiziskās vides ietekmes;
- būtiski uzlabot iespējas veselības veicināšanai un līdzdalībai mājas, darba, sabiedriskajā un sociālajā dzīvē cilvēkiem ar problēmām, kā tas noteikts ANO standartnoteikumos *"Par vienlīdzīgām iespējām cilvēkiem ar funkciju un aktivitātes traucējumiem"*;
- samazināt nelaimes gadījumu skaitu darbā, kā tas norādīts 10. mērķī;
- vismaz 50% bērnu nodrošināt iespēju apmeklēt bērnudārzus ar veselības veicināšanas programmām un 95% – mācīties veselību veicinošās skolās;
- vismaz 50% apdzīvotu vietu un mikrorajonu kļūt par kustības "veselīga pilsēta" vai "veselīgs mikrorajons" aktīviem dalībniekiem;
- vismaz 10% vidējo un lielo uzņēmumu ievērot veselīga uzņēmuma/iestādes principus.

Šī mērķa sasniegšanā var izmantot arī tādus zināmus līdzekļus kā *Veselīgo pilsētu* (*Healthy cities*) kustība un *Agenda 21* kustība pašvaldībās. *Veselīgo pilsētu* kustībā pašreiz ir iesaistījušās jau vairāk nekā 1000 Eiropas pilsētas un mazpilsētas, kas uzņēmušās saistības uzlabot savu iedzīvotāju veselību. Pilsētas infrastruktūrai jānodrošina kvalitatīva vide, kas veicinātu un aizsargātu iedzīvotāju veselību.

14. mērķis – **Multisektoriālas saistības veselības jomā**

Mērķis paredz, ka līdz 2020. gadam visiem sektoriem jāapzinās un jāakceptē savas saistības veselības jomā.

Paredzēts, ka:

- atbildīgajām amatpersonām visos sektoros jāņem vērā tas guvums, ko var dot ieguldījumi veselības interesēs konkrēti viņu sektorā, un šādā virzienā jāorientē sava politika un rīcība;
- dalībvalstīs jāievieš mehānismi, kas varētu novērtēt ietekmi uz veselību, un jānodrošina, ka visi sektori uzņemas atbildību par to politiku un darbības ietekmi uz veselību [31].

Lai īstenotu šo mērķi, jāievieš efektīvi mehānismi, tajā skaitā dažādi stimulējoši un likumdošanas mehānismi, kas visus sektorus motivētu uz veselību atbalstošu darbību un padarītu tos atbildīgus par to politikas un darbības sekām veselības jomā. Šī mērķa aktualizācija parāda, ka veselīgu dzīvesveidu var veicināt un veselīgu apkārtējo vidi var izveidot, tikai iesaistot šajā darbā lielu skaitu dažādu sektoru.

Kā labu piemēru varētu minēt atkritumu pārstrādes organizāciju Dānijas pilsētā Kalundborgā, kur rūpnieciskie atkritumi un tehnoloģiskajā procesā radusies siltumenerģija saskaņā ar savstarpēju vienošanos tiek izmantota elektrostacijā, eļļas rafinēšanas fabrikā, farmācijas rūpnīcā, apmetumu plākšņu un cementa ražotnē, fermeru saimniecībās un komunālajā uzņēmumā, kas apgādā ar siltumu vietējos iedzīvotājus. Tā ir neliela industriāla ekosistēma, kas ir finansiāli izdevīga visām pusēm.

Radušies atkritumi tiek atkārtoti izmantoti vai pārstrādāti to producēšanas vietā (iespējami tuvāk tai) un tiek novadīti atpakaļ ražošanas procesā. Atkritumus, kurus nav iespējams pārstrādāt, apstrādā, izmantojot modernākās tehnoloģijas, lai veiktu to atindēšanu, aizvākšanu vai likvidāciju [32].

20. mērķis – **Partneru mobilizācija veselības interesēs**

Mērķis paredz, ka līdz 2005. gadam visiem, kas īsteno veselības politiku, veidojot apvienības un partnerattiecības veselības interesēs, jāiesaista indivīdi, grupas un organizācijas no visiem valstiskajiem un privātajiem sektoriem un pilsoniskās sabiedrības.

Paredzēts, ka:

1) veselības sektoram aktīvi jāiesaistās veselības veicināšanā, iedrošinot pārējos sektorus līdzdarboties dažādās aktivitātēs, pamatojoties uz kopīgiem mērķiem un resursiem;
2) lai harmonizētu visu dalībnieku un sektoru sadarbību veselības attīstības jomā, starptautiskā, valstiskā, reģionālā un vietējā līmenī jāeksistē atbilstošām struktūrām un procesiem.

Veiksmīgs partnerattiecību izveidošanas piemērs vides veselības jomā ir Eiropas Vides un veselības komitejas izveide. Tā ir struktūra, kas nodrošina pastāvīgu diskusiju par galvenajiem politiskajiem un programmatiskajiem jautājumiem, veido ciešāku sadarbību un labāku iesaistīto organizāciju savstarpējo sapratni. Vēl viens piemērs – veselību veicinošo skolu projekts apvieno Eiropas Komisiju, Eiropas Padomi un PVO Reģionālo biroju praktiskā, ilgtermiņa un novatoriskā partnerībā [31].

Labs praktisks piemērs partneru saliedētībai kopīgā rīcībā ir vides veselības rīcības plānu izstrādāšana. Kā jau tika norādīts, Otrajā Eiropas Vides un veselības konferencē, kura notika Helsinkos 1994. gadā, vides un veselības ministri uzņēmās saistības savās valstīs izstrādāt nacionālos vides un veselības rīcības plānus, kas precīzi formulētu darbību vides un iedzīvotāju veselības uzlabošanā. Šādi rīcības plāni ir izstrādāti vairāk nekā 40 valstīs. Vides veselības rīcības plāns pierādījis sevi par veiksmīgu mehānismu, saliedējot dažādus sektorus un partnerus un nodrošinot saskaņotu, kompleksu un izmaksu ziņā efektīvu darbību. Sakarā ar veselības un vides jautājumu vienotību veiksmīga un stabila plāna īstenošana ir atkarīga no sadarbības partneriem nacionālajā un starptautiskajā līmenī, piemēram valdībām, vietējām pārvaldes institūcijām, dažādiem ekonomiskajiem un valstiskajiem sektoriem.

Līdz ar Eiropas hartas *Par vidi un veselību* pieņemšanu 1998. gadā Frankfurtē un 1994. gada Helsinku deklarācijas *Par pasākumiem vides un veselības jomās Eiropai* pieņemšanu, kā arī ar Eiropas Vides un veselības komitejas izveidošanu tika panākta reģionu visaptveroša politiska vienošanās par darbību vides un veselības jomā.

Stratēģiskajā plānošanā un programmu īstenošanā ir nepieciešams nodrošināt nepārtrauktu sadarbību veselības, vides un ekonomisko sektoru vidū, lai līdz minimumam samazinātu piesārņojumu radīto veselības risku. Gaiss, ūdens un augsne uzskatāmas par vienota veseluma – apkārtējās vides – daļām, un nedrīkst pieļaut riska faktoru pārbīdi no vienas daļas uz otru.

3.3.9. VIDES VESELĪBAS PĀRVALDE LATVIJĀ

Vides veselības pārvalde Latvijā ir multisektoriāla. Vides veselība stratēģiski ir ietverta sabiedrības veselības jautājumu lokā, taču vienlaicīgi tā ir cieši saistīta arī ar vides aizsardzības, pārtikas drošības, darba drošības un veselības politiku Latvijā. Līdz ar to dažādie vides veselības aspekti tiek ietverti gan Veselības, gan Vides, gan Zemkopības un Labklājības, gan arī citu ministriju pārraudzībā (1. tab.). Nenoliedzami arī pašvaldībām ir liela loma vides veselības veicināšanā savā teritorijā. Saskaņā ar Sabiedrības veselības stratēģiju, ir paredzēts, ka 102 pašvaldības Latvijā no 2005. līdz 2010. gadam izstrādās un ieviesīs vides veselības rīcības plānus un tādējādi veicinās ar vides riska faktoriem saistīto saslimstības rādītāju samazināšanu pašvaldību administratīvajā teritorijā [2, 3].

1. tabula. Vides veselības pārvaldes institucionālais nodrošinājums (1, 4, 5, 9)

Veselības Ministrijas Sabiedrības veselības departaments	Vides ministrijas Vides aizsardzības departaments	Zemkopības ministrijas Pārtikas un veterinārais dienests	Labklājības ministrijas Darba departaments	Pašvaldības
		Jomas		
Sabiedrības veselība, t.sk. epidemioloģija un higiēna	Vides aizsardzība	Pārtikas drošība	Darba vide	Vides veselība un aizsardzība pašvaldību teritorijā
		Darbības objekti		
Cilvēka izveidotā vide, populācija	Daba	Pārtikas aprites posmi (izejmateriāli, pārstrāde, transportēšana, imports/eksports)	Darba devēji un darba ņēmēji	Pašvaldību teritorija
		Mērķi		
Novērst slimību cēloņus un izplatīšanās iemeslus	Veidot ilgtspējīgu dabas resursu attīstību	Nodrošināt patērētājiem nekaitīgas un drošas pārtikas izplatīšanu valstī	Nodrošināt drošu un nekaitīgu darba vidi	Nodrošināt vides aizsardzību un ilgtspējīgu dabas resursu attīstību savā pašvaldībā
		Funkcijas		
Veselības riska faktoru identificēšana un izvērtēšana cilvēku dzīves vidē, vides veselības riska faktoru monitorings	Dabas vides stāvokļa izpēte un kontrole	Pārtikas aprites kontrole	Darba vides drošības un nekaitīguma kontrole	Pašvaldības teritorijas vides aizsardzības un vides veselības veicināšana un kontrole

Latvijā vides veselības pārvaldes reorganizācija aizsākās ar Vides veselības dienesta reorganizāciju, kad 1996. gada 23. aprīlī Ministru kabinets akceptēja Vides veselības dienesta reorganizācijas koncepciju. Vienlaicīgi sākās arī darbs pie Latvijas Vides veselības rīcības plāna izstrādes, kurš tika pabeigts 1998. gadā.

Vides veselības rīcības plāna īstermiņa mērķi (pieciem gadiem) ir sekojoši:

- samazināt transporta piesārņojumu;
- uzlabot dzeramā ūdens drošību;
- samazināt saslimstību, mirstību un invaliditāti, ko izraisa saindēšanās ar pārtiku, arodslimības, infekcijas slimības, nelaimes gadījumi un hroniskas slimības;
- samazināt fizikālo faktoru (trokšņa, jonizējošā starojuma) ietekmi uz veselību;
- mainīt iedzīvotāju attieksmi pret veselību un vidi (Vides veselības rīcības plāns Latvijai).

Vides veselības rīcības plāna sekmīga ieviešana lielā mērā ietekmē arī vides veselības pārvaldes attīstību Latvijā.

Vides veselības pārvaldes būtība

Vides veselības pārvaldes modelis Latvijā tiek veidots, pamatojoties uz PVO ieteiktiem vides veselības pārvaldes strukturēšanas veidiem [14, 15].

Vides veselības pārvaldes sešu pamatelementu – politikas, stratēģijas, institūciju, funkciju, profesionāļu un novērtējuma – saistība shematiski ir attēlota 9. attēlā.



9. attēls. Vides veselības pārvaldes pamatelementi

Visi šie elementi ir vienlīdz svarīgi labas un ilgtspējīgas vides veselības pārvaldes nodrošināšanā. Tas ir kā noslēgts cikls, kurā, tikai aplūkojot katru no atsevišķiem pamatelementiem kontekstā ar pārējiem, var izveidot pilnīgu sistēmas kopainu.

Vides veselības politikas uzdevums ir izvirzīt mērķus, lai samazinātu iedzīvotāju saslimstību ar slimībām, kuru cēlonis ir vides kaitīgie faktori. Politika galvenokārt sniedz atbildi uz jautājumu – kāpēc? Vides veselības politika tiek īstenota ar likumdošanas aktu sistēmas un institucionālās sistēmas palīdzību. Svarīgākie vides veselības politikas dokumenti Latvijā ir *Nacionālais vides politikas plāns, Vides veselības rīcības plāns* un likums *Par vides aizsardzību*. Likuma mērķis ir veicināt ilgstpējīgu attīstību vides aizsardzības jomā, radot un nodrošinot efektīvu vides aizsardzības sistēmu, kuras uzdevumos ietilpst arī:

- saglabāt, aizsargāt un uzlabot vides kvalitāti;
- aizsargāt cilvēka veselību;
- nodrošināt vides aizsardzību no antropogēnās slodzes radītām ietekmēm;
- nodrošināt vides aizsardzības prasību iekļaušanu citas nozares regulējošos normatīvajos aktos, koncepcijās, plānos un programmās.

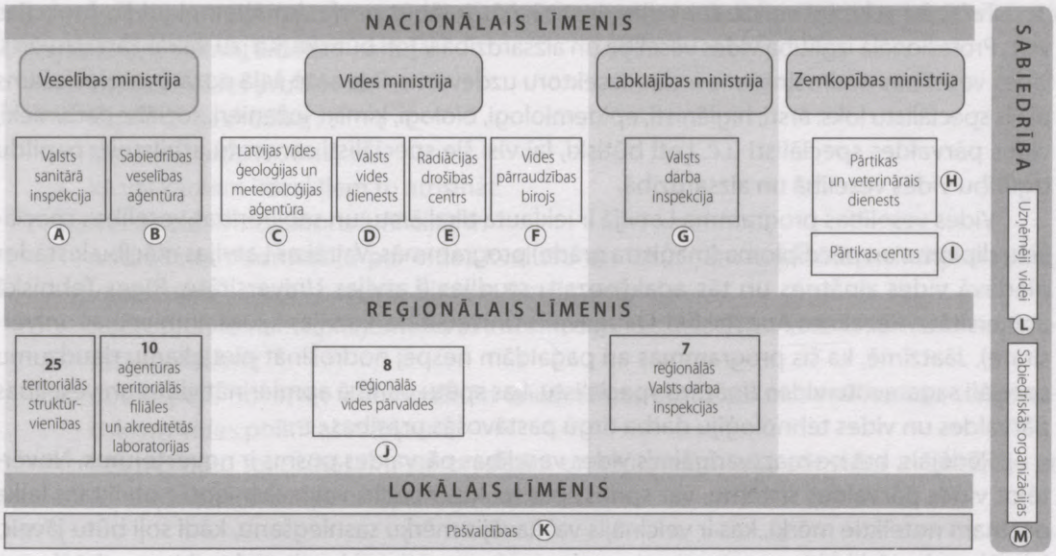
Nacionālais vides politikas plāns identificē vairāk nekā 41 vides veselības problēmu saistībā ar gaisa un ūdeņu kvalitāti, atkritumiem un augsnes piesārņojumu, pārtikas drošību, mājokļa vidi, darba un dabas vidi, ķīmiskām vielām un ārkārtas situācijām un pilsētvidi. Jāmin, ka viens no būtiskākiem politikas mērķiem ir starpsektoru sadarbība vides veselības jomā, jo tikai tādā veidā būtu praktiski iespējams atrisināt gan vides kvalitātes nodrošināšanas, gan saslimstības mazināšanas mērķus.

Stratēģija pēc savas būtības ir politikas sastāvdaļa, taču tā sniedz atbildi uz jautājumu – kā? Stratēģijas uzdevums ir parādīt, kādā veidā var sasniegt norādīto mērķi. Stratēģija ietver situācijas analīzi, prioritāšu noteikšanu, plānošanu, sabiedrības iesaisti un administrēšanu. Stratēģijas īstenošanai ir būtiska likumdošanas un normatīvo aktu sistēma, kas arī raksturo valsts izvēlēto stratēģiju vides veselības jomā. Latvijā būtiskākie stratēģiska rakstura dokumenti vides veselības jomā ir *Sabiedrības veselības stratēģija* un tai sekojošais rīcības plāns. Tie iezīmē vides veselības vietu un lomu sabiedrības veselības nodrošināšanā un definē institucionālās atbildības un uzdevumus. *Sabiedrības veselības stratēģijas* 9. mērķis paredz, ka "līdz 2010. gadam videi jākļūst drošākai, lai Latvijas iedzīvotāju veselību pēc iespējas neietekmētu veselībai bīstams piesārņojums un vides riska faktori". Mērķa sasniegšanai stratēģija paredz turpināt vides veselības jomā svarīgu normatīvo un likumdošanas aktu izstrādi, kas būtu saskaņā ar Eiropas Savienības direktīvām; veicināt vides veselības jomā iesaistīto institūciju saskaņotu un efektīvu darbību un savlaicīgas un kvalitatīvas vides veselības informācijas sistēmas izveidi. Stratēģijas izvērtējums 2004. gadā atklāja, ka vislielākais sasniegums ir panākts tieši normatīvo dokumentu izstrādē, kas lielā mērā saistīts ar ES prasībām un aktualitātēm. Taču daudz mazāk ir panākts vides veselības informācijas sistēmas izveidē. Jāatzīmē, ka PVO jau agrāk Eiropas valstīs ir novērojusi neatbilstību vides veselības jomas attīstībā, kad galvenais uzsvars tika likts uz politikas un stratēģiju izstrādi, bet nepietiekama uzmanība veltīta pārējo pārvaldes struktūru attīstībai – īpaši institucionālai un izglītības sistēmas attīstībai [22].

Institucionālam sektoram, kā jau iepriekš minēts, ir viena no galvenajām lomām pārvaldes sistēmā – tas norāda, kur tiks veiktas darbības politikas mērķu sasniegšanai un stratēģijas īstenošanai. Lielākajā daļā Eiropas valstu vides veselības administrēšanu nacionālajā līmenī uzņemas veselības un vides ministrijas. Vairumā gadījumu vadošā loma ir veselības ministrijai, jo vides veselības jautājumi jau primāri tiek iekļauti sabiedrības veselības jautājumu lokā. Taču lielu nozīmi spēlē arī reģionālā līmeņa institūcijas. (PVO izpratnē reģionāla līmeņa institūcijas ir tādas, kas atbildīgas par teritoriju, kas mazāka par valsts teritoriju, bet lielāka par pašvaldību teritoriju [14]. Savukārt pašvaldības ir atbildīgas par lokālā līmeņa politiku vides veselībā, jo katrā pašvaldībā ir citas vajadzības, prioritātes un arī pieejamie resursi. Vides veselības pārvaldības sistēma nevar aprobežoties tikai ar valsts institūciju izmantošanu. Šajā sistēmā jāņem vērā arī privātais pakalpojumu sniedzējs, sadarbība ar privāto sektoru, nevalstiskām organizācijām un sabiedrību (10. att.)

Funkciju sadalījums ir ļoti būtisks, jo valstī ir nepieciešams, lai institucionālais sadalījums būtu optimāls, kas spētu izpildīt visas vides veselības nodrošināšanas funkcijas, bet vienlaicīgi tās nedublētu. Jau 10. attēlā norādījām, ko veic katra vides veselības pārvaldes nodrošināšanā iesaistītā institūcija.

Vides veselības pārvaldes pamatfunkcija ir uzlabot iedzīvotāju dzīves kvalitāti un veselību, samazinot vides ķīmiskos, fizikālos, sociālos un psihosociālos riska faktorus. Tas nodrošina gan katra indivīda, gan visas sabiedrības veselības saglabāšanas iespējas.



10. attēls. Shematisks daudzlīmeņu vides veselības institūciju attēlojums un funkciju sadalījums (4, 5, 7, 8, 9)

Funkcijas:

A – Vides higiēnas, dzeramā ūdens nekaitīguma, ķīmisko vielu un ķīmisko produktu tirdzniecības un lietošanas, kosmētikas līdzekļu drošības uzraudzība un kontrole.

B – Vāc, apkopo un analizē informāciju sabiedrības veselības stratēģijas izpildei, t.sk. informāciju par veselības riska faktoriem.
Politiskas iniciatīvas sabiedrības veselības jomā.
Izvērtē vides un iedzīvotāju veselības savstarpējo saistību.
Dzeramā ūdens kvalitātes monitorings.
Peldvietu ūdens kvalitātes monitorings.

C – Vāc un apstrādā vides informāciju, veic vides monitoringu un informē sabiedrību par vides stāvokli, kā arī nodrošina zemes dzīļu racionālu izmantošanu.

D – Veic vides aizsardzības un dabas resursu izmantošanas valsts kontroli.
Kontrolē zveju, kas tiek veikta ar Latvijas zvejas kuģiem.
Izsniedz atļaujas ierobežojošām piesārņojošām darbībām.
Sniedz sabiedrībai vides informāciju.

E – Aizsargā iedzīvotājus un vidi pret iespējami kaitīgo iedarbību, izmantojot jonizējošo starojumu.

F – Novērtē rūpniecisko avāriju risku un pasākumus tā samazināšanai.
Uztur publiski pieejamu sistēmu, kurā atspoguļots novērtējums ietekmei uz vidi.

G – Darba veselības un drošības kontrole darba vietā, t.sk. kaitīgo vielu izmantošana.
Piedalās arodslimību gadījumu un nelaimes gadījumu darbā izmeklēšanā, reģistrēšanā un analīzē.

H – Pārtikas aprites kontrole, veterinārā uzraudzība un kontrole, kā arī sanitārā robežkontrole un laboratoriskā izmeklēšana.

I – Politikas izstrāde pārtikas drošības un uztura jomā.
Jaunu pārtikas produktu ieviešana.
Sabiedrības informēšana.

J – Vides un dabas aizsardzības normatīvo aktu ievērošanas kontrole.
Vides datu un informācijas vākšana un apkopošana.

K – Veicina vides kvalitātes uzlabošanu savā teritorijā, informē par veselībai un videi draudošām briesmām, organizē iedzīvotāju komunālos pasākumus, t. sk. ūdensapgādi, kanalizāciju, sadzīves atkritumu apsaimniekošanu, notekūdeņu savākšanu, novadīšanu un attīrīšanu; veic industriālo atkritumu savākšanas un izvešanas kontroli; izstrādā un ievieš programmas gaisa piesārņojuma mazināšanai.

L – Draudzīgas produkcijas ražošana vai pakalpojumu sniegšana (vides pārvaldības standarts ISO 14 001; kvalitātes vadības sistēmas ISO 9001:2000 sertifikāts).

M – Aktīva līdzdalība visu līmeņu lēmumu pieņemšanas procedūrās.

Taču, lai sekmīgi veiktu funkcijas, institūcijās ir jābūt **profesionāļiem,** kuri šīs funkcijas veic. Profesionāla izglītība vides veselībā un aizsardzībā ir ļoti būtiska. Kā jau vairākkārt uzsvērts, vides veselības nodrošināšana ir daudzsektoru uzdevums, līdz ar to šajā nozarē nepieciešams plašs speciālistu loks: ārsti, higiēnisti, epidemiologi, biologi, ķīmiķi, inženieri, sociālie darbinieki, vides pārvaldes speciālisti u.c. Ļoti būtiski, lai visi šie speciālisti saņemtu atbilstošu papildu izglītību vides veselībā un aizsardzībā.

Vides veselības programma Latvijā ir iekļauta tikai ārstu un sabiedrības veselības speciālistu diploma un pēcdiploma (maģistra grāda) programmās. Vairākas Latvijas mācību iestādes piedāvā vides zinātnes un tās apakšnozaru studijas (Latvijas Universitāte, Rīgas Tehniskā universitāte, Rēzeknes Augstskola, Daugavpils Universitāte, Latvijas Lauksaimniecības universitāte). Jāatzīmē, ka šīs programmas arī pagaidām nespēj nodrošināt pietiekamu daudzumu speciāli sagatavotu vides zinātnes speciālistu, kas spētu pilnībā apmierināt vides un veselības pārvaldes un vides tehnoloģiju darba tirgū pastāvošās prasības.

Pēdējais, bet ne mazsvarīgākais vides veselības pārvaldes posms ir **novērtējums.** Novērtējot vides pārvaldes sistēmu, var spriest par to, kas noticis: vai ir sasniegti noteiktam laika posmam noteiktie mērķi, kas ir veicinājis vai kavējis mērķu sasniegšanu, kādi soļi būtu jāveic, lai nākotnē mērķi tiktu sasniegti vai sasniegumi uzturēti. Lai kvalitatīvi veiktu novērtējumu, jau veidojot pārvaldes sistēmu, ir jāizvēlas kritēriji un indikatori, pēc kuriem tiks vērtēta vides veselības pārvaldes sistēmas darbības kvalitāte. Vēlams, lai tie atspoguļotu ne tikai ilgtermiņa rādītājus vai rādītājus, kas attiecas uz iedzīvotāju veselību, bet arī procesa rādītājus, kas raksturo vides veselības pārvaldes sistēmas darbību. Profesionāli veiktam, vispusīgam un pamatotam novērtējumam ir neatsverama nozīme turpmākajā politikas plānošanā. Novērtējums ir kompleksa vides veselības pārvaldes analīze, kas var saturēt datus un informāciju no:

- vides veselības politikas dokumentu analīzes;
- vides veselības monitoringa sistēmas;
- neatkarīgu laboratoriju, uzņēmumu mērījumu rezultātiem;
- zinātnisko pētījumu rezultātiem;
- vides pārvaldes sistēmas ekonomiskās efektivitātes analīzes.

Daudzās Eiropas valstīs vides veselības dienesti novērtējumus apkopo pārskata ziņojumā, ar kuru var iepazīties arī citu nozaru speciālisti, politiķi un sabiedrība. Novērtējums kalpo kā nākamais solis vides veselības pārvaldes kvalitātes uzlabošanai [22]. Ikgadējie Veselības statistikas un medicīnisko tehnoloģiju valsts aģentūras pārskati "Sabiedrības veselības analīze" satur informāciju arī par vidi un veselību [24–26]. Diemžēl apkopotā informācija sniedz ieskatu tikai nacionālajā līmenī un pagaidām nav iespējams iegūt apkopoto informāciju pašvaldību teritoriju griezumā. Arī Latvijas Vides aģentūra regulāri publisko informāciju par vides kvalitāti.

Runājot par novērtējumu, ir būtiski pieminēt arī **vides monitoringu.** Vides monitorings ir sistemātiski un regulāri vides stāvokļa, piesārņojuma emisiju, populāciju un sugu novērojumi, mērījumi un aprēķini. Vides monitoringa dati tiek lietoti vides stāvokļa vērtējumam, vides politikas izstrādāšanai, vides un dabas aizsardzības pasākumu plānošanai un to efektivitātes kontrolei. To var veikt gan valsts, gan pašvaldības institūcijas vai uzņēmēji [4, 11].

2000. gadā pēc LR Labklājības ministrijas pasūtījuma saskaņā ar PVO rekomendācijām tika izstrādāta vides indikatoru sistēma. Šie vides indikatori ir izstrādāti saskaņā ar Baltijas Vides foruma vides indikatoru modeli Latvijai, Lietuvai un Igaunijai [10]. Diemžēl pagaidām nav izstrādāta vienota **vides veselības indikatoru** sistēma.

Vides indikatoru atšķirība no parastiem, sausiem datiem ir tā, ka indikatori ir saistīti vienotā cēloņsakarību virknē, tādējādi parādot:

- kas rada vides problēmu;
- kāpēc tā tiek radīta;
- kādu iespaidu tā rada;
- kā vai kādiem līdzekļiem to atrisināt.

Galvenās vides indikatoru funkcijas ir:

- nodrošināt informāciju par vides kvalitāti un izmaiņām konkrētā teritorijā (rajona, valsts, upes sateces baseina, Eiropas u.c. līmenī);
- nodrošināt lēmuma pieņēmējus ar informāciju, kas balstās uz konkrētiem un visaptverošiem datiem;
- dot iespēju novērtēt vides kvalitāti un izmaiņas atbilstoši nacionāliem un starptautiskiem vides politikas mērķiem;
- sekmēt datu salīdzināšanu starp valstīm un reģioniem, sasaistīt vides informāciju ar izmaiņām ekonomikā un sociālajā sfērā.

Indikatoru īpašības:

- ticami;
- raksturo noteiktu laika posmu un reģionu;
- zinātniski precīzi;
- izteikti konkrētās, standartizētās mērvienībās;
- pārbaudāmi;
- viegli uztverami un saprotami;
- salīdzināmi;
- savstarpēji nedublējas;
- nepieciešami lietotājiem;
- jutīgi uz izmaiņām;
- lietojami, prognozējot procesus;
- nodrošina informācijas ieguvi.

Ņemot vērā to, ka indikatori ir atlasīti pēc cēloņsakarības principa, ir radīts piecu fāžu vides indikatoru – virzošo spēku, slodzes, stāvokļa, ietekmes, rīcības – modelis.

Apkopojot iepriekšminēto par vides pārvaldes sistēmas darbību, ir būtiski minēt arī vides veselības pārvaldes sistēmas īstenošanas līdzekļus. Pie tiem pieder:

1) vides un veselības informācijas sistēma;
2) veselības riska novērtējums;
3) likumdošana;
4) ekonomiskie līdzekļi;
5) profesionālā izglītība;
6) pētījumi;
7) sabiedrības informēšana un iesaistīšana;
8) veselības sistēma;
9) starptautiska (pārrobežu) sadarbība.

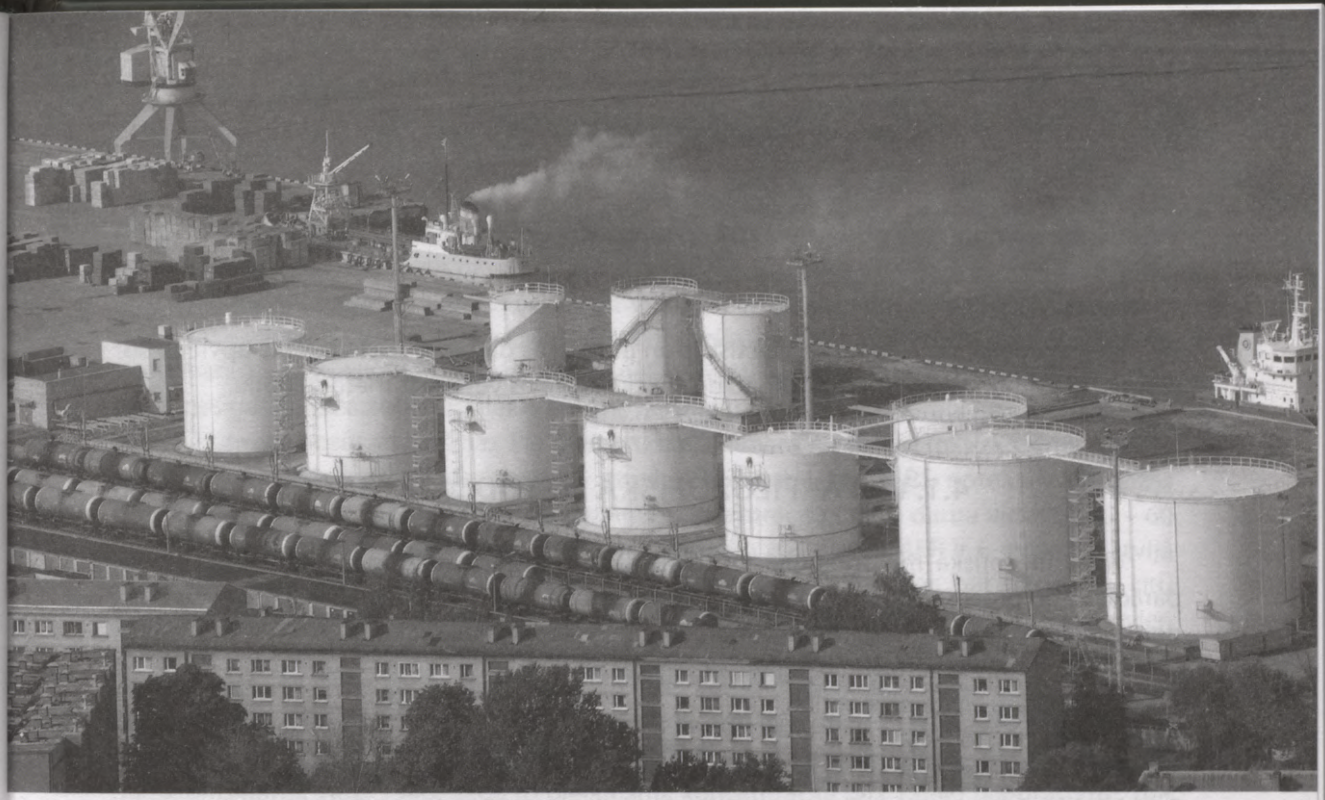
2. tabula. Piecfāžu indikatoru modeļa raksturojums [10]

Fāze	Apraksts	Piemēri
Virzošo spēku fāze	Sociāli ekonomiskie faktori, kas veicina vides kvalitātes rādītāju izmaiņas	Iekšzemes kopprodukts, darbaspēks un produktivitāte
Slodzes fāze	Raksturo cilvēka radīto slodzi vidē	Izmešu daudzums gaisā Piesārņojošo vielu noplūde Atkritumu ražošana Ceļu blīvums Nozvejas apjoms Koksnes un kūdras ieguve
Stāvokļa fāze	Raksturo vidi gan kvalitatīvi, gan kvantitatīvi	Piesārņojošo vielu koncentrācija Sugu skaits Ar mežu aizņemtās platības
Ietekmes fāze	Raksturo vides izmaiņu ietekmi uz ekosistēmām, cilvēku veselību, vidi	Izzudušo sugu skaits Saslimstība
Rīcības fāze	Raksturo valsts politiku un pasākumus vides kvalitātes uzlabošanai, piesārņojošo vielu izmešu samazināšanai, ilgtspējīgai valsts attīstībai	Nacionālas programmas un stratēģijas konkrētas nozares attīstībai Investīcijas (vides aizsardzībā esošo investīciju īpatsvars valsts investīciju programmā u.c.) Soda naudas

LITERATŪRA

1. *Botkin D. B., Keller E. A.* Environmental science. Earth as a living planet.– 4th edition.– USA: John Willey & Sons, Inc., 2003. – 668 p.
2. *Eglīte M.* Cilvēka ekoloģija. – Rīga: LU izdevniecība, 1993. – 56 lpp.
3. *Eglīte M.* Darba medicīna. – Rīga, 2000. – 704 lpp.
4. Environmental and occupational medicine / Editor Rom W. N. – Boston: Little, Brown and company, 1988. – 894 p.
5. Environment and health. The European charter and commentary. First European conference on environment and health, Frankfurt, 7–8 December, 1989 // WHO Regional Publications, European Series, Nr. 35. – Copenhagen: WHO, 1990. – 154 p.
6. Environmental medicine / Editor *Möller Lennart*. – Sweden: Fälth and Häsler AB, 2000. –327 p.
7. Environmental science action for a sustainable future / Editor D. D. Chiras.– 3rd edition.– Redwood City etc.: The Benjamin / Cummings Publishing Company, Inc., 1991. – 549 p.
8. *Jones K. L., Shainberg L. W., Byer C. O.* Environmental health. – San Francisko: Canfied Press, 1971. – 386 p.
9. *Kļaviņš M., Roska A.* Toksiskās vielas vidē. – Rīga: LU, 1998. – 161 lpp.
10. Latvijas ilgtspējīgas attīstības pamatnostādnes (apstiprinātas LR MK 2002. g. 08. 13.). – Rīga: Latvijas Vides aizsardzības fonds, 2002. – 31 lpp.
11. Latvijas ilgtspējīgas attīstības indikatoru pārskats 2003. – Rīga: Latvijas Vides aģentūra, 2003. – 164 lpp.
12. *Last J. M.* Public health and human ecology. – USA: Appleton and Lange, 1987. – 342 p.
13. *Lindberga Z.* (red). Higiēna. – 2. izd. – Rīga: Zvaigzne, 1991. – 368 lpp.
14. *Mac Arthur I., Bonnefoy X.* Environmental health services in Europe I. An overview of practice in the 1990s // WHO Regional Publications, European Series, Nr. 76. – Copenhagen: WHO, 1997. – 177 p.
15. *Mac Arthur I., Bonnefoy X.* Environmental health services in Europe II. Policy options. // WHO Regional Publications European Series, Nr. 77. – Copenhagen: WHO, 1998. – 148 p.
16. *Medouza D. H., Medouzs D. L., Randerss J.* Robežas jau pārsniegtas. – Rīga: LU Ekoloģiskā centra apgāds *Vide,* 1993. – 32 lpp.
17. *Moeller D. W.* Environmental health. – Cambrigde, Massachussets, London: Harvard University Press, 1992. – 332 p.
18. Occupational and environmental medicine / Editor J. La Dou. – 2nd edition. – Stamford, Connecticut: Appleton & Lange, 1997. – 845 p.
19. Our common future (World commission on environment and development). – Oxford; New York: Oxford University Press, 1978. – 400 p.
20. Our planet, our health: Report of the WHO commission on health and environment. – Geneva: WHO, 1992. – 110 p.
21. Overview of the environment and health in Europe in the 1990. – Bilthoven: WHO European centre for Environment and Health, 1999. – 31 p.
22. Policy options for the establishment and development of environmental health services. – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 1994. – 220 p.
23. Sabiedrības veselības stratēģija. – Rīga: Labklājības ministrija, 2001. – 58 lpp.
24. Sabiedrības veselības analīze Latvijā 2001.– Rīga: Veselības statistikas un medicīnas tehnoloģiju aģentūra, 2002.– 182 lpp.
25. Sabiedrības veselības analīze Latvijā 2002. – Rīga: Veselības statistikas un medicīnas tehnoloģiju aģentūra, 2003. – 174 lpp.
26. Sabiedrības veselības analīze Latvijā 2004. – Rīga: LR Veselības ministrija, Veselības statistikas un medicīnas tehnoloģiju valsts aģentūra, 2004. – 174 lpp.
27. *Steigens A.* Nākotne sākas šodien. – Rīga: *Nordik*, 1999. – 221 lpp.
28. *Vakarneidžels M., Rīss V.* Mūsu ekoloģiskais pēdas nospiedums. – Rīga: *Norden AB*, 2000. – 193 lpp.

29. Vides veselības rīcības plāns Latvijai / Labklājības ministrija. Vides un reģionālās attīstības ministrija. – Rīga: *Gandrs*, 1998. – 75 lpp.
30. *Virdheims A.* Kas notiek ar Baltijas jūru. – Rīga: LU Ekoloģiskā centra apgāds *Vide*, 1993. – 95 lpp.
31. *Veselība – 21.* "Veselību visiem" politikas pamatnostādnes PVO Eiropas reģionam, (Eiropas sērija Veselība visiem; Nr. 6) – Kopenhāgena: Pasaules Veselības organizācija, 1999. – 236 lpp. (tulkojums latviešu valodā).
32. World Resources institute. World resources 1994–95. Aquide to the global environment. – Oxford: Oxford University Press, 1994. – 232 p.
33. *Yassi A., Kjellstrom T., de Kok T., Quidotti T.* Basic environmental health. – Oxford: University Press, 2001. – 441 p.
34. *Гончарук Е. И., Кундиев Ю. И., Сидоренко Т. И.* Общая гигиена: пропедевтика гигиены: 1. Учебник для иностранных студентов.– 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища шк. 1999. – 652 с.
35. *Протасов В. Ф.* Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России.– Москва: Финансы и статистика, 2000. – 670 с.



4. nodaļa

VIDES VESELĪBAS METODOLOĢIJA

Ilze Jēkabsone, Mārīte Ārija Baķe,
Dagmāra Sprūdža

Metodoloģija ir mācība par teorētiskās un praktiskās darbības metodēm, tā apvieno šo metožu kopumu. Izšķir vispārfilozofisko un specifisko vides veselības metodoloģiju.

4.1. VISPĀRFILOZOFISKĀ METODOLOĢIJA

Vispārfilozofiskā metodoloģija jeb dialektika ir izziņas metode, ar kuru pētī lietas, parādības un procesus, to kopsakarības un attīstību, kā arī vispārīgos dabas, sabiedrības un domāšanas likumus. Ir trīs galvenie vispārpieņemtie filozofijas likumi:

- kvantitatīvo pārmaiņu pāreja kvalitatīvajās;
- pretstatu cīņa un vienotība;
- negāciju negācija.

Vides veselībā visbiežāk darbojas likums par kvantitatīvo pārmaiņu pāreju kvalitatīvajās. Daudzi vides faktori arī noteiktu kvantitatīvu lielumu robežās var izraisīt pozitīvu vai negatīvu ietekmi uz cilvēka organismu. Uz šā likuma pamata, piemēram, tiek izstrādāti atmosfēras gaisa piesārņotāju robežlielumi cilvēka veselības aizsardzībai un arodekspozīcijas robežvērtības (AER) ķīmiskām vielām darba vides gaisā. Pieņemts, ja vielas koncentrācija nepārsniedz robežlielumu vai robežvērtību, tā neizraisa slimību un nerada veselības problēmas, kuras būtu konstatējamas ar mūsdienīgām izmeklēšanas metodēm. Turpretī, ja šī ķīmiskā viela pārsniedz noteiktas robežvērtības, tad tās ekspozīcija cilvēka organismā var izraisīt patoloģiskas pārmaiņas. Raksturīgs šā likuma piemērs arodveselības jomā ir putekļu ieelpošana darba vietā, kas var dažādi ietekmēt strādājošo elpošanas orgānus. Vienreizēja augstas koncentrācijas putekļu devas ieelpošana parasti nerada neatgriezeniskas pārmaiņas, tikai regulāra un ilglaicīga putekļu ieelpošana elpceļos un plaušās var izraisīt kvalitatīvas pārmaiņas, piemēram, pneimokoniozi. Tāpēc, nosakot pieļaujamās ķīmisko vielu robežvērtības darba vides gaisā, tiek lietota arodekspozīcijas robežvērtība (AER). AER ir tāda ķīmiskās vielas koncentrācija darba vides gaisā, kura visā darba laikā, strādājot 8 stundas dienā (vai arī vielai iedarbojoties citādu laiku, bet ne vairāk par 40 stundām nedēļā), periodiski vai ilgstoši iedarbojoties uz strādājošā organismu, nerada ne viņā, ne viņa pēcnācējos somatiskas vai psihiskas slimības (to skaitā slēptas vai īslaicīgi kompensētas) vai veselības novirzes, kas pārsniedz pielāgošanās spējas un ar mūsdienu pētīšanas metodēm ir atklājamas tūlīt vai vēlīnākā dzīves periodā.

Pretstatu cīņas un vienotības likuma darbību vides veselībā apstiprina daudzi piemēri. Vislabāk tas izpaužas gadījumos, kad viens un tas pats vides faktors mazās devās vai koncentrācijā ir derīgs veselībai, bet lielās – var izraisīt organismā patoloģiskas pārmaiņas. Piemēram, ultravioletais starojums ar viļņu garumu 280–315 nm (t.s. ādas eritēmu veidojošā daļa) ir nepieciešams cilvēka veselības nodrošināšanai, jo tam piemīt eritēmu veidojoša, organisma pretestības spēju stimulējoša, antirahītiska u.c. labvēlīga iedarbība. Bet ultravioletajam starojumam ar īsāku viļņu garumu (100–280 nm) gan piemīt baktericīda iedarbība, tomēr tas ir bīstams cilvēkam, jo var izraisīt ādas apdegumu, ādas un acu ļaundabīgos audzējus, kataraktu u.c. Minēto likumu apstiprina arī dažādas koncentrācijas ķīmisko vielu iedarbība. Piemēram, mazas arsēna un strihnīna savienojumu devas tiek

izmantotas ārstniecībā, bet, pārsniedzot terapeitiskās devas, šie savienojumi var izraisīt nopietnu saindēšanos un pat nāvi.

Arī negāciju negāciju likumam vides veselībā var atrast dažādus piemērus. Ir divu veidu negācijas – vienkāršā un dialektiskā. Vienkāršas negācijas piemērs indivīda dzīvē ir alkoholisms, narkomānija un smēķēšana, bet sabiedrībā – nekontrolēta vides piesārņošana [17]. Dialektiskās negācijas gadījumā attīstība netiek vienkārši pārtraukta, bet notiek pāreja no vecā uz jauno, saglabājot vecā pozitīvās īpašības. Par piemēru šim likumam var kalpot toksisko ķīmisko vielu normēšana atmosfēras un darba vides gaisā: 1922. gadā bij. PSRS noteica sēra gāzes (sērpaskābes anhidrīda) maksimāli pieļaujamo koncentrāciju (MPK) darba vides gaisā – 60 mg/m^3, kas gadu gaitā tika vairākkārtēji pārskatīta, un pašreiz tās AER ir 6 mg/m^3 (Latvijā termina MPK vietā lieto AER). Gadu gaitā samazinātas ne vien šās vielas, bet arī daudzu citu ķīmisko vielu AER. Progresējot zinātnei un organisma izmeklēšanas metodēm, tiek iegūti arvien jauni dati par ķīmisko vielu iedarbību uz organismu, tādēļ to AER tiek pārskatītas un to līmenis parasti tiek samazināts. Jaunā pieeja ķīmisko vielu normēšanai dialektiski noliedz veco: katra jauna AER, kas satur jaunu zinātniski pamatotu informāciju, dialektiski noliedz iepriekšējo. Piemēram, ASV kopš 1946. gada piecas reizes ir samazināts pieļaujamo azbesta šķiedru daudzums darba vidē: 1946. gadā to pieļaujamā koncentrācija bija 15–40 šķiedras/cm^3, bet 1997. gadā – tikai 0,1 šķiedra/cm^3 [10].

4.2. SPECIFISKĀ VIDES VESELĪBAS METODOLOĢIJA

Specifiskā vides veselības metodoloģija ir zinātniski pamatotu metožu un līdzekļu kopums. To izmanto, lai pētītu vides fizikālo, ķīmisko, bioloģisko, psihoemocionālo un sociālekonomisko faktoru ietekmi uz cilvēka organismu, kā arī cilvēku fizioloģiskās, sadzīves un ražošanas darbības ietekmi uz vidi. Specifisko vides veselības metožu spektrs un līdzekļu kopums ir parādīts 1. tabulā.

1. tabula. Specifisko vides veselības metožu un līdzekļu kopums

METODES	LĪDZEKĻI	LĪDZEKĻI
Vides stāvokļa novērtēšana: • dzīvojamo telpu, • sabiedrisko telpu, • darba telpu, • transportlīdzekļu, • ārējās vides, • sociālo apstākļu novērtēšana. Sniedz informāciju par vides piesārņotāju avotiem, riska faktoriem vidē un to ekspozīciju	**Epidemioloģiskie pētījumi populācijā:** • aprakstošie, • analītiskie, • eksperimentālie. Sniedz informāciju par • slimību izplatību, • mirstību, • dzīves ilgumu, • bērnu veselības stāvokli u.c. saistībā ar riska faktoru izplatību	**Indivīda veselības stāvokļa novērtēšana:** • aptauja, • medicīniskā apskate, • klīniski laboratoriskie pētījumi

Šīm metodēm un līdzekļiem raksturīgs, ka tiek definēts specifisks pētījuma objekts. Vides veselībā pētījuma objekts ir vesels cilvēks. Pētījuma objekta mērāmie raksturlielumi ir cilvēka fizioloģisko un bioloģisko funkcionālo parametru pārmaiņas patoloģisku stāvokļu gadījumos, kuru cēlonis ir vides kaitīgo faktoru ekspozīcija. Vides veselība orientējas uz vidē esošu kaitīgu faktoru ietekmes dēļ radušās patoloģijas novērtējumu cilvēku grupā vai kolektīvā. Šī ir vislielākā atšķirība no ārstnieciskās medicīnas, kas vērsta uz katra indivīda veselības stāvokļa novērtēšanu un veselības veicināšanu (sīkāk sk. 1. nodaļā). Tajā pašā laikā vides veselība izmanto indivīda līmenī iegūto informāciju (piemēram, aptauju dati, medicīniskās apskates, klīniski laboratoriskie pētījumi un vides higiēniskie mērījumi), lai spriestu par vides ietekmi uz cilvēku grupas veselības stāvokli.

Kaitīgos faktorus sauc arī par riska faktoriem, jo tie potenciāli var izraisīt veselības problēmas un/vai slimību atsevišķam cilvēkam vai cilvēku grupai. Vides riska faktoru potenciālās iedarbības novērtēšanu uz cilvēka organismu sauc par vides faktoru veselības riska novērtēšanu.

Vidē ir daudz dažādu riska faktoru, taču to izplatība pasaulē nav vienmērīga. Tā ir atkarīga gan no vietas ģeogrāfiskā stāvokļa, augsnes īpatnībām, ražošanas attīstības, gan no aplūkojamā reģionā dzīvojošo cilvēku ģenētiskajām īpašībām. Līdz ar to ir ļoti svarīgi noteikt šo faktoru kopuma mijiedarbību un lomu slimību izcelsmē, kas ir viens no epidemioloģijas uzdevumiem.

Piemērs. Hroniska intoksikācija ar metālisko arsēnu, lietojot uzturā pazemes dzeramo ūdeni [13].

Hroniska saindēšanās ar metālisku arsēnu ir pazīstama vēsturiska ražošanas problēma. Kā vides veselības problēma tā īpaši saasinājās laikā, kad uzturā kā dzeramo ūdeni plaši sāka izmantot pazemes ūdeni. Pateicoties augsnes filtrējošām īpatnībām, šādam ūdenim ir ļoti niecīgs mikrobioloģiskais piesārņojums un tāpēc tā izmantošana tika uzskatīta par drošu, it īpaši valstīs, kur ir problēmas ar droša dzeramā ūdens apgādi. Tomēr vairākās valstīs, kur tika uzsākta plaša pazemes dzeramā ūdens lietošana, iedzīvotājiem masveidā novēroja klīniskus simptomus, kas liecināja par hronisku saindēšanos ar metālisko arsēnu. Viņiem radās dažādas lokalizācijas ļaundabīgie audzēji, ādas pigmentācijas maiņa un sabiezēšana (hiperkeratoze), kāju asinsvadu bojājumi un gangrēna (melno pēdu slimība Taivānā). Pētījumi atklāja, ka šo simptomu iemesls bija augsta metāliskā arsēna koncentrācija dziļurbumu dzeramajā ūdenī. Līdz ar to tika veiktas pārmaiņas dzeramā ūdens kvalitātes uzraudzībā. Pašlaik spēkā esošās Pasaules Veselības organizācijas (PVO) vadlīnijas dzeramā ūdens kvalitātes nodrošināšanai pieprasa dzeramajā ūdenī regulāri noteikt arsēna koncentrāciju. Plašākie reģioni pasaulē, kuros pazemes ūdeņi satur metālisko arsēnu augstā koncentrācijā, atrodas Taivānā, Indijā, Rietumbengālijā un ASV Viskonsinas štatā (tas saistīts ar ģeoloģiskām iežu īpatnībām).

Tātad vides riska faktori dažādās valstīs var būt atšķirīgi, tie var pat variēt vienas valsts robežās. Pasaules Veselības organizācija (PVO) ir apkopojusi galvenos kaitīgos vides faktorus un to iespējamās sekas (2. tabula).

Ņemot vērā vides riska faktoru radīto ietekmi uz sabiedrības veselību un kaitīgo faktoru izraisīto veselības traucējumu smagumu, visbiežāk tiek pētīti vidē esošie ļaundabīgo audzēju riska faktori, vides faktoru ietekme uz reproduktīvo funkciju, tai skaitā iedzimti defekti, augļa anomālijas, jaundzimušo problēmas. Arvien plašāk tiek izvērtēta vides ietekme uz hronisku elpošanas un asinsrites sistēmu slimību attīstību. Paradoksāli, ka bieži vides kaitīgos faktorus pirmreizēji atklāj darba vidē, jo tur tie iedarbojas uz cilvēku augstākās koncentrācijās un līdz ar to ātrāk izraisa nelabvēlīgas sekas. Savukārt vidē šo kaitīgo faktoru līmenis ir zemāks, bet ietekmes ilgums – garāks, tāpēc izraisītā veselības problēma var būt analoga.

2. tabula. Galvenie riska faktori vidē un to ietekme uz veselību [14]

Riska faktors	Teorētiskais ekspozīcijas minimums, kurš nerada veselības traucējumu	Ietekme uz veselību
Piesārņots ūdens, sanitārijas un higiēnas trūkums	Ūdens piesārņojums, sanitārijas un higiēnas iemaņas (paražas) neizraisa slimības, kuru simptoms ir caureja	Caureja
Pilsētu gaisa piesārņojums	Piesārņojuma līmenis ar daļiņām, kuru diametrs ir mazāks par 2,5 mm un nepārsniedz 7,5 mg/m^3	Mirstība no asinsrites sistēmas slimībām, saslimstība ar plaušu vēzi, bērnu mirstība no akūtām elpceļu infekcijām
Telpu gaisa piesārņojums, lietojot cieto kurināmo	Nelieto cieto kurināmo	Akūtas elpceļu infekcijas bērniem, hroniska obstruktīva plaušu slimība, plaušu vēzis
Svins	Svina līmenis asinīs nepārsniedz 0,016 mg/dL	Asinsrites sistēmas slimības, viegla garīgā atpalicība
Klimata pārmaiņas	Atmosfēras piesārņojuma līmenis saglabājas 1961.–1990. gada koncentrāciju līmenī	Plūdu radītās traumas, malārija, barošanās traucējumi

4.3. VIDES STĀVOKĻA NOVĒRTĒŠANA

Vides stāvokļa novērtēšanas pamatā ir cēloņsakarību princips. Tiek noskaidrots vides piesārņojuma avots, piesārņojuma rašanās iemesli, tā radītās sekas un piesārņojuma ierobežošanas iespējas. Vides stāvokļa novērtējumu izmanto, lai izvirzītu vides veselības politikas mērķus, definētu prioritātes un plānotu darbību, kuras galvenais uzdevums ir aizsargāt indivīdus no kaitīgo faktoru radītiem veselības bojājumiem. Tāpēc vides veselībā ir svarīgi noskaidrot tos vidē esošos kaitīgos faktorus, kuri palielina varbūtību nevēlamiem veselības traucējumiem. Atkarībā no mērķiem un uzdevumiem vides stāvokļa novērtēšanā var izmantot dažādas metodes. Šajā nodaļā sīkāk aplūkosim vides stāvokļa higiēnisko novērtēšanu un vides faktoru veselības riska novērtēšanu. Vides stāvokļa higiēniskais novērtējums ir praksē plaši izplatīta metode, kuru galvenokārt izmanto vides veselības speciālisti savā ikdienas darbā. Tas raksturo vides stāvokļa atbilstību noteiktām higiēniskām normām. Savukārt vides faktoru veselības riska novērtēšana ir laikietilpīgāka, ar dārgāku metožu un līdzekļu kopumu, kurš dod informāciju par vides faktoru izraisītām veselības izmaiņām.

4.3.1. VIDES STĀVOKĻA HIGIĒNISKAIS NOVĒRTĒJUMS

Vides stāvokļa higiēnisko novērtējumu izmanto, lai noteiktu vides (ārējās, darba, dzīvojamās, sabiedrisko telpu, transporta) faktorus, kuri var ietekmēt cilvēku dzīves un darba apstākļus un veselību. Šā uzdevuma veikšanai izmanto:

- higiēnisko aprakstu,
- instrumentālus un laboratoriskus mērījumus.

Higiēniskais apraksts ir vēsturiski vissenāk izmantotā metode vides stāvokļa novērtēšanai, to ilgu laiku uzskatīja par galveno metodi vides veselībā. Higiēniskā aprakstā vides objektu novērtē pēc tā ārējām pazīmēm, ņemot vērā šā objekta potenciālo ietekmi uz vidi (apkārtējo un sadzīves) un indivīda veselību. Aprakstīt var atsevišķus vides objektus, piemēram, dzeramā ūdens avotu, skolu, ārstniecības iestādi vai vides objektu kompleksus – apdzīvoto vietu, uzņēmumu, lopkopības fermu u.c. Parasti higiēniskais apraksts tiek balstīts uz speciālista novērojumiem un iedzīvotāju, darbinieku vai strādājošo aptauju.

Higiēniskā aprakstā vērā ņem arī cilvēku sūdzības par veselības traucējumiem, kas var būt saistīti ar konkrēto vides objektu un liecināt par tā nelabvēlīgo iedarbību uz veselību. Šādā gadījumā jāveic papildu instrumentāli, laboratoriski un klīniski mērījumi, lai izvērtētu kaitīgo faktoru esamību vidē un apstiprinātu veselības traucējumus.

Atsevišķs higiēniskā apraksta veids ir vides sanitāri topogrāfiskais pētījums. To veic gan dabiskos apstākļos, gan arī pēc topogrāfiskām kartēm. Šādos pētījumos var noskaidrot:

- pētāmās vietas reljefa raksturu. Tas ir svarīgi, lai paredzētu, kā tiks novadīti atmosfēras nokrišņu ūdeņi, vai iespējams izmantot dabisko noteci, kā ierīkot ūdensvadu un kanalizācijas sistēmu un gājēju un transporta kustību;
- pētāmās vietas orientāciju pēc debesu pusēm un valdošiem vējiem;
- dabiskā apgaismojuma apstākļus;
- apstādījumu raksturu un blīvumu;
- dažādu organiskas vielas izdalošo objektu klātbūtni, piemērām, izgāztuves, atkritumu bedres, lopkopības fermas u.c.;
- trokšņa avotus;
- atmosfēras piesārņojuma avotus, piemēram, šoseju un rūpniecības uzņēmumu izvietojumu, to radīto izmešu raksturu un izplatīšanās nosacījumus.

Vides topogrāfiskiem pētījumiem ir īpaša nozīme, plānojot apdzīvoto vietu apbūvi un dzīvojamo māju celtniecību. Vislabāk apdzīvotās vietas plānot vietās ar mazšķēršļotu reljefu, nelielu slīpumu (reljefa slīpums līdz 10%), zemu gruntsūdens līmeni (vismaz 2 m), sausu augsni un izvietot tās pretēji valdošiem vēja virzieniem attiecībā pret potenciāliem atmosfēras piesārņojuma avotiem. Dzīvojamos rajonus nedrīkst izvietot virs vecām kapsētām, ja tās nav slēgtas vismaz pirms 15–30 gadiem (māla augsnēs vismaz pirms 25–30 gadiem).

Instrumentālo, laboratorisko un statistisko metožu kopums ir atkarīgs no pētāmā vides objekta un kaitīgā faktora īpatnībām. Tās var ietvert vienkāršas organoleptiskas pārbaudes (smarža, garša u.c.), mikroklimatiskus mērījumus (gaisa temperatūra, apgaismojums, relatīvais mitrums u.c.), ekspresmetodes ķīmisko vielu noteikšanai un detalizētas laboratoriskas metodes vides stāvokļa objektīvai dokumentēšanai. Par fizikālu, ķīmisku un mikrobioloģisku kaitīgo faktoru noteikšanu dažādās vidēs sīkāk var lasīt atbilstošās nodaļās. Arī fotogrāfijas vai filmētais materiāls var kalpot par objektīvā stāvokļa konstatēšanas pierādījumu, un to atzīst par vides higiēniskā novērtējuma sastāvdaļu [16]. Apdzīvotas vietas vai ražošanas objektu plānošanai var izmantot ģeoinformācijas sistēmas (*Geographical Information System*) informāciju par konkrētās vietas augsnes sastāvu, gruntsūdeņu līmeni, vēju virzienu, kā arī gaisa piesārņojuma, apgaismojuma u.c. īpatnībām.

Padziļinātos sanitārhigiēniskos aprakstos bez instrumentāliem, laboratoriskiem un statistiskiem datiem var būt arī informācija par plānotā vai apsekotā objekta tehnoloģisko procesu. Šādā gadījumā speciālisti papildus analizē specifiskus jautājumus, kas raksturīgi konkrētam novērtējamam objektam (dzīvojamai vai sabiedriskai ēkai, veselības aprūpes vai

mācību iestādei, sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumam, rūpnīcai, ražošanas uzņēmumam u.c.). Specifiskas vides veselības prasības šādiem objektiem ir aprakstītas atbilstošās nodaļās.

Pamatojoties uz vides stāvokļa higiēnisko novērtējumu, vides veselības speciālists izstrādā vides veselību veicinošu pasākumu un rekomendāciju kompleksu, par kura īstenošanu ir atbildīga konkrētā vides objekta administrācija. Parasti pēc vides stāvokļa pirmreizējas higiēniskās novērtēšanas tiek sastādīta tā saucamā pētāmā objekta sanitārā pase. Tajā ierakstītā informācija ir atkarīga gan no pētāmā objekta veida, gan arī no konkrētās valsts vides veselības uzraudzības sistēmas. Sanitāro pasi vides veselības speciālists izmanto savā turpmākajā darbā, atkārtoti apsekojot vides objektu, lai tajā noteiktu pārmaiņas, kas varētu būt radušās, gan mainoties ražošanas procesam, gan dažādu vides veselību veicinošu pasākumu rezultātā, kā arī lai dokumentētu laboratorisko mērījumu datus [17].

4.3.2. VIDES FAKTORU VESELĪBAS RISKA NOVĒRTĒŠANA

Vides faktoru veselības riska novērtēšana ir metožu kopums, ar kura palīdzību tiek identificēts un sīki raksturots riska faktors, kā arī noteikta konkrētā riska faktora potenciālā ietekme uz cilvēka veselību.

Pēdējo trīsdesmit gadu laikā vides riska analīzes paņēmieni ir kļuvuši par zinātniski pamatotām metodēm, ar kurām zinātnieki var iegūt reālos apstākļos pārbaudītus rezultātus. Mūsdienās risks vairs nav tikai intuitīvi apjaušams, nesalīdzināms, neizmērojams – izmantojot dažādas epidemioloģisko pētījumu metodes, to iespējams klasificēt un salīdzināt.

Risks var būt:

- tiešs, netiešs un atgriezenisks;
- apzināts un neapzināts;
- vadāms un nevadāms.

Jebkuram riskam ir cēlonis. Riska cēloņu visraksturīgākā izcelsme ir šāda:

- dabiska (viesuļvētras, plūdi, zemestrīces u.c.);
- tehnogēna (visa veida darbības ar ķīmiskām, sprādzienbīstamām un ugunsnedrošām vielām, bīstamo kravu transportēšana);
- industriāla (darba vide ar dažādiem kaitīgiem faktoriem, kuri var nonākt arī ārējā vidē);
- lauksaimnieciska (vides piesārņojums ar pesticīdiem, minerālmēsliem, mājdzīvnieku atkritumiem);
- ekonomiska (saimniecisko nozaru ražošanas lejupslīde, konkurence, inflācija);
- politiska (diktatūra, korupcija, mafija);
- militāra (citas valsts intervence, terorisms);
- bakterioloģiska (epidēmijas, tuberkuloze, difterija).

Vides faktoru veselības riska novērtējums ir nozīmīga vides stāvokļa novērtējuma sastāvdaļa. Tam izšķir šādus etapus:

- kaitīgā faktora identificēšana;
- seku smaguma novērtējums (devas atbildes reakcija);
- ekspozīcijas novērtējums;
- veselības riska raksturojums;
- riska vadīšana;
- informēšana par risku.

4.3.2.1. Kaitīgā faktora identificēšana

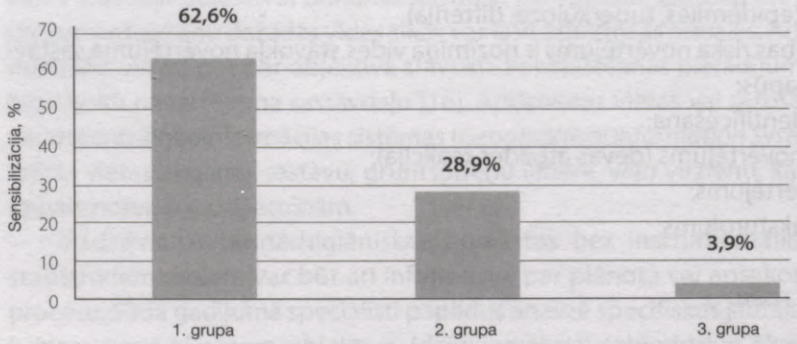
Identificējot risku, nosaka potenciālos kaitīgos vides faktorus, to avotus un veidu, kā tie iedarbojas uz cilvēka organismu un cik ticama varētu būt šo faktoru saistība ar slimību rašanos. Šajā etapā identificē arī populāciju, kura varētu būt pakļauta konkrētiem riskiem, definē konkrētās vides veselības problēmas, nospraužgalvenos uzdevumus un iezīmē problēmu risināšanas ceļus [17]. Lai identificētu kaitīgo faktoru, plaši izmanto dažādas epidemioloģisko un toksikoloģisko pētījumu metodes, arī vides stāvokļa higiēnisko novērtējumu. Šajā etapā pētnieki iepazīstas ar potenciālo vides piesārņotāju dabiskos apstākļos (uzņēmumā, vietās ar potenciālu augsnes piesārņojumu u.tml.), lai noteiktu veselības vai problēmas cēloni. Tiek veikta gan dokumentu analīze, gan arī gaisa, augsnes vai ūdens paraugu ņemšana un tālāka analīze. Identificējot kaitīgo faktoru, tiek aprakstīti arī orgānu, audu un šūnu bojājumi, ko rada šis faktors [16].

4.3.2.2. Seku smaguma novērtējums jeb t.s. devas atbildes reakcijas noteikšana

Devas atbildes reakcija kvantitatīvi raksturo sakarību starp ekspozīciju vai absorbēto kaitīgā faktora devu un tās radīto veselības kaitējumu. Devas atbildes reakciju vienmēr nosaka indivīda līmenī. Vides epidemioloģijā devas atbildes reakcijas konstatēšana nozīmē, ka, pieaugot riska faktora devai, līmenim, intensitātei un/vai iedarbības ilgumam, progresīvi pieaug arī saslimstība (incidence). Piemēram, Latvijā sakarība starp ekspozīciju un tās radīto veselības kaitējumu ir pētīta putnu fabrikā strādājošajiem (1. att.). Šajā pētījumā 62,6% ražošanas cehā strādājošo, kuru darba dienas ilgums bija astoņas stundas un dažādu putekļu koncentrācija vairākas reizes pārsniedza AER, novēroja sensibilizāciju pret vistu spalvām, dūnām un kombinēto putnu barību. Tajā pašā laikā palīgcehos strādājošie saskārās ar šiem putekļiem tikai apmēram 2 stundas darba dienas laikā, tādēļ viņiem paaugstinātu jutīgumu konstatēja 28,9% gadījumu, bet administrācijas pārstāvjiem, kam bija epizodisks kontakts ar šiem putekļiem, sensibilizāciju konstatēja tikai 3,9% gadījumu [18].

Devas atbildes reakcija ir ļoti nozīmīga, lai izstrādātu normatīvos lielumus. Devas atbildes reakciju nosaka un izmanto atšķirīgi kancerogēniskām un nekancerogēniskām vielām [19]. Vielām, kurām nav kancerogēniskas iedarbības, nosaka t.s. robežlīmeņus.

Viens no tiem ir līmenis, zem kura nenovēro veselības traucējumus (*no observed adverse effect level – NOAEL*); respektīvi, ja uz indivīdu iedarbojas riska faktors, kas ir mazāks par noteikto robežlīmeni, tad šis faktors neizraisa veselības traucējumus, kurus varētu noteikt ar mūsdienīgām metodēm. Bieži šo līmeni var noteikt tikai laboratoriskos pētījumos ar dzīvniekiem.



1. attēls. Putnu fabrikā strādājošo sensibilizācija (%) pret arodalergēniem atkarībā no to koncentrācijas (ekspozīcijas) darba telpu gaisā [16]
1. grupa – ražošanas cehu strādnieki, 2. grupa – palīgcehu strādnieki, 3. grupa – administratīvie darbinieki

Savukārt ir tāds minimālais līmenis, kura gadījumā novēro veselības traucējumus (*a lowest observed adverse effect level – LOAEL*). LOAEL ir zemākais riska faktora līmenis, kas rada veselības traucējumu, kuru var konstatēt ar mūsdienīgām izmeklēšanas metodēm. Šo līmeni dēvē arī par "sliekšņa devu". Lai arī robežlīmeņi un devas atbildes reakcija parasti tiek aprēķināta uz relatīvi veselo iedzīvotāju daļu, īpaši tiek noteikta devas atbildes reakcija cilvēkiem, kuri var būt īpaši jutīgi kādu citu veselības vai fizioloģisku procesu norises dēļ, respektīvi, t.s. augsta riska grupām. Piemēram, kā augsta riska grupas var klasificēt grūtnieces, zīdaiņus un bērnus, indivīdus ar hroniskām slimībām (hroniskas plaušu slimības, bronhiālā astma, asinsrites sistēmas slimības), vecus cilvēkus vai indivīdus, kuri pakļauti vairāku kaitīgu vides faktoru ietekmei [16, 19].

Devas atbildes reakcijas noteikšanai ir arī ekonomisks pamatojums. Piemēram, ja zem noteiktā ekspozīcijas devas līmeņa nenovēro riska faktora izraisītu kaitējumu veselībai, tad sabiedrības veselības kontroles sistēmas ietvaros nav nepieciešams noteikt normatīvus, kas būtu zemāki par šo līmeni. Savukārt, ja vielām, kuras organismā uzkrājas vai kumulējas, piemēram, aknās, kaulu smadzenēs, taukaudos u.c., novēro lineāru devas atbildes reakciju visos kumulatīvās devas iespējamos līmeņos, tad vienmēr jācenšas samazināt kumulatīvo devu [8].

Devas atbildes reakcija nav būtiska, runājot par kancerogēniem. Pirmkārt, no medicīniskā viedokļa: ja cilvēkam ir ļaundabīgs audzējs, tad tas ir un tas nevar būt vieglāks vai smagāks (audzējs var tikt atklāts agrāk vai vēlāk, no tā var būt atkarīga indivīda dzīvildze). Otrkārt, tā kā audzēju gadījumā patofizioloģiskie procesi notiek ģenētiskā līmenī, t.i., kancerogēns izraisa DNS vai RNS mutācijas, vismaz pagaidām nav iespējams noteikt precīzas devas, kuras rada šīs mutācijas. Treškārt, vērā ņem arī faktu, ka individuālais jutīgums pret kancerogēniem ir ļoti atšķirīgs. Tāpēc no sabiedrības veselības viedokļa ir ļoti svarīgi pēc iespējas vairāk samazināt kancerogēno vielu līmeņus un izplatību vidē, taču arī tas ne vienmēr garantē pilnīgu drošību [16]. Ļaundabīgu audzēju attīstībai pastāv arī veicinošie blakusfaktori, kuri ir ņemami vērā, analizējot risku. Parasti kancerogēnu vielu izmantošana darba vidē tiek pakāpeniski pilnīgi aizliegta, lai radītu drošus un veselībai nekaitīgus darba apstākļus.

Devas atbildes reakcijas noteikšanai bieži izmanto t.s. ekstrapolēšanas metodi, kad laboratorijas pētījumos iegūtie dati tiek attiecināti uz cilvēka organismu. Protams, arī šajā procesā var rasties kļūdas, tāpēc ir ļoti svarīgi pamatot un detalizēti aprakstīt ekstrapolācijas metodi, kā arī tās statistiskās un bioloģiskās nepilnības [16].

Kā jau minēts, devas atbildes reakcija ir svarīga, normējot kaitīgos faktorus vidē. Visbiežāk lietotie normatīvie lielumi kaitīgiem faktoriem:

- aroda ekspozīcijas robežvērtība (AER);
- references ekspozīcijas līmenis (REL) – vielas uzņemtā deva organismā (mg/kg/dn), kuras gadījumā nenovēro kaitīgu iedarbību;
- riska pakāpe (RP) – attiecība starp reālo iedarbības līmeni un REL. Vielām, kas nevar izraisīt ļaundabīgos audzējus, par nekaitīgu tiek atzīta riska pakāpe 0,1. RP ir pieļaujama, ja tā nepārsniedz 1 [4].

4.3.2.3. Ekspozīcijas novērtējums

Ekspozīcija ir indivīda vai indivīdu grupas kontakts ar kaitīgo faktoru, kura laikā kaitīgais faktors var ietekmēt cilvēka veselību. Ekspozīcijas novērtējums ietver kaitīgā faktora koncentrācijas, tā iedarbības ilguma, iekļūšanas ceļa organismā, kā arī kaitīgo faktoru mazinošo apstākļu, veidu un pasākumu noteikšanu. Ekspozīcijas novērtējuma mērķis ir noteikt kaitīgā faktora devas un ekspozīciju pagātnē, tagadnē un nākotnē, kā arī noteikt ekspozīcijas līmeni ne tikai visai populācijai, bet arī atsevišķiem indivīdiem, it īpaši tiem, kuriem ir paaugstināts jutīgums pret konkrēto riska faktoru jeb t.s. augsta riska grupai [16, 19].

Ekspozīciju var mērīt gan netiešā, gan tiešā veidā. Netieša ekspozīcijas noteikšana visbiežāk tiek veikta ar aptauju, apkopojot datus, veicot vides stāvokļa monitoringu vai modelējot kaitīgā faktora ietekmi uz organismu. Ekspozīciju tieši raksturo gan ar ekspozīcijas ilgumu (laiks minūtēs, dienās, nedēļās utt.) un devu (objektīvi izmērīts vai uz objektīvi veiktajiem mērījumiem balstīts kaitīgā faktora devas lielums, kam ir bijis pakļauts organisms). Tiešās ekspozīcijas novērtējuma metodes ir individuālais vides faktoru monitorings un vides riska faktoru bioloģisko marķieru noteikšana.

4.3.2.4. Veselības riska raksturojums

Veselības riska raksturojums ir iepriekšējos etapos savāktās informācijas apkopojums, kura mērķis ir izdalīt tos riska faktorus, kurus nepieciešams mazināt vai novērst. Raksturojot konkrētus riskus, zinātnieki var piedāvāt dažādus riska attīstības modeļus atkarībā no pielietotām statistiskām metodēm, pieņēmumiem par ekspozīciju un eksponētās iedzīvotāju grupas jutīgumu, kā arī citu riska faktoru klātbūtni [16, 19]. Veselības riska raksturojuma soļi atainoti 3. tabulā.

3. tabula. Veselības riska raksturojuma secība [16]

Solis	Apraksts
1. Ekspozīcija	Kaitīgās vielas koncentrācija x ekspozīcijas ilgums (vai arī tiešs mērījums).
2. Deva	Ekspozīcija (1. solis) x dozimetrijas faktors (absorbcijas vai inhalācijas koeficients u.c.), dalīts ar ķermeņa masu vai ķermeņa virsmas laukumu.
3. Individuālais risks dzīves laikā	Deva (2. solis) x riska raksturotājfaktors (kancerogēns, nekancerogēns, piem., NOAEL) vai smagums (piem., NOAEL) x drošības faktors.
4. Eksponētās iedzīvotāju grupas risks	Individuālais risks (3. solis) x eksponētās iedzīvotāju grupas lielums (jāņem vērā vecums, citi jutīguma faktori, iedzīvotāju grupas aktivitātes u.c.).

Cilvēka ekspozīciju definē kā iespēju kaitīgam faktoram absorbēties cilvēka ķermenī, saskaroties ar ķīmisku, bioloģisku vai fizikālu riska faktoru. To nosaka, reizinot kaitīgā faktora koncentrāciju ar ekspozīcijas ilgumu. Kaitīgā faktora koncentrācija tiek iegūta ar netiešām vai tiešām noteikšanas metodēm, bet ekspozīcijas ilguma noteikšana ir atkarīga no kaitīgā faktora radīto seku smaguma. Kancerogēniem faktoriem svarīgs ir kopējais stundu vai dienu skaits indivīda dzīves periodā, kura laikā viņš ir pakļauts šā faktora iedarbībai (ja ekspozīcija ir katru dienu, tad vidēji 70 gadu ilgā dzīves laikā ekspozīcijas ilgums būtu 25 550 dienas). Vielām, kas nav kancerogēniskas, ir svarīgi noteikt laiku (stundās vai pat minūtēs), kurā tās pārsniedz robežlīmeņus. Vielām, kas ilgstoši iedarbojas uz cilvēka organismu, nosaka vidējo piesārņojuma līmeni, pieņemot, ka šis līmenis dzīves laikā ir relatīvi nemainīgs. Turpretī ekspozīcijas ilgums bērniem ķermeņa masas atšķirību dēļ parasti tiek novērtēts, dalot bērna vecumu šādos periodos: no 0 līdz 6 mēnešu vecumam, no 6 mēnešiem līdz 5 gadu vecumam, no 5 līdz 12 gadu vecumam.

Aprēķinot devu, nosaka vidējo dienas devu dzīves laikā. Parasti ķīmisko vielu ekspozīcijas devu nosaka kā kaitīgā faktora daudzumu uz kilogramu ķermeņa masas dienā (mg/kg/dn). Var aprēķināt arī summāro devu visiem iespējamiem ekspozīcijas avotiem (augsnei, ūdenim, gaisam u.c.), tad to izsaka kā individuālo devu summāro rādītāju.

Veselības riska novērtēšanas trešajā solī ekspozīcijas novērtējums tiek integrēts ar devas atbildes reakciju. Nosakot individuālo risku dzīves laikā, tiek ņemts vērā drošības faktors (*uncertainty or safety factor*) un atbilstošās vielas robežlīmenis, zem kura nenovēro veselības traucējumus (piem., NOAEL, references deva jeb pieļaujamā dienā uzņemtā deva). Drošības faktors ir nenoteiktības līmenis, kuru ņem vērā, ekstrapolējot eksperimentos iegūtos rezultātus uz cilvēka organismu. Ja devas atbildes reakcijas datu kvalitāte un kvantitāte ir pietiekama, tad drošības faktors ir zems. Jo neviendabīgāki ir dati, jo augstāks ir drošības faktors. Amerikas Savienotajās Valstīs ir izstrādātas vadlīnijas, kuras nosaka drošības faktoru lietošanu (4. tabula). Pētījumos ar dzīvniekiem iegūto rezultātu ekstrapolācija uz cilvēka organismu ir ilgstošs un sarežģīts process. Pirmkārt, rezultāti, kas iegūti pētījumos ar citām sugām, var neatbilst cilvēka organisma fizioloģijai, tāpēc tie var nebūt derīgi. Otrkārt, veicot ekstrapolāciju no augstākām koncentrācijām uz zemākām, bieži tiek izmantoti dažādi pieņēmumi, kuri var izrādīties nepareizi vai neprecīzi. Treškārt, pētījumos ar laboratorijas dzīvniekiem bieži izmanto tādus kaitīgā faktora iekļūšanas ceļus organismā, kuri neatbilst cilvēka ekspozīcijai [16]. Lai mazinātu šaubas, nepieciešams lietot drošības faktoru.

4. tabula. Drošības vai nenoteiktības faktors [16]

Faktors	Apraksts
10x	Tiek lietots, ja rezultāti iegūti ilgstošos eksperimentālos pētījumos ar dzīvniekiem. Šis drošības faktors domāts, lai pasargātu jutīgos iedzīvotājus (augsta riska grupa).
100x	Tiek lietots, ja nav pieejami rezultāti par pētījumiem ar cilvēkiem vai arī tie ir nepilnīgi, bet ir pamatoti rezultāti, kas iegūti zemu koncentrāciju pētījumos ar vienu vai vairākām eksperimentālo dzīvnieku sugām. Šis drošības faktors paredzēts, lai iegūtos rezultātus attiecinātu uz dažādu sugu pārstāvjiem, tā ir t.s. starpsugu ekstrapolācija.
1000x	Tiek lietots, ja nav rezultātu par ilgstošu zemu koncentrāciju iedarbību vai akūtu iedarbību uz cilvēku organismu un ir pretrunīgi rezultāti pētījumos ar eksperimentāliem dzīvniekiem. Šis drošības faktors nodrošina variācijas starp sugām. T.s. strapsugu ekstrapolācija nodrošina ekstrapolāciju no augstām koncentrācijām uz zemām, no īslaicīgas iedarbības uz ilglaicīgu, kā arī pasargā jutīgos iedzīvotājus.

Šajā solī tiek noteikta robežlīnija, pēc kuras salīdzinoši novērtē, cik nopietnas veselības problēmas var radīt konkrētā ekspozīcijas deva. Bez tam individuālais risks dzīves laikā tiek atšķirīgi vērtēts kancerogēnisku un nekancerogēnisku vielu iedarbībai. Kancerogēna individuālais risks dzīves laikā tiek izteikts kā vēža riska pieaugums konkrētam indivīdam, kam ir bijis atbilstošs risks dzīves laikā. Nekancerogēnām vielām tiek pieņemts, ka ir robežlīmenis, zem kura nenovēro kaitīgu iedarbību uz veselību. Savukārt attiecība starp ekspozīcijas līmeni un šo pieņemto robežlīmeni sniedz informāciju par toksiskās vielas radītās veselības problēmas varbūtību.

Piemērs. Pieļaujamās dienas devas aprēķins (PDD)

Dzīvnieku eksperimenti ar dažādām paradihlorbenzola devām liecina, ka šī viela var radīt aknu, plaušu, nieru un citu orgānu bojājumus. Vienu gadu garā eksperimentā vairākas trušu grupas (katrā grupā bija 5 truši) piecas dienas nedēļā baroja ar 0 līdz 1000 mg/svara kg lielu paradihlorbenzola devu. Eksperimenta rezultātā trušiem novēroja svara zudumu, trīci un aknu bojājumus. Augstākā dienas deva, zem kuras nenovēroja veselības traucējumus (NOAEL), bija 357 mg/svara kg. Savukārt cits subklīnisks eksperiments, kura laikā žurkas baroja ar paradihlorbenzolu, liecināja par iespējamo NOAEL 150 mg/svara kg. Šis lielums tika izmantots, lai aprēķinātu pieļaujamo dienas devu cilvēkam. Sākotnēji deva tika aprēķināta, izmantojot sekojošu formulu:

PDD = NOAEL / drošības faktors (ņemt vērā dozimetrijas faktorus)

PDD = (150 mg/svara kg) x (70 kg/persona) x (5 dienas / 7 dienu nedēļā) / (100 x 10) =

= 7,5 mg / persona / diena

100-kārtējs drošības faktors tiek lietots tādam NOAEL, kas iegūts dzīvnieku eksperimentos un kam nav atbilstošu datu par ietekmi uz cilvēka organismu; 10 ir papildus drošības faktors, jo eksperiments bija ievērojami īsāks nekā iespējamā ekspozīcija dzīves laikā.

Tā kā nebija pieejami dati par to, cik liela ir ekspozīcija daļa, lietojot pārtikas produktus, un cik liela – no apkārtējā gaisa, tika pieņemts, ka 20% no ekspozīcijas devas varētu nonākt organismā ar dzeramo ūdeni. Ja pieņem, ka cilvēks dienā patērē 2 litrus ūdens, tad caur ūdeni uzņemamā pieļaujamā vielas koncentrācija ir:

PDD (ar ūdeni) = PDI x ūdens daudzums/ (2 l/dienā) =

= 7,5 mg / dienā x 20% / (2 l/dienā) =

= 0,75 mg/l

Šis lielums ir maksimālais paradihlorbenzola daudzums, ko indivīds var uzņemt ar ūdeni dienas laikā un kurš neradīs veselības traucējumus. Protams, šis lielums ir interpretējams uzmanīgi, jo tā radīšanas procesā tika lietota gan ekstrapolācija, gan arī virkne citu pieņēmumu [16].

Eksponētās iedzīvotāju grupas riska noteikšana ir nepieciešama, lai vispārinātu iegūtos rezultātus indivīda līmenī uz visu eksponēto iedzīvotāju grupu. Šis rezultāts parāda veselības traucējuma pieauguma risku visā eksponēto iedzīvotāju grupā. Sabiedrības veselības ietvaros tā ir ļoti svarīga informācija, kuru ņem vērā, lai informētu sabiedrību par vides kaitīgo faktoru potenciāli radītajām sekām [16].

4.3.2.5. Riska vadīšana

Riska vadīšana ir vides pārvaldības sistēmas pārziņā. Riska vadīšana tiek balstīta uz riska novērtējuma rezultātiem un rekomendācijām. Riska vadīšanas uzdevums ir izstrādāt ekonomiski, politiski un sociāli pamatotas metodes riska mazināšanai, izveidot vides risku monitoringa sistēmu, kura ietver gan ekspozīcijas, gan arī veselības stāvokļa kontroli [19].

4.3.2.6. Informēšana par risku

Informēšana par risku nozīmē atklātas, pārskatāmas un pieejamas informācijas pieejamību par riska novērtējuma rezultātiem, arī par riska avotiem, individuāliem un valstiska mēroga pasākumiem riska mazināšanā [19].

4.4. CILVĒKA EKSPOZĪCIJAS RAKSTUROJUMS

Kā jau tika minēts, par cilvēka ekspozīciju sauc kaitīgā ķīmiskā, bioloģiskā vai fizikālā faktora kontaktu ar cilvēku, kura laikā šim faktoram ir iespēja nonākt cilvēka organismā vai ietekmēt cilvēka organisma funkcijas. Novērtējot ekspozīciju, vērā tiek ņemts iedarbības laiks, iedarbības ceļi, kaitīgā faktora raksturojums, iedzīvotāju grupas vai populācija, kuru ietekmējis šis faktors, tā lielums un īpatnības. Cilvēka ekspozīcijas raksturojumam izšķir vairākus posmus:

- apkārtējas vides un populācijas raksturojums, kas ietver klimatiskos un hidroģeoloģiskos aspektus, augsnes tipu, augu valsti, rūpniecības attīstību, populācijas dzīves vietu, demogrāfisko sastāvu, nodarbinātību un citus aspektus;
- kaitīgā faktora ekspozīcijas un iespējamās izplatības ceļu noteikšana vidē, kas ietver kaitīgā faktora nokļūšanu no izdales avota vidē, tā tālāko izplatību vidē un nonākšanu līdz indivīdam, kas pakļauts kaitīgā faktora ietekmei.

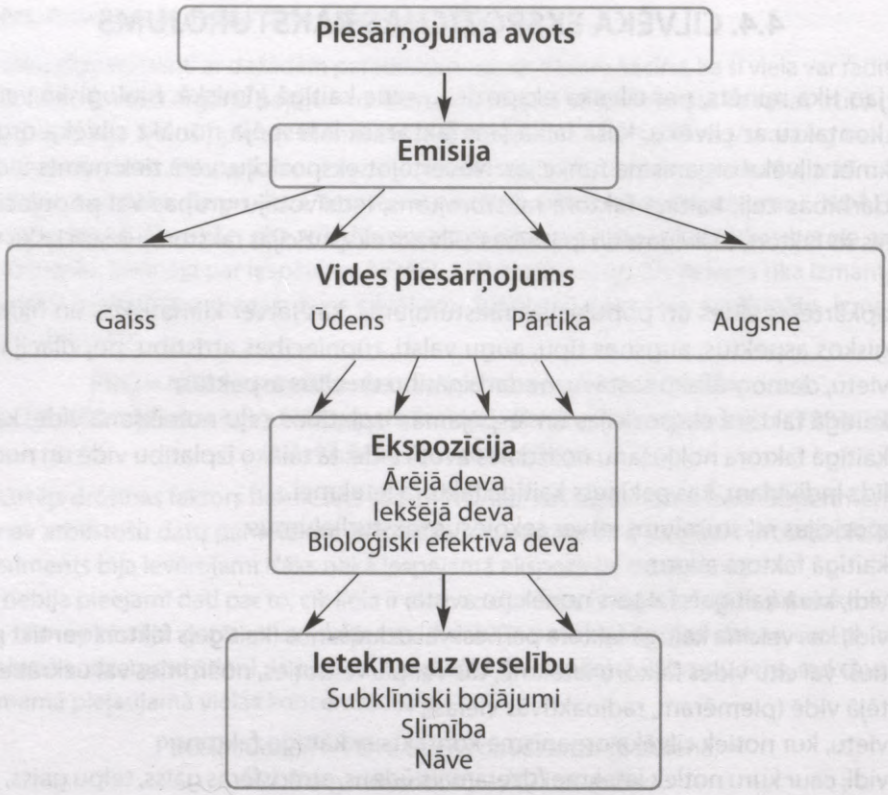
Ekspozīcijas raksturojums ietver sekojošus raksturlielumus:

- kaitīgā faktora avotu;
- vidi, kurā kaitīgais faktors nonāk no avota;
- vidi, kas veicina kaitīgā faktora pārnesi vai uzkrāšanos (kaitīgais faktors var tikt pārnests tieši vai citu vides faktoru ietekmē, tas var pārveidoties, noārdīties vai uzkrāties apkārtējā vidē (piemēram, radioaktīvās vielas);
- vietu, kur notiek cilvēka organisma kontakts ar kaitīgo faktoru;
- vidi, caur kuru notiek ietekme (dzeramais ūdens, atmosfēras gaiss, telpu gaiss, pārtikas produkti, augsne u.c.);
- ceļus, pa kuriem kaitīgais faktors nonāk organismā (caur ādu vai gļotādu, elpošanas orgāniem, gremošanas traktu) [19].

Ļoti svarīgi noteikt kaitīgā faktora devu, kas ir iedarbojusies uz organismu, un mērķorgānu. Tas, ka vidē kāda viela ir paaugstinātā koncentrācijā, vēl nenozīmē, ka tā radīs patoloģiskas pārmaiņas, jo ir nepieciešams organisms, kas spēj uzņemt un reaģēt uz šo vielu vai faktoru. Vienkāršiem vārdiem runājot, ja kaitīgajam faktoram nav iespējas ietekmēt cilvēka organismu caur elpceļiem, gremošanas orgāniem vai absorbcijas ceļā caur ādu un gļotādu, tad šāds faktors neradīs nelabvēlīgu ietekmi uz veselību un neizraisīs slimību.

Izšķir iekšējo devu – tas ir kaitīgās vielas daudzums, kas nonācis organismā caur elpošanas un gremošanas sistēmām vai absorbējoties caur ādu. Savukārt bioloģiski efektīvā deva ir kaitīgās vielas daudzums, kas var ietekmēt mērķorgānu, t.i., organisma audus vai orgānus, radot tajos patoloģiskas pārmaiņas, kuru dēļ var rasties slimība [16]. Tā kā iekšējo un bioloģiski efektīvo devu pašu par sevi ir grūti izmērīt, vides veselībā praktiski nosaka un mēra ekspozīciju; tātad vides veselības uzdevums ir ekspozīcijas ierobežošana. Daudzpakāpju saikne starp piesārņojuma avotu un veselībai radīto kaitējumu parādīta 2. attēlā.

Ekspozījas novērtējumam izmanto tiešas un netiešas izpētes metodes. Tiešas izpētes metodes ir individuālais un bioloģiskais monitorings. Individuālajā monitoringā izmanto ierīces, kas samērā precīzi nosaka riska faktora lielumu, kurš potenciāli ir iedarbojies uz cilvēka organismu. Piemēram, lai noteiktu kaitīgo vielu koncentrāciju elpojamā gaisā, gaisa paraugus ņem cilvēka elpošanas zonā. Savukārt, lai izvērtētu ūdens piesārņojumu, ūdens paraugus ņem no krāna vai arī izmeklē ūdeni, ko reāli izmanto dzeršanai.



2. attēls. Daudzpakāpju saistība starp vides piesārņojuma avotu un kaitīgā faktora radīto veselības traucējumu [16]

Bioloģiskais monitorings nosaka kaitīgās vielas vai to metabolītu koncentrāciju cilvēka organismā [14]. Bioloģiskā monitoringa ietvaros dažādās indivīda biovidēs tiek noteiktas:

- kaitīgās vielas neizmainītā veidā,
- kaitīgo vielu metabolīti,
- kaitīgo vielu izraisītie bioloģiskie efekti.

Kaitīgās vielas vai to metabolīti ir t.s. ekspozīcijas biomarķieri, kas liecina par to, ka kaitīgā viela ir iedarbojusies uz organismu, bet neuzrāda tās izraisītās patoloģiskās un fizioloģiskās pārmaiņas organismā. Raksturīgākie ekspozīcijas biomarķieri ir norādīti 5. tabulā.

Savukārt efekta biomarķieri parāda bioķīmiskās, fizioloģiskās, uzvedības vai citas izmaiņas organismā, kas radušās kaitīgā faktora ietekmē. Šie marķieri liecina par potenciālām veselības problēmām vai slimības riska attīstības iespējamību [19]. Šāda bioloģiskā marķiera piemērs ir holīnesterāzes aktivitātes samazināšanās fosfororganisko pesticīdu iedarbības dēļ. Svina intoksikācijas gadījumā efekta biomarķieri ir eritrocītu protoporfirīns, retikulocītu un bazofilu punktainā graudainība, delta aminolevolīnskābes un koproporfirīna pieugums urīnā.

Trešais biomarķieru veids ir jutīguma biomarķieri, kas nosaka, vai konkrētais organisms reaģēs uz kaitīgā faktora ietekmi. Šos biomarķierus izmanto, lai noteiktu augsta riska grupas indivīdus, kam nepieciešama īpaša vērība [19]. Tomēr jāatzīmē, ka šo biomarķieru praktiskā pielietošana gan vides veselībā, gan arodveselībā ir ierobežota, jo tā bieži ir pretrunā ar ētiskiem un cilvēktiesību principiem.

5. tabula. Raksturīgākie ekspozīcijas biomarķieri [16, 19]

Viela	Bioloģiskais marķieris	Potenciālās ekspozīcijas piemēri
Benzols Toluols	Fenols urīnā	Organisko šķīdinātāju, naftas produktu lietošana un pārstrāde
Oglekļa oksīds	Karboksihemoglobīns	Ugunsgrēks, izplūdes gāzes
Kadmijs	Kadmijs asinīs un urīnā	Metālapstrāde
Svins	Svins asinīs	Akumulatoru ražotne
Metildzīvsudrabs	Dzīvsudrabs asinīs un matos	Jūras valsts produktu (zivju) lietošana uzturā
Alkoholiskie dzērieni	Etanols izelpotajā gaisā	Alkohola lietošana
Organiskie šķīdinātāji	Organisko šķīdinātāju metabolīti urīnā	Ķīmiskā laboratorija
Gaistošie organiskie savienojumi	Gaistošie organiskie savienojumi izelpotajā gaisā	Iekštelpu gaisā, ja telpu apdarē lietoti materiāli, kuros ir gaistoši organiski savienojumi
Cigarešu dūmi	Kotinīns urīnā	Iekštelpas (kafejnīcas, klubi)
Medikamenti	Medikamentu koncentrācija asinīs vai to metabolītu koncentrācija urīnā	Medikamentu pārdozēšana
Pentahlorfenols	Pentahlorfenola koncentrācija urīnā	Pesticīdu lietošana

Pēdējos gados attīstās arī molekulārā epidemioloģija, kas pētī kaitīgu vielu radītās pārmaiņas DNS vai olbaltumu līmenī. Šīs metodes ir ļoti dārgas un praktiski vides veselības riska novērtēšanā netiek izmantotas [16].

Netiešās izpētes metodes kombinē vides monitoringa datus un iedzīvotāju anketēšanā iegūtos datus par raksturīgajām aktivitātēm, kuru laikā iespējama ekspozīcija. Vides monitorings ir periodiska un sistemātiska apkārtējās vides analīze, kas ietver regulāru ūdens, atmosfēras gaisa, uztura produktu un augsnes paraugu analīzi. Aptaujas un anketēšana ļoti bieži palīdz atklāt pētāmā faktora iedarbības vispārējās likumsakarības. Izmantojot anketēšanu un aktivitāšu dienasgrāmatas, var iegūt informāciju arī par iedzīvotāju aktivitātēm. Anketēšana parasti sniedz informāciju par demogrāfiskiem datiem, indivīda veselības stāvokli, vides faktoriem un indivīda aktivitātēm konkrētā laika posmā. Informācijas iegūšana var būt mutiska (aptauja) vai rakstiska (anketēšana). Parasti tai lietotais pētniecības instruments (anketa) sastāv no speciāli sastādītu jautājumu kopuma. Anketēšanas vai aptaujas dati vieni paši var kalpot par novērtējuma pamatu vides faktoru iedarbībai uz cilvēku. Ja vides monitoringa un anketēšanas datus kombinē, var izveidot matemātiskus modeļus, ar kuriem var noteikt indivīda vai indivīdu grupas iespējamās ekspozīcijas līmeni [16, 17].

Cilvēka iespējamā ekspozīcija var būt atšķirīga no ekspozīcijas ceļa. Tas var būt tikai viens, vai arī viela organismā var nonākt pa vairākiem ceļiem: ieelpojot, caur gremošanas traktu, caur ādu un gļotādām.

4.4.1. EKSPOZĪCIJA, VIELU IEELPOJOT

Ja kaitīgā viela atrodas gaisā, tad ieelpotās vielas daudzums ir atkarīgs no indivīda dzimuma, vecuma, fiziskām aktivitātēm ekspozīcijas laikā. Ieelpotā gaisa daudzumu var ietekmēt arī vides temperatūra, augstums virs jūras līmeņa, ķermeņa masa, smēķēšana, sirds slimības, gaisa piesārņojums. Savukārt iekšējā (absorbcijas) deva ir atkarīga no tā, kāds daudzums ķīmiskās vielas deponējas elpceļos, cik izvadīts ārā, cik absorbēts caur elpceļiem un nonācis asinsritē.

Ekspozīcijas devu (ED) **ieelpojot** aprēķina sekojoši:

$$ED = (C \times IR \times EF) / ĶM,$$

kur

C – piesārņojošās vielas koncentrācija gaisā, mg/m^3;

IR – ieelpas likme (*inhalation rate*) – dienā ieelpotais gaisa daudzums, ievērojot iespējamo piesārņojošās vielas uzņemšanas laiku, m^3/dienā (standarta ieelpotais gaisa daudzums pieaugušam cilvēkam ir 23 m^3/dienā, bērnam līdz 5 gadu vecumam – 5 m^3/dienā, 5 līdz 12 gadus vecam bērnam – 12 m^3/dienā);

EF – ekspozīcijas faktors, kas norāda, cik bieži dzīves laikā persona ir pakļauta vielas ieelpošanai;

ĶM – vidējā ķermeņa masa vecuma grupai (pieaugušam cilvēkam aprēķinos pieņemta 70 kg).

4.4.2. EKSPOZĪCIJA CAUR GREMOŠANAS TRAKTU

Lai noteiktu aptuveno ekspozīcijas devu kaitīgām vielām, kas atrodas dzeramajā ūdenī, nosaka kopējo cilvēka patērēto ūdens daudzumu, arī ūdens daudzumu, ko lieto personiskās higiēnas vajadzībām (piem., mazgājoties). Gremošanas traktā nonāk viss ūdens, kas tiek lietots uzturā – ūdens, ko lieto dzeršanai, ēdiena, kā arī auksto un karsto dzērienu pagatavošanai. Tiek pieņemts, ka viss ūdens, kas nonāk gremošanas traktā, tiek absorbēts.

Augsne var nonākt gremošanas traktā nejauši vai arī tikt apēsta, kas īpaši raksturīgs 1–3 gadus veciem bērniem, bērniem ar dzelzs deficītu un dažādām psihiskām slimībām. Tiek pieņemts, ka visas augsnē (tāpat kā ūdenī) esošās kaitīgās vielas uzsūcas gremošanas traktā.

Lai noteiktu kaitīgās vielas daudzumu, kas nonācis cilvēka organismā ar uzturu, nepieciešams apkopot iedzīvotāju ēšanas paradumus, kā arī apzināt kaitīgo vielu daudzumu dažādos pārtikas produktos. Jāņem vērā, ka ēšanas paradumi dažādās iedzīvotāju grupās var būt ļoti atšķirīgi.

Lai novērtētu absorbēto kaitīgās vielas devu, katram pārtikas produktam jāveic atsevišķs speciāls aprēķins [13].

Piemērs kaitīgā faktora (uzņemtās vielas) ekspozīcijas devas (ED) aprēķinam **uztura produktos**:

$$ED = C \times IgR \times EF / ĶM,$$

kur

C – piesārņojošās vielas koncentrācija uztura produktā, mg/l vai mg/kg masas;

IgR – pārtikas patēriņa daudzums (*ingestion rate*) dienā, piemēram, pieaugušam cilvēkam ūdens patēriņš ir 1,5 l/dienā;

EF – ekspozīcijas faktors;

ĶM – ķermeņa masa.

4.4.3. EKSPOZĪCIJA CAUR ĀDU

Kaitīgas vielas absorbcija caur ādu ir atkarīga no vairākiem faktoriem:

- kopējās ādas virsmas, kas pakļauta ekspozīcijai (tā parasti ir atkarīga no gadalaika un veicamo aktivitāšu rakstura);
- ķermeņa daļas, kas pakļauta ekspozīcijai;
- kontakta ilguma;
- ķīmiskās vielas koncentrācija ādā;
- ķīmiskās vielas penetrācijas spējām caur ādu;
- vides, caur kuru notiek ekspozīcija (ūdenī šķīstoša viela labāk uzsūcas caur ādu nekā taukos šķīstoša viela);
- ādas bojājuma ekspozīcijas laikā.

Pēc kaitīgās vielas ekspozīcijas vides var noteikt aptuveno ekspozīcijas devu, lietojot sekojošas formulas [13]:

Aptuvenā ekspozīcijas deva absorbcijai caur ādu (no ūdens) = C x P x VL x EL x EF/ĶM

Aptuvenā ekspozīcijas deva absorbcijai caur ādu (no augsnes) = C x A x BP x EF/ĶM,

kur
EF– ekspozīcijas faktors;
A – kopējais augsnes daudzums, kas nonācis kontaktā ar ādu;
BP – biopieejamība (ķīmiskās vielas daudzums procentos, kas var uzsūkties no augsnes ādā);
ĶM – ķermeņa masa;
P– penetrācijas faktors;
C – kaitīgās vielas koncentrācija;
V – virsmas laukums;
EL – ekspozīcijas laiks.

4.5. VIDES EPIDEMIOLOĢIJA

Vides epidemioloģija ir zinātne, kas pētī telpu, darba, transporta un apkārtējā vidē esošo fizikālo, ķīmisko un bioloģisko faktoru ietekmi uz cilvēka veselību [8]. Vides epidemioloģija pētī slimību cēloņus un klīnisko gaitu, novērtē profilaktisko pasākumu efektivitāti, veic riska analīzi. Epidemioloģijai ir svarīga nozīme vidē esošo veselībai kaitīgo faktoru kritisko lielumu izvērtēšanā (t.s. devas atbildes reakcijas noteikšanā).

Epidemioloģijā ir svarīgi izprast slimības etioloģijas jeb cēloņa koncepciju. Par slimības cēloni tiek uzskatīts jebkurš faktors, kura ietekmē rodas slimība. Visbiežākie apkārtējā vidē sastopamie slimību ierosinātāji ir šādi:

- ķīmiskās vielas, t.sk. arī pesticīdi, bīstamie atkritumi, izmeši no rūpnieciskiem un saimnieciskiem avotiem, negadījumu dēļ vidē nonākušas ķīmiskās vielas;
- smagie metāli, no kuriem galvenais ir svins. Tā galvenie avoti, kas rada vides piesārņojumu, ir svinu saturošs benzīns un svinu saturošas krāsas. Saskaņā ar Latvijā pastāvošo likumdošanu, valstī ir aizliegta svina saturošā benzīna pārdošana;
- jonizējošā radiācija no dabiskiem (radona gāze) vai mākslīgiem avotiem (drošības noteikumu neievērošanas vai avāriju dēļ atomelektrostacijās, radioaktīvo atkritumu izgāztuvēs un radioaktīvo vielu lietošanas vietās);

- augstspriegumu tīklu elektromagnētiskais lauks;
- troksnis;
- bioloģiskie faktori, arī slimības ierosinoši vīrusi u.c. mikroorganismi. A vīrusa hepatīts un leģionāru slimība ir piemēri, kas liecina par sanitārhigiēnisko pasākumu neievērošanu.

Pētot cēloņsakarības, nozīmīgi ir izvērtēt, cik lielā mērā un vai patiešām slimības vai veselības traucējuma cēlonis ir konkrētais faktors. Epidemioloģiskās izpētes pirmajā stadijā parasti atklāj statistisku (matemātisku) sakarību starp cēloni un efektu, otrā stadija ir daudz filigrānāka, jo tajā jānosaka cēlonība, t.i., atklātajai statistiskajai saiknei tiek piešķirta arī bioloģiska (patoloģiski fizioloģiska, molekulāra, sociāla) nozīmība.

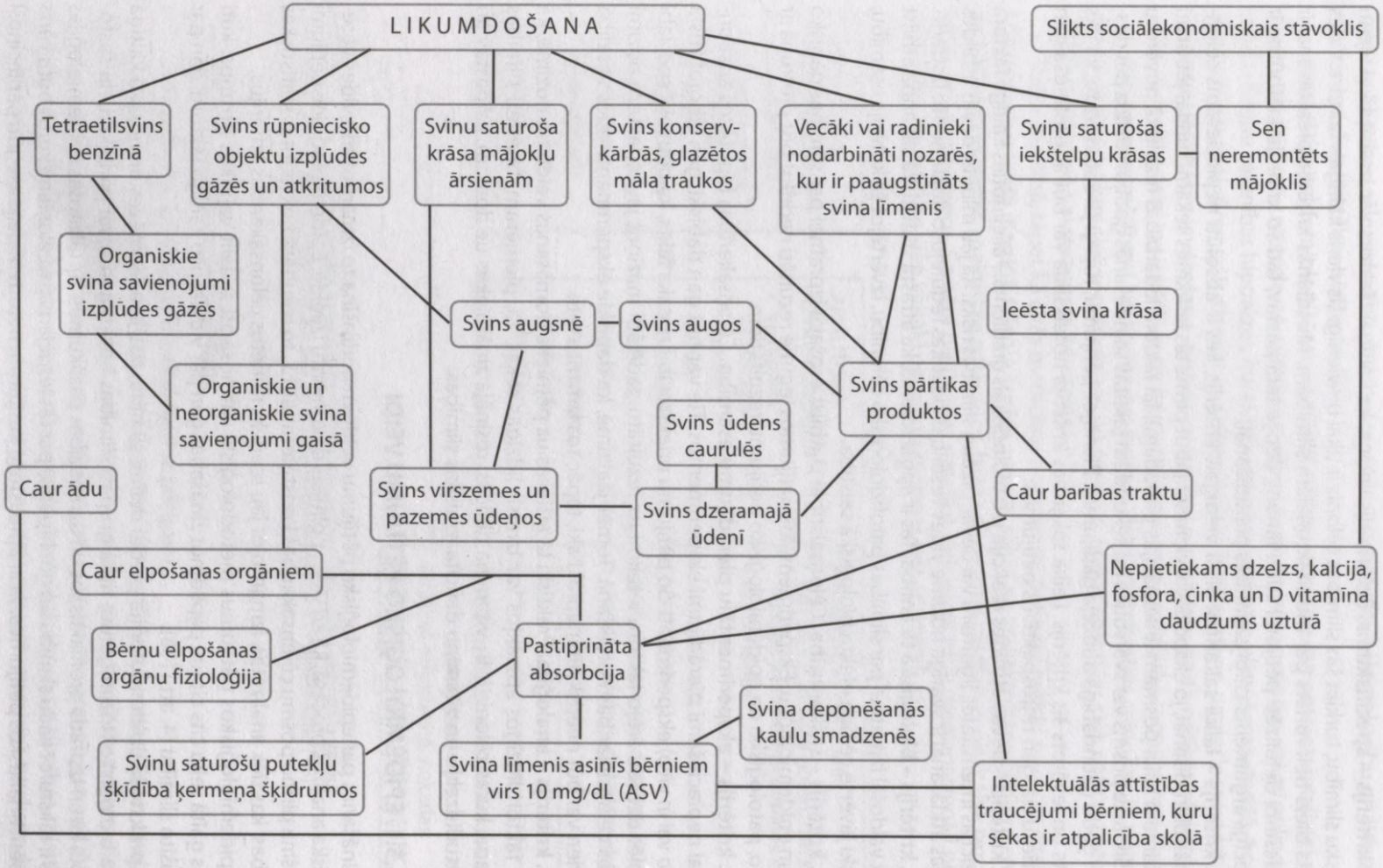
Lai atvieglotu cēloņsakarības noteikšanu, pētījuma plānošanas sākumā ir jāizvirza hipotēzes par iespējamo tiešo un netiešo faktoru nozīmi slimības vai patoloģijas izcelsmē. Šim nolūkam jāizveido cēlonības tīkls (*causal web*), kas ataino kompleksu, savstarpēji saistītu faktoru ietekmi uz slimības vai patoloģijas attīstību. Ilustratīvs piemērs ir paaugstināts svina līmenis vidē, kura dēļ var rasties intelektuālas attīstības atpalicība (sk. 3. att.).

Sistemātiskumu cēlonības analīzei piešķīra angļu zinātnieks Ostins Bredfords Hils (*Ostin Breadford Hill*), kurš 1965. gadā izstrādāja **cēlonības kritērijus**, lai novērtētu vides faktoru ietekmi uz slimības attīstību [2, 7]. Lai arī Hila kritēriji savu nozīmi laika gaitā daļēji ir zaudējuši, tomēr tie vēl joprojām noder, lai pārliecinātos, vai atklātajai statistiskai saistībai starp riska faktoru un slimību ir vai nav cēlonisks raksturs. Kopumā Hils ieteica deviņus kritērijus.

1. kritērijs – stiprums. To raksturo incidences blīvuma rādītājs, kumulatīvās incidences rādītājs, krusteniskā attiecība un standartizētais mirstības rādītājs. O. B. Hils uzskatīja, ka, jo lielāki ir šie skaitliskie rādītāji, jo lielāka ir iespējamā cēloņsakarība. Taču šim kritērijam ir vājās puses, jo dažkārt rādītāju lielums var būt atkarīgs no jaucējfaktoru klātbūtnes. Jaucējfaktors ir ārējs (trešais) faktors, kas var mainīt cēlonības stiprumu starp slimības cēloni un slimību. Tas var būt tad, ja trešais faktors ir saistīts ar slimības cēloni vai slimības izcelsmi gan neeksponētā, gan eksponētā iedzīvotāju grupā. Var būt gadījumi, kad it kā stipras cēloņsakarības iemesls var būt jaucējfaktora klātbūtne, bet vājāks rādītājs var liecināt par īstenu cēloņsakarību. Tā, piemēram, nosakot intelektuālās attīstības traucējumus bērniem, kuru māte bijusi pakļauta svina ietekmei darbā grūtniecības laikā ar konkrēto bērnu, kā jaucējfaktors varētu būt svina saturs apkārtējās vides gaisā (3. att.). Jaucējfaktora ietekmi uz cēloņsakarību var mazināt, ja to pētījumā kontrolē. Minētajā piemērā tā ir informācijas iegūšana par visiem potenciāliem svina ekspozīcijas avotiem bērnam un viņa vecākiem, kā arī atbilstoši veikta datu statistiskā analīze.

Izvirzot stipruma argumentu cēlonības noteikšanai, Hils uzskatīja, ka skaitliski mazi rādītāji automātiski liecina par to, ka cēloņsakarības nav. Diemžēl šis arguments nav patiess. Pētījumos ir jāskatās arī uz citu Hila kritēriju esamību, lai noskaidrotu cēloņsakarības patiesumu.

2. kritērijs – noturība. Par noturību liecina fakts, ka dažādos pētījumos (lietojot dažādas metodes, veicot pētījumus dažādās iedzīvotāju grupās) par vienu un to pašu cēloņsakarību tiek iegūti līdzīgi rezultāti. Tomēr rezultātu noturība viena pati par sevi arī neliecina par cēloņsakarību, jo bieži vien līdzīgu cēloņsakarību pētījumos tiek pieļautas vienas un tās pašas kļūdas. Epidemioloģijas izpratnē ar kļūdu saprot pētījuma plānošanā vai tā gaitā pieļautu kļūdu, kas bojā epidemioloģiskā pētījuma rezultātus. Kļūdas var būt nejaušas vai sistemātiskas. Nejaušas kļūdas cenšas novērst, nejauši izvēloties pietiekami lielu pētāmo iedzīvotāju kopu, kā arī pielietojot dažādus statistikas instrumentus (piemēram, ticamības intervālu (TI) un varbūtību (*p*)). Visbīstamākās ir tieši sistemātiskās kļūdas, kuras attiecināmas uz pētījuma metodoloģiju, informācijas kvalitāti, pētāmās un kontrolgrupas salīdzināšanas iespējām, kā arī pētāmās kopas lieluma izvēli. Tā kā ļoti reti izdodas veikt vides epidemioloģiskos pētījumus bez kļūdām, tad, veicot cēloņsakarības analīzi, ļoti svarīgi aplūkot arī pārējo Hila kritēriju esamību.



3. attēls. Cēlonības tīkls svina radītiem intelektuālās attīstības traucējumiem bērniem [6]

3. kritērijs – specifiskums. Šis kritērijs liecina, ka kaitīgais faktors var izraisīt tikai vienu specifisku slimību, turklāt šās slimības cēlonis ir tikai un vienīgi šis viens kaitīgais faktors. Vides veselībā bieži tiek runāts par multifaktoriālām slimībām. Mūsdienās kritērija pierādīšanai ir nepieciešami detalizēti pētījumi šūnu līmenī. Bet, ja tādi pastāv, tad šo kritēriju klātbūtne ir ļoti spēcīgs arguments cēloņsakarības pierādīšanai.

4. kritērijs – laika sakarība. Šis ir vienīgais kritērijs, kas ir absolūti nepieciešams cēloņsakarības pierādīšanai, jo ekspozīcijai vienmēr jābūt pirms tās ietekmes sekām. Turklāt jābūt arī pietiekamam laika posmam (inkubācijas periodam), lai faktora iedarbības rezultātā novērotu sekas. Šis laika posms var svārstīties no sekundēm (akūtas saindēšanās gadījumā) līdz pat desmitiem gadu (ļaundabīga audzēja gadījumā). Plānojot pētījumu, rūpīgi jāraugās uz to, kā tiks noteikts un ievērots šis kritērijs. Laika sakarības kritērija noteikšana var būt apgrūtinoša gan šķērsgriezuma, gan retrospektīvos pētījumos.

5. kritērijs – devas atbildes reakcija jeb bioloģiskais gradients. Palielinoties kaitīgā faktora ekspozīcijas intensitātei, ilgumam vai devai, pieaug slimības risks. Kā jau minēts, devas atbildes reakcijas atklāšanai ir svarīga nozīme vides veselības politikas regulējošo dokumentu izstrādē.

6. kritērijs – bioloģiskā ticamība. Tas ir apgalvojums, ka atrastā statistiskā sakarība atbilst pašlaik valdošai izpratnei par slimības patofizioloģisko cēlonību. Izvērtējot šā kritērija esamību, ir kritiski jāvērtē cēloņa efekta bioloģiskā saistība.

7. kritērijs – saskaņotība. Cēloņsaistībai jāatbilst esošajai izpratnei par slimības dabisko gaitu un epidemioloģiju. Eksperimentālos pētījumos iegūtie rezultāti nedrīkst būt pretrunā ar klīnisko, patoloģisko un epidemioloģisko pētījumu rezultātiem.

8. kritērijs – eksperimentālu pierādījumu esamība. Cēloņsakarības hipotēzes apstiprināšanai nepieciešami pierādījumi eksperimentos. Tie var būt gan dabiski, gan laboratoriski (*in vitro* vai *in vivo*) eksperimenti. Šo pētījumu priekšrocību nosaka fakts, ka pētnieks spēj labi kontrolēt dažādu ārējo faktoru ietekmi uz rezultātu, tādējādi mazinot jaucējfaktoru nozīmi slimības cēloņsakarības noteikšanā. Tomēr jāatzīmē, ka dabiskie eksperimenti vides veselībā bieži vien var būt neētiski un nepraktiski, tāpēc tos izmanto reti.

9. kritērijs – analoģija. Praktiski tā attiecas uz pētnieka domāšanas veidu un nozīmē, ka līdzīgi faktori līdzīgos apstākļos var izraisīt līdzīgas sekas. Tā, piemēram, beriberi slimības atklāšana, kuras cēlonis ir B_1 vitamīna deficīts, rosināja zinātniekus uz domām, ka pastāv arī citu uzturlīdzekļu un vitamīnu deficīta izraisītas slimības.

4.5.1. EPIDEMIOLOĢISKO PĒTĪJUMU VEIDI

Zināšanas par epidemioloģisko pētījumu veidiem nodrošina to izmantošanu vides veselības riska analīzes procesā, kā arī vides politikas dokumentu izveidē. Epidemioloģiskie pētījumi nodrošina pirmo posmu cēloņsakarības konstatēšanai, t.i., to rezultātā tiek iegūtas statistiskas sakarības, kas tiek analizētas, izmantojot jau iepriekš minētos cēloņsakarības kritērijus.

Epidemioloģiskos pētījumus metodoloģiski var nosacīti sadalīt vairākos posmos, kuri izpētes gaitā seko cits citam, papildinot zināšanas gan par vidē esošo kaitīgo faktoru, gan par tā izraisīto slimību (4. att.) [16].

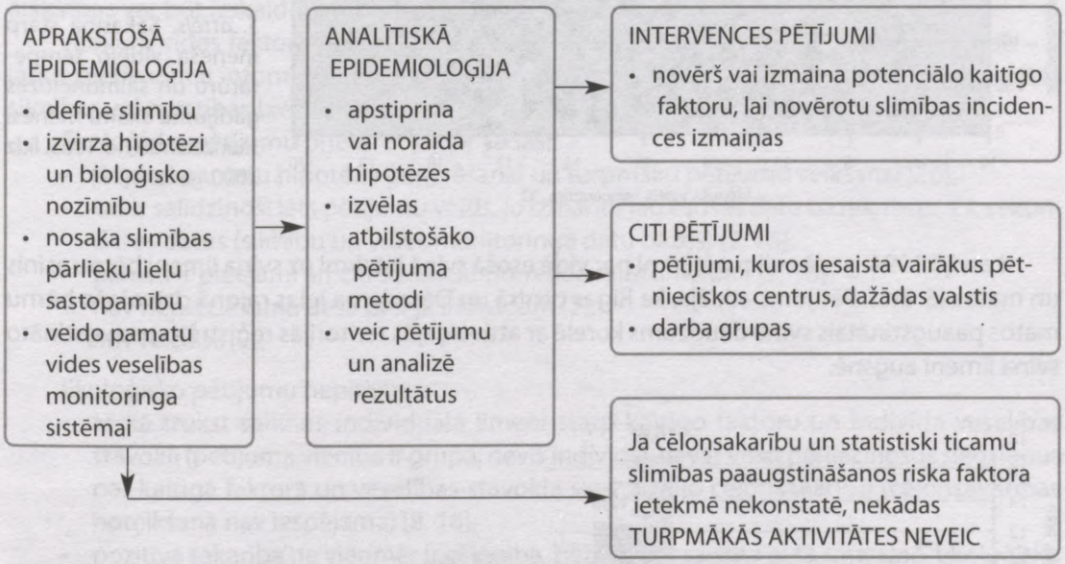
Aprakstošā epidemioloģija precīzi definē slimību, izstrādā hipotēzes un nosaka kaitīgā faktora bioloģisko nozīmīgumu, riska grupas, slimības nozīmīgumu vai pārlieku lielu sastopamību, kā arī izstrādā profilaktiskos un uzraudzības pasākumus. Aprakstošās epidemioloģijas mērķis ir raksturot kādu slimību un gūt hipotēzi par tās iespējamiem cēloņiem, kurus būtu vērts tālāk pētīt analītiskos pētījumos. Ja ar aprakstošo pētījumu metodēm netiek iegūti pārliecinoši

dati par slimības cēloņsakarību, tad tos izmanto, lai noraidītu cēloņsakarību un līdz ar to arī turpmākos detalizētākos pētījumus [2].

Analītiskā epidemioloģija turpina pētīt slimību cēlonību, izmantojot detalizēti plānotu zinātnisko pētījumu metodes. Analītiskos pētījumos zinātnieks apstiprina vai arī noliedz teorētiskās slimību cēlonības hipotēzes, kuras tiek izvirzītas pētījuma plānošanas stadijā. Analītiskie pētījumi parasti ir finansiāli dārgāki un laikietilpīgāki. Bez tam tiem nepieciešama ļoti rūpīga pētījumu kvalitātes ievērošana, turklāt jāraugās, lai pētījumu gaitā netiktu pārkāpti ētikas principi. Īpaši svarīgi tas ir pētījumos, kuros tiek izmantoti bioloģiskā monitoringa dati.

Intervences pētījumi apstiprina jau iegūtos datus par slimības cēlonību, jo tajos iespējamie slimības cēloņi tiek modificēti vai arī novērsti. Šādos apstākļos tiek pētītas potenciālās slimības biežuma vai smaguma pārmaiņas.

Vides veselībā, tāpat kā citās medicīnas nozarēs, šie pētījumi loģiski seko cits citam cēlonības izpētes ķēdē. Kaitīgā faktora izpēte parasti sākas ar aprakstošiem pētījumiem, tālāk papildinot zināšanas analītiskos pētījumos, bet tajos iegūtās zināšanas vēlāk tiek izmantotas intervences pētījumos. Samērā bieži vides veselībā tiek veikti plaši daudznacionāli pētījumi, kuros tiek iesaistīti ne vien vairāki pētniecības centri, bet arī valstis.



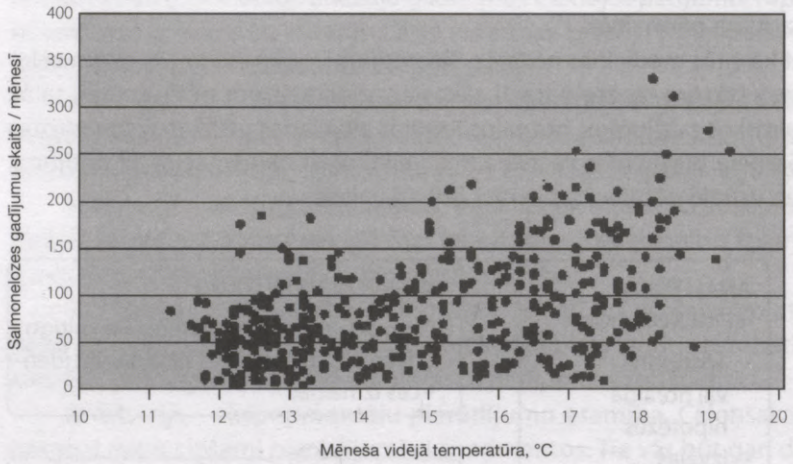
4. attēls. Vides veselībā izmantojamo epidemioloģisko pētījumu veidu savstarpējā loģiskā saikne un pielietojums lēmuma pieņemšanā [16]

4.5.1.1. Aprakstošie pētījumi

Ģeogrāfiskie, korelācijas un ekoloģiskie pētījumi

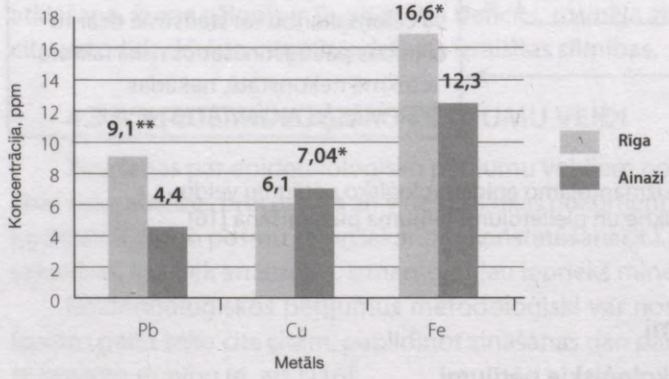
Neraugoties uz trīs dažādiem nosaukumiem, ģeogrāfiskie, korelācijas un ekoloģiskie pētījumi pēc savas būtības ir līdzīgi. Šos pētījumu veidus atšķir rezultātu noformēšana. Par pētāmo vienību izvēlas nevis atsevišķus indivīdus, bet gan cilvēku grupas, kas apdzīvo kādu reģionu vai valsti. Līdz ar to populāciju raksturojošais mainīgais lielums ir slimības, mirstības vai veselības traucējuma biežums populācijā [2]. Šiem pētījumiem ir raksturīgi, ka ekspozīcija tiek

noteikta atšķirti no slimības, taču nosacīti tai pašai populācijai. Šajos pētījumos nav pietiekami precīzi zināms, vai cilvēki, kas ir bijuši kontaktā ar kaitīgo faktoru, ir tie paši, kam attīstījusies slimība, taču šis pētījuma veids ļauj salīdzinoši lēti un ātri iegūt informāciju par iespējamo cēloņsakarību un izvirzīt hipotēzes turpmākiem pētījumiem [7, 16]. Tā, piemēram, ir zināms, ka vairākums mikroorganismu, arī salmonellas, kas ierosina akūtu gastroenterītu, ātrāk vairojas siltos apstākļos. Ņemot vērā klimata pārmaiņas pasaulē, Jaunzēlandē tika pētīta gaisa temperatūras svārstību ietekme uz salmonelozes gadījumu skaitu mēnesī. Šis pētījums liecināja, ka, pieaugot gaisa vidējai mēneša temperatūrai, palielinās arī reģistrēto salmonelozes gadījumu skaits (5. att.) [15].



5. attēls. Sakarība starp mēneša vidējo temperatūru un salmonelozes gadījumu skaitu mēnesī Jaunzēlandē no 1965. līdz 2000. gadam [15]

Latvijā 1994. gadā veikti pētījumi par vidē esošā svina ietekmi uz svina līmeni bērnu asinīs un matos (6. att.). Pētījums atklāja, ka Rīgas centrā un Dārzciema ielas rajonā dzīvojošo bērnu matos paaugstinātais svina daudzums korelē ar attiecīgajās teritorijās reģistrēto paaugstināto svina līmeni augsnē.



6. attēls. Svina (Pb), vara (Cu) un dzelzs (Fe) koncentrācija Rīgas bērnu matos 1993.–1994. gadā [11]

Kā jau minēts, pētījumu galvenā atšķirība ir dažāds rezultātu atspoguļojums. Korelācijas pētījumus parasti atspoguļo grafikā, kur uz vienas ass attēlo nosacīti neatkarīgā mainīgā vai riska faktora (piem., vidējās mēneša temperatūras) svārstības, bet uz otras ass – atkarīgā mainīgā (piem., salmonelozes) svārstības (5. att.).

Var salīdzināt atsevišķu valstu vai reģionu datus, vai arī vienas valsts noteiktu reģionu datus dažādos laika posmos. Iespējamo cēloņsakarību raksturo ar korelācijas koeficientu (*r*), kas svārstās no +1,0 līdz –1,0 (pozitīva korelācija raksturo, ka kaitīgais faktors ir saistīts ar slimības paaugstināšanos; negatīva korelācija liecina, ka kaitīgais faktors saistīts ar samazinātu slimības izplatību). Neatkarīgi no tā, vai koeficients ir negatīvs vai pozitīvs, to interpretē šādi:

0,8–1,0 – ļoti stipra korelācija;
0,5–0,8 – vidēji spēcīga korelācija;
0,2–0,5 – vāja korelācija;
< 0,2 – nebūtiska korelācija;
0 – korelācijas nav [2].

Atšķirībā no korelācijas pētījumiem, ģeogrāfiskos pētījumos datus ataino galvenokārt telpā (t.i., saslimstība tiek parādīta atkarībā no apdzīvotā reģiona vai valsts teritoriālā sadalījuma). Dati parasti tiek attēloti ilustratīvi, izmantojot kartes. Var izmantot vairākas kartes, vienā atainojot saslimstību vai mirstību, bet otrā – nosacīti nemainīgā rādītāja (piem., vides piesārņojuma) vidējās vērtības atbilstošajā laika posmā.

Tomēr arī šajos pētījumos ir ieteicams izmantot gan pēc vecuma, gan dzimuma standartizētus veselības rādītājus, it īpaši tad, ja tiek salīdzināti dažādi reģioni, jo ļoti bieži novērojamās atšķirības var būt izskaidrojamas ar atšķirībām pētāmo teritoriju vecumstruktūrā [2].

Jebkura vides faktora potenciāli radītās sekas var pētīt šādā veidā, tomēr galvenais – ir jābūt pietiekamai informācijai par vides riska faktora izplatību un lielumu, kā arī konkrētās slimības vai mirstības biežumu pētāmā populācijā.

Ekoloģisko pētījumu priekšrocības ir šādas:

- tie dod pamatu hipotēžu ģenerēšanai un turpmāku pētījumu veikšanai [16];
- tas ir salīdzinoši lēts pētījumu veids, jo izmanto jau esošas datu bāzes, resp., t.s. sekundāros datus (slimību un vides monitoringa datu bāzes) [2, 16];
- parasti ir pieejami arī citi sociālekonomiskie raksturlielumi [2, 16];
- nav nepieciešama tieša pieeja indivīdam [2];
- ātri veicami [2].

Ekoloģisko pētījumu nepilnības:

- tā kā trūkst saiknes individuālā līmenī starp kaitīgo faktoru un indivīda veselības stāvokli (pētījuma vienība ir grupa, nevis indivīds), nevar veikt pārliecinošus slēdzienus par kaitīgā faktora un veselības stāvokļa savstarpējo cēloņsakarību (cēloņsakarības noteikšana nav iespējama) [8, 16];
- pozitīva sakarība ne vienmēr ir cēlonība, bet var būt saistīta ar tā saucamo "ekoloģisko maldu" [2], kad populācijas līmenī iegūtā cēlonība neapstiprinās individuālā līmenī, kā arī ar to, ka sākotnējā pozitīvā vai negatīvā saikne var izrādīties daudz komplicētāka, īpaši gadījumos, ja potenciālā riska faktoram nav lineāras saistības ar slimību vai veselības traucējumu;
- nevar noteikt ekspozīcijas un slimības loģisko saikni laika posmā [2];
- nav iespējams konstatēt blakusfaktoru ietekmi [16].

Gadījumu un gadījumu sēriju pētījumi

Kā jau izriet no nosaukuma, šie pētījumi ir atsevišķu klīnisku slimības gadījumu apraksti. Parasti tie ir ārstu praksē novērotu nezināmu vai jaunu slimību simptomu apraksti, pēkšņa retas slimības vairākkārtēja konstatēšana īsā laikā vai norobežotā populācijā (apdzīvotā vietā), slimības simptomu konstatācija netipiskā vecuma grupā u.tml. Gadījumu un gadījumu sēriju aprakstiem nav izteiktu priekšrocību. Lai tie sniegtu pietiekamus datus par slimības cēloņsakarību,

nepieciešami turpmāki analītiski pētījumi. Tomēr nenoliedzami, ka vērīgu klīnicistu agrīni pamanītas slimības kalpo par pamatu turpmākiem epidemiologu plānotajiem pētījumiem.

Pasaules vēsturē viens no populārākajiem gadījumu sēriju pētījumiem, kas lika pamatu jaunas slimības atklāšanai, bija cilvēka iegūtā imūndeficīta sindroma (AIDS) atklāšana. Losandželosā sešu mēnešu laikā pieciem līdz tam veseliem jauniem homoseksuāliem vīriešiem tika konstatēts plaušu karsonis, ko ierosināja mikroorganisms *Pneumocystis carinii*. Pirms tam šā mikroorganisma ierosināta peimonija bija konstatēta tikai gados veciem pacientiem, kam bija imūnsistēmas darbības traucējumi. Slimības konstatēšana netipiskā vecuma grupā vedināja zinātniekus uz domu par jaunu slimību, kuru vēlāk nosauca par AIDS. Bet fakts, ka visi saslimušie bija homoseksuāļi, norādīja uz slimības iespējamo seksuāli transmisīvo ceļu [2].

Līdzīgu klīnisko gadījumu kopu izpēti (angļu val. *clusters*) vairākās pasaules valstīs izmanto, lai noskaidrotu vides faktoru nozīmi slimības izcelsmē. Par slimības gadījumu kopu sauc neparedzēti biežu slimības gadījuma skaitu ierobežotā ģeogrāfiskā apgabalā laika periodā vai arī kādā iedzīvotāju grupā. Viena no raksturīgām ģeogrāfiskām slimību gadījumu kopām ir bērnu leikēmijas biežuma pieaugums apdzīvotās vietās, kur dzeramais ūdens ir piesārņots ar pesticīdiem. Piemēram, ASV Nacionālajā darba veselības un drošības institūtā ir speciāla programma, kuras ietvaros pētī ļaundabīgu audzēju gadījumu saistību ar kaitīgiem faktoriem darbā.

Veicot gadījumu kopu pētījumus, rūpīgi jāraugās uz to, vai tā patiešām ir vienas un tās pašas slimības gadījumu kopa. Tā, piemēram, pētot ļaundabīgo audzēju gadījumu kopas, jāraugās, lai tiem būtu viena lokalizācija un morfoloģiska (histoloģiska) uzbūve. Ļoti sīki jāizvērtē ekspozīcijas esamība; ja tāda pastāv, jāveic turpmākie epidemioloģiskie pētījumi [16].

Gadījumu un gadījumu sēriju pētījumiem ir vairāki trūkumi [2]:

- nevar izmantot statistiskās apstrādes metodes;
- šie pētījumi neko nepierāda, tomēr, balstoties uz tiem, var izvēlēties turpmākus pētījumus.

Piemērs. Vēža gadījumu sērijas izpēte kartona apdrukas ražotnē (ASV).

1987. gadā uzņēmumā, kurā ražoja apdrukātas kartona kastes pārtikas iesaiņošanai, ārsts diviem apdares ceha strādniekiem konstatēja ļaundabīgus audzējus: vienam – urīnpūšļa vēzi, bet otram – nieru vēzi. Ārstam radās aizdomas par iespējamo darba vides nozīmi vēža izcelsmē. Izpētot sīkāk, atklājās, ka cehā tika lietotas ķīmiskās vielas, kuru sastāvā bija 3,3–dihlorbenzidīns un toluidīna atvasinājumi, kas ir urīnpūšļa vēža riska faktori.

Lai noteiktu, vai uzņēmuma darbiniekiem ir paaugstināts urīnpūšļa vēža risks, tika veikta retrospektīva mirstības analīze par laiku no 1957. līdz 1988. gadam. Šajā laika posmā no 2 050 strādniekiem 16 bija miruši ar vēzi. Tas bija salīdzinoši mazāk, nekā būtu paredzams šāda vecuma, dzimuma un rases kohortā (paredzamais nāves gadījumu skaits no ļaundabīgiem audzējiem bija 27,8, standartizētais mirstības rādītājs jeb SMR – 0,6, 95% TI – 0,3–0,9. Tika konstatēts viens nieru (paredzams 0,7) un viens urīnpūšļa (paredzams 0,4) vēža nāves gadījums, kas nebija daudz vairāk par paredzamo šajā kohortā.

Nākamajā izpētes solī noteica vēža saslimstību bijušajiem un esošajiem strādājošajiem. Kopumā tika konstatēti trīs strādnieki ar urīnpūšļa vēzi un seši – ar nieru vēzi. Konstatēto nieru vēža gadījumu skaits bija daudz lielāks nekā paredzamais audzēja skaits populācijā (paredzamais skaits 1,6). Lai apstiprinātu saistību starp nieru vēzi un darba vietu, tika veikts gadījuma kontroles pētījums, kurā iekļāva 6 nieru vēža slimniekus un 48 kontroles grupas strādājošos (atbilstošus pēc vecuma un nodarbinātības laika). Izrādījās, ka strādājošie, kuriem bija attīstījies nieru vēzis, uzņēmumā bija nostrādājuši vidēji četras reizes ilgāk nekā kontolgrupas strādājošie (OR = 3,3, 95% TI 1,8–6,3).

4.5.1.2. Šķērsgriezuma vai prevalences pētījumi

Šķērsgriezuma pētījumi ir viens no plašāk izmantotajiem epidemioloģisko pētījumu veidiem. Šo pētījumu mērķis ir noskaidrot riska faktora, slimības vai veselības traucējumu sastopamību konkrētā laika periodā vai laika punktā noteiktā iedzīvotāju grupā. Šķērsgriezuma pētījums pēc savas būtības ir aprakstošs: tas ļauj noskaidrot, piemēram, smēķētāju īpatsvaru populācijā un vidēji izsmēķēto cigarešu daudzumu, bronhiālās astmas izplatību, kariesa indeksu u.c. [2].

Šķērsgriezuma pētījumā var apsekot ikvienu populācijas indivīdu, tomēr tas ir dārgs un laikietilpīgs pētījums. Tāpēc šķērsgriezuma pētījums sākas ar mērķpopulācijas (daļa kopējās populācijas, uz kuru varētu ekstrapolēt veiktā pētījuma rezultātus) un pirmpopulācijas (konkrēts indivīdu kopums, no kura izraugās paraugkopu) definēšanu [2]. Pēc tam atlasa paraugkopu, kurā tad arī tiek mērīta slimības vai veselības stāvokļa un riska faktora ekspozīcijas izplatība. Var izvēlēties t.s. varbūtības paraugkopu, kad ikvienam mērķpopulācijas vai pirmpopulācijas indivīdam ir līdzvērtīgas iespējas tikt iekļautam šajā paraugkopā. Šādas paraugkopas ir labākas, jo pētījuma rezultātus var attiecināt uz visu populāciju. Ja izvēlas t.s. nevarbūtības paraugkopu, piemēram, kur pētāmos indivīdus atlasa pētnieks, balstoties uz saviem pieņēmumiem, vai arī indivīdi tiek atlasīti, balstoties uz kvotu principu, tad pētījuma rezultātu vispārinājums uz visu mērķpopulāciju ir apšaubāms [7]. Sīkāk par paraugkopas izvēli var lasīt speciālā literatūrā.

Ļoti svarīgi, lai šķērsgriezuma pētījumā noteiktu gan cēloni, gan sekas, jo tikai tad ir iespējams noteikt, vai potenciāli pastāv saikne starp riska faktoru un slimību vai veselības traucējumu. Tas ir būtiskākais raksturlielums, kas atšķir šķērsgriezuma pētījumus no ekoloģiskiem pētījumiem un gadījumu aprakstiem [7, 16]. Kā šķērsgriezuma pētījumu ierobežojums ir jāmin fakts, ka ekspozīcija un tās sekas tiek mērītas vienā un tajā pašā laika periodā. Protams, modificējot riska faktora mērīšanas instrumentus (piemēram, anketas), ir iespējams izzināt potenciālo ekspozīcijas ilgumu, tās sākumu, beigas, tāpat arī slimības sākumu un beigas. Taču šī informācija bieži ir nepilnīga un kļūdaina, lai varētu izdarīt secinājumus par cēloņsakarību [7].

Šķērsgriezuma pētījumi ir piemēroti hronisku, lēni noritošu slimību izpētei, jo tās ātri nerada izteiktus funkcionālus traucējumus. Tā, piemēram, ja riska faktors darba vidē rada krasu darba spēju zudumu un strādājošais slimības dēļ pamet darbu, tad ar šķērsgriezuma pētījumu atbilstošajā darba vietā ir maz iespēju atklāt personas ar atbilstošu slimību. Pieņemts uzskatīt, ka šķērsgriezuma pētījumi parāda tos, kas riska faktora ekspozīcijas rezultātā izdzīvo. Tāpēc, lai novērtētu vides riska faktora ietekmi, par slimības vai veselības problēmas indikatoru bieži izvēlas kādu funkcionālu indikatoru vai bioloģisko marķieri, kurš liecina par potenciālu slimības attīstības iespējamību (ārējās elpošanas funkcijas rādītāju, svina līmeni asinīs vai urīnā u.c.) [7, 12].

Šķērsgriezuma pētījumus izmanto dažādu preventīvu pasākumu plānošanā un novērtēšanā. Veicot atkārtotu šķērsgriezuma pētījumu par to pašu tēmu, turklāt izmantojot identisku metodoloģiju, ir iespējams izvērtēt slimības un riska faktora variācijas laika gaitā [7].

Šķērsgriezuma pētījumu instrumenti parasti ir anketas, ko aizpilda katrs paraugkopas indivīds. Tajās iekļauj jautājumus, kas palīdz noskaidrot riska faktorus, kam pakļauts konkrētais indivīds, un iespējamās ekspozīcijas sekas (simptomus vai slimības). Tā kā anketas parasti aizpilda paši respondenti, tad jautājumi un atbildes jāformulē vienkārši, viegli saprotami, nepārprotami viennozīmīgi (lai vairākums aptaujāto jautājumu uztvertu un saprastu vienādi). Pirms pētījuma anketas ir obligāti jāpārbauda, izvēloties respondentus, kuri pēc sava izglītības līmeņa,

sociālekonomiskā stāvokļa, vides riska faktoriem u.c. būtu līdzīgi paraugkopā ietvertiem indivīdiem, taču tie nekādā ziņā nevar būt paraugkopai atlasītie respondenti. Anketas datus var papildināt arī ar katra paraugkopas indivīda klīniski laboratoriskiem mērījumiem un medicīniskās apskates datiem vai atbilstošiem ekspozīcijas mērījumiem, kurus veic paralēli anketēšanai. Kaut gan jāpiebilst, ka ekspozīcijas, klīniski laboratorisku mērījumu un medicīnisku datu ieguve un apstrāde var stipri sadārdzināt pētījuma izmaksas.

Šķērsgriezuma pētījumos galvenokārt iegūst informāciju par veselības problēmas izplatību jeb prevalenci. Prevalence ir visu slimības vai veselības problēmas gadījumu skaits (neatkarīgi no to ilguma, stadijas un aktivitātes), šajā gadījumā dalīts ar kopējo indivīdu skaitu paraugkopā. Parasti prevalenci izsaka procentos vai promilēs, retāk uz 100 000 vai citādi. Kvantitatīvai cēlonības izvērtēšanai rādītājus izvēlas, pamatojoties uz paraugkopas atlasi, ko var veikt, ņemot vērā indivīda ekspozīcijas vai slimības faktu, vai arī nevienu no šiem kritērijiem. Gadījumā, ja šķērsgriezuma pētījuma paraugkopas izlase balstās uz ekspozīcijas faktu vai tā nebalstās ne uz vienu no abiem kritērijiem, tad aprēķina tā saucamo prevalences rādītāju (*prevalence ratio*). Tā ir slimības izplatības attiecība starp eksponētiem un neeksponētiem indivīdiem. Bet, ja paraugkopas atlase ir balstīta uz slimības klātbūtni, tad var noteikt prevalences krustenisko attiecību rādītāju (*prevalence odds ratio*), kas ir ekspozīcijas prevalenču attiecība starp slimiem un veseliem indivīdiem [8].

Piemērs. Šķērsgriezuma pētījums karpālā kanāla sindroma riska noteikšanai veikala darbiniekiem [12].

Visus veikala darbiniekus izmeklēja sakarā ar aizdomām par regulāru, atkārtotu, piespiedu plaukstas locītavas kustību radīta karpālā kanāla sindroma simptomiem. Visus apsekotos darbiniekus atkarībā no ekspozīcijas iedalīja divās kategorijās: augsta riska un zema/vidēja riska kategorijā. Karpālā kanāla sindroma attīstība tika noteikta gan pēc klīniskiem simptomiem, gan arī pēc vidusnerva *(n. medianus)* elektromiogrāfiskās izmeklēšanas rezultātiem.
No 69 veikala darbiniekiem 56 piedalījās intervijās un klīniskajā izmeklēšanā (tika iegūts 81% atbilžu). 13 dalībniekiem klīniskajā izmeklēšanā konstatēja karpālā kanālā sindroma pazīmes, tātad karpālā kanāla sindroma (KKS) izplatība jeb prevalence ir

$$13/56 \times 100\% = 23{,}2\%.$$

Sadalot darbiniekus ekspozīcijas grupās, veidojās šāda aina:

		Uz klīniskiem izmeklējumiem balstīts KKS		Kopā
Ekspozīcijas grupa	Augsta	10	6	16
	Zema/vidēja	3	37	40
	Kopā	13	43	56

Slimības izplatība eksponēto vidū: 10/16 = 0,625
Slimības izplatība neeksponēto vidū: 3/40 = 0,075

Prevalences rādītājs = slimības izplatība eksponēto vidū/slimības izplatība neeksponēto vidū (0,625/0,075) = 8,33

Šķērsgriezuma pētījumu galvenie trūkumi [2]:
- izvērtējot cēloņsakarību, nevar noteikt, kas bijis primārs – ekspozīcija vai slimība;
- nevar izmantot īslaicīgu un intensīvu ekspozīciju gadījumā, vairāk piemērots ilgstošas ekspozīcijas dēļ radušās hroniskās slimības vai veselības traucējuma noteikšanai;
- var izmantot tikai populācijā samērā bieži izplatītu slimību vai veselības traucējumu gadījumā;
- ir augsts sistēmisko kļūdu risks.

Šķērsgriezuma pētījumu priekšrocības [16]:
- analīze balstās uz datiem, kas iegūti individuālā līmenī (pētāmā vienība ir indivīds) [2];
- var iegūt informāciju par statistisko saistību starp ekspozīciju un slimību vai veselības traucējumu hipotēžu izstrādei un cēloņsakarības noskaidrošanai [2];
- var veikt ātri un samērā lēti;
- var aptvert plašu pētāmo populāciju;
- var noteikt slimības, veselības traucējuma vai riska faktora izplatību (prevalenci) populācijā kopumā vai atsevišķās apakšgrupās;
- iespējams noteikt jaucējfaktoru nozīmi cēlonībā;
- iespējams iegūt informāciju ne tikai par vienu, bet par vairākiem riska faktoriem, kā arī par vairākām veselības problēmām [2];
- regulāri atkārtoti pētījumi, lietojot identiskas datu vākšanas metodes, var būt par pamatu vides veselības pārraudzības sistēmai.

4.5.1.3. Analītiskie pētījumi

Analītiskos pētījumos ir iespējams pārbaudīt iepriekš (pēc aprakstošiem pētījumiem) izvirzītās hipotēzes par dažādu riska faktoru nozīmi slimības vai veselības problēmas izcelsmē. Šie pētījumi ir noderīgi, lai noteiktu un kvantitatīvi novērtētu cēloņsakarību starp riska faktoru un slimību vai veselības problēmu: tā ir lielākā atšķirība no aprakstošajiem pētījumiem. Tāpēc cēlonības noteikšanai analītiskos pētījumos bez tiešās pētāmās grupas vienmēr jābūt arī kontroles grupai [2].

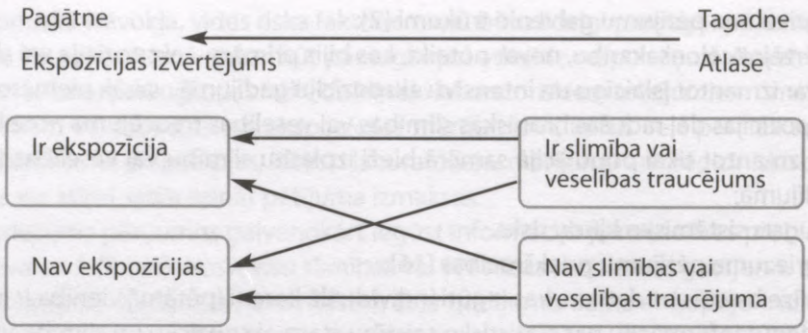
Tālāk īsumā aplūkosim divus analītisko pētījumu veidus: gadījumu–kontroles un kohortas pētījumus. Vairāk par pētījumu veidiem var lasīt speciālā literatūrā.

Gadījumu–kontroles pētījumi

Gadījumu–kontroles pētījumiem pētāmo grupu izvēlas, balstoties uz slimības vai veselības traucējuma esamību (gadījumi) vai trūkumu (kontrole). Pēc tam mēģina abām populācijām noteikt ekspozīcijas biežumu pagātnē.

Gadījumu–kontroles pētījumi var būt arī vēsturiski: tad pētnieki izmanto vēsturiskus datus par slimības esamību vai neesamību, parasti izmantojot par avotu dažādas veselības aprūpes datu bāzes.

Gadījumu–kontroles pētījumos īpaša uzmanība tiek pievērsta gadījumu un kontrolgrupas indivīdu definēšanai un atlasei. Parasti gadījumu atlase notiek saskaņā ar definīciju, bet kontroles grupai būtu jāatspoguļo veselā iedzīvotāju daļa. Tomēr samērā bieži kontroles grupas mēdz izvēlēties no dažādiem pacientu reģistriem slimnīcā vai iestādēs, kur cilvēki ir pakļauti regulārām veselības pārbaudēm, vai slimību reģistriem (piemēram, pētot plaušu vēzi, kā kontroli var izvēlēties citas lokalizācijas vēzi, vai, pētot letālas slimības, par kontrolgrupu izvēlas cilvēkus, kas miruši cita iemesla dēļ).



7. attēls. Gadījumu–kontroles pētījumu shēma

Piemērs. Akūtas aflatoksikozes vēsturisks gadījumu–kontroles pētījums, lai noteiktu kukurūzas piesārņojuma avotus. 2004. gads, Kenija [1].

Aflatoksikoze ir saslimšana, kuras cēlonis ir nekvalitatīva pārtika, kas piesārņota ar *Aspergillus flavus* un dažām citām *Aspergillus* dzimtas sēnītēm. No 2004. gada janvāra līdz jūnijam Kenijas austrumos novēroja 317 aflatoksikozes gadījumus un 125 nāves gadījumus aflatoksikozes dēļ, līdz ar to speciālisti vēlējās uzzināt saindēšanās cēloni. Pētījumam no slimnīcu reģistriem tika atlasīti 40 akūtas aflatoksikozes pacienti un 80 nejauši izvēlēti cilvēki. Akūts aflatoksikozes slimnieks tika definēts kā pacients, kam ir akūta nezināmas izcelsmes dzelte (anamnēzē nav aknu cirozes vai citas aknu slimības), kuras dēļ viņš hospitalizēts akūtas aflatoksikozes epidēmijas laikā visvairāk cietušajos reģionos. No atlasītajiem pacientiem, pētījumu uzsākot, 29 bija dzīvi, bet 11 – miruši. Visi dalībnieki (vai viņu ģimenes) piekrita dalībai pētījumā. Kontrolgrupai pēc nejaušības principa tika atlasīti 2 indivīdi uz katru rekrutēto gadījumu. Kontroles indivīdus izvēlējās no tā paša ciema, nesaskaņojot kontroles grupas dalībniekus ar slimniekiem pēc dzimuma. Atlasē neiekļāva ar krūti barotus zīdaiņus, jo viņu varbūtība tikt pakļautiem nekvalitatīvas pārtikas iedarbībai bija niecīga. Ekspozīciju novērtēja, balstoties uz atlasīto indivīdu sniegtajām atbildēm uz standartizētas anketas jautājumiem par kukurūzas un citu uzturvielu lietošanu, uzglabāšanu un gatavošanu. No katras mājsaimniecības, kur dzīvoja pētījuma dalībnieks, paņēma kukurūzas graudu paraugu, kurā noteica kopējo aflatoksīna koncentrāciju.

Apkopojot datus, ieguva šādus rezultātus:

		Aflatoksikoze		Kopā
		Ir	Nav	
Mitra kukurūza mājsaimniecībā	Jā	15	11	26
	Nē	25	69	94
	Kopā	40	80	120

Tā kā šis ir gadījumu kontroles pētījums, tad aprēķina krustenisko rādītāju (OR), kas ir eksponēto gadījumu attiecība pret eksponētajiem kontroles indivīdiem, dalīta ar neeksponēto gadījumu attiecību pret neeksponētajiem kontroles indivīdiem.

$$15/11 = 1{,}36$$
$$25/69 = 0{,}36$$
$$OR = 1{,}36/0{,}36 = 3{,}7\ (95\%\ TI = 1{,}2–10{,}3)$$

Iegūtie rezultāti parādīja, ka aflatoksikozes slimnieki statistiski ticami biežāk nekā kontroles grupas pārstāvji uzglabāja mitrus kukurūzas graudus.

Gadījumu–kontroles pētījumu priekšrocības ir šādas [16]:

- var iegūt informāciju individuālā līmenī (pētāmā vienība – indivīds);
- pētījums ir ekonomisks un aizņem relatīvi maz laika;
- var izmantot akūtu slimību pētījumos;
- var izmantot, pētot hroniskas slimības un slimības ar ilgstošu inkubācijas vai latento periodu;
- īpaši ērta metode retu slimību pētīšanai;
- jaucējfaktora ietekmi iespējams novērst, ja izvēlas slimību gadījumus un kontroles grupas cilvēkus ar vienu un to pašu jaucējfaktoru.

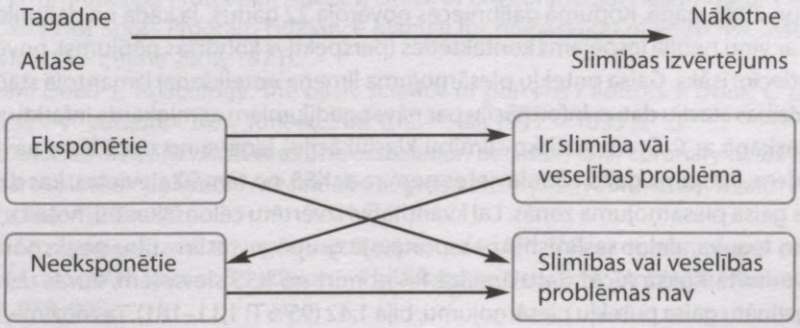
Gadījumu–kontroles pētījumu trūkumi [16]:

- grūti izvērtēt dažādu riska faktoru nozīmi cēloņsakarībā;
- parasti šo pētījumu rezultātus ne vienmēr var vispārināt.

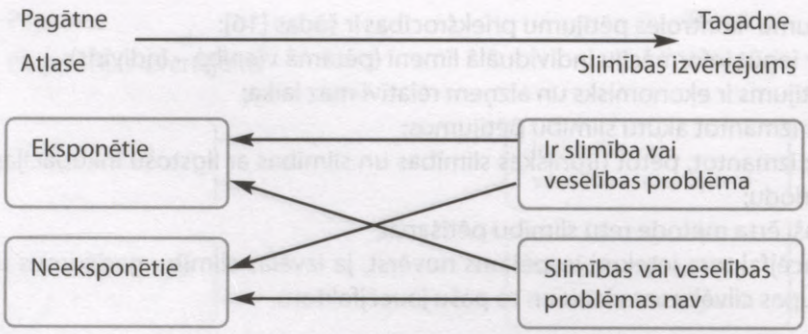
Kohortas pētījumi

Kohortas pētījumos pētāmo populāciju izvēlas, pamatojoties uz ekspozīciju, tās esamību vai trūkumu. Tajos regulāri, nepārtraukti un sistemātiski nosaka slimības vai veselības problēmas biežumu gan eksponētiem, gan neeksponētiem cilvēkiem noteiktos (parasti salīdzinoši īsos) laika posmos. Kohortas pētījuma kontroles grupā ir iekļautas personas, kas nav pakļautas pētāmās ekspozīcijas ietekmei [2, 16].

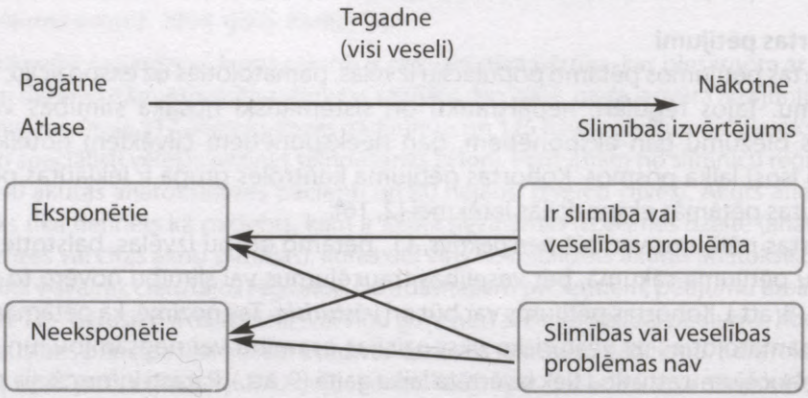
Kohortas pētījums var būt *perspektīvs*, t.i., pētāmo grupu izvēlas, balstoties uz aktuālo ekspozīciju pētījuma sākumā, bet veselības traucējumus vai slimību novēro to parādīšanās laika gaitā (8. att.). Kohortas pētījums var būt arī *vēsturisks*. Tas nozīmē, ka pētāmās grupas tiek atlasītas, pamatojoties uz vēsturisko ekspozīcijas esamību vai neesamību, un slimības vai veselības traucējumu attīstība tiek izvērtēta laika gaitā (9. att.). Parasti informācija par veselības stāvokli vēsturiskos pētījumos tiek iegūta no veselības aprūpes un veselības statistikas datu bāzēm. Perspektīvo kohortas pētījumu priekšrocība ir iespēja viegli noteikt jaucējfaktorus. Tos ne vienmēr var noteikt vēsturisku kohortas pētījumu gadījumā, kad galvenokārt tiek izmantoti reģistru dati vai citi sistemātiski apkopoti dati par ekspozīciju, kuri var būt nepilnīgi, lai pēc tiem varētu noteikt jaucējfaktoru klātbūtni. Var būt vēl trešais kohortas pētījumu veids – t.s. *jauktais* kohortas pētījums, kurā dalībniekus atlasa, pamatojoties uz vēsturisku ekspozīcijas esamību vai neesamību, bet turpmākos novērojumus veic reālajā gaitā (10. att.). Tomēr neatkarīgi no pētījuma veida, atlasot dalībniekus gan eksponētai grupai, gan kontroles grupai, jāraugās, lai nevienam no pētāmajiem nebūtu pētāmā slimība vai veselības problēmas [16].



8. attēls. Perspektīvā kohortas pētījuma shēma



9. attēls. Vēturiskā kohortas pētījuma shēma



10. attēls. Jauktā kohortas pētījuma shēma

Piemērs. Gaisa putekļu piesārņojuma ietekme uz sieviešu mirstību ar koronāro sirds slimību (KSS) [4].

1977. gada aprīlī pētījumam, lai noteiktu ilgtermiņa gaisa putekļu piesārņojuma ietekmi uz mirstību ar KSS, tika atlasītas 2 090 nesmēķējošas sievietes (pētījuma sākumā), kas vecākas par 25 gadiem, kuras vismaz 10 gadu bija dzīvojušas 8 km rādiusā no Sanfrancisko, Dienvidkrasta un Sandjego, un pagātnē nebija slimojušas ar KSS. Pētījuma sākumā sievietes aizpildīja anketu, kurā iekļāva arī darba un dzīves vietas vēsturi; atkārtota anketēšana tika veikta 1977., 1987., 1992. un 2000. gadā. Kopumā dalībnieces novēroja 22 gadus. Ja kāda no dalībniecēm nomira vai arī ar viņu nebija iespējams kontaktēties (perspektīvs kohortas pētījums), novērojuma laiks bija attiecīgi īsāks. Gaisa putekļu piesārņojuma līmeņa noteikšanai izmantoja stacionāro gaisa uzraudzības staciju datus. Informāciju par nāves gadījumiem ar miokarda infarktu vai citu letālu KSS (saskaņā ar 9. Starptautisko slimību klasifikāciju) ieguva no dažādiem nāves gadījumu reģistriem. Pētījuma gaitā 155 sievietes nomira ar KSS, no tām 92 sievietes, kas dzīvoja paaugstināta gaisa piesārņojuma zonās. Lai kvantitatīvi izvērtētu cēloņsakarību, noteica relatīvo risku (RR), ko ieguva, dalot saslimstību eksponētajā grupā ar saslimstību neeksponētajā grupā. Multivariantā Koksa *(Cox)* datu analīzē RR nomirt no KSS sievietēm, kuras dzīvo apvidū ar paaugstinātu gaisa putekļu piesārņojumu, bija 1,42 (95% TI 1,11–181). Tas nozīmē, ka sievietēm, kuras dzīvo apvidū ar paaugstinātu gaisa putekļu piesārņojumu, risks mirt no KSS bija statistiski ticami lielāks nekā tām sievietēm, kas dzīvo mazāk piesārņotos apvidos.

Kohortas pētījumu priekšrocības:

- var iegūt informāciju individuālā līmeni (pētāmā vienība – indivīds);
- iespējams pierādīt vienu no svarīgākajiem Hila cēlonības kritērijiem, resp., laika sakarību, jo kohorta tiek veidota, balstoties uz ekspozīciju, turklāt pētījuma dalībniekam pētījuma sākumā nav slimības;
- ērts veids, lai noteiktu retas ekspozīciju radītas slimības;
- iespējams atlasīt pietiekami lielas grupas eksponēto un neeksponēto indivīdu, lai varētu aprēķināt statistiski ticamus kvantitatīvos riska rādītājus;
- nosaka jaunu gadījumu skaitu (incidenci) eksponētā un neeksponētā grupā;
- var tieši noteikt slimības risku;
- var vienlaikus izvērtēt dažādu riska faktoru ietekmi uz slimības rašanos;
- var iegūt datus par slimības dabisko norisi;
- perspektīvos kohortas pētījumos iespējams mazināt kļūdas, kas saistītas ar pētāmās un kontroles grupas atlasi.

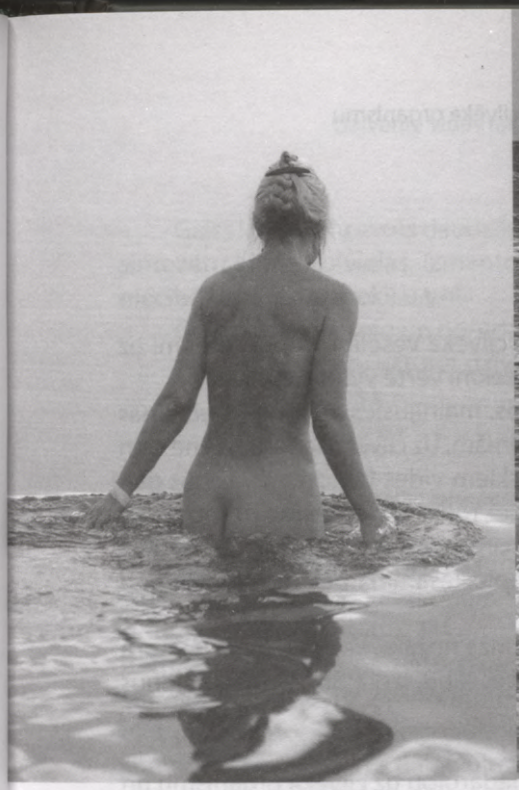
Kohortas pētījumu trūkumi:

- tie ir dārgi un ilgstoši, it īpaši, ja pētī retas slimības vai slimības ar garu latento periodu. Tāpēc kohortas pētījumu parasti veic tad, ja riska un slimības cēlonība jau ir pierādīta gadījumu–kontroles pētījumā. Vēsturiskie kohortas pētījumi ir lētāki un mazāk laikietilpīgi, bet tiem nepieciešama kvalitatīva informācija gan par ekspozīciju pagātnē, gan arī par slimības attīstību;
- perspektīviem pētījumiem raksturīgs liels pētāmo indivīdu atbirums nāves vai citu iemeslu dēļ. Lai mazinātu šo trūkumu, statistikas rādītāju aprēķinos izmanto laiku, kādu katrs indivīds atradies pētījumā (t.s. personas gadus) [8];
- pastāv samērā liels blakusfaktoru ietekmes risks, īpaši tad, ja līdz ar ekspozīciju ir vēl kāda cita faktora ietekme [8];
- nav iespējams izmantot retu slimību izpētei.

LITERATŪRA

1. *Azziz-Baumgartner E., Lindblade K., Gieseker K. et al.* Case-control study of an acute aflatoxicosis outbreak, Kenya, 2004 // Environmental Health Perspectives, 2005; 113 (12.): 1779–1783.
2. *Baltiņš M.* Lietišķā epidemioloģija. – Rīga: Zinātne, 2003. – 354 lpp.
3. California Environmental Protection Agency. Office of Environmental Health Hazard Assessment. The Air Toxics Hot Spots Program Guidance Manual for preparation of helth risk assessments // Public Review Draft, June 2002, 147 p.
4. *Casarett and Doull`s.* Toxicology: the basic science of poisons / Editors *J. Doull, C. D. Klaassen, M. O. Amdur.* – 4th edition. – New York etc.: Mc Graw–Hill, 1991. – 1033 p.
5. *Chen L. H., Knutsen S. F., Shavlik D. et al.* The association between fatal coronary heart disease and ambient particulate air pollution: Are females at greater risk? // Environmental Health Perspective, 2005; 113, (12.): –1723–1729.
6. *Fishbein A.* Occupational and environmental exposure to led // Environmental and occupational medicine / Editor W.N. Rom. – 3rd edition – Philadelphia, New York: Lippincot–Raven Publishers, 1998. – Pp. 973–995.
7. *Friis R. H., Sellers T. A.* Epidemiology for public health practice. – Gaithersburg: An Aspen Publication, 1999. – Pp. 194–199.

8. *Gerstman B. B.* Epidemiology kepts. – New York: Willey–Liss, 1998. – Pp. 205–209.
9. *Last J. M.* A dictionary of epidemiology. – 3rd Edition. – Oxford University Press; IEA, 1995. – 180 p.
10. LVS 89: 2004 Ķīmisko vielu arodekspozīcijas robežvērtības darba vides gaisā. Latvijas Nacionālais standartizācijas un metroloģijas centrs, 2004. – 59 lpp.
11. *Ruža S.* Metālu saturs Rīgas un Ainažu bērnu matos: Diplomdarbs. – Rīga: Latvijas Universitāte, Ķīmijas fakultāte, Vides studiju centrs, 1994.
12. *Steenland K.* Case studies in occupational epidemiology. – New York: Oxford University Press, 1993. – 208 p.
13. (1)WHO. Arsenic in drinking water // WHO Fact Sheet 2001 No. 210, May.
14. (2)WHO. The World Health Report 2001: Reducing risk providing healthy life, 2002. – Pp. 67.
15. (3)WHO. Climat change and human health: Chapter 4. Looking to the future: Challenges for scientists studying climate change and health. – Geneva, 2003.
16. *Yassi A., Kjellstrom T., Kok de T., Guidotti T. L.* Basic environmental health. – Oxford University Press, 2001. – Pp. 103–143.
17. *Гончарук Е. И.* Мэтодология гигиены // Гончарук Е. И. и др. Общая гигиена: Пропедевтика гигиены. – Киев: Вища школа, 2000. – С. 47–97.
18. *Эглите М. Э.* Аллергические заболевания у птицеводов. – Рига: Зинатне, 1990. – 170 с.
19. *Румянцев Г. И.* Гигиена. – 2-е издание. – Москва: Геотар-мед., 2001. – С. 34–49.





5. nodaļa

GALVENIE VIDES FAKTORU IEDARBĪBAS VEIDI UZ CILVĒKA ORGANISMU

Maija Eglīte

Videi var būt gan pozitīva, gan negatīva ietekme uz cilvēka veselību. Vides ietekmi uz cilvēku organismu un tās izraisīto labvēlīgo un negatīvo ietekmi vērtē vides medicīna.

Mūsdienās, kad ir pavērušās jaunas pētījumu iespējas, mainījusies arī vides medicīnas izpratne par sakarībām starp cilvēku, dzīvo dabu un ekosistēmām. Uz cilvēku iedarbojas ne vien dabiskie vides faktori, bet arī vides piesārņotāji. Arī dabiskiem vides faktoriem var būt gan veselību veicinoša, gan negatīva iedarbība. Attīstoties zinātnei, rodas arvien lielāka izpratne gan par dabisko vides faktoru, gan vides piesārņotāju ietekmi uz cilvēka organismu. Cilvēku veselība nav izolēta no vides, to nevar pētīt izolēti, tāpēc rodas nepieciešamība pēc dažādu zinātņu nozaru integrācijas.

Vides medicīna ir multidisciplināra, preventīva medicīnas nozare, kas pētī vides faktoru iedarbību uz cilvēka organismu un novērtē to ietekmi uz veselību, izskaidro slimību cēloņus saistībā ar vides apstākļiem.

Vides medicīnas galvenie uzdevumi:

- novērtēt dabisko vides faktoru veselību veicinošo iedarbību uz cilvēka organismu un izmantot to veselības uzlabošanai;
- izpētīt dabisko vides faktoru un vides piesārņotāju izraisītās patoloģiskās pārmaiņas un slimības;
- atklāt vides izraisītu slimību endēmiskos centrus un riska grupas;
- izstrādāt un realizēt dažādus izglītošanas un veselības aizsardzības pasākumus;
- sadarboties ar vietējām un reģionālām pašvaldībām, ar vides aizsardzības institūtiem, ar Valsts Sanitāro inspekciju un citām organizācijām, kas darbojas vides un veselības aizsardzības un uzlabošanas jomā;
- nodrošināt sabiedrību ar lietpratīgu un plašu informāciju par dažādiem vides medicīnas jautājumiem.

5.1. DABISKO VIDES FAKTORU VESELĪBU VEICINOŠĀ IEDARBĪBA

Cilvēka organisms kā patstāvīgi eksistējoša bioloģiskā sistēma ir organiskās pasaules vienība, kas kā vienots vesels reaģē uz dažādām apkārtējās vides pārmaiņām. Cilvēka organisms var pastāvēt un atjaunoties tikai mijiedarbībā ar vidi. Ir zināms, ka bez barības cilvēks var izdzīvot apmēram 50 dienas, bez ūdens – 5 diennaktis, bet bez gaisa ne ilgāk par 5 minūtēm.

Daudziem vides faktoriem, piemēram, saules starojumam, tīram gaisam un ūdenim, labas kvalitātes veselīgam uzturam ir labvēlīga ietekme uz cilvēka veselību, ja tos pareizi izmanto.

5.1.1. GAISA KĀ DABISKAS VIDES POZITĪVĀ IETEKME UZ CILVĒKA ORGANISMU

Gaiss ir dabiska vide, ārpus kuras cilvēka organisma fizioloģiskā darbība nav iespējama (sīkāk par gaisu sk. 6. nod.). Gaiss ir kanāls informācijas uzņemšanai (ar dzirdi, ožu, redzi). Gaisa okeāns ir milzīgs rezervuārs, kurā cilvēks izmet gan savu dzīvības procesu, gan sadzīves, gan rūpnieciskos atkritumus. Ja šai gaisa videi nebūtu pašattīrīšanās procesu, tad cilvēks nevarētu eksistēt.

Gaiss ir izejvielu avots daudzām rūpniecības nozarēm, piemēram, ķīmiskajā rūpniecībā, lai sintezētu ķīmiskās vielas, izmanto gaisa skābekli un slāpekli, minerālmēslu ražošanas rūpniecībā izmanto slāpekli u.tml.

Gaisa vide atveseļo un norūda cilvēku. Tā ir galvenais klimatu veidojošais faktors.

Lai cilvēks varētu uzturēt dzīvības procesus, viņam 24 stundās nepieciešams:

- ūdens – 2,5–3 l;
- barība – 1,5–2 kg;
- gaiss – 28 m^3.

Kā zināms, 1 m^3 gaisa pie zemes virsmas sver 1,293 kg, tātad cilvēkam diennaktī nepieciešams 30 kg gaisa.

Gaisa iedarbība uz cilvēka organismu ir kompleksa. Tā ir atkarīga no saules starojuma, no gaisa fizikālajām un ķīmiskajām īpašībām. **Saules starojums** ir vienīgais Zemes enerģijas, siltuma un gaismas avots. Tas nosaka attiecīgā rajona klimatu. Saules starojums ir elektromagnētiskie viļņi, kuru garumu parasti izsaka nanometros (nm, metra miljardā daļa). Saules starojuma spektrs uz Zemes atmosfēras augšējās robežas sniedzas no 170 līdz 4000 nm, bet, ejot cauri atmosfērai, tas sašaurinās, un uz Zemes virsmas tas ir no 290 līdz 2500 nm. Saules starojuma spektrā ir trīs daļas: ultravioletā daļa (viļņu garums 290–390 nm); redzamā daļa, kas dod gaismu (500–759 nm), un infrasarkanā daļa jeb neredzamie siltuma stari (760–2300 nm). Izejot cauri Zemes atmosfērai, Saules starojuma plūsma kļūst vājāka absorbcijas, izkliedes un atstarošanās dēļ. Līdz Zemes virsmai nonāk apmēram 60% Saules starojuma, kas nokļūst līdz Zemes atmosfērai, 40% tiek atstaroti atpakaļ pasaules telpā.

Organiskās dzīvības formas var pastāvēt, tikai pateicoties Saules starojumam. Cilvēka organismam ir nepieciešamas dažādas Saules starojuma spektra daļas.

Redzamais starojums (gaisma) saules elektromagnētiskā starojuma spektrā atrodas starp ultravioleto starojumu un infrasarkano starojumu. Tā viļņu garums ir no 400 līdz 760 nm. Optiskā diapazona elektromagnētisko viļņu starojumu, ko uztver cilvēka redzes orgāns, sauc par apgaismojumu.

Apgaismojums ietekmē ne vien redzes orgānu, bet arī visu organismu. Nepietiekams apgaismojums var radīt nogurumu un samazināt darbspējas. Apgaismojuma spektrālais sastāvs arī vienādā apgaismojumā dažādi ietekmē redzes uztveri, kā arī darbspējas. Oranžā vai sarkanā gaisma uzbudina un rada siltuma sajūtu, dzeltenzaļa gaisma nomierina (šo spektra daļu cilvēka redzes orgāns uztver vislabāk), zilganvioletā gaisma nomāc cilvēka emocijas.

Infrasarkanais starojums ir lielākā Saules starojuma daļa. Tā viļņu garums ir no 760 līdz 25000 nm.

Elektomagnētiskā starojuma spektrā infrasarkanais (IS) starojums atrodas starp redzamo starojumu un mikroviļņiem. Pēc bioloģiskās aktivitātes infrasarkano starojumu iedala īsviļņu starojumā ar viļņa garumu no 760 līdz 1400 nm un garviļņu starojumā – no 1500 līdz 25 000 nm. IS starojums ar lielāku viļņu garumu sasilda ādu, paplašina ādas asinsvadus, rada siltumu un ādas dedzināšanas sajūtu. IS starojums ar īsāku viļņu garumu nokļūst audos dziļāk. Medicīnā plaši izmanto īsviļņu IS starojumu dažādu iekaisuma slimību ārstēšanai, jo tā ietekmē audos paaugstinās temperatūra, pastiprinās asinsrite un siltuma apmaiņa.

Liela bioloģiska nozīme ir **ultravioletajam** (UV) **starojumam**. Līdz Zemes virsmai nonāk tikai tas UV starojums, kura viļņu garums ir lielāks par 290 nm. UV starojums ar īsākiem viļņiem tiek aizturēts atmosfēras augstākajā daļā – ozona slānī. Mākslīgo UV starojumu ģenerē gāzizlādes (dienasgaismas) spuldzes, elektriskais loks, lāzeri.

UV starojumam piemīt antirahītiska, baktericīda, eritēmu veidojoša un pigmentu radoša iedarbība. Medicīnā izmanto gan dabisko, gan mākslīgo UV starojumu.

UV starojumam ar viļņu garumu 250–265 nm ir visstiprākās baktericīdās īpašības. Maksimālā antirahītiskā iedarbība ir starojumam ar viļņu garumu 200–313 nm; visstiprākā eritēmu veidojošā iedarbība – starojumam ar viļņu garumu 297 nm; visstiprākā pigmentus radošā iedarbība – UV starojumam ar viļņu garumu 260–400 nm. Vājās caurspiešanās dēļ UV stari iedarbojas tikai uz ādas virskārtu, taču tie ierosina daudzas reakcijas, kas izmantojamas gan ārstniecībā, gan profilaksē. Viena no tām ir gaismas eritēma, kas, ādas kapilāriem izplešoties, izveidojas dažu stundu laikā pēc apstarošanas ar lielām devām. Ārstniecībā ar eritēmas devām apstaro tikai nelielus ādas laukumus [90].

UV starojuma ietekmē organismā veidojas bioloģiski aktīvas vielas, kas stimulē dažādas organisma fizioloģiskās sistēmas, uzlabo olbaltumu, tauku un minerālu maiņas procesus, kā arī imūnsistēmas darbību [18].

Stingri kontrolētas UV starojuma devas plaši izmanto fototerapijā, lai celtu organisma vispārējās pretestības spējas, uzlabotu miegu, darbspējas, veicinātu spēku atgūšanu pēc smagas vai ilgstošas slimības, kā arī, lai ārstētu dažādas plaušu slimības (bronhītu, pneimoniju), čūlas slimību, balsta un kustību aparāta slimības (artrītu, miozītu, kaulu lūzuma sekas), nervu sistēmas slimības (neiralģiju, polineirītu, muguras smadzeņu un perifērisko nervu traumas), ādas slimības (psoriāzi, ilgi nedzīstošas brūces).

UV starojums iedarbojas uz ādā esošo neaktīvo D provitamīnu (ergosterīnu) un pārvērš to aktīvā D vitamīnā. UV starojumam ir antirahītiska iedarbība; tas normalizē kalcija un fosfora maiņu. Tādēļ UV starojums ir svarīgs ne tikai rahīta profilaksē, bet arī tā ārstēšanā [45, 90].

Ultravioletās lampas izmanto apstarošanai personām, kurām ir ultravioletā starojuma deficīts, piemēram, iedzīvotājiem aiz Polārā loka, šahtu strādniekiem, bērniem ziemā u.c., bet baktericīdās lampas – gaisa tīrības uzlabošanai operāciju un dzemdību zālēs, jaundzimušo palātās u.c.

Saules starojums ietekmē arī apvidus **klimatu** un **laika apstākļus.** Klimats ir kādai vietai raksturīgs ilggadējo laika apstākļu režīms. Laika apstākļus nosaka gaisa fizikālās īpašības – gaisa t°, mitrums, kustība, atmosfēras spiediens, kā arī meteoroloģiskie faktori – mākoņu daudzums, nokrišņi, Saules starojuma intensitāte, kā arī citu parādību kopums un savstarpēja iedarbība.

Mikroklimats ir nelielas teritorijas klimats, kas veidojas reljefa, augu valsts, augsnes stāvokļa un citu virsmas atšķirību ietekmē. Mikroklimatiskie apstākļi vienā un tajā pašā vietā var mainīties, piemēram, izcērtot mežus, radot mākslīgus ezerus utt. Īpaši mikroklimatiski apstākļi veidojas pilsētās, dzīvojamās, sabiedriskās un ražošanas telpās. Mikroklimatu raksturo gaisa temperatūra, gaisa relatīvais mitrums, gaisa plūsmas ātrums, virsmu temperatūra, siltuma starojuma intensitāte.

Organisma funkciju dinamisko pastāvīgumu dažādos meteoroloģiskos apstākļos nodrošina termoregulācija. Mikroklimatu uzskata par normālu, ja siltuma, kurš radies organismā, un no ārienes saņemtā siltuma summa ir vienlīdzīga siltuma atdevei bez termoregulācijas mehānismu iejaukšanās.

Organisma termoregulācijas mehānisms, kas nodrošina ķermeņa iekšējās temperatūras nemainīgumu, ir ļoti komplicēts. Tajā izšķir divus nepārtraukti noritošus, savstarpēji saistītus termoregulācijas procesus – siltumradi un siltumatdevi. Abus šos procesus regulē nervu sistēma, vispirmām kārtām tās centrālā daļa.

Siltums organismā rodas divējādi. **Pirmējais siltums** izdalās šūnu elpošanas procesos, kuru laikā notiek oksidatīva barības vielu noārdīšanās un atbrīvojušās ķīmiskās enerģijas uzkrāšanās speciāla makroenerģētiska savienojuma – adenozīntrifosfāta (ATF) – veidā. Tā, noārdoties

1 g olbaltumu, izdalās 17,2 kJ (4,1 kcal), noārdoties 1 g tauku – 39,0 kJ (9,3 kcal), noārdoties 1 g ogļhidrātu – 17,2 kJ (4,1 kcal).

Otrējais siltums izdalās ārējā darba procesos. Ar enerģiju bagātās ATF molekulas nodrošina attiecīgās šūnas specifisko funkciju norisi. Muskuļu šūnās ATF akumulētā enerģija veic mehānisku darbu un uztur šūnas zināma tonusa (sprieguma) stāvoklī, piemēram, aknu šūnās šī enerģija nodrošina lielmolekulāru vielu sintēzi, nervu šūnās – impulsu rašanos un pārvadi. Tādējādi galvenie siltuma avoti organismā ir aknas, gremošanas trakts, nieres, dziedzeri, plaušas, nervu sistēma un citi orgāni, kam raksturīgs augsts vielmaiņas līmenis. Sevišķi daudz siltuma rada skeleta muskulatūra, kas veic mehānisku darbu.

Siltumatdeve notiek vienlaikus ar siltumradi, un to nodrošina apkārtējās vides temperatūra, kā arī aktīva paša organisma pielāgošanās, mainot siltuma ražošanas intensitāti. Ja vides temperatūra ir zemāka par ķermeņa temperatūru, tad liekā siltuma lielākā daļa (80–86%) tiek izvadīta caur ādu un zemādu ārējā vidē. Siltuma mazākā daļa tiek atdota gāzu apmaiņai, kad cilvēks ieelpo vēsāku gaisu, bet izelpo siltāku, miklāku, ar ūdens tvaikiem piesātinātu gaisu.

Ūdenim iztvaikojot no ādas virsmas, organisms zaudē 15–20% no kopējās siltumatdeves, jo 1 g ūdens iztvaikošanai tiek patērēts 2,5 kJ (0,6 kcal) siltuma. Ūdens izdalās no ķermeņa caur ādas porām difūzijas ceļā sviedru veidā. Izdalītais ūdens tūlīt iztvaiko, un ādas virsmas temperatūra pazeminās [91].

Ja gaisa mitrums ir ļoti liels, sviedri izdalīsies, bet neiztvaikos. Piemēram, cilvēkam esot neilona kreklā, sviedri izdalās, bet neiztvaiko. Jo mazāks gaisa mitrums, jo labāk iztvaiko sviedri un mēs labāk panesam augstu temperatūru.

Zemu gaisa mitrumu un augstu gaisa temperatūru izmanto kā ārstniecisku faktoru. Piemēram, Turkmenistānā pustuksnešu zonā ir kūrorts Bairam-Ali nieru slimnieku ārstēšanai, gaisa mitrums šajā rajonā ir ap 20%, jūlija vidējā t° ir +30 °C, maksimālā – 45 °C. Nieru slimnieki izsvīst savas slēptās tūskas (dienā zaudē ap 3 kg), urīns izdalās ļoti maz, tādēļ nieres atpūšas; tās var paārstēt ar zāļu tējām.

Klimata ietekmi uz cilvēka organismu pētī **medicīniskā klimatoloģija**. Klimata apstākļus izmanto gan ārstēšanā, gan veselības nostiprināšanā.

Klimatterapija – klimata īpatnību izmantošana ārstnieciskiem un profilaktiskiem mērķiem pastāvīgajā dzīvesvietā vai speciālos klimatiskos kūrortos un ārstniecības iestādēs. Klimatterapijā izmanto klimatisko faktoru (augstums virs jūras līmeņa, barometriskais spiediens, gaisa t°, nokrišņu daudzums, mitrums, vēja stiprums un virziens, mākoņu daudzums, saules radiācija u.c.) labvēlīgo ietekmi uz cilvēka organismu. Klimatterapijā svarīgi ir izvēlēties kūrortu, kura klimatiskie apstākļi būtu tādi, kas, cilvēkam aklimatizējoties, labvēlīgi ietekmētu tā veselību, un klimatiskā rajona maiņa paaugstinātu organisma tonusu, pastiprinātu tā reaktivitāti. Līdz ar to arī atpūta kļūst pilnvērtīgāka.

Klimatterapijā izmanto gaisa un saules peldes. Saules staru enerģiju izmanto ārstniecībā un slimību profilaksē. **Saules terapija** jeb **helioterapija** ir viens no klimatterapijas veidiem. Saules peldes var būt vispārējas un vietējas (rokām, kājām, mugurai u.c.). Profilakses nolūkā var sauļoties gan ūdens malā, gan citās saules apspīdētās vietās. Saules peldēm ārstnieciskos nolūkos nepieciešami speciāli laukumi – solāriji, aerosolāriji, lai varētu stingri dozēt šās procedūras medicīnas darbinieku uzraudzībā.

Saules terapiju lieto rahīta, D hipovitaminozes, fosfora un kalcija maiņas traucējumu, kaulu un ādas slimību, rētu, lēni dzīstošu brūču, nervu sistēmas funkcionālo traucējumu, hipertoniskās slimības I stadijas gadījumos, tā nepieciešama visiem, kuri pietiekamā daudzumā nesaņem ultravioleto starojumu.

Viens no klimatterapijas veidiem ir **gaisa terapija** jeb **aeroterapija** – ārstēšana un ķermeņa norūdīšana, izmantojot brīva gaisa iedarbību uz organismu.

Galvenie gaisa terapijas veidi ir gaisa peldes, svaigam gaisam iedarbojoties uz atsegtu (neapģērbtu) cilvēka ķermeni vai tā daļu, guļot svaigā gaisā vaļējās un daļēji slēgtās verandās, apģērbjoties vai apsedzoties atbilstoši gadalaikam (siltas segas, guļammaisi). Par gaisa terapijas veidiem uzskatāmas arī pastaigas un ekskursijas, kas veicina organisma fizisko attīstību un norūdīšanos.

Pie klimatterapijas veidiem pieder arī **talasoterapija** (gr. *thalassa* 'jūra' + *therapeia* 'ārstēšana') – ārstēšana ar jūras klimatu un jūras peldēm. Talasoterapija ietver jūras gaisa, saules radiācijas, jūras ūdens, kā arī ainavas ietekmi.

Visaktīvākais talasoterapijas veids ir jūras peldes, kas trenē termoregulācijas mehānismus, kā arī asinsrites sistēmas un elpošanas orgānu funkcijas, normalizē vielmaiņas procesus, paaugstina organisma tonusu. Jūras peldēs uz cilvēka organismu iedarbojas ūdens t°, spiediens, viļņošanās, tā ķīmiskais sastāvs – sāļi un organiskās vielas, kā arī apkārtējais gaiss un saules radiācija. Siltuma apmaiņa starp ķermeni un jūras ūdeni izraisa ķermeņa temperatūras pazemināšanos, kuras pakāpe atkarīga no ūdens un ķermeņa t° starpības un organisma termoregulācijas spējām. Jo zemāka t° ūdenim, jo lielāka siltumatdeve no katra ādas cm^2 un jo lielāka peldes termiskā ietekme. Jūras ūdens viļņošanās veic ķermeņa hidromasāžu, kas ir aktīvāka par parasto masāžu. Jūras ūdenī izšķīdušie sāļi kairina ādas receptorus: ļoti plāna sāls kristālu kārta nosēžas uz ādas un izraisa organisma reakciju, kas turpinās vēl kādu laiku pēc peldes.

Gāzu jonizācijas dēļ atmosfērā vienmēr atrodas gan pozitīvi, gan negatīvi lādētas daļiņas – aerojoni. Gaisa jonizācija ir gāzu molekulu un atomu sašķelšanās jonizatoru darbības rezultātā. Jonizāciju izraisa Zemes garozā un atmosfērā esošās radioaktīvās vielas un kosmiskais starojums, Saules ultravioletais un gaismas starojums, ūdens izsmidzināšana u.c.

Jonizācijas rezultātā no neitrālā atoma atšķeļas viens vai vairāki elektroni, tādējādi pārvēršot atomu pozitīvi lādētā vieglā gāzes jonā – aerojonā. Ja elektrons pievienojas neitrālam atomam, rodas negatīvi lādēts aerojons. Šiem joniem pievienojas gāzes molekulas, un tā rodas stabilāki pozitīvi vai negatīvi lādēti joni. Tie ir t.s. vieglie joni. Vieglie joni, nokļūstot uz sīkām ūdens vai putekļu daļiņām, var veidot smagos jonus. Līdztekus jonu veidošanās procesam norisinās arī to neitralizācija, tādēļ to daudzums gaisā ir vairāk vai mazāk pastāvīgs (sīkāk par gaisa jonizāciju sk. nodaļā par gaisu).

Lielākā gaisa jonizācija vērojama laukos un kūrortu rajonos, kur gaiss ir tīrs un dzidrs. Tīrākā gaisā ir vairāk vieglo aerojonu. Jonizācija atmosfēras gaisā ietekmē cilvēka pašsajūtu.

Aerojonizāciju plaši izmanto aerojonu terapijā. **Aerojonu terapija** – jonizēta gaisa (aerojonu) izmantošana ārstniecībā. Izšķir dabisko un mākslīgo aerojonu terapiju. Dabiskā aerojonu terapija ir ilgstoša uzturēšanās (stundām un dienām ilgi) vietās, kur gaisā atrodas daudz dabisko aerojonu (kalnos, pie ūdenskritumiem un straujām upēm, jūras krastā). Šādos gadījumos palielinās darbspējas, samazinās skābekļa trūkums organismā, uzlabojas dažu slimību gaita.

Mākslīgajā aerojonizācijā pašlaik biežāk izmanto negatīvi lādētos jonus. Uzskata, ka negatīvie aerojoni lielā koncentrācijā (līdz 100 000 1 cm^3 gaisa) rada pozitīvas pārmaiņas cilvēka organisma gāzu un minerālu maiņā, stimulē vielmaiņas procesus, veicina ātrāku brūču sadzīšanu.

Negatīvās aerojonizācijas rezultātā pazeminās asinsspiediens, uzlabojas miegs. To izmanto hipertoniskās slimības, bronhiālās astmas un citu alerģisko slimību ārstēšanā [101].

5.1.2. ŪDENS ĀRSTNIECISKĀ UN VESELĪBU VEICINOŠĀ NOZĪME

Par ūdeni kā ekoloģisku vidi un tā nozīmi cilvēka dzīvē sīki ir aprakstīts 7. nodaļā. Šajā nodaļā tiks aplūkotas ūdens ārstnieciskās īpašības.

Ūdensdziedniecība jeb **hidroterapija** – dažādas temperatūras ūdens ārēja lietošana ārstniecībā un profilaksē; viens no vecākajiem ārstniecības paņēmieniem. Izšķir vietējās (piemēram, aplaistīšanās, noberzēšanās, ietinumi, kompreses) un vispārējās ūdens procedūras (piemēram, dušas, pirtis, peldes, peldēšanās – atklātos ūdeņos un baseinos).

Ūdens fizioloģiskā iedarbība sākas ar ūdens radīto ādas kairinājumu, kas izraisa sarežģītu asinsrites un nervu sistēmas reakciju un pārmaiņas visā organismā, piemēram, muskuļaudi atbild ar saraušanos vai atslābumu, nervu sistēma – ar pastiprinātu vai pavājinātu uzbudināmību, dziedzeri – ar palielinātu vai samazinātu sekrēta izdalīšanos, asinsrites sistēma – ar asinsvadu sašaurināšanos vai paplašināšanos utt.

Ūdens procedūras iedarbojas termiski, mehāniski un ķīmiski. Spēcīgākais un svarīgākais ir termiskais kairinājums; tas izskaidrojams galvenokārt ar ūdens lielo siltumvadītspēju (daudz lielāka nekā gaisam). Ūdens procedūras atkarībā no ūdens temperatūras iedala: 1) aukstās (zem 5 °C); 2) vēsās (25–33 °C); 3) indiferentās (34–35 °C); 4) siltās (36–38 °C), karstās (virs 38 °C) [90].

Ūdens procedūras mehānisko kairinājumu rada ūdens masas spiediens uz ķermeni (peldē) un ūdens kustība (duša, peldēšanās upē, jūras viļņos). Ūdens ir daudz smagāks par gaisu, un tā spiediens peldes laikā uz kājām, vēderu un krūšu dobumu maina asinsrites apstākļus ādā un iekšējos orgānos – ādas vēnas un vēdera dobuma orgānu asinsvadi tiek saspiesti, asinis no tiem atplūst, palielinās asins pieplūde sirdij un plaušām. Ūdens kustības mehāniskais spiediens paplašina ādas asinsvadus, kam seko attiecīgas pārmaiņas dziļākos audos un orgānos.

Ūdens ķīmiskais kairinājums parastā ūdens (saldūdens) procedūrās ir minimāls; vairāk tas izteikts, ja izmanto jūras ūdeni, kas satur 0,1–5% dažādu sāļu. Ārstēšanas nolūkā ūdenim par ādas kairinātāju var pievienot vārāmo sāli, sinepes, augu ekstraktus u.c. Liels ūdens ķīmiskais kairinājums ir **balneoterapijā**, kurā ārstniecības un preventīvos nolūkos ārīgi izmanto ārstnieciskos minerālūdeņus.

Ūdens procedūras plaši izmanto kā profilakses līdzekli organisma norūdīšanai un daudzu akūtu un hronisku slimību ārstēšanā. Auksta ūdens procedūras lieto asinsrites un nervu sistēmas slimību gadījumos, lai kairinātu nervu sistēmu, uzlabotu vielmaiņu un palielinātu organisma pretestību nelabvēlīgu ārējo faktoru iedarbībai, remdena ūdens procedūras – dažu asinsrites traucējumu, nervu sistēmas pastiprinātas uzbudināmības gadījumos, bet silta ūdens procedūras – galvenokārt hronisku iekaisumu ārstēšanā.

Ūdensdziedniecībā plaši izmanto daļējas vai vispārējas ķermeņa zemūdens masāžas.

Zemūdens masāža labvēlīgi iedarbojas uz nervu sistēmu, asinsrites sistēmu, locītavām un muskuļaudiem, samazina sporta slodžu izraisītas muskuļu sāpes, veicina ādas asinsriti, aktivizē vielmaiņu, palīdz atbrīvoties no celulīta, vienlaikus koriģējot ķermeņa svaru.

Visus minētos labvēlīgos dabas faktorus plaši izmanto **kurortoloģijā** (vācu *Kurort* 'ārstēšanas vieta', gr. *logos* 'mācība'). Tā ir medicīnas nozare, kas pētī dabisko dziedniecisko faktoru ārstnieciskās īpašības, to iedarbību uz cilvēka organismu un izmantošanu dažādu slimību ārstēšanā un profilaksē.

Par **kūrortu** sauc ģeogrāfisku vietu, kurā ir daudz dabisku ārstniecības līdzekļu (dziedniecisks klimats, minerālūdeņi, dūņas) un kur ir ierīkotas dažādas iestādes (sanatorijas), lai sekmētu dabisko faktoru pielietošanu ārstniecībā un atpūtā. Izšķir klimatiskus, balneoloģiskus, dūņu un jauktus kūrortus.

5.2. DABISKO VIDES FAKTORU IESPĒJAMĀ NELABVĒLĪGĀ IEDARBĪBA UZ CILVĒKA ORGANISMU

Dabisko vides faktoru iedarbība uz cilvēka organismu var būt ne tikai labvēlīga, bet zināmos apstākļos arī nelabvēlīga un pat bīstama. Kā jau minēts iepriekš, izšķir fizikālos, ķīmiskos un bioloģiskos dabiskos vides faktorus. Šie faktori var mainīties gan dabas katastrofu (piemēram, viesuļvētru, zemestrīču, cunami, vulkānu darbības, meža ugunsgrēku), gan arī cilvēku darbības ietekmē. Arī tādi procesi kā Zemes globālā sasilšana, ozona slāņa noārdīšanās, ekosistēmu piesārņošana u.c. izmaina dabiskos vides faktorus.

5.2.1. AUGSTAS GAISA TEMPERATŪRAS IETEKME UZ CILVĒKA ORGANISMU

Globālās Zemes sasilšanas dēļ daudzos rajonos klimats kļuvis siltāks, daži rajoni Āzijā un Āfrikā karstuma dēļ nav vairs pat apdzīvojami.

Cilvēkam, dzīvojot un strādājot **paaugstinātas gaisa temperatūras apstākļos,** siltuma producēšana organismā samazinās, bet siltuma atdeve pastiprinās. Pēdējais process īpaši svarīgs gadījumos, kad tiek veikts spraigs fizisks darbs. Smagā fiziskā darbā ķermeņa temperatūra, pirms sākas pastiprināta svīšana, paaugstinās par 1–2 °C.

Ķermenis atdod siltumu galvenokārt caur ādu, gan izstarojot un izvadot, gan arī iztvaikojot ūdenim.

Veicot smagu fizisku darbu karstā (35–40 °C), bet sausā gaisā, sviedru iztvaikošana nav traucēta. Šādus darba apstākļus cilvēka organisms panes labi, un tie neapdraud veselību, jo termoregulācija noris normāli. Karstā gaisā, kas piesātināts ar ūdens tvaikiem, uz ādas virsmas notiek masīva ūdens kondensācija, kas traucē siltuma atdevi ar sviedriem.

Termoregulācija organismā noris apmierinoši, ja ārējās vides temperatūra nepārsniedz 39 °C. Ja tā ir augstāka, organisms vairs nespēj uzturēt līdzsvaru starp siltuma veidošanos, siltuma saņemšanu un siltuma atdevi. Tādos apstākļos siltuma līdzsvaru uztur sviedru iztvaikošana (0,8–3 l/stundā). Ja tā nenotiek, piemēram, liela gaisa mitruma dēļ, rodas organisma pārkaršana jeb hipertermija. Akūta **organisma pārkaršana** var izpausties kā:

- viegla akūta pārkaršana,
- vidēji smaga akūta pārkaršana,
- karstuma dūriens,
- krampju slimība,
- karstuma sinkope,
- karstuma radītas pārmaiņas ādā.

Var novērot arī hronisku organisma pārkaršanu [18].

5.2.1.1. Akūta organisma pārkaršana

Akūtas pārkaršanas patoģenēze ir saistīta ar augstās temperatūras izraisīto pilnasinību visos orgānos un mikrocirkulācijas traucējumiem. Pastiprinātais asiņu pieplūdums palielina spiedienu asinsvados un paaugstina to sienu caurlaidību. Audos nonāk asins formelementi, rodas asinsizplūdumi un tūska.

Mikrocirkulācijas traucējumu attīstībā liela nozīme ir histamīnam, kas veicina distrofiskas pārmaiņas parenhimatozajos orgānos [13].

Akūtas pārkaršanas patoģenēzē būtiska nozīme ir vielmaiņas traucējumiem, kurus rada karstuma izraisītā olbaltumu denaturācija, hipoksēmijas dēļ nepilnīgi oksidēto produktu toksiskā iedarbība, ūdens un sāļu līdzsvara disbalanss. Lielais šķidruma zaudējums sakarā ar svīšanu rada dehidratāciju, hlorīdu zaudējumu un hipohlorēmiju. Dehidratācijas dēļ notiek asiņu sabiezēšana, kas pavājina mikrocirkulāciju un rada lielu slodzi sirdij. Šie patoģenētiskie mehānismi veicina akūtas sirds un asinsvadu mazspējas rašanos [13].

Vieglas akūtas pārkaršanas gadījumā cilvēks sūdzas par vispārēju nespēku, galvassāpēm, reiboni, satumšanu acīs, troksni ausīs (pirmsģīboņa stāvoklis), sausu muti, stiprām slāpēm, dažreiz var būt slikta dūša un vemšana. Izmeklējot konstatē hiperemētu, karstu un mitru ādu, paaugstinātu ķermeņa temperatūru (līdz 39 °C), pastiprinātu svīšanu, paātrinātu pulsu un elpošanu, dažkārt arī kustību koordinācijas traucējumus.

Vidēji smagas akūtas pārkaršanas gadījumā simptomi ir tādi paši kā vieglas pārkaršanas gadījumā, tikai tie ir vairāk izteikti. Var būt īslaicīgi samaņas zudumi. Izmeklējot konstatē hiperemētu, karstu un mitru ādu, paaugstinātu ķermeņa temperatūru (līdz 41 °C), paātrinātu pulsu un elpošanu, var būt nedaudz paaugstināts arteriālais spiediens. Pārkaršanas simptomiem progresējot, ķermeņa temperatūra paaugstinās un svīšana samazinās.

Ārstēšana. Cietušais jāieved telpā, kur gaisa temperatūra ir normāla. Vieglas pārkaršanas gadījumā ieteicama pavēsa duša (ūdens temperatūra 26–27 °C, ilgums 5–8 min). Smagākos gadījumos indicēta 7–8 minūšu ilga pelde vannā, kurā ūdens temperatūra ir 29 °C. Pēc tam cietušajam jāguļ. Ja duša vai vanna nav pieejama, cietušais uz 10–15 minūtēm jāietin mitros palagos (ūdens temperatūra 25–26 °C), uz galvas jāuzliek auksta komprese. Lai koriģētu ūdens elektrolītu maiņu, jādod daudz dzert – līdz pilnīgai slāpju remdēšanai. Vieglas un vidējas akūtas pārkaršanas gadījumā simptomi var izzust diennakts laikā [13, 18].

Karstuma dūriens *(thermoplegia)* kā smaga akūtas organisma pārkaršanas forma ir dzīvību apdraudošs stāvoklis, kas rodas termoregulācijas traucējumu dēļ un izpaužas ar centrālās nervu sistēmas darbības traucējumiem, paaugstinātu ķermeņa temperatūru (rektālā temperatūra virs 41,1 °C), samazinātu sviedru izdalīšanos, karstu, parasti sausu ādu, augstas temperatūras radītiem ķermeņa audu bojājumiem.

Etioloģija. Karstuma dūriens ir sastopams samērā reti, parasti gadījumos, kad cilvēks strādā īpaši augstas temperatūras apstākļos slēgtās, slikti ventilējamās telpās vai arī īpaši karstā vidē, kurā ir liels gaisa mitrums.

Organisma pārkaršanu var veicināt:

- fiziskā pārslodze,
- nogurums,
- vecums,
- nespēja aklimatizēties,
- trenētības trūkums darbam karstumā,
- organisma pretestības spēju pamazināšanās slimību, alkoholisma vai citu faktoru ietekmē,
- nepiemērots apģērbs,
- nepietiekama šķidruma uzņemšana.

Klīniskā aina. Simptomi, kas mēdz būt vieglas organisma pārkaršanas gadījumā, var būt prodromāli simptomi karstuma dūrienam. Sakarā ar pieaugošo nespēku cilvēks vairs nespēj turpināt darbu un zaudē samaņu. Ķermeņa temperatūra ir stipri paaugstināta (rektālā temperatūra virs 41 °C), āda ir karsta, sākumā tā var būt klāta ar sviedriem, bet vēlāk sausa.

Novēro muskuļu raustīšanos (dažkārt epileptiformiskas lēkmes), nistagmu, zīlīšu paplašināšanos, pēc tam sašaurināšanos. Pulss ir paātrināts, vāji pildīts, arteriālais spiediens pazeminās, elpošana paātrināta, virspusēja. Dažreiz var būt neiropsihiski traucējumi – murgi, halucinācijas, motorisks nemiers. Siltuma dūriena gadījumā var pēkšņi iestāties koma un nāve.

Raksturīgās pārmaiņas laboratoriskajos rādītājos

- Organisma dehidratācijas dēļ konstatē asins sabiezēšanu, palielinās hemoglobīna un leikocītu daudzums, kā arī urīnvielas un kreatinīna līmenis asins serumā.
- K^+ daudzums asinīs sākumstadijā samazināts pastiprinātas svīšanas dēļ. Hipokaliēmija samazina sviedru sekrēciju un asins pieplūdi skeleta muskulatūrai, tā veicinot pārkaršanu. Savukārt hiperkaliēmija var rasties dehidratācijas vai intensīvas rabdomiolīzes (muskuļu šķiedru sabrukuma) dēļ.
- Fosfātu līmenis asinīs sākumstadijā pazeminās.
- Ca^+ daudzums asinīs samazināts pacientiem, kuriem ir izteikta rabdomiolīze, jo Ca^+ kompleksā ar proteīniem deponējas sabrūkošajās muskuļu šķiedrās.
- Mg^+ daudzums asinīs sākumstadijā samazināts pastiprinātas svīšanas dēļ.
- Paaugstināts kreatīnkināzes līmenis, kas ir svarīgs bioķīmisks diagnostisks kritērijs.
- Iespējama diseminēta intravaskulāra koagulācija.
- Jaukta respiratoriskas alkalozes aina sākumstadijā un metaboliskās acidozes aina vēlīnā stadijā. Parametri jākoriģē attiecībā uz temperatūru, pretējā gadījumā var iegūt viltus paaugstinātu pH un viltus pazeminātu arteriālo skābekļa un ogļskābās gāzes spiedienu.

Komplikācijas

- Akūta sirds mazspēja – difūzi pavājināta miokarda kontraktilitāte, ko izraisa tieša karstuma ietekme uz kardiomiocītiem un koronāro artēriju hipoperfūzija vispārējās hipovolēmijas apstākļos. Klīniskajā ainā dominē arteriāla hipotensija.
- Sirds ritma traucējumi.
- Akūts miokarda infarkts.
- Rabdomiolīze. Bīstama ir augsta hiperkaliēmija un smaga hipokalciēmija. Svarīgi zināt, ka hipokalciēmiju nedrīkst koriģēt ar eksogēnu kalcija ievadi, jo tas padziļinās miolīzi. Izņēmums ir hiperkaliēmijas izraisīta ventrikulāra ektopija.
- Akūta nieru mazspēja. Dažādas pakāpes multifaktoriālas izcelsmes nieru bojājumu konstatē visos gadījumos. Dominē proteinūrija. Akūta nieru mazspēja 5–6 reizes biežāk rodas pacientiem, kam karstuma dūrienu izraisījusi fiziska pārslodze. Patoģenētiskie mehānismi – hipovolēmija, miolīze un ar to saistītā pigmentūrija, akūta urātu nefropātija miolīzes dēļ, hipokaliēmija un ar to saistītās glomerulārās filtrācijas pamazināšanās.
- Krampju lēkmes.
- Akūta aknu mazspēja. Aknās veidojas holestāze un centrilobulāra nekroze. Prognoze laba, seku parādību parasti nav.
- Diseminētas intravaskulāras koagulācijas sindroms.

Ārstēšana. Tās mērķis ir strauji pazemināt ķermeņa temperatūru. Mirstība proporcionāla sākotnējā stāvokļa smagumam, bet vēl lielākā mērā tā ir atkarīga no pārkaršanas ilguma.

Vienkārša pirmā palīdzība: cietušais jāieved telpā, kur gaisa temperatūra ir normāla, jādod viņam daudz dzert sāļus saturošus šķidrumus. Uzbudinājuma gadījumā ordinē nomierinošus preparātus (diazepāms, fenazepāms, baldriāns u.c.). Ja stāvoklis nav kritisks, ieteicama vēsa duša (ūdens temperatūra 20 °C, ilgums 7–8 min.), smagākos gadījumos jāizmanto ārējā dzesēšana ar vēsiem, mitriem apliekamajiem. Ieteicams ir hlorpromazīns (aminazīns), kas labi nomierina cietušo un novērš drebināšanos. Intoksikācijas, dehidratācijas un hipohlorēmijas novēršanai ieteicams ievadīt šķidrumus (fizioloģisko šķīdumu, glikozi, asins plazmu vai to aizstājošus šķīdumus).

Smagos gadījumos jālieto skābekļa terapija, sirds līdzekļi.

Krampju slimība ir simptomu komplekss, kas rodas, ja intensīvas svīšanas dēļ zaudēto nātriju un ūdeni aizstāj ar sāļus nesaturošu vai mazsaturošu šķidrumu, piemēram, ūdeni. Līdz ar to organismā palielinās nātrija deficīts.

Klīniskā aina. Sūdzības par nespēku, sausumu mutē, sāpīgiem krampjiem kājās un ķermenī. Objektīvi izmeklējot, konstatē lēnas, sāpīgas spastiskas kontrakcijas ekstremitātēs un visa ķermeņa muskulatūrā, it īpaši vairāk noslogotās muskuļu grupās. Spazmas ilgst 1–3 minūtes. Savilktie muskuļi līdzinās akmenscietām biljarda bumbām. Āda mitra, vēsa. Temperatūra normāla vai nedaudz paaugstināta (tas šķiet paradoksāli, ņemot vērā, ka krampju slimība ir viena no pārkaršanas formām). Cietušajam ir adinamija, nespēks. Seja pārmainās līdzīgi kā holeras slimniekam – iekrituši vaigi, smails deguns, cianotiskas lūpas, tumši loki ap iekritušām acīm. Pulss paātrināts, arteriālais spiediens pazeminās. Var būt hipohidratācijas pazīmes: sausa mute, samazināta diurēze.

Laboratoriskos izmeklējumos konstatē asins sabiezēšanas pazīmes: palielinātu eritrocītu skaitu un hemoglobīna daudzumu, paaugstinātu asiņu viskozitāti, mēreni izteiktu leikocitozi, samazinātu nātrija daudzumu asins serumā.

Ārstēšana. Cietušais jāieved telpā, kur gaisa temperatūra ir normāla. Jādod dzert vai jāinjicē sāļus saturoši šķidrumi. Nepieciešama pāris dienu ilga atpūta, palielināts sāls daudzums uzturā.

Karstuma sinkope izpaužas kā piepešs samaņas zudums. Parasti tas notiek pēc vismaz divu stundu ilga, smaga fiziska darba karstā telpā. Patoģenētiskais mehānisms – sistēmiska hipotensija izteiktas ādas asinsvadu dilatācijas dēļ. Savukārt ādas asinsvadu paplašināšanos izraisa pastiprināta siltumatdeve. Āda ir vēsa un mitra. Sistoliskais spiediens pazeminās, parasti zemāks par 100 mm Hg.

Ārstēšana. Cietušo apgulda vēsā telpā pretšoka pozā, dod dzert vēsus, sāļus saturošus šķidrumus.

Saules dūriens *(heliosis)* var rasties personām, kas ilgstoši atrodas saulē (laukstrādnieki, celtnieki, karavīri). Tā klīniskā aina var atgādināt karstuma dūrienu, bet patoģenētiskie mehānismi ir atšķirīgi.

Saules dūriens rodas ķermeņa pārkaršanas un histamīnam līdzīgu vielu, kas rada ādas apdegumu pēc atrašanās karstā saulē, iedarbības dēļ. Atšķirībā no karstuma dūriena vispārējas organisma pārkaršanas var nebūt. Tieša saules staru iedarbība uz neapsegtu galvu var radīt nervu centru kairinājumu un smadzeņu apvalku hiperēmiju. Šādos gadījumos saules dūriena klīniskajā ainā nav termoregulācijas traucējumu. Slimniekam ir vispārējs vājums, reibonis, galvassāpes, slikta dūša, vemšana, caureja, smagākos gadījumos – uzbudinājums, murgi, krampji, samaņas zudums un koma.

Saules dūriens jāatšķir no saules apdeguma, kas var kombinēties ar vispārēju pārkaršanu, bet var būt arī bez tās un izpausties tikai ar vietējām reakcijām (eritēma, pūšļi), kā arī vispārēju nogurumu, galvassāpēm, sliktu dūšu un drudzi. Vispārējā reakcija ilgst 1–2 diennaktis.

Ārstēšana. Cietušo novieto ēnā, pie galvas pieliek aukstā ūdenī samitrinātu drānu vai ledu, ķermeni atbrīvo no šaura, žņaudzoša apģērba. Vieglos gadījumos šāda palīdzība ir pietiekama un slimības parādības izzūd pēc pāris stundām.

Smagākos gadījumos nekavējoties jāatdzesē organisms – jānovelk drēbes, ķermenis jānorīvē un jāaplaista ar aukstu ūdeni. Cietušo var ielikt vannā, kur ūdens temperatūra ir 15–16 °C. Slimniekam dod dzert un izdara klizmas ar aukstu ūdeni. Visvienkāršākais un efektīvākais atvēsināšanas paņēmiens ir šāds: uz kakla miegartēriju rajonā, padusēs, cirkšņos (resp., vietās, kur projicējās lielie asinsvadi), novieto leduspūšļus. Jāuzmana, lai neparādītos lokāls ādas apsārtums, kas ir pirmais apsaldēšanas simptoms. Procedūras laikā jāseko pulsam, arteriālajam spiedienam un temperatūrai taisnajā zarnā [18].

Karstuma radītas pārmaiņas ādā organisma pārkaršanas gadījumā ir saistītas ar ādas pretestības spēju samazināšanos pastāvīgās svīšanas radītā mitruma dēļ. Ādas pārmaiņas var būt dažādas.

Miliaria (karstuma izsitumi) rodas sakarā ar sviedru aizturi sviedru dziedzeru izvadu aizsprostošanās dēļ. Pēc smaguma izšķir trīs slimības formas – *miliaria crystallina, miliaria rubra, miliaria profunda,* kuras klīniski izpaužas kā ādas apsārtums, prosas graudiņiem līdzīgi izsitumi, pūslīši, ādas lobīšanās, makulas.

Erythema ab igne – hiperkeratotiski mezgliņi. Veidojas, atkārtoti iedarbojoties karstumam, kas nav pietiekams apdeguma radīšanai.

Intertrigo – pārmērīgas svīšanas radīti izsutumi. Āda ķermeņa krokās apsārtusi un macerēta [11].

Karstuma nātrene (holīnerģiskā nātrene) izpaužas ar tipiskiem, niezošiem izsitumiem.

Ārstēšana. Minēto ādas pārmaiņu ārstēšanā galvenais ir samazināt vai pārtraukt karstuma iedarbību, lai mazinātu svīšanu. Karstuma nātrenes gadījumā niezi var mazināt ar histamīnblokatoriem. Šī nātrenes forma nepakļaujas lokālai kortikosteroīdu iedarbībai [12, 91].

5.2.1.2. Hroniska pārkaršana

Ilgstošas karstuma iedarbības dēļ organismā cieš ūdens un sāļu maiņa. Zaudēto ūdeni un sāļus, it īpaši nātrija hlorīdu, organisms cenšas kompensēt ar sviedriem. Organismā pastiprināti izdalās arī hormoni – renīns, angiotenzīns un aldosterons, kuri palielina ekstracelulārā šķidruma daudzumu un asinsvadu perifērisko pretestību, bet samazina nātrija izdalīšanos. Tomēr ilgstošas karstuma iedarbības rezultātā organismā var attīstīties dažu elektrolītu, piemēram, kālija, kalcija un magnija, deficīts.

Kālija deficītu organismā izskaidro ar pastiprinātu tā izdalīšanos caur nierēm sakarā ar palielināto aldosterona izdalīšanos organismā un nepietiekamo kālija uzņemšanu ar uzturu. Ir pētījumi par samazinātu kālija daudzumu kaulos. Negatīvo kālija bilanci uzskata par vienu no organisma hroniskās pārkaršanas patoģenētiskajiem mehānismiem. Pastāv sakarība starp kālija nepietiekamību organismā un kateholamīnu reaktivitāti, hipotensijas veidošanos, metaboliskām pārmaiņām miokardā un tā kontrakcijas spējām.

Saslimstības pētījumi cilvēkiem, kas ilgstoši strādājuši karstumā, norāda galvenokārt uz sirds un asinsvadu patoloģiju: konstatēta biežāka saslimstība ar koronāro sirds slimību, arteriālo hipertensiju, veģetatīvo asinsvadu distoniju pēc hipertoniskā, hipotoniskā un kardiālā tipa. Citu autoru pētījumos norādīts, ka karsto cehu strādniekiem elektrokardiogrammā bieži tiek konstatētas pārmaiņas, kas liecina par miokarda distrofiju [13, 91].

Literatūras dati liecina par nelabvēlīgu karstuma iedarbību arī uz gremošanas orgāniem. Novērota paaugstināta saslimstība ar hronisku gastrītu, kuņģa un divpadsmitpirkstu zarnas čūlu un žultsceļu slimībām. To izskaidro ar karstuma izraisīto perifērisko asinsvadu paplašināšanos un kompensatorisku iekšējo orgānu asinsvadu sašaurināšanos, kas savukārt var izraisīt iekšējo orgānu anēmiju. Pēc dažu autoru datiem, karsto cehu strādniekiem novērota palielināta mirstība no gremošanas orgānu slimībām, kas nav ļaundabīgas.

Literatūrā ir daudz norāžu par imūnsistēmas funkciju pavājināšanos karsto cehu strādniekiem, ar ko tiek izskaidrota viņu paaugstinātā saslimstība ar saaukstēšanās slimībām [91].

Hroniskas organisma pārkaršanas galvenais sindroms ir veģetatīvā asinsvadu distonija ar termoregulācijas traucējumiem, eritrocītu termorezistences samazināšanos un elektrolītu maiņas traucējumiem. Veģetatīvā asinsvadu distonija var būt pastāvīga vai arī atsevišķu diencefālisku paroksismu veidā.

Hroniskas organisma pārkaršanas gadījumā var būt arī anēmija, nieru funkciju traucējumi, sievietēm – novirzes menstruālajā ciklā.

Elektrokardiogrammā parasti konstatē difūzas pārmaiņas miokardā, repolarizācijas procesu un vadīšanas traucējumus, bet elektroencefalogrammā – dažādas starpsmadzeņu funkcionālas pārmaiņas [91].

5.2.2. ZEMAS GAISA TEMPERATŪRAS IETEKME UZ CILVĒKA ORGANISMU

Zemai gaisa temperatūrai ir pakļauti gan daudzu Zemes rajonu iedzīvotāji, gan brīvā dabā strādājošie (celtnieki, jūrnieki, zvejnieki, mežstrādnieki, ģeologi, kalnrači, kūdras un naftas ieguvēji), gan arī strādnieki tādos uzņēmumos, kur raksturīga zema gaisa temperatūra, regulāra atdzišana, darbs ar aukstu materiālu, ķermeņa samirkšana (kuģu būves un remonta uzņēmumi, alusdarītavas, gaļas kombināti, zivju pārstrādes uzņēmumi).

Zema gaisa temperatūra slimības izraisa retāk nekā augsta temperatūra, jo vairākumā gadījumu cilvēks ir spējīgs labi aizsargāties pret aukstumu (attiecīgs apģērbs, uzturs utt.). Aukstuma patoloģiskā iedarbība nav tieši proporcionāla apkārtējās vides temperatūrai.

Zemas temperatūras iedarbība atkarīga arī no vairākiem faktoriem, piemēram, no:

- gaisa mitruma,
- gaisa kustības ātruma,
- ekspozīcijas ilguma,
- apģērba kvalitātes,
- enerģijas patēriņa,
- cilvēka vecuma un veselības stāvokļa.

Organisma atdzišanas risks ir paaugstināts:

- veciem cilvēkiem,
- alkoholiķiem,
- tiem, kas lieto dažus medikamenti (barbiturātus, fenotiazīnu, rezerpīnu),
- tiem, kuriem ir metabolisma traucējumi (hipoglikēmija, hipotireoze, virsnieru mazspēja),
- tiem, kuriem ir nopietni veselības traucējumi (hroniska sirds mazspēja).

Cilvēka bioloģiskās iespējas saglabāt normālu ķermeņa temperatūru ir ierobežotas; arī adaptācijai nav būtiskas nozīmes.

Aukstuma iedarbība var izraisīt vispārēju ķermeņa atdzišanu un lokālus bojājumus. Tā var būt akūta un hroniska.

5.2.2.1. Vispārēja akūta organisma atdzišana

Hipotermija

Vispārēja organisma atdzišana jeb hipotermija ir ķermeņa temperatūras pazemināšanās zem 35 °C.

Hipotermiju var izraisīt ne tikai zema vides temperatūra, bet arī patologanatomiski cēloņi, metabolisma traucējumi, ādas slimības, infekcijas un citi veselības traucējumi. Var būt arī medikamentu un ķīmisku vielu izraisīta hipotermija [13]. Hipotermijas cēloņi apkopoti 1. tabulā.

Patoģenēze. Zemas temperatūras apstākļos organismā sākas divu tipu normālas aizsargreakcijas:

- intensīvāka siltuma ražošana (metaboliskie procesi audos, it īpaši iekšējos orgānos, drebuļi, muskuļu darbs);
- siltuma zuduma mazināšana (samazinās svīšana, perifēriska vazokonstrikcija, apzināta rīcība siltuma saglabāšanai – silts apģērbs).

Kad šīs reakcijas kļūst nepietiekamas, ķermeņa temperatūra pazeminās, samazinās skābekļa patēriņš, palēninās vielmaiņa, sākas kavēšanas procesi centrālajā nervu sistēmā.

1. tabula. Hipotermijas cēloņi

Cēloņu grupas	Cēloņu veidi
Patologanatomiskie cēloņi	Audzējs, centrālās nervu sistēmas bojājums, galvas trauma, insults, muguras smadzeņu šķērsbojājums, sarkoidoze, Vernikes encefalopātija.
Vides faktori	Atrašanās brīvā dabā zemā temperatūrā, apģērba un ķermeņa samirkšana aukstā ūdenī, darbs aukstās telpās.
Medikamenti un ķīmiskās vielas	Etanols. Anestēzijas līdzekļi, fenotiazīni, barbiturāti.
Metabolisma traucējumi	*Anorexia nervosa*, diabēta ketoacidoze, hipoglikēmija, hipotireoze, hipopituitārisms, virsnieru mazspēja.
Ādas slimības	Apdegumi, eritrodermija, ihtioze, psoriāze.
Infekcijas	Galvenokārt septiski stāvokļi.
Nopietni hroniski veselības traucējumi	Vecums, hroniska sirds mazspēja, hroniska nieru mazspēja, hroniska aknu mazspēja.

Klīniskā aina.

Viegla hipotermija – ķermeņa rektālā temperatūra ir 35–32 °C. Sākumā rodas drebuļi, sīka trīce, zosāda, pulsa paātrināšanās, ādas un gļotādas bālums un cianoze sakarā ar perifērisko asinsvadu sašaurināšanos. Ekstremitātes ir vēsas. Asinsspiediens sākumā nedaudz paaugstinās, vēlāk var būt nedaudz pazeminās. Apziņa mazliet neskaidra – apjukums vai stupors.

Mērena hipotermija – ķermeņa rektālā temperatūra ir 32–28 °C. Apziņas traucējums dziļāks, runa var būt nesakarīga. Ķermeņa temperatūrai krītoties zem 30 °C, iestājas koma. Visas vitālās pazīmes dažādā pakāpē mainītas. Muskuļu tonuss stipri paaugstināts, bet drebuļu vairs nav. Vēdera priekšējās sienas muskulatūra saspringta, var būt "cieta kā dēlis". Zarnu peristaltika nav saklausāma. Šie simptomi kopā ar arteriālu hipertensiju var būt līdzīgi septiskam intraabdominālam procesam. Var būt t.s. aukstuma diurēze sakarā ar nieru kanāliņu šūnu absorbcijas spēju samazināšanos. Nereti novēro zemādas tūsku.

Smaga hipotermija – ķermeņa rektālā temperatūra ir zemāka par 28 °C. Cietušais ir dziļā komā. Izzūd smadzeņu stumbra un dziļie cīpslu refleksi. Elpošana agonāla. Izzūd perifēriskais pulss. Nāve iestājas sakarā ar ventrikulāru fibrilāciju vai sirdsdarbības apstāšanos [13, 18, 103].

Laboratoriskie izmeklējumu dati. Konstatē asins koncentrāciju un aukstuma granulocitopēniju. Raksturīga metaboliskā acidoze. Var būt viltus pazeminās pH un skābekļa arteriālais spiediens, ja rezultātus nekoriģē atbilstoši ķermeņa temperatūrai. Novēro glikēmiju, paaugstinātu seruma transamināžu un amilāzes līmeni, samazinātu kālija daudzumu asins serumā. Elektrokardiogrammā – pagarinās PR, QRS, QT; bieži ir supraventrikulāra un ventrikulāra ekstrasistolija [13].

Pirmā palīdzība un ārstēšana. Cietušais nekavējoties jānogādā siltā telpā. Slimnieku iespējams atdzīvināt, ja rektālā temperatūra nav zemāka par 20 °C. Nepieciešams viņu aktīvi sasildīt – uzmanīgi norīvē ķermeni ar tīru drānu, bet vēl labāk cietušo ievietot silta ūdens (28 °C) vannā, kurā pakāpeniski 20–40 minūšu laikā ūdens temperatūru paaugstina līdz 37 °C. Cietušā ķermeni uzmanīgi norīvē ar mīkstu sūkli. Lai novērstu ķermeņa pārkaršanu, jāmērī rektālā temperatūra. Ja tā sasniedz 34 °C, sildīšanu var pārtraukt.

Slimniekam dod dzert karstu saldu tēju. Tikai vieglos gadījumos lietderīgi cietušajam dot 50–100 ml degvīna. Intravenozi ievada 100 ml 40% glikozes šķīduma, kas sasildīts līdz 35–37 °C.

Slimnīcas apstākļos jāizmanto t.s. invazīvā sildīšana:

- intravenoza siltu šķidrumu ievade,
- peritoneālā dialīze,
- hemodialīze,
- kuņģa skalošana un klizmas,
- mehāniskā ventilācija ar siltu, mitru gaisu.

Nepieciešamības gadījumā izdara elpināšanu, netiešo sirds masāžu un citus reanimācijas pasākumus, kā arī lieto sirds un asinsvadu līdzekļus.

Apsaldējumi

Apsaldējumi ir aukstuma trauma, kas izrasa vietēju virspusēju vai dziļu audu bojājumu. Apsaldējumu rašanos var veicināt mitrums, vējš, kā arī ciešs apģērbs, apavi un pārsēji, kas traucē asinsriti.

Apsaldējumi ātrāk rodas novājinātiem cilvēkiem. Nereti tos gūst alkohola reibumā, kad cilvēkam ir pazemināta jutība. Apsaldējumi var rasties ne tikai tad, kad ārējā temperatūra ir zemāka par 0 °C, bet arī +4 līdz +8 °C un pat augstākā temperatūrā, it īpaši tad, ja aukstums iedarbojas ilgstoši.

Visbiežāk apsaldējumam ir pakļauti kāju un roku pirksti, seja un ausis.

Patoģenēze. Aukstuma ietekmē asinsvadi sašaurinās, līdz ar to tiek traucēta audu asinsapgāde. Ja aukstuma iedarbība turpinās, asinsvados izveidojas trombi, asinsrite apsaldētajā rajonā kļūst neiespējama, un cietušie audi iet bojā. Šīs parādības var turpināt attīstīties arī pēc aukstuma iedarbības izbeigšanās, tādēļ par apsaldējuma smagumu var spriest tikai pēc vairākām dienām.

Klīniskā aina. Apsaldētā vieta kļūst bāla, rodas dedzinošas vai durstošas sāpes, kas vēlāk var pāriet sakarā ar aukstuma izraisītājiem jušanas traucējumiem. Pārmaiņas audos vērojamas tikai pēc tam, kad apsaldētā ķermeņa daļa ir sasildīta.

Pēc audu bojājuma smaguma izšķir 4 apsaldējuma pakāpes.

I pakāpes apsaldējums – epidermas virsējā slāņa bojājums. Āda kļūst bāla, pēc tam sārta. Ir tūska, parestēzija, sāpes. Pēc sasilšanas āda kļūst zilgana, dažkārt lobās.

II pakāpes apsaldējums – ir bojāta epidermas bazālā kārta. Veidojas ar dzeltenu šķidrumu pildīti pūšļi. Cietušais sūdzas par dedzinošām, plosošām sāpēm. I un II pakāpes apsaldējumu gadījumā ādas jutība saglabājas.

III pakāpes apsaldējums – attīstās ādas un zemādas audu nekroze. Šķidrums pūšļos kļūst asiņains, veidojas brūces, kas lēni dzīst. Nagi pēc šāda apsaldējuma vairs neataug.

IV pakāpes apsaldējuma gadījumā cieš dziļākie audi – muskuļi, skrimšļi, locītavas, kauli [13, 103].

Pirmā palīdzība. Apsaldētā ķermeņa daļa lēni jāsasilda. Ja tā ir roka vai kāja, to iegremdē remdenā vārītā ūdenī un tam pakāpeniski pielej siltāku, lai ūdens temperatūra sasniedz 40 °C. Apsaldēto vietu ūdenī viegli masē. Ja apsaldēto vietu nevar iegremdēt ūdenī, to masē ar tīru,

nomazgātu roku vai vati, kas samērcēta 40–70° spirta šķīdumā vai degvīnā. Pēc tam cietušo ķermeņa daļu pārsien un silti sasedz. Ja ir izveidojušies pūšļi, nedrīkst ne masēt, ne arī pūšļus pārdurt. Apsaldēto ķermeņa daļu nedrīkst sildīt pie uguns vai kāda karsta priekšmeta (jušanas traucējumu dēļ var rasties apdegums), to nedrīkst arī berzēt ar sniegu, jo tādējādi var ievainot ādu.

Ārstēšana. Jālieto līdzekļi, kas uzlabo asinsriti, vietēji – aseptiski pārsēji. III pakāpes apsaldējuma gadījumā pēc atmirušo audu atdalīšanas izdara plastisku operāciju. IV pakāpes apsaldējuma gadījumā nepieciešama apsaldētās daļas amputācija. II, III un IV pakāpes apsaldējuma gadījumā jāievada specifisks serums un anatoksīns pret stingumkrampjiem.

5.2.2.2. Ilgstoša atkārtota organisma atdzišana (hroniska aukstuma trauma)

Ilgstoša, atkārtota organisma atdzišana, it īpaši palielināta gaisa mitruma apstākļos, var izraisīt šādus ekstremitāšu nervu un asinsvadu bojājumus:

- angioneirozi,
- angiotrofoneirozi,
- obliterējošo endarterītu,
- veģetosensorisko polineiropātiju,
- poliradikuloneiropātiju.

Šo slimību attīstību veicina ķermeņa vai atsevišķu tā daļu samirkšana, jo samirkušās ķermeņa daļas ātrāk zaudē siltumu.

5.2.3. ATMOSFĒRAS SPIEDIENA MAIŅU RADĪTĀS SLIMĪBAS

Cilvēks uz Zemes virsmas ir pakļauts apmēram 1 atmosfēru lielam gaisa spiedienam. Laikmetā, kad cilvēce apgūst zemūdens pasauli, zemes dzīles un kosmosu, palielinās to cilvēku skaits, kuri ir pakļauti atmosfēras spiediena svārstībām. Atmosfēras spiediena svārstības cilvēks izjūt, braucot metro, ienirstot zem ūdens, nokāpjot alās, kāpjot augstu kalnos, lidojot lidmašīnā.

Paaugstināta gaisa spiediena apstākļos atrodas zemūdens peldētāji, ūdenslīdēji, celtnieki, kas būvē zemūdens vai apakšzemes būves (piemēram, tiltu pamatus, tuneļus), kalnrači, kas ir nodarbināti dziļās šahtās. Pazemināta gaisa spiediena apstākļos strādā, piemēram, lidotāji, ja lidmašīnas kabīne nav hermētiski noslēgta, arī ģeologi un alpīnisti.

5.2.3.1. Paaugstināta atmosfēras spiediena radītās pārmaiņas organismā

Atmosfēras spiedienu jūras līmenī ir pieņemts uzskatīt par normālo. Jūras līmenī 0 °C temperatūrā atmosfēras spiediens ir 760 mm Hg, bet skābekļa parciālais spiediens – 159 mm Hg. Pēc starptautiskās mērvienību sistēmas (SI) gaisa spiedienu izsaka paskālos (Pa). 1 mm Hg atbilst 133,322 Pa (760 mm Hg = 100 324,72 Pa; 159 mm Hg = 21198,198 Pa). Normālos apstākļos cilvēks atmosfēras spiedienu nejūt, jo tas atbilst cilvēka ķermeņa gāzu un šķidrumu spiedienam. Peldot vai strādājot zem ūdens, cilvēks atrodas paaugstināta spiediena apstākļos. Ūdenslīdēji ir pakļauti paaugstināta spiediena ietekmei, jo katri 10,3 metri ūdens slāņa rada 1 atmosfēru lielu spiedienu. Lai līdzsvarotu šo spiedienu, ūdenslīdējiem tērpā iesūknē saspiestu gaisu.

Visbiežāk paaugstināts spiediens ietekmē ūdenslīdējus, zemūdeņu apkalpes locekļus, zemūdens peldētājus, kesona kamerās strādājošos.

Darbu zem ūdens bieži vien veic kesonos, kas ir metāla kamera, ko iegremdē līdz upes vai kādas citas ūdenstilpnes dibenam. Lai kesonā neieplūstu ūdens, tajā ar kompresoru rada

paaugstinātu spiedienu. Cilvēks kesonā nokļūst pa slūžām. Kesonam ir trīs kameras: viena liela un divas mazas. Strādnieka sagatavošana notiek vienā no mazajām kamerām – priekštelpā, kur spiedienu pakāpeniski paaugstina (kompresija). Spiediena paaugstināšana rada organismā noteiktas pārmaiņas. Vispirms cilvēks jūt paaugstinātu spiedienu uz bungplēvītēm, bet tas drīz izlīdzinās pa dzirdes kanālu. Organisms paaugstinātam spiedienam piemērojas pakāpeniski, tādēļ spiediena paaugstināšanas laiks ir stingri reglamentēts. Kad spiediens mazajā un lielajā kamerā ir līdzsvarojies, strādnieks var ieiet kesona lielajā kamerā [45].

Cilvēkiem, kas atrodas paaugstināta gaisa spiediena apstākļos, novērojamas triju grupu slimības.

1. Akūtas slimības, ko izraisa spiediena mehāniskā iedarbība:
   - vidusauss barotrauma,
   - iekšējās auss barotrauma,
   - deguna blakusdobumu barotrauma,
   - plaušu barotrauma,
   - saspiešana ar sejas masku un visa ķermeņa saspiešana.
2. Akūtie veselības traucējumi, ko izraisa ieelpoto gāzu toksiskā iedarbība:
   - hiperoksija,
   - slāpekļa un citu inerto gāzu narkotiskā iedarbība,
   - hipoksēmiskā lēkme,
   - augsta spiediena neiroloģiskais sindroms.
3. Hroniskās slimības, ko izraisa paaugstināts spiediens:
   - dekompresijas slimība,
   - dekompresijas osteonekroze,
   - dzirdes pasliktināšanās.

Vidusauss barotrauma rodas, strauji mainoties apkārtējās vides spiedienam. Ja tas mainās pakāpeniski, spiediens abās pusēs bungplēvītei (no auss ārējās puses un bungdobuma puses) izlīdzinās pa dzirdes kanālu. Spiedienam strauji mainoties vai arī tad, ja dzirdes kanāls ir nosprostots, bungplēvīte tiek izspiesta uz vienu pusi un spiediena pārmaiņas skar arī vidusausi. Vieglākos gadījumos konstatē bungplēvītes hiperēmiju, smagākos gadījumos – hemorāģisku eksudātu vai bungplēvītes plīsumu, ko pavada spiediena sajūta un sāpes ausīs.

Iekšējās auss barotrauma. Strauju apkārtējās vides spiediena maiņu dēļ iespējami dažādi vestibulārā aparāta traucējumi.

Deguna blakusdobumu barotrauma. Strauji mainoties apkārtējās vides spiedienam, kapilāri, kas izklāj deguna blakusdobumus, var izplesties un plīst, un deguna blakusdobumi piepildīties ar asinīm.

Plaušu barotrauma attīstās, palielinoties gāzu spiedienam plaušās. Tā ir akūta un ļoti bīstama slimība, kuras gadījumā plaušas tiek stipri izstieptas. Rezultātā rodas plaušu audu un asinsvadu plīsumi, gāzes pūslīši nokļūst asinīs un izraisa gāzes emboliju. Gāzes var nokļūt arī pleiras dobumā, radot pneimotoraksu. Ja gāzes nokļūst zemādas audos, rodas zemādas emfizēma.

Ārstēšana. Konstatējot pirmos plaušu barotraumas simptomus, iespējami ātri jāizdara ārstnieciskā rekompresija, jāaptur plaušu barotraumas simptomi, jāaptur plaušu asiņošana un laringospazmas.

Saspiešana ar masku un visa ķermeņa saspiešana. Barotraumu izcelsmē liela nozīme ir ūdenslīdēja aizsargtērpam. Ja aizsargbrilles nav savienotas ar degunu, tad tās nevar līdzsvarot spiediena maiņu un ieniršanas laikā acis var tikt saspiestas no ārpuses, radot asinsizplūdumus cīpslenē. Ūdenslīdēja ķermenis var tikt saspiests sakarā ar gaisa slāņa samazināšanos viņa spectērpā vai arī tad, ja ārējais ūdens (gaisa) spiediens ir lielāks par iekšējo spiedienu zem spectērpa cietajām daļām.

Minētās slimības visbiežāk rodas ūdenslīdējiem vai kesona kamerās strādājošiem. Tās atzīstamas par arodslimībām. Sīkāka informācija par šīm slimībām atrodama literatūrā par darba medicīnu [13, 18].

Akūtie veselības traucējumi, ko izraisa ieelpoto gāzu toksiskā iedarbība

Hiperoksija. Cilvēks ir pieradis elpot skābekli, kura daudzums atmosfēras gaisā normāla spiediena apstākļos ir 20,95%. Ja gaisa spiediens ir augstāks vai gāzu maisījumā ir augsts skābekļa parciālais spiediens, skābekļa ieelpošana var būt kaitīga. Skābeklis kļūst organismam toksisks, ja tā parciālais spiediens ir vairāk nekā 1,5 reizes augstāks par atmosfēras spiedienu.

Pētījumi liecina, ka skābekļa toksiskā iedarbība izpaužas šūnu līmenī, tam saindējot aerobiskajā un anaerobiskajā metabolismā un elektronu transportā iesaistītās enzīmu sistēmas.

Klīniskā aina.

Agrīnie saindēšanās simptomi ir šādi:

- muskuļu (parasti lūpu un sejas muskuļu) raustīšanās,
- slikta dūša un vemšana,
- vieglas galvassāpes vai reibonis,
- redzes lauka samazināšanās,
- troksnis ausīs,
- apgrūtināta pilna ieelpa,
- neparasts nogurums,
- kustību koordinācijas traucējumi un neveiklība,
- pastiprināta svīšana.

Pirmā palīdzība. Cietušais nekavējoties jāizceļ no ūdens un jāļauj viņam elpot gaisu, lai organismā samazinātu skābekļa daudzumu. Cietušajam jānodrošina miers un siltums.

5.2.3.2. Pazemināta atmosfēras spiediena radītās pārmaiņas organismā

Pazemināts atmosfēras spiediens var būt gan dabiskos apstākļos, kad cilvēks paceļas augstāk par jūras līmeni, gan arī radot un uzturot mākslīgu atmosfēras gaisa spiedienu. Tas parasti veidojas lidmašīnās, kosmiskajos kuģos un citos aparātos, kā arī var būt telpās, kas atrodas lielā augstumā (piemēram, torņos).

Lai pasažieri mūsdienīgās lidmašīnās varētu elpot bez maskas, atmosfēras spiediens gan salonos, gan pilotu kabīnēs tiek paaugstināts. Tomēr šis spiediens nav tāds pats kā atmosfēras spiediens uz Zemes, tas atbilst atmosfēras spiedienam 2000 metru augstumā virs jūras līmeņa (nedaudz pazemināts spiediens). Ja lidojuma laikā kaut kas tiek labots vai notiek neparedzēts negadījums, spiediens lidmašīnā var stipri pazemināties. Fizioloģiskie efekti var rasties gan tajā brīdī, kad veidojas zemais spiediens, gan tad, kad tiek atjaunots iepriekšējais spiediens. Parasti visvairāk cieš vidusauss un deguna blakusdobumi.



Atmosfēras spiedienam pazeminoties gan dabiskos, gan mākslīgi radītos apstākļos, samazinās skābekļa daudzums un arī tā spiediens gāzi saturošajos orgānos, tādēļ audos veidojas gāzes pūslīši – ar augstumu saistītas dekompresijas slimība un audu emfizēma.

Pazemināta atmosfēras spiediena radītās pārmaiņas organismā:

- augstuma (kalnu) slimība,
- vidusauss barotrauma.

Augstuma kalnu slimība parasti rodas, cilvēkam paceļoties 2–5 km augstumā virs jūras līmeņa. Tā attīstās ātrāk, ja pacelšanās notiek strauji, kā arī netrenētiem cilvēkiem.

Pēc iedarbības efekta uz hipoksijai neadaptēta cilvēka organismu izšķir šādus vides diapazonus [104]:

- līdz 0,5 km virs jūras līmeņa – indiferentā zona;
- līdz 2 km virs jūras līmeņa – samazināta adaptācija muskuļu slodzei;
- no 2 līdz 5 km virs jūras līmeņa – attīstās augstuma slimība;
- no 5 līdz 7 km virs jūras līmeņa – zūd intelektuālā un fiziskā darba spējas;
- vairāk nekā 7 km virs jūras līmeņa – iespējams darboties dažas minūtes, tad iestājas bezsamaņa;
- vairāk nekā 11 km virs jūras līmeņa – iespējams darboties dažas sekundes, tad iestājas bezsamaņa.

Augstuma jeb kalnu slimības attīstību bez atmosfēras spiediena pazemināšanās ietekmē arī citi faktori:

- saules radiācija,
- gaisa jonizācija,
- gaisa temperatūras un mitruma svārstības,
- cilvēka vecums,
- fiziskā un emocionālā slodze,
- individuālās spējas pielāgoties hipoksijas apstākļiem.

Klīniskā aina. Pirmie simptomi ir vispārējs vājums, miegainība, apātija, žāvas, galvassāpes, reibonis, vemšana, sirdsklauves, aizdusa, elpas trūkums, sāpes locītavās un ausīs, orientācijas traucējumi, deguna asiņošana, ģībonis.

Paceļoties kalnos, dažkārt augstuma slimības simptomi ir vairāk izteikti otrajā un trešajā dienā. Pamazām tie var samazināties. Ja cilvēks atrodas 3–4 km augstumā, tad pilnīgai adaptācijai ir vajadzīgi 1–2 mēneši [104].

Ārstēšana. Miers, ķermeņa sasildīšana, karsti dzērieni, skābekļa inhalācijas, kardiovaskulārie līdzekļi atkarībā no slimnieka stāvokļa. Ja slimnieka stāvoklis pēc pāris dienām neuzlabojas, viņš jānoved uz zemāku rajonu vai jānogādā normāla atmosfēras spiediena apstākļos.

Pazemināts atmosfēras spiediens bez augstuma slimības var izraisīt arī citu akūtu slimību – **vidusauss barotraumu.** Simptomi – pēkšņas sāpes, dzirdes zudums, asiņošana no auss. Izmeklēšanā konstatē bungplēvītes plīsumu.

Pazeminātam spiedienam var būt arī **subakūti** efekti, kuri arī var izpausties kā **vidusauss barotrauma (barotīts).** Tie var rasties, bieži lidojot ar lidmašīnām, kuras strauji nolaižas no liela augstuma. Šādā gadījumā vidusausī var rasties vakuums, ja dzirdes kanāls ir bijis sašaurināts sakarā ar iekaisumu vai alerģisku procesu.

Simptomi – pieaugošas sāpes vai nepatīkama spiediena sajūta ausīs, reibonis, slikta dūša, līdzsvara traucējumi. Smagākos gadījumos var konstatēt bungplēvītes iekaisumu vai plīsumu.

Ārstēšana. Vieglākos gadījumos ārstēšana nav vajadzīga – barotīta simptomi izzūd paši no sevis. Var izmantot dekongestantus – deguna gļotādas tūskas mazinātājlīdzekļus pilienu vai aerosolu veidā (indanazolīns, nafazolīns, oksimetazolīns) vai arī deguna gļotādas asinsvadu sašaurinošus līdzekļus inhalāciju veidā.

Par pārējo dabisko vides faktoru (dabiskās toksiskās vielas, mikroorganismi u.c.) iedarbību sīkāk skatīt attiecīgajās nodaļās.

5.3. MEDICĪNISKĀ ĢEOLOĢIJA. METĀLI VIDĒ UN TO IEDARBĪBA UZ CILVĒKA ORGANISMU

Lai labāk izprastu vides faktoru ietekmi uz cilvēka organismu, ir jāizprot ģeoloģijas medicīniskie aspekti, dabiskie priekšnoteikumi dzīvībai uz Zemes. Zeme izveidojās pirms 4,5 biljoniem gadu. Tad veidojās arī tās garoza, kurā ir daudz ķīmisko elementu. Ģeoloģisko procesu rezultātā Zemes garoza nepārtraukti pārveidojas.

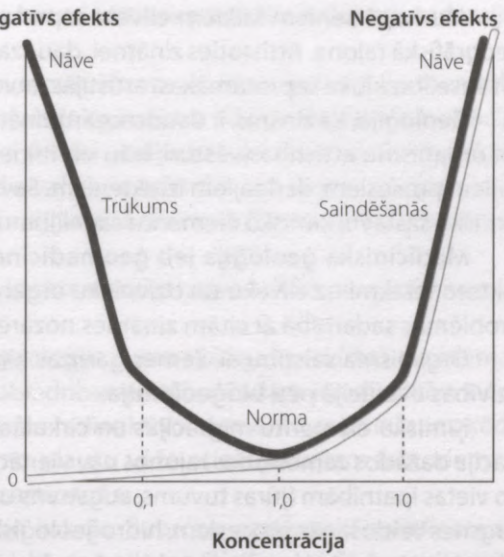
Visi organismi, arī cilvēks, savu dzīvības procesu norisēs izmanto dažādus ķīmiskus savienojumus, kurus saņem no ārējās vides. Īpaša nozīme te ir Zemes garozas ķīmiskajiem elementiem.

Galvenais mikroelementu avots biosfērā ir primārie vulkāniskie ieži. Bāziskie ieži, piemēram, bazalts, satur daudz titāna, vanādija, hroma, niķeļa, vara, kobalta, dzelzs, cinka un cērija – elementus, kas ir dažādi pēc savām ķīmiskajām īpašībām, bet tuvi pēc jonu rādiusa.

Skābajos iežos, piemēram, granītā, šo mikroelementu ir mazāk, toties tie satur daudz berilija, molibdēna, volframa, alvas, litija un cirkonija – elementus ar dažādām īpašībām un dažādu jonu rādiusu. Vēl citi biosfēras mikroelementu avoti ir vulkāniskās gāzes, termālie ūdeņi un kosmiskie putekļi.

Iežos mikroelementi sastopami dažādu savienojumu vai tīrradņu (zelts, dzīvsudrabs, kobalts u.c.) veidā. Vulkānisko iežu erozijas rezultātā daži mikroelementus saturoši minerāli sabrūk, to vietā veidojas citi. Mikroelementu migrācijā aktīvi piedalās augsnes mikroflora, kas intensīvi vairojas un kurā intensīvi norit vielmaiņa.

Organiskajām vielām mineralizējoties, mikroelementi atkal nokļūst ārējā vidē un tos vai nu izskalo virszemes vai pazemes ūdeņi, vai arī tie atkal nonāk augos. Atmosfēras nokrišņi izskalo augsnes mikroelementus, un tie nonāk upēs, jūrās un okeānos. Jūras augi un dzīvnieki var koncentrēt dažādus mikroelementus. Organismos uzkrājas galvenokārt mikroelementi, kuriem ir noteikta nozīme to fizioloģiskajās funkcijās. Tā, piemēram, fluora koncentrācija dažos jūras augos un zivīs var būt desmitiem reižu lielāka nekā ūdenī; dzelzs, hroma, stroncija, arsēna un sudraba – simtiem reižu, bet joda, cinka un mangāna – simttūkstoš un vairāk reižu lielāka nekā jūras ūdenī.



1. attēls. Devas efekta līkne, kas parāda attiecības starp vielas koncentrāciju un bioloģisko efektu organismam nepieciešamajiem elementiem (tumšā līnija) un elementiem, kas organismam nav nepieciešami (gaišā līnija) [51]

Jūras organismiem ejot bojā, mikroelementi nogulsnējas un pārveidojas jaunos savienojumos. Jūrām pārvietojoties, nogulumieži nokļūst sauszemē un mikroelementi atkal sāk savu cirkulāciju dabā. Šādi elementu cirkulācijas cikli notiek ģeoloģisko laikmetu gaitā.

Ķīmiskie elementi ir organismam nepieciešami, bet var būt arī toksiski. Toksikoloģijas pamatlikumu ir definējis Paracelzs (1493–1541): "Visas vielas ir indes, nav nevienas vielas, kura nebūtu indīga. Tikai deva atšķir indi no zālēm." Šī attiecība starp devu un efektu jebkurai vielai ir parādīta 1. attēlā.

Gaišā līnija, kas sākas no 0 punkta, attēlo procesu, ka, pieaugot vielas devai (uz horizontālās ass), palielinās tās negatīvais bioloģiskais efekts (uz vertikālās ass), kas var izraisīt saindēšanos un nāvi. Acīmredzot koncentrācijas samazināšanās elementiem, kuri nav nepieciešami organismam (neesenciāli), ir labvēlīga. Situācija ar organismam nepieciešamajiem (esenciāliem) elementiem ir atšķirīga. To negatīvais bioloģiskais efekts palielinās gan pazeminātas, gan paaugstinātas vielas koncentrācijas gadījumā. To attēlo tumšā līnija zīmējumā. Abos gadījumos dzīvības funkcijas var samazināties, pat izraisot nāvi. Tātad – pārāk lieli vai pārāk mazi daudzumi ir vienādi negatīvi [75].

Dzīvais organisms pats cenšas uzturēt jebkuras ķīmiskās vielas koncentrāciju optimālā intervālā ar dažādu fizioloģisko procesu kompleksa jeb homeostāzes palīdzību. Jāatzīmē, ka homeostāzes mehānisms daudzu metālu joniem vēl īsti nav izprasts.

Kuri dabas elementi ir nepieciešami cilvēkiem un dzīvniekiem?

Pašreiz uzskata, ka ir **11 vielas (esenciālās vielas, makroelementi), kuras nepieciešamas cilvēku un dzīvnieku dzīvības procesiem.** Tās ir fosfors, hlors, kalcijs, kālijs, magnijs, nātrijs, ogleklis, sērs, skābeklis, slāpeklis, ūdeņradis. Savukārt **16 vielas cilvēkam ir nepieciešamas nelielā daudzumā (mikroelementi).** Tās ir alva, arsēns, bors, cinks, dzelzs, fluors, hroms, jods, kobalts, mangāns, molibdēns, niķelis, selēns, silīcijs, vanādijs, varš.

Vielas, kuras cilvēka organismam nav nepieciešamas (to bioloģiskā loma organismā nav pierādīta), ir **t.s. neesenciālie elementi**. Tie ir dzīvsudrabs, kadmijs, svins. Tās ir cilvēkam visbīstamākās vielas.

Jau kopš seniem laikiem cilvēki saprata, ka noteiktas cilvēku slimības ir atkarīgas no ģeogrāfiskā rajona. Attīstoties zinātnei, daudzas agrāk neizprotamās attiecības starp ģeoloģiju un veselību kļuva saprotamākas, attīstījās jauna nozare – medicīniskā ģeoloģija.

Ģeoloģija, kā zināms, ir daudznozaru zinātne par Zemes uzbūvi un sastāvu, dabas apstākļu un organismu attīstības vēsturi, iežu un minerālvielu veidošanās likumsakarībām, ģeoloģiskajiem procesiem, derīgajiem izrakteņiem. Savukārt **ģeoķīmija** ir ģeoloģijas nozare par Zemes ķīmisko sastāvu, ķīmisko elementu sadalījumu un migrāciju Zemes garozā un citās ģeosfērās.

Medicīniskā ģeoloģija jeb ģeomedicīna ir zinātnes nozare, kas pētī ģeoloģisko vides faktoru ietekmi uz cilvēku un dzīvnieku organismu. Tā ir sarežģīta zinātnes nozare, kas risina problēmas sadarbībā ar citām zinātnes nozarēm.

Organisma saistību ar Zemes garozas ķīmiskajiem elementiem un šo elementu nozīmi dzīvības evolūcijā pētī **bioģeoķīmija.**

Ķīmisko elementu migrācijas un cirkulācijas procesu rezultātā mikroelementu koncentrācija dažādos zemeslodes rajonos nav vienāda. Tā ir atkarīga no rajona ģeoloģiskās vēstures, no vietas īpatnībām (jūras tuvums, augstums u.c.), zemes virskārtas ķīmiskā sastāva, klimata un augsnes veidošanās procesiem, hidroģeoloģiskiem un citiem apstākļiem. Vieta, kurā ir viendabīga ģeoķīmiskā situācija (ģeoķīmiskais fons), ko nosaka kalnu iežu, augsnes, pazemes un virszemes ūdeņu, atmosfēras gaisa un dzīvnieku organismu ķīmiskais satāvs, ir **ģeoķīmiskā province.** Uz sauszemes var būt ļoti daudz dažāda lieluma ģeoķīmisko provinču.

Kāda mikroelementa nepietiekams vai pārāk liels daudzums augsnē vai ūdenī ietekmē šā mikroelementa daudzumu augos un sekundāri (no augiem un ūdens) arī dzīvniekos. Rezultātā izmainās vielmaiņa un organismā noritošajos ķīmiskajos procesos rodas specifiskas novirzes. Anomālu ģeoķīmisko provinču teritorijā gan augiem, gan arī dzīvniekiem un cilvēkiem var rasties dažādas funkcionālas un morfoloģiskas novirzes, pat slimības. Šo izmaiņu raksturs un slimību klīniskā aina ir atkarīga no tā, kāds mikroelements trūkst vai ir par daudz.

Novirzes un slimības, kas saistītas ar rajona ģeoķīmisko situāciju, apzīmē ar terminu **bioķīmiskā endēmija**, bet var lietot arī nosaukumu **vides slimības.**

Dažu slimību saistība ar apvidus ģeoķīmiskajiem apstākļiem bija konstatēta jau sen. 21. gs. sākumā atklāja, ka endēmiskā kāpšļa cēlonis ir nepietiekams joda daudzums vietējos produktos.

Mūsu dienās atklātas daudzas dzīvnieku bioģeoķīmiskās endēmijas, kuras izraisa joda, fluora, bora, mangāna, cinka, stroncija, kobalta, vara, selēna, molibdēna, berilija, litija un citu mikroelementu trūkums vai pārpilnība.

Mikroelementu trūkums vai pārpilnība augsnē vispirms, turklāt īpaši spēcīgi, ietekmē augu valsti. Pārmainās augu vielmaiņa, samazinās to uzturvērtība, mazinās rezistence pret slimībām. Reizēm izaug kroplas un dzīvotnespējīgas augu formas. Tā, piemēram, ja augsnē ir maz vara, augi saslimst ar t. s. balto mēri: saslimušie graudaugi nenobriest un sakrīt veldrē. Dzelzs trūkums augsnē augiem un dzīvniekiem izraisa hlorozi. Var minēt daudz šādu piemēru.

Mikroelementu trūkums vai pārpilnība augsnē, barības augos un ūdenī savukārt ietekmē dzīvnieku vielmaiņu. Ģeoķīmiskās situācijas ietekme uz dzīvniekiem ir mazāk izteikta nekā uz augiem, jo dzīvniekiem ir lielākas iespējas ārējā vidē sameklēt sev piemērotu barību. Neraugoties uz to, ir zināmas ģeoķīmiskās provinces, kurās dzīvnieki slimo ar endēmiskām slimībām. Sevišķi nozīmīgas ir hipomikroelementozes un hipermikroelementozes. Reizēm dzīvnieki ir pat jutīgāki nekā augi. Tā, piemēram, paaugstināts molibdēna daudzums augus neietekmē, bet dzīvniekiem un cilvēkiem tas izraisa dažādus traucējumus. Vietas ģeoķīmiskā situācija vairāk ietekmē lauku iedzīvotājus, it īpaši gadījumā, ja viņi uzturā lieto galvenokārt pašu izaudzētos produktus. Ir aprakstītas smagas kāpšļa endēmijas lauku iedzīvotājiem kalnu rajonos.

Pilsētās, kur iedzīvotāji lieto ne tikai vietējos, bet arī ievestos pārtikas produktus, endēmijas norit vieglāk vai vispār nav novērojamas.

Mūsu dienās medicīniskās ģeoloģijas novērotās likumsakarības dažkārt var neatbilst parastajiem priekšstatiem. Attīstītajās pasaules valstīs ir pieejama sīka ģeoloģiskā informācija. Tāpēc sabiedrības veselības jautājumi tiek pareizi risināti gadījumos, ja kādā rajonā uzturā kāds mikroelements ir samazinātā daudzumā. Šādu valstu iedzīvotāji reti ir atkarīgi no vietēji audzētās pārtikas produktiem, dažkārt arī no vietēji iegūtā dzeramā ūdens. Turklāt dzeramais ūdens var būt speciāli apstrādāts.

Tātad mūsu dienās medicīniskajai ģeoloģijai ir nozīme galvenokārt jaunattīstības un nabadzīgajās valstīs [75].

Tomēr arī attīstītajās valstīs medicīniskā ģeoloģija risina svarīgas veselības problēmas. Viena no tām ir, piemēram, radona ietekme uz sabiedrības veselību. Radons ir radioaktīva inertā gāze, kas izdalās zemē esošo urāna–rādija rindas radioaktīvo elementu sabrukšanas ķēdē. Nonākot telpu gaisā, radons kļūst par vienu no plaušu vēža etioloģiskajiem faktoriem. Ja radons nokļūst dzeramajā ūdenī, tā iedarbība pastiprinās.

Pie bioģeoķīmiskām endēmijām pieder arī kākslis, fluoroze, endēmiski palielināta saslimstība ar zobu kariesu, molibdenoze, endēmiskā anēmija u.c. Pētījumi rāda, ka saslimstība ar kuņģa vēzi ir augstāka rajonos, kuru augsnē un ūdenī ir nepietiekams magnija, kā arī mangāna, kobalta, vara un joda daudzums.

Bioģeoķīmiskās provinces iedala divās grupās.

Pie pirmās grupas pieder tādas **bioģeoķīmiskās provinces, kurās ir nepietiekams viena vai vairāku mikroelementu daudzums.** Tās var būt nelielas, bet var aptvert arī veselu augsnes un klimatisko zonu. Tā, piemēram, ziemeļu puslodes podzola meža augsnes joslā ir bioģeoķīmiskas provinces ar nepietiekamu joda, kobalta, vara un citu mikroelementu daudzumu. Šī josla sniedzas no Baltijas valstīm līdz pat Pieamūras rajonam.

Pie otrās grupas pieder tās **bioģeoķīmiskās provinces, kurās visbiežāk ir paaugstināts viena mikroelementa līmenis.** Šie rajoni nav saistīti ar augsnes un klimatiskajiem apstākļiem, bet atrodas blakus vietām, kas ļoti bagātas ar mikroelementiem (dažādu minerālu iegulas, sāļu nogulsnes, vulkānu apkārtne utt.). Pie endēmijām, kuras saistītas ar otrās grupas ģeoķīmiskām provincēm, pieder **molibdenoze**, ko novēro molibdēna iegulu tuvumā Armēnijā, dzīvnieku un cilvēku **fluoroze** Ziemeļāfrikā. Argentīnā novērota endēmiskā **arsenoze**, jo dažos šās valsts rajonos cilvēku organismā pastiprināti ar ūdeni un uzturu nonāk arsēns. Arsenozei raksturīgi ādas bojājumi – hiperkeratoze, hiperpigmentācija un ādas vēzis. Pasaulē ir daudz endēmisku rajonu, kuros var novērot palielinātu dzelzs daudzumu ūdenī. Šādos gadījumos var attīstīties endēmiskā slimība – **ferritoze**, kurai raksturīga kuņģa čūla un žultsakmeņu slimība.

Ir arī tādi rajoni, kuros dažu mikroelementu koncentrācija tikai nedaudz atšķiras no normas, tādēļ to iedzīvotājiem nenovēro izteiktas bioloģiskas reakcijas vai slimības. Tomēr arī šādas niecīgas novirzes var ietekmēt fizioloģiskos procesus.

Daži elementi biežāk nekā pārējie izraisa dažādas vides slimības.

Šādi elementi atspoguļoti 2. tabulā. Vides slimības biežāk novērojamas sakarā ar to deficītu dabā, bet toksiskā iedarbība – sakarā ar pārāk lielu to daudzumu vidē vai galvenokārt darba vidē.

Vielmaiņas specifiskās novirzes, ko izraisa kāda mikroelementa trūkums vai pārpilnība, veidojas uz sociālo un dabas apstākļu (uztura un ūdens sastāvs, klimatiskie apstākļi, vides piesārņojums ar cilvēku radītām vielām u.c.) kompleksās iedarbības fona. Tāpēc vienāds kāda mikroelementa (piemēram, joda vai fluora) daudzums ārējā vidē nebūt vēl nenozīmē vienādu endēmijas izplatību un klīniskās ainas smagumu [75, 102].

2. tabula. Vides slimības, kuru izcelsme saistīta ar vielu deficītu dabā vai to toksiskumu

Nr. p. k.	Elements	Deficīts	Palielināts saturs organismā, kas izraisa toksisku vai citu iedarbību
1.	Cinks	• Punduraugums • Gonādu attīstības traucējumi • Enteropātiskais akrodermatīts	• Metāla tvaiku drudzis • Vemšana, zarnu sieniņu kairinājums • Caureja
2.	Dzelzs	Anēmija	Hemohromatoze, sideroze
3.	Hroms	Glikozes vielmaiņas traucējumi	• Kancerogēniska iedarbība • Hroniska saindēšanās (hronisks bronhīts, kuņģa un zarnu trakta, aknu, nieru darbības traucējumi)
4.	Kobalts	Anēmija	• Kobalta kardiomiopātija • Sekretoriski traucējumi kuņģa un zarnu traktā • Policitēmija (eritrocītu skaita palielināšanās) • Izmaiņas aknās un nierēs
5.	Magnijs	• Gonādu disfunkcija • Krampji • Skeleta patoloģija • Nierakmeņi	Ataksija
6.	Selēns	Aknu nekroze	• T.s. "sārtā saaukstēšanās" (acu asarošana, akūtas kakla sāpes, kuņģa un zarnu darbības traucējumi) • Muskuļu distrofija aitām
7.	Varš	Anēmija	• Metāla tvaiku drudzis • Hroniska saindēšanās • Vilsona slimība (vara satura regulācijas traucējumi organismā, kad varš izgulsnējas aknās un citos orgānos)

Vides piesārņojums ietekmē arī dabiskos Zemes elementus. Pašlaik noskaidrota cilvēku aktivitātes iedarbība attiecībā uz **metāliem.** Šās iedarbības mehānismi ir šādi:

- metāli tiek pārvietoti no vietām, kurās tie bija nekaitīgi, uz citām vietām, kur tie var negatīvi ietekmēt cilvēkus un dzīvniekus. Tam ir sevišķa nozīme kopš tā laika, kad tika konstatēts, ka skābie lieti un augsnes paskābināšanās mobilizē metālus, piemēram, cinku, dzīvsudrabu, alumīniju un mangānu, padarot vieglāk pieejamus un atvieglojot to nokļūšanu barības ķēdēs. No otras puses, augsnes paskābināšanās padara dzīvajiem organismiem mazāk pieejamus dažus nepieciešamos elementus, piemēram molibdēnu un selēnu;

- vairumā gadījumu metāli bioloģiski sadalās un var nokļūt augos, tomēr slikti šķīstošie metāli augos nenokļūst;
- metālu bioloģiskā sadalīšanās (pieejamība), pārvietošanās un toksicitāte ir atkarīga ne tikai no to fizikālajām un ķīmiskajām formām, bet arī no vides faktoriem.

(Sīkāku informāciju par metālu un citu ķīmisko vielu toksiskajām īpašībām var uzzināt M. Eglītes grāmatā "Darba medicīna" [18].)

Faktori, kas ietekmē metālu bioloģisko pieejamību ūdenī, augsnē un sedimentā:

- pH;
- oksidēšanās / reducēšanās (redoksa) potenciāls;
- cietība;
- skābums;
- jonu spēks;
- organiskais ogleklis;
- temperatūra;
- neorganiskie ligandi (piemēram, F, -Cl-);
- neorganiskie Fe, Mn, Al un Si oksīdi (tikai sedimentos);
- sulfīdi;
- helātus veidojošas vielas (piemēram, organiskie savienojumi);
- citu metālu jonu koncentrācija;
- metilējošie aģenti;
- katjonu un anjonu apmaiņas iespēja.

Augsnes pH ir nozīmīgs faktors metālu bioloģiskai pieejamībai. Piemēram, tādu metālu kā cinka, kadmija un svina bioloģiskā pieejamība un mobilitāte ir lielāka skābā vidē, bet paaugstināts pH samazina to bioloģisko pieejamību. Metālu migrāciju augsnē ietekmē arī augsnes tips (smilšu, māla) un fizikālās īpatnības. Metālu toksicitāti nosaka arī vairāki parametri, piemēram, to ķīmiskā forma, molekulārā uzbūve, saites, buferu un jonu apmaiņas kapacitāte. Tāpēc organiskie dzīvsudraba un svina savienojumi ir toksiskāki nekā to neorganiskie savienojumi. Arī oksidācijas pakāpe var ietekmēt metālu toksicitāti, piemēram, sešvērtīgais hroms ir toksiskāks par trīsvērtīgo hromu.

Dažādi ķīmiskie elementi ir saistīti savā starpā gan dabā, gan barības ķēdēs. Savstarpējā iedarbība var būt gan vienkārša, gan grūti izskaidrojama. Tā var notikt enzīmu līmenī vai arī citos līmeņos, kuri vēl nav līdz galam izpētīti.

Piemērs. Kaut gan Norvēģijas un Zviedrijas ganību augos reti atrod bīstami paaugstinātu vara līmeni, tomēr aitām bieži novēro hronisku saindēšanos ar varu. Ja augsnē un augos noteiktu tikai vara saturu, šī parādība būtu grūti izskaidrojama. Šajā gadījumā augsnē tika konstatēts zems molibdēna līmenis, tādēļ vara/molibdēna attiecība ir pārāk augsta, kas arī ir aitu hroniskās saindēšanās cēlonis. Ja aitu barībā palielina molibdēna saturu, tad, lai novērstu vara deficītu, jāpalielina arī vara saturs.

Varš ir ļoti nepieciešams cilvēku un dzīvnieku organismam:

- varš ir svarīga organisma antioksidatīvās aizsardzības sastāvdaļa, jo ietilpst vairāku antioksidatīvo enzīmu aktīvajos centros, piemēram, Cu, Zn – superoksīddismutāzē;
- šūnu elpošanas procesi ir atkarīgi no varu saturošās citohromoksidāzes;
- varš ir enzīma liziloksidāzes sastāvdaļa. Šis enzīms nodrošina kaulaudu saistaudu sintēzi, kolagēna un elastīna savstarpēji saistīto darbību, kas ir nepieciešama ķermeņa spēkam un elasticitātei. Varu saturoši enzīmi piedalās arī nervu sistēmas signālpārneses vielu sintēzē;

- vara deficīts apgrūtina dzelzs ieslēgšanos hemoglobīnā, tāpēc tas var kļūt par anēmiju izraisošu faktoru;
- varš ir nepieciešams normālai imūnsistēmas darbībai, proteīnu un enzīmu sintēzei (piemēram, vismaz divi selēnu saturoši enzīmi ir atkarīgi no vara).

Cits mikroelements, kura saturu organismā ļoti ietekmē Zemes rajonu ģeoķīmiskā situācija, ir **selēns.** Šā mikroelementa galvenās funkcijas cilvēka un dzīvnieku dzīvības norisēs ir šādas:

- selēns ir antioksidants, antioksidatīvo enzīmu un vairāku olbaltumu sastāvdaļa, piedalās vairāk nekā 100 aktīvo skābekļa formu izraisītu vai pavadošu patoloģiju mazināšanā;
- no selēnu saturošajiem proteīniem populārākais ir *selēnproteīns P,* kura darbība saistīta ar endotēlija šūnu aizsardzību pret ārkārtīgi agresīvo peroksinitrītu;
- *selēnproteīns W* ir absolūti nepieciešams muskuļu, arī sirds muskuļa darbības nodrošināšanai;
- priekšdziedzera *epiteliālais selēnproteīns* (15 nDa) piedalās sekretoro šūnu aizsardzībā pret karcinomu attīstību, testosterona biosintēzē un spermatoģenēzes procesos;
- selēns nepieciešams RNS sintēzes un gēnu ekspresijas procesā;
- selēnam piemīt liela nozīme organisma imūnreakciju nodrošināšanā (galvenokārt šūnu imunitātē);
- saistoties ar smagajiem metāliem, selēns palīdz tos izvadīt no organisma;
- selēnam piemīt spēja regulēt ne vien atsevišķu mikroelementu (cinka, magnija, vara) un makroelementu (kalcija, dzelzs) uzņemšanu un izmantošanu, bet arī šo elementu savstarpējās attiecības organismā;
- liels selēna deficīts var izraisīt vara un cinka attiecību pārmaiņas, nostādot šīs attiecības "no kājām uz galvas", vai dzelzs "pārpildīšanos" organismā.

Selēns cilvēka organismā nonāk no augsnes ar augu un dzīvnieku produktiem. Pasaules literatūrā ir aprakstītas vairākas slimības, kas radušās sakarā ar rajonu ģeoķīmiskajām īpatnībām un selēna deficītu. Tā, piemēram, 1935. gadā Ķīnā, Kešanas provincē, tika aprakstīta jauna slimība, ko vēlāk nosauca par Kešanas slimību. Šai slimībai raksturīga cieta sirds muskulatūra. Tikai 1970. gadā tika apstiprināts slimības ģeoķīmiskais raksturs – selēna deficīts augsnē un dabiskajos ūdeņos un līdz ar to arī uzturā. Selēna izmantošana ārstēšanā un slimības profilaksē deva milzīgus panākumus.

Cits selēna deficīta slimības piemērs ir Kašinbeka slimība, kurai raksturīga skeleta deformācija, locītavu satūkums un sāpes, vispārējie intoksikācijas simptomi. Šās slimībai raksturīgās skeleta pārmaiņas aprakstītas jau 16. gadsimtā, kad tā tika konstatēta vairākos Ķīnas un Sibīrijas rajonos. Pašlaik ir divas slimības etioloģijas hipotēzes: mikotoksīni, kas savairojas noliktavās glabātā kukurūzā, un selēna deficīts. Par labu pēdējai hipotēzei runā slimības izplatība rajonos, kur augsnē un ūdenī ir selēna deficīts.

Literatūrā ir aprakstītas arī ģeomedicīniskas etioloģijas saindēšanās ar selēnu. 1983. gadā kādas Kalifornijas ielejas meža putnu rezervātā putniem tika konstatēti iedzimti defekti un nāves gadījumi. Tika noskaidrots, ka 2/3 visu putnu embriju bija gājuši bojā. To saistīja ar paaugstinātu selēna saturu ūdenī. Cieta arī zivis, kukaiņi un mikroorganismi, radās draudi cilvēku veselībai. Selēns ūdenī nokļuva no ilgstošai atmosfēras iedarbībai pakļautām selēna–dzelzs–pirīta iegulām blakus esošajos kalnos. Ielejā ir intensīva lauksaimniecība, kurai nepieciešama apūdeņošana. Nepārdomātas apūdeņošanas sistēmas dēļ ūdens netika aizvadīts prom, bet vairākus gadus novadīts uz meža putnu rezervātu.

Smagie metāli vidē

Metāli dabā ir plaši izplatīti. Tie ir Zemes garozas ķīmiskie elementi un piedalās dabas ģeoķīmiskajos un bioķīmiskajos procesos. Atšķirībā no citām toksiskām vielām cilvēki metālus paši neveido. Taču metāli var ietekmēt cilvēku veselību, jo viņiem bieži ar tiem ir jāsaskaras: pirmkārt, metāli ir sastopami ūdenī, gaisā, augsnē, uzturā, otrkārt, tos plaši izmanto ražošanā.

Dažus metālus sauc par smagajiem metāliem. Tas ir atkarīgs no metālu blīvuma (p).

Metālu iedalījums pēc blīvuma:

- vieglie metāli ($p < 5$ g/cm^{-3}), piemēram, nātrijs ($p = 0{,}97$ g/cm^{-3}), magnijs ($p = 1{,}74$ g/cm^{-3});
- smagie metāli ($p > 5$ g/cm^{-3}), piemēram, hroms ($p = 7{,}19$ g/cm^{-3}), dzelzs ($p = 7{,}86$ g/cm^{-3}).

Pie smagajiem metāliem pieskaitāmi cinks, dzelzs, dzīvsudrabs, hroms, kadmijs, kobalts, mangāns, molibdēns, niķelis, svins, varš u.c.

Cilvēku industriālā aktivitāte lielā mērā var saīsināt metālu atrašanās laiku Zemes garozas rūdās, radīt jaunus savienojumus un mainīt metālu izplatību dabā. Šāds cilvēku darbības ietekmes piemērs ir divsimtkārtīga svina daudzuma palielināšanās Grenlandes ledū 20. gadsimtā salīdzinājumā ar tā "dabisko" zemo līmeni apm. 800 gadu p.m.ē. Tātad metālu daudzums vidē ir atkarīgs gan no dabas procesiem, gan no cilvēku industriālās aktivitātes.

Smago metālu koncentrācija atmosfērā ir atkarīga no cilvēku antropogēnās darbības. Smago metālu avoti atmosfērā ir:

- enerģētika un apkure (ogles, nafta);
- autotransports;
- pirmreizēja un otrreizēja metālu pārstrāde;
- metālu sakausējumu izgatavošana;
- dažādas ražošanas nozares (ķīmiskā rūpniecība, cementa ražošana, kalķrūpniecība u.c.);
- atkritumu sadedzināšana.

Novērtējot Eiropas atmosfēras gaisā nonākušos smagos metālus pēc to absolūtiem skaitļiem, pirmajā vietā atrodas svins. 20. gs. 80. gados Eiropas valstu atmosfēras gaisā katru gadu nonāca 33 tūkstoši tonnu šā metāla. Otrajā vietā bija cinks – 13,2 tūkstoši tonnu un trešajā vietā niķelis – 5,6 tūkstoši tonnu.

Latvijā no 1985. gada tiek veikts regulārs atmosfēras gaisa piesārņotāju, t.sk. arī smago metālu, monitorings. Latvijas apstākļos galvenais atmosfēras piesārņotājs ar svinu ir autotransports. Svins galvenokārt tiek izmantots kā antidetonators, un 75% no degvielām pievienotā svina, degvielai sadegot, tiek izkliedēti atmosfērā. Būtisks svina, kadmija un dzīvsudraba emisijas avots ir fosilā kurināmā (akmeņogļu) sadedzināšana. Salīdzinot faktisko vidējo smago metālu koncentrāciju atmosfēras gaisā Latvijā ar pieļaujamās koncentrācijas vērtībām, var konstatēt, ka vistuvāk bīstamās iedarbības līmenim ir svins un dzīvsudrabs, kuri uzskatāmi par prioritārās bīstamības gaisa vidi piesārņojošiem metāliem. Pilsētu gaisā svina koncentrācija dažkārt var sasniegt 0,5–2,0 μg/m^3, arī nepiesārņotos lauku rajonos gaisā atrodams svins – 0,1 μg/m^3 (pieļaujamā koncentrācija – 0,1–0,2 μg/m^3) [34, 35].

Jāņem vērā, ka ar vienu pašu atmosfēras gaisa piesārņojumu analīzi ir par maz, jo cilvēka veselību daudz vairāk var ietekmēt gaisa piesārņojums tā dzīves vidē – **dzīvojamās telpās** un **darba vidē.** Šādas situācijas piemērs var būt paaugstināts svina saturs dzīvojamās telpās automaģistrāļu tuvumā. **Smagie metāli var būt darba vides piesārņotāji** ļoti daudzās ražošanas nozarēs, piemēram, svina konstrukciju vai ar svina krāsām krāsotu metāla konstrukciju metināšana vai griešana. Latvijā vecie kuģu korpusi tiek griezti (turklāt bieži vien slēgtās telpās), izmantojot oksiacetilēna liesmu, kas rada aptuveni 3500 °C temperatūru. Šādā temperatūrā iztvaiko gan svins, gan citi metāli. Ļoti liels risks saindēties ar svinu pastāv svina akumulatoru

un stikla ražošanā, krāsošanas procesā ar svinu saturošām krāsām, keramikas izstrādājumu glazēšanas procesā u.c. Metāliskais dzīvsudrabs var piesārņot darba telpas stomatoloģijā, precīzo mērinstrumentu ražošanā, farmaceitiskā rūpniecībā u.c.

Metālu klātbūtni darba vidē ierobežo izstrādātās arodekspocīcijas robežvērtības (AER). Par metālu bīstamību var spriest pēc to AER. Jo tā zemāka, jo viela bīstamāka. Dabā plašāk izplatītie metāli ir mazāk toksiski.

Latvijā tiek veikta arī smago metālu izsēšanās uzraudzība sūnās un augsnē. Smago metālu koncentrācija sūnās ļauj secināt, ka to fona līmenis ir samērā zems. Augstākās koncentrācijas konstatētas Rīgas rajonā (varš, svins, niķelis, kobalts un dzelzs) un Rēzeknes tuvumā (niķelis un cinks) [53].

Pētot metālu saturu mežu augsnes organiskajā horizontā, konstatēti vēl papildu piesārņojuma avoti. Piemēram, augsnē ap Brocēnu cementa un šīfera kombinātu atklāts augsts piesārņojuma līmenis ar svinu, hromu, cinku un kadmiju, bet augsnē pie Olaines ķīmiski farmaceitiskajiem uzņēmumiem – augsts vara līmenis [53].

Smagie metāli atrasti **nogulumos Baltijas jūras dibenā.** Turklāt lielāka kadmija, svina, vara un cinka koncentrācija konstatēta Rīgas, Liepājas un Ventspils ostas rajonā [32, 74]. Smagie metāli (kadmijs, niķelis, varš, svins) konstatēti arī ezeru nogulumos [34].

Minētie piemēri liecina, ka vides piesārņojums ar smagajiem metāliem ir ļoti svarīga vides veselības problēma. Lielākajai daļai toksisko metālu galvenā iedarbības īpatnība ir tāda, ka, nokļuvuši apkārtējā vidē, tie tiek izvadīti no šīs vides, nokļūstot **cilvēku un dzīvnieku barības ķēdēs.**

Piemēri.

Viens no būtiskākajiem un bīstamākajiem ceļiem, kā **dzīvsudrabs** nokļūst augsnē un pēc tam arī jūrā, ir dzīvsudrabu saturošo pesticīdu izmantošana lauksaimniecībā. Pasaules Veselības organizācija (PVO) par galēji pieļaujamo dzīvsudraba koncentrāciju zivīs uzskata 1000 µg/ kg. Tomēr šī ieteiktā piesārņojuma robeža pasargā tikai no akūtas saindēšanās, tāpēc, piemēram, Somijā, tiek ieteikts Baltijas jūrā zvejotas zivis ēst ne biežāk kā 1–2 reizes nedēļā, bet grūtniecēm vispār atteikties no zivju ēdieniem. Skandināvijas valstis visai viennozīmīgi izteica prasību pazemināt pieļaujamās dzīvsudraba koncentrācijas limitu līdz 200–500 µg/kg [35].

Kadmijs pārtikas produktos nokļūst galvenokārt gaisa piesārņojuma ceļā. Dzīvnieki un augi akumulē un vienlaikus arī koncentrē no gaisa nākošās metālu daļiņas. Latvijas Bioloģijas institūta zinātnieku pētījumi pierādīja, ka Rīgas jūras līča planktonā kadmija saturs ir 250–830 µg/kg, moluskos – 1240–11 470 µg/kg; augsts ir arī kadmija saturs zivīs (4. tab.) [35].

Smagos metālus – kadmiju, svinu, dzīvsudrabu un radioaktīvos elementus – labi koncentrē sēnes.

Vairāki pētījumi parādīja, ka **svins** intensīvi uzkrājas augos, stādos un kokos, kas aug tiešā autoceļu tuvumā. Piemēram, ASV Aiovas štatā 20. gs. 60. gados dažās fermās par teļu nobeigšanās cēloni tika atzīta to saindēšanās ar svinu, jo tos baroja ar pienu, kas tika ņemts no govīm, kuras bija barotas ar automaģistrāles malās augušo zāli [35].

Smago metālu avoti pārtikas produktos var būt ļoti dažādi, piemēram, svina avots var būt arī virtuves trauki – glazēti keramikas izstrādājumi, emaljas. Svins un kadmijs var nonākt pārtikas produktos no konservu kārbu pārklājumiem u.tml.

Kā smagie metāli vidē iespaido cilvēku veselību?

Mūsu dienās ir mainījusies koncepcija par metālu toksiskuma robežvērtībām. Senāk metālu toksikoloģija pētīja galvenokārt akūtus vai atklātus metālu iedarbības efektus, piemēram, svina kolikas vai dzīvsudraba savienojumu izraisīta asiņainā caureja. Šādi metālu

iedarbības efekti jāzina un jāizprot arī mūsu dienās, kaut arī, pateicoties stingrajiem vides standartiem, tie tagad sastopami retāk. Pašreiz nepieciešams arvien vairāk noskaidrot smalkos, hroniskos vai ilgtermiņa efektus, kuru gadījumā cēloņu un efekta attiecības nav acīmredzamas vai ir subklīniskas. Šajā nolūkā nepieciešams iegūt plašu informāciju par saņemtajām devām un metālu daudzumu audos, dziļāk izpētot metālu metabolismu, it īpaši audu un šūnu līmenī, kā arī noskaidrot faktorus, kas ietekmē metālu toksiskumu, piemēram, diēta vai olbaltumu kompleksu veidošanās, kas palielina vai samazina toksisko efektu.

Vairākums metālu iedarbojas uz daudziem orgāniem. To toksiskumu nosaka metālu jonu iedarbība uz specifiskiem bioķīmiskiem procesiem un/vai šūnu membrānām vai organellām.

Lai novērtētu, kāda bijusi metāla iedarbība, jāzina tā koncentrācija vidē, kā arī iedarbības laiks. No šiem lielumiem ir atkarīga deva – šūnās vai orgānos esošais metāla daudzums, kas nosaka toksikoloģisko efektu. Pieejamākie audi jeb indikatoraudi devas mērīšanai ir asinis, urīns un mati.

Metālu toksiskumu ietekmē arī daudzi ārējie faktori – cilvēka vecums, diētas īpatnības un vienlaicīga citu toksisko faktoru iedarbība. Bērni un veci cilvēki pret metālu toksisko iedarbību ir jutīgāki par pieaugušajiem [4].

Bērni metālus uzņem galvenokārt ar uzturu. Viņu organismā tie no ķuņģa un zarnu trakta uzsūcas labāk nekā pieaugušajiem. Sevišķi jutīgi pret vides piesārņojumu ir mazgadīgi bērni, kuru organismā smagie metāli var nonākt no piesārņotās augsnes ar netīrām rokām.

Netieša ietekme uz metālu toksiskumu var būt kaitīgiem ieradumiem, piemēram, smēķēšanai un alkohola lietošanai. Smēķējot cigareti, izdalās daži toksiski metāli, piemēram, kadmijs. Turklāt smēķēšana ietekmē elpceļus, bet tas savukārt var veicināt metālu uzsūkšanos organismā. Alkohola lietošana var ietekmēt metālu toksiskumu, piemēram, samazinot organismam nepieciešamo minerālvielu uzņemšanu. Kā piemēru var minēt arī samazinātu kalcija uzņemšanu, kas savukārt ietekmē daudzu metālu, arī svina un kadmija, toksiskumu [18].

Saindēšanos ar smagajiem metāliem visbiežāk novēro ražošanā. Latvijā bieži sastopamā **arodslimība** ir hroniska saindēšanās ar svinu. Retāk novēro hronisku saindēšanos ar mangānu, dzīvsudrabu, kadmiju. Reģistrētas hroma izraisītas elpošanas orgānu aroda onkoloģiskās slimības [18]. Vides piesārņojums ar smagajiem metāliem var veicināt arodsaindēšanos, jo smagie metāli, kas nonākuši organismā no atmosfēras gaisa, ūdens, piesārņotajiem uzturproduktiem un darba vides, kumulējas.

Pasaules literatūrā vairākas traģiskas saindēšanās ar smagajiem metāliem aprakstītas kā **vides slimības.** Tipisks piemērs ir saindēšanās ar dzīvsudrabu Japānā, Minamatas līcī. Ķīmiskais kombināts, kas atrodas pie Minamatas upes, izmantoja dzīvsudraba savienojumus kā katalizatorus polivinilhlorīda ražošanā. Pēc tehnoloģiskā cikla viss dzīvsudrabs ar notekūdeņiem tika aizvadīts upē. No upes tas nonāca jūras līcī, pie kura atrodas Minamatas pilsēta, un izraisīja zivju saindēšanos. Savukārt zivju lietošana uzturā radīja plašu iedzīvotāju saindēšanos. Cieta apmēram 17 000 cilvēku, bija arī nāves gadījumi. Minamatas slimības cēlonis – saindēšanās ar dzīvsudrabu. Līdzīgi gadījumi bijuši Ķīnā, Kanādā, Amazones baseinā, Tanzānijā.

Krievijas ziemeļos veiktajos pētījumos atklāts, ka smagie metāli – Cu, Zn, Mn, Ni, Pb un Cd – uzkrājušies augsnē, ķērpjos, ogās un sēnēs lielā koncentrācijā, kas pārsniedz fona līmeni un pieļaujamās normas. Iedzīvotājiem ar metāliem piesārņotajos rajonos asinīs konstatēts paaugstināts vara, niķeļa un svina līmenis, bet matos – paaugstināts vara, niķeļa, svina, kadmija un mangāna līmenis salīdzinājumā ar šo metālu līmeņiem tīrāku rajonu iedzīvotāju biovidēs.

Konstatēts, ka šī smago metālu uzkrāšanās iedzīvotāju biovidēs izraisījusi organismā mikroelementu disbalansu, kā arī vielmaiņas traucējumus, pārmaiņas oksidēšanās un reducēšanās

reakcijās, imūnsistēmas patoloģiju, elpošanas orgānu sistēmas struktūras un funkciju traucējumus, kuri savukārt veicinājuši hronisko plaušu slimību attīstību [107].

Kazahijā veiktajos pētījumos paaugstināts smago metālu (Cu, Pb, Zn, Mn, Cd, Cr) līmenis organisma biovidēs (asinīs un matos) konstatēts ne tikai rūdu raktuvju strādniekiem, bet arī apkārtnes iedzīvotājiem [111].

Krievijā veiktie pētījumi liecina par augstu svina koncentrāciju piesārņotās pilsētās dzīvojošu pirmsskolas vecuma bērnu organismā. 3. tabulā redzam, ka pilsētās ar augstu vides piesārņojumu vidējā svina koncentrācija asinīs ir 18,9 mkg/dl, bet pilsētās ar mazāku vides piesārņojumu – 10,3 mkg/dl.

3. tabula. Vidējā svina koncentrācija pirmsskolas vecuma bērnu asinīs dažādās Krievijas pilsētās

Pilsētu raksturojums	Vidējā svina koncentrācija asinīs (mkg/dl)	Vidējās svina koncentrācijas diapazons asinīs dažāda vecuma bērniem (mkg/dl)
Pilsētas ar relatīvi zemu vides piesārņojumu	10,3	9,0–12,1
Pilsētas ar augstu vides piesārņojumu	18,9	12,4–21,1

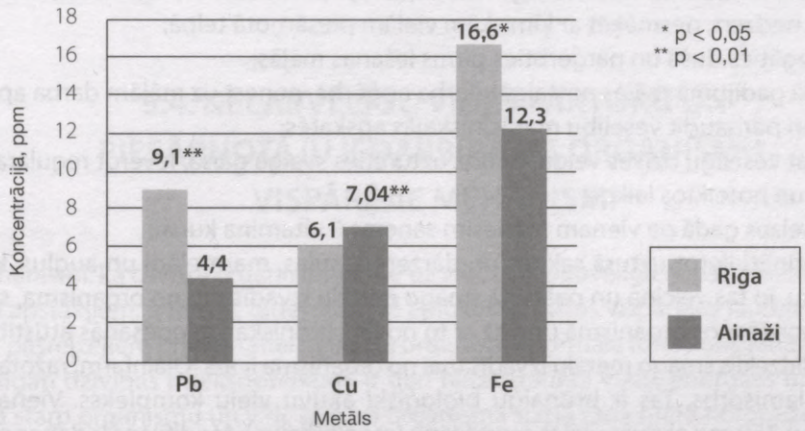
Pētnieki uzskata, ka galvenie svina avoti bērnu organismā ir uzturs, augsne un augsnes putekļi. Mazāka nozīme ir gaisa un dzeramā ūdens piesārņojumam. Par pieļaujamu svina koncentrāciju asinīs uzskata 10 mkg/dl, kaut gan svins nav cilvēka organisma mikroelements un tam vispār nevajadzētu būt organismā. Aprēķini liecina, ka 2 miljoniem bērnu Krievijas pilsētās varētu rasties paaugstināta svina koncentrācija organismā un ar to saistītas problēmas mācībās un uzvedībā. Apm. 400 tūkstošiem bērnu būtu nepieciešama ārstēšanās, bet 10 tūkstošiem bērnu veselības stāvoklis ir apdraudēts [102].

Rīgas Stradiņa universitātes Darba drošības un vides veselības institūtā veikti pētījumi par metālu (svina, kadmija, hroma, vara, kobalta, mangāna, niķeļa, dzelzs un cinka) koncentrāciju bioloģiskajos materiālos (asinīs, urīnā, matos) dažādām iedzīvotāju grupām: svina, mangāna un hroma iedarbībai pakļautiem strādājošiem, kā arī rūpniecības pilsētu un lauku iedzīvotājiem un skolēniem. Pētījumi rāda, ka strādājošiem, kuriem darba procesā ir kontakts ar svinu, hromu un mangānu, šo metālu līmenis bioloģiskajās vidēs ir ievērojami augstāks nekā citiem iedzīvotājiem. Svina un niķeļa koncentrācija Rīgas skolēnu matos bija divas reizes augstāka nekā Ainažu bērnu matos, bet kadmija, mangāna un hroma koncentrācija Rīgas skolēnu matos bija trīs reizes augstāka salīdzinājumā ar Ainažu skolēnu matiem [5] (2., 3. att.). Polijā veiktie pētījumi liecina, ka bērniem, kuri dzīvo automaģistrāļu tuvumā, asinīs ir paaugstināts svina līmenis. Pēc pediatru, neirologu un psihiatru vērtējuma, šiem bērniem biežāk nekā pārējiem ir novēroti veselības traucējumi un problēmas mācībās [40, 43].

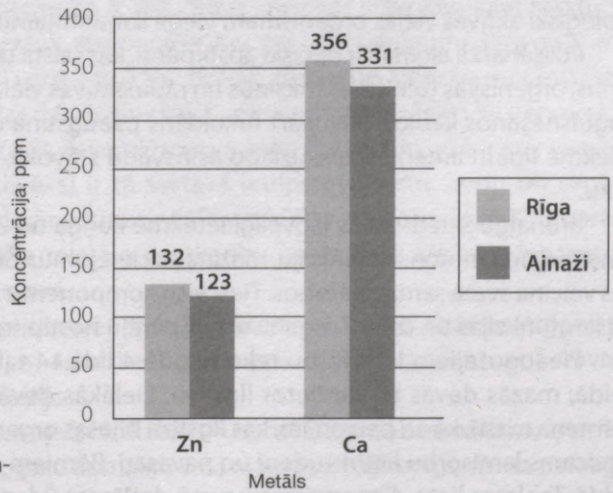
Noteikta arī metālu (svina un kadmija) koncentrācija ceļu policistiem Rīgas pilsētā un Rīgas rajonā, abās šajās grupās novērtēts arī veselības stāvoklis un darba spēju indekss. Pētījumi rāda, ka vides ietekme uz ceļu policistu veselību lauku apvidū ir mazāka: šajā grupā ir mazāka toksisko metālu koncentrācija organismā un mazāks saslimstības līmenis, bet darba spēju indekss – augstāks [68].

Pirmo reizi Latvijas iedzīvotājiem noteikta kadmija koncentrācija nierēs. Tā analizēta 51 Rīgā vai Rīgas rajonā dzīvojošai personai vecumā no 26 līdz 92 gadiem. Paaugstināta kadmija koncentrācija konstatēta smēķētājiem, kā arī 50-gadīgiem cilvēkiem. Latvijas iedzīvotājiem salīdzinājumā ar citām Eiropas valstīm kadmija daudzums, kuru tie uzņem no apkārtējās vides, nierēs ir mērens [81].

Pētījumi liecina, ka smago metālu uzkrāšanās organismā rada izmaiņas tā iekšējās vides fizikāli ķīmiskajos parametros. Ar laiku var rasties traucējumi organisma aizsargsistēmas galveno barjeras orgānu un sistēmu darbībā (ādā, gļotādā, elpceļos un plaušās, imūnsistēmā, limfātiskajā sistēmā, aknās, nierēs). Tas var novest pie organisma adaptācijas spēju pārsniegšanas, cilvēka darbspēju, fiziskās un garīgās aktivitātes pazemināšanās. Rezultātā var veidoties dažādi patoloģiski stāvokļi un slimības, novērota gan ģenētiska, gan somatiska patoloģija. Savukārt vides piesārņotāju izraisītās ģenētiskās izmaiņas un mutagēnā darbība var būt par pamatu audzēju attīstībai, reproduktīvās funkcijas traucējumiem un iedzimtiem defektiem.



2. attēls. Svina (Pb), vara (Cu) un dzelzs (Fe) koncentrācija bērnu matos



3. attēls. Cinka (Zn) un kalcija (Ca) koncentrācija bērnu matos

Somatiskā patoloģija var izpausties kā organisma pretestības spēju samazināšanās, paaugstinās saslimstība ar infekcijas un citām slimībām, kā arī ar vides un arodslimībām. Vides piesārņotāju, arī smago metālu, uzkrāšanās organismā var negatīvi ietekmēt jebkuras slimības norisi un iznākumu [4, 23].

Svarīgi gan valsts mērogā, gan katram personīgi rūpēties, lai organismā neuzkrātos smagie metāli.

Ikvienam cilvēkam jābūt informētam par dzīvesvietas vides problēmām un vides piesārņojumu, t.sk. arī ar smagiem metāliem. Piemēram, ja cilvēks dzīvo industriāli attīstītā pilsētā ar dzīvu autotransportu, tad viņam nevajadzētu audzēt piemājas dārzā saknes un dārzeņus uzturam, jo tie varētu būt piesārņoti ar ķīmiskām vielām.

Nepieciešams zināt:

- ar kādām ķīmiskām vielām ir saskare darba vietā un kāda ir to iedarbība uz organismu, kā arī regulāri iepazīties ar kontroles mērījumiem;
- lietot aizsargtērpus un respiratorus;
- turēt tīru savu darba vietu; mazgāt rokas un seju pirms ēšanas, dzeršanas, smēķēšanas;
- neēst, nedzert, nesmēķēt ar ķīmiskām vielām piesārņotā telpā;
- nomazgāties dušā un pārģērbties pirms iešanas mājās;
- nekādā gadījumā mājās nestaigāt darba apģērbā, nenest uz mājām darba apģērbus;
- regulāri pārbaudīt veselību medicīniskajās apskatēs;
- piekopt veselīgu dzīves veidu, daudz uzturēties svaigā gaisā, ievērot regulāras ēdienreizes un noteiktos laikos;
- divas reizes gadā pa vienam mēnesim saņemt C vitamīna kursu;
- pastiprināti lietot uzturā saknes un dārzeņus, sulas, marmelādi un augļus, kas satur pektīnu, jo tas veicina un paātrina smago metālu izvadīšanu no organisma, samazina tā deponēšanos organismā un līdz ar to novērš hroniskas saindēšanās attīstību.

Ļoti labs līdzeklis smago metālu izvadīšanai no organisma ir a/s "Olainfarm" ražotais uztura bagātinātājs lamisorbs. Tas ir brūnaļģu bioloģiski aktīvu vielu komplekss. Viena tablete lamisorba satur 350 mg aktīvās vielas modifilāna (*modifilanum*). Modifilāns ir dabas produkts, ko iegūst no dažādām brūnaļģu (jūras kāposti) sugām, kas aug Tālo Austrumu jūru ūdeņos. Modifilānu iegūst unikālas tehnoloģijas rezultātā no brūnaļģēm. Tas ir bioloģiski aktīvu vielu komplekss, kas satur polisaharīdus (alginātus, fukoidānu), brūnaļģu šķiedrvielas, kā arī citas bioloģiski aktīvas vielas organismam viegli izmantojamu savienojumu veidā.

Polisaharīdi alginăti ir dabiski adsorbenti, kas saista un izvada no organisma smago metālu jonus, organiskas izcelsmes toksīnus un radioaktīvās vielas, kā arī aizkavē radioaktīvā stroncija nogulsnēšanos kaulos. Savukārt fukoidāns paaugstina organisma aizsargfunkcijas, labvēlīgi ietekmē lipīdu līmeni asinīs, uzlabo asinsvadu stāvokli, tādējādi var samazināt sirds slimību risku.

Brūnaļģu šķiedrvielas labvēlīgi ietekmē kuņģa un zarnu trakta darbību, stimulē gremošanas orgānu motorisko funkciju, mazina aizcietējumus. Šķiedrvielu uzbriešana rada sāta sajūtu, kas veicina svara samazināšanos. Tieši visu komponentu kompleksā darbība aktivē organisma aizsargfunkcijas un izraisa organisma vispārēju nostiprinošu efektu.

Pieaugušajiem lamisorbu rekomendē 4 līdz 14 tabletes dienā 30–60 dienu ilga kursa veidā; mazās devās to var lietot ilgstoši. Lielākās devās ieteicams cilvēkiem ar palielinātu ķermeņa masu, kā arī personām, kas ilgstoši bijušas organismam kaitīgu faktoru ietekmē. Īpaši ieteicams lamisorbu lietot rudenī un pavasarī. Bērniem rekomendē 1–4 tabletes dienā kursa veidā. Tabletes lieto dienas pirmajā pusē, uzdzerot ūdeni; pārdozēšana nav novērota.

4. tabula. Smagie metāli Rīgas jūras līča faunā (µg/kg)

Dzīvsudrabs*	µg/kg
zivīs	13–560
Kadmijs	
planktonā	250–830
moluskos	1 240–11 470
salakās	līdz 200
līdakās	līdz 210
nēģos	līdz 230

* dabiskais fona piesārņojums zivīs ir 5–200 µg/kg. PVO par galēji pieļaujamo koncentrāciju uzskata 1000 µg/kg

5.4. NELABVĒLĪGO VIDES FAKTORU UN PIESĀRŅOTĀJU IEDARBĪBA UZ ORGANISMU. VISPĀRĒJIE MEHĀNISMI

Mehānismi, kā cilvēka organisms reaģē uz vidi, uz nelabvēlīgiem dabiskiem un arī cilvēku radītiem apstākļiem, ir līdzīgi, tādēļ sākumā aplūkosim dažus vispārējus jautājumus.

Pēc pašreizējiem priekšstatiem cilvēka organisma normāla funkcionēšana cieši saistīta ar vidi. Obligāti dzīvības priekšnoteikumi ir gan nepārtraukta vielu, enerģijas un informācijas apmaiņa starp organismu un vidi, gan arī organisma spēja tādā mērā norobežoties no vides, lai vides fizikālķīmisko parametru maiņa nespētu būtiski ietekmēt dzīvības pamatnorises.

Lai izprastu organisma un vides savstarpējo iedarbību, nozīme ir tādiem jēdzieniem kā homeostāze, organisma rezistence, organisma pašregulācijas mehānismi, adaptācija, kompensācija.

Viena no dzīvo sistēmu pamatpazīmēm ir stacionārs sistēmas stāvoklis, kam raksturīgs sistēmas parametru (formas, vielu sastāva, temperatūras u.tml.) nemainīgums. Dzīvo sistēmu stacionāra stāvokļa pamatā ir pretēji vērstu fizikālu, fizikālķīmisku un ķīmisku procesu dinamisks līdzsvars. Piemēram, kādas vielas daudzums šūnā nemainās nevis tāpēc, ka nenotiek šīs vielas apmaiņa ar vidi, bet gan tāpēc, ka šīs vielas plūsma virzienā uz šūnu un no šūnas ir vienāda.

Jebkurš dzīvs organisms (arī cilvēks) ir tā sastāvā ietilpstošo šūnu, audu un orgānu nedalāma vienība. Dažādu augu un orgānu funkcionālo vienotību nodrošina neirohumorālās regulācijas mehānismi, bet organisma relatīvo neatkarību no dažādu ārējās vides faktoru iedarbības veic speciāli aizsargmehānismi.

Homeostāze – organisma spēja uzturēt stabilu iekšējās vides un dažādu organisma fizioloģisko funkciju (termoregulācijas, asinsrites, gāzu apmaiņas, vielmaiņas u.c.) stāvokli mainīgos iekšējās un ārējās vides apstākļos.

Galvenos homeostāzes komponentus (pH, skābju un sārmu līdzsvaru, osmotisko, arteriālo, intrakraniālo spiedienu, temperatūru, gāzu apmaiņu u.c.) regulē sarežģīti **organisma pašregulācijas mehānismi**, kuros piedalās nervu un endokrīnā sistēma, daudzie eksteroreceptori un

interoreceptori, baroreceptori un hemoreceptori, kuri reaģē uz organisma iekšējās un ārējās vides pārmaiņām.

Lai nodrošinātu stabilu stāvokli, organisma pašregulācijas sistēmā tiek izmantotas atpakaļejošas saites jeb dinamiskās autostabilizācijas princips, kas ļauj šai sistēmai automātiski izvēlēties tādu vielmaiņas procesu ātrumu, kas nodrošina optimālu variantu, kā piemēroties videi. Šis autoregulācijas mehānisms funkcionē bez fizioloģiskas spriedzes tikai samērā šaurā vides parametru svārstību joslā. Piemēram, optimāla gāzu apmaiņa notiek, ja skābekļa parciālais spiediens ieelpojamā gaisā ir 127–150 mm Hg. Ja vides parametri neatbilst optimālajam līmenim, tad autoregulācijas mehānismi saspringst un homeostāzes uzturēšanai procesā ieslēdzas adaptācijas mehānismi [101].

Adaptācija (lat. *adaptare* 'pielāgot') – dzīvo organismu spēja pielāgoties mainīgiem eksistences apstākļiem, kas izstrādājušies evolūcijas gaitā. Attiecībā uz cilvēka organismu adaptācijas jēdzienam ir ļoti plaša nozīme; runa ir ne tikai par evolūcijas gaitā izveidojušos spēju piemēroties dažādiem vides apstākļiem, bet arī par pielāgošanos dažādai sociālai videi – t.s. sociālo adaptāciju. Organisma adaptācijas norisēs iekļaujas dažādas orgānu sistēmas, tomēr galvenā nozīme ir neirohumorālās regulācijas mehānismiem.

Adaptācijas procesā izšķir vairākas stadijas: vides apstākļiem krasi mainoties, vispirms pārsvarā ir organisma funkciju traucējumi (dekompensācijas stadija); tad pamazām ieslēdzas kompleksas pielāgošanās reakcijas – organisms aktīvi meklē piemērotu stāvokli, kas atbilstu jaunajiem apstākļiem; pēc tam (labvēlīgā gadījumā) funkcijas stabilizējas, jo notikusi adaptācija jaunajiem apstākļiem.

Viens no visvairāk izplatītajiem adaptācijas veidiem ir adaptācija videi ar neierastu atmosfēras spiedienu (pazeminātu – augstu kalnos, paaugstinātu – zem ūdens). Tā, piemēram, ja kāpj kalnos, sākumā nelabvēlīgais skābekļa parciālais spiediens elpojamā gaisā apgrūtina elpošanu, izraisa asinsrites nepietiekamību, galvas reiboni, nespēku. Adaptācijas procesā šīs parādības pakāpeniski izzūd un notiek pielāgošanās (palielinās eritrocītu skaits, hemoglobīna spēja saistīt skābekli, normalizējas sirdsdarbība utt.). Šīs pielāgošanās reakcijas normalizē organisma funkcionālo stāvokli un atjauno darbspējas. Adaptācijas norišu ātrums un efektivitāte atkarīga no organisma reaktivitātes, vecuma un trenētības. Pilnvērtīgas adaptācijas reakcijas ir svarīgs priekšnoteikums vairāku profesiju pārstāvjiem – kosmonautiem, ūdenslīdējiem, ģeologiem, alpīnistiem u. tml.

Adaptācijas spēja piemīt ne tikai veselam organismam, bet arī katrai orgānu sistēmai, ikvienai šūnai. Visspilgtāk izteikta ir receptoru un sinaptisko veidojumu adaptācija. Maņu orgānu adaptācija nodrošina iespēju uztvert un analizēt ārējās vides signālus ļoti plašā to intensitātes diapazonā, piemēram, acs tīklenes pielāgošanās dažādam apgaismojumam. Sliktā apgaismojumā palielinās redzes pigmentu koncentrācija fotoreceptoros un atsevišķu fotoreceptoru savstarpējā sadarbība. Līdz ar to, kaut arī samazinās redzes asums, tīklenes jutība palielinās un redzes analizators spēj veikt savu pamatfunkciju – uztvert optiskos kairinājumus.

Redzes adaptācija spilgtā apgaismojumā saistīta ar pretēja rakstura pārmaiņām tīklenē.

Receptoru adaptācija ilgstošai pastāvīgas intensitātes kairinātāju iedarbībai izpaužas kā receptoru uzbudināmības pakāpeniska samazināšanās. Līdz ar to lielākā daļa pastāvīgi darbojošos ārējās vides faktoru nekādu uzbudinājumu receptoros nerada, piemēram, cilvēks nedzird vienmuļas skaņas u. tml. Šūnu adaptācijas pamatā ir īpatnējas vielmaiņas norises, kas maina šūnas membrānas funkcionālās īpašības, samazina tās uzbudināmību. Šāds aizsargmehānisms pasargā receptorus un visu nervu sistēmu no pārkairināšanas. Piemēram, strādājot karstumā, organisma adaptācijas reakcija ir paātrināta elpošana un sirdsdarbība. Asins pārdales rezultātā

ķermeņa virsējos slāņos asinsrite pastiprinās, bet iekšējos orgānos – samazinās. Tas veicina sviedru izdalīšanos un siltuma atdevi, bet siltuma producēšana samazinās.

Ja organismā nonāk svešas ķīmiskās vielas, tad adaptācijas procesā pastiprinās mikrosomālo enzīmu darbība, kas veic ķīmisko vielu pārveidošanos un atindēšanu.

Jāatzīmē, ka kairinātāju trūkums vai zems to līmenis var izraisīt organisma rezistences un adaptācijas spēju pazemināšanos. Tā, piemēram, gaismas trūkums var izraisīt redzes analizatora atrofiju. Pārpūlēšanās un nogurums arī samazina organisma rezistenci. Mūsdienu civilizētais cilvēks, kas ir apgādāts ar siltu dzīvokli un apģērbu, uzturas normālos klimatiskos apstākļos un ir atrauts no dabas, smagāk panes aukstuma un citu vides faktoru iedarbību. Nelabvēlīgas pārmaiņas organismā ātrāk izraisa tādi neparasti faktori, kuru iedarbībai evolūcijas procesā cilvēka organisms nav adaptējies, piemēram, bezsvara stāvoklis, pārslodze, dažas jaunas ķīmiskās vielas.

Aizsargmehānismu, ar kuru organisms atbild uz neparasta, spēcīga kairinātāja iedarbību, sauc par **vispārējo adaptācijas sindromu jeb stresu** [76].

Zinātnē vēl līdz šim laikam nav formulēti cilvēku adaptācijas spēju kvantitatīvie novērtēšanas kritēriji. Vārda plašākā nozīmē par adaptācijas kritēriju ir jāuzskata organisma spēja saglabāt iedarbību, kurai organisms ir adaptējies.

Ja vides faktoru iedarbība pārsniedz organisma adaptācijas spēju, tad tā tiek izjaukta un sākas izsīkuma fāze, kurā sāk strādāt **kompensācijas mehānismi**, kas darbojas pret patoloģiskā procesa rašanos un progresēšanu.

Tātad, ja adaptācija nodrošina homeostāzi veselam cilvēkam, tad kompensācija ir organisma cīņa par homeostāzes saglabāšanu slimības veidošanās procesā [101]. Dažādas organisma kompensatoriskas reakcijas (fagocitoze, antivielu veidošanās, iekaisums, orgānu un sistēmu imobilizācija uz laiku) cenšas likvidēt slimību vai kādu citu veselības kaitējumu.

Kompensāciju kvalificē kā slēptu patoloģiju, kas ar laiku var parādīties izteiktu patoloģisku pārmaiņu veidā, tātad pāriet **dekompensācijas fāzē**. Arī slims organisms daļēji saglabā spēju pielāgoties mainīgiem vides apstākļiem, tomēr slimības laikā kompensācijas mehānismi nav pilnīgi, un rodas homeostāzes traucējumi.

Nelabvēlīgu vides faktoru un piesārņojuma iedarbība ir atkarīga galvenokārt no organisma:

- veselības stāvokļa,
- vecuma,
- dzimuma.

Bērni un veci cilvēki pret piesārņotāju kaitīgo iedarbību ir daudz jutīgāki nekā pieaugušie. Tas pats attiecas arī uz grūtniecēm un viņu vēl nedzimušajiem bērniem, slimiem cilvēkiem un cilvēkiem ar dažādiem patoloģiskiem stāvokļiem, piemēram, zemu barojumu, avitaminozi u.c.

Cīņai ar vides nelabvēlīgiem faktoriem organismā ir izveidojušās dažādas **aizsargsistēmas**. Tās ir morfoloģiskās struktūras un funkcionālie mehānismi, kas nodrošina organisma spēju pretoties kaitīgām vides ietekmēm.

Morfoloģiskos un funkcionālos mehānismus, kas nodrošina organisma pastāvību un spēju pretoties vides kaitīgajām ietekmēm, sauc par organisma aizsargsistēmām. Galvenās aizsargsistēmas ir barjeras starp vidi un organismu, mononukleāro fagocītu sistēma, aizsargrefleksi, kā arī citas organisma sistēmas.

Barjeras starp vidi un organismu. Izšķir *ārējās barjeras* – ādu un gļotādu – un *iekšējās barjeras* – histohematisko barjeru, hematoencefālisko barjeru un šūnapvalku. Āda kā ārējā barjera veic vairākas funkcijas. Tā nodrošina ķermeņa audu mehānisko aizsardzību un selektīvu vielu apmaiņu starp organismu un vidi, aizsargā organismu pret ultravioleto starojumu. Bez

tam āda spēj iznīcināt uz tās nokļuvušās baktērijas (baktericīdā funkcija), tai ir nozīme ķermeņa temperatūras stabilizācijā, tā arī uztver no ārējās vides nākošos kairinātājus, jo tajā ir daudz dažādu receptoru. Histohematiskā barjera atdala asinis no šūnstarpas šķidruma, bet hematoencefāliskā barjera norobežo smadzeņu šķidrumu no asinīm. Visminiatūrākās barjeras organismā ir šūnapvalki, kas ir molekulāras plēves (bioloģiskas membrānas). Iekšējās barjeras veic divas funkcijas – regulācijas funkciju un aizsargfunkciju.

Mononukleāro fagocītu sistēma. Mononukleāro fagocītu jeb makrofāgu sistēma sastāv no retikulārajām šūnām un endotēlijšūnām, kuras atrodas liesā, aknās, kaulu smadzenēs, limfmezglos un dažos citos iekšējos orgānos, kā arī no saistaudu histiocītiem un mazdiferencētām šūnām. Mononukleāro fagocītu sistēmas šūnām jeb fagocītiem piemīt spēja aktīvi satvert un sagremot organismam svešu vielu daļiņas (arī mikroorganismus). Šīs sistēmas šūnas arī izstrādā antivielas (hemolizīnus un aglutinīnus) un veic atindēšanas funkciju.

Aizsargrefleksi. Par aizsargrefleksiem sauc tādas organisma reakcijas kaitīgu vides ietekmju novēršanai, kuru norisē piedalās centrālā nervu sistēma. Kaitīgā faktora iedarbību uztver receptori. Uzbudinājums pa jušanas nervu šķiedrām nonāk centrālajā nervu sistēmā, kur notiek informācijas analīze un veidojas regulācijas mehānisms aizsargreakciju veikšanai. Tā, piemēram, ar roku pieskaroties karstam priekšmetam, roka reflektoriski atraujas no šī priekšmeta un tādējādi izsargājas no termiskā kairinātāja iedarbības [85].

Organisma aizsargfunkcijas veic arī dažādas organisma sistēmas. Pie tām pieskaitāmas:

- imūnsistēma,
- elpošanas orgānu sistēma,
- gremošanas orgānu sistēma,
- urīnizvadsistēma.

Imūnsistēma. Imūnaizsardzības būtība ir organisma aizsardzība pret ģenētiski svešām šūnām un vielām. Organisma imūnaizsardzību veic limfātisko audu un orgānu sistēma, kuras galvenās sastāvdaļas ir aizkrūtes dziedzeris, sarkanās kaulu smadzenes, limfātisko folikulu sakopojumi tievās zarnas sienā, liesa, limfmezgli un asinīs cirkulējošie limfocīti.

Elpošanas sistēmas aizsargfunkciju veic ārējās elpošanas aparāts. Šo funkciju nodrošina:

- bronhu epitēlija skropstiņu kustības;
- bronhu dziedzeru izdalītās gļotas;
- bronhu muskulatūras kontrakcijas;
- plaušu makrofāgu sistēmas darbība;
- elpceļu gļotādas izdalītie imūnglobulīni (Ig);
- plaušu surfaktanti – sarežģīta pašregulējoša virsmas aktīvu vielu sistēma, kas nodrošina plaušu alveolu stabilitāti.

Surfaktantus sintezē alveolu epitēlija mitohondriji. Surfaktanti ļoti plānā kārtā izklāj alveolu iekšējo virsmu un veicina putekļu, mikroorganismu un citu organismam svešu daļiņu atpakaļtransportu no alveolām un elpceļiem. Tālāku šo daļiņu izvadīšanu no elpceļiem nodrošina bronhu epitēlija skropstiņu darbība.

Organisma aizsargsistēma evolūcijas procesā ir ļoti labi izveidojusies cīņai ar dabas indēm un citiem nelabvēlīgiem faktoriem. Neraugoties uz to, vides piesārņojums izraisa arī cilvēka organisma iekšējās vides piesārņojumu. Putekļi uzkrājas plaušās, metāli deponējas kaulos, mīkstajos audos un parenhimatozajos orgānos. Cilvēka organisma piesārņojums izraisa pārmaiņas organisma iekšējās vides fizikālķīmiskajos parametros. Liels vides un organisma piesārņojums var radīt traucējumus organisma aizsargsistēmas darbībā.

Ja vides apstākļi ir ļoti kaitīgi vai arī tie iedarbojas ilgstoši, pārsniedzot organisma adaptēšanās spēju, cilvēkam var pazemināties darbspējas (fiziskās un garīgās). Organisma kompensatoriskie mehānismi saspringst, ar laiku tie var dekompensēties. Tad kaitīgie vides faktori kļūst par riska faktoriem dažādiem patoloģiskiem stāvokļiem, slimībai vai pat nāvei. Vides faktoru iedarbība var būt ģenētiska un somātiska.

Ķīmiskās vielas, jonizējošā radiācija, vīrusi u. c. var izraisīt kvalitatīvas vai kvantitatīvas pārmaiņas ģenētiskajā materiālā. To sauc par mutagēno darbību. Rezultātā var rasties ļaundabīgie audzēji, cilvēka reproduktīvās funkcijas traucējumi, iedzimti attīstības traucējumi bērniem u. c.

Somatiskā patoloģija rada pārmaiņas organisma imūnsistēmā, kas savukārt var izraisīt:

- organisma pretestības spējas samazināšanos un saslimstības paaugstināšanos ar infekciju u.c. slimībām;
- organisma sensibilizāciju (paaugstinātu jutību) pret dažādām ārējā vidē sastopamām ķīmiskām vielām, bioloģiski aktīvām substancēm, mikroorganismiem;
- vides slimības;
- arodslimības;
- ar darbu saistītās slimības;
- negatīvu ietekmi uz jebkuras slimības norisi un iznākumu (4. att.).

Vides slimības ir plaša grupa slimību, kas saistītas ar dažādu vides faktoru iedarbību, piemēram :

- nepietiekamu vai pārmērīgu makroelementu, mikroelementu un vitamīnu daudzumu uzturā;
- vides piesārņojumu ar ķīmiskām vielām, bioloģiskiem faktoriem;
- dažādu fizikālo faktoru (klimata, trokšņa, radiācijas u.c.) iedarbību;
- dabas katastrofām u.c.

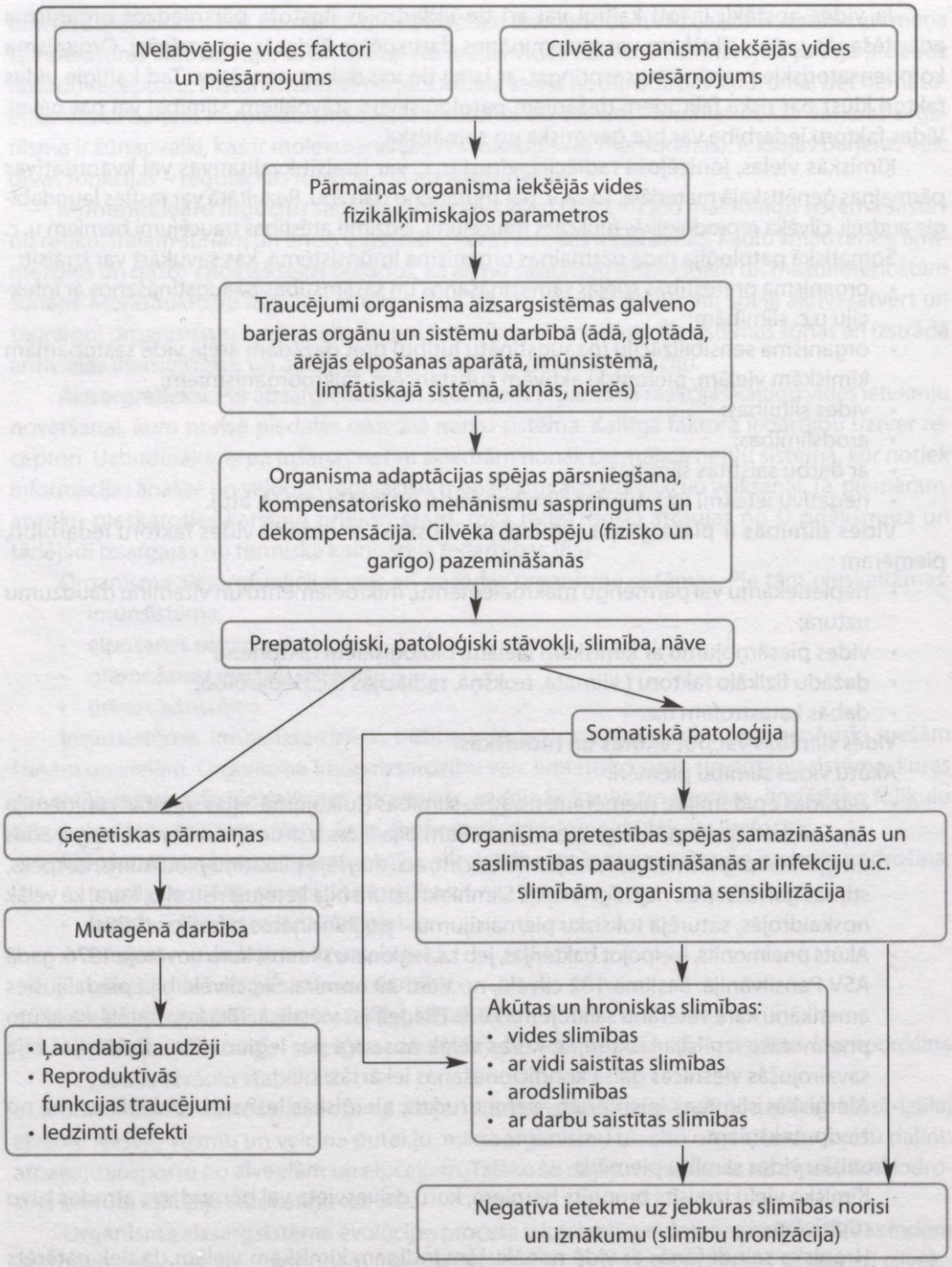
Vides slimības var būt **akūtas un hroniskas.**

Akūtu vides slimību piemēri:

- Dažādas epidēmijas, piemēram, t.s. Jušo slimības (tulkojumā "eļļas slimība") epidēmija Japānā, kad saslima liela grupa cilvēku, kam bija ādas izsitumi, tumšbrūna nagu, ādas un gļotādu pigmentācija, izdalījumi no acīm, acu augšējo plakstiņu pietūkums, nespēks, stipras galvassāpes, nejutīgi locekļi. Slimnieki uzturā bija lietojuši rīsu eļļu, kura, kā vēlāk noskaidrojās, saturēja toksisku piemaisījumu – polihlorinētos bifenilus (PCBs).
- Akūts pneimonīts, ieelpojot baktērijas, jeb t.s. leģionāru slimība, kuru novēroja 1976. gadā ASV Pensilvānijā. Saslima 182 cilvēki, no tiem 29 nomira. Šie cilvēki bija piedalījušies amerikāņu kara veterānu salidojumā kādā Filadelfijas viesnīcā. Tika konstatēts, ka akūto pneimonītu izraisīja baktērijas, kuras vēlāk nosauca par legionellām. Baktērijas bija savairojušās viesnīcas gaisa kondicionēšanas iekārtās.
- Alerģiskās slimības, piemēram, siena drudzis, alerģiskās iesnas, bronhiālā astma no ziedputekšņiem.

Hronisku vides slimību piemēri:

- Ķīmisko vielu izraisīts bronhīts bērniem, kuru dzīvesvieta vai bērnudārzs atrodas tuvu rūpnīcām.
- Hroniska saindēšanās ar vidē nonākušām indīgām ķīmiskām vielām. Ja tiek patērēts daudz zivju, kas iegūtas ar metildzīvsudrabu piesārņotos ūdens baseinos, var rasties saindēšanās. Šāda saindēšanās notika Minamatā un Niigatā Japānā laikā no 1953. līdz 1966. gadam. Minamato līcī no ķīmiskā kombināta, kas izmantoja dzīvsudraba savienojumus kā katalizatorus polivinilhlorīda ražošanā, nonāca neorganiskais dzīvsudrabs,



4. attēls. Nelabvēlīgo vides faktoru un piesārņojuma iedarbība uz organismu

kurš biotransformējās par metildzīvsudrabu un nokļuva zivīs un citos jūras produktos, bet no tiem cilvēka uzturprodukto un cilvēka organismā. Cietušajiem novēroja psihiskus traucējumus, paralīzes, krampjus, redzes un runas traucējumus. Patoloģiju pārmantoja nākamās paaudzes. Vēlāk šādus gadījumus novēroja Irānā, Pakistānā un Irākā.

- 1959. gadā Japānā reģistrēja vēl vienu jaunu vides slimību – "itai-itai" (sāpīgi-sāpīgi), kuras cēlonis bija saindēšanās ar kadmiju. Slimībai raksturīgas asas sāpes muskuļos, albuminūrija, novājēšana, glaukoma. Smagākos gadījumos novēroja osteomalāciju, patoloģiskus kaulu lūzumus. Bija arī daudz nāves gadījumu. Kadmiju saturošie notekūdeņi tika izmantoti rīsa lauku applūdināšanai. Lietojot šajos laukos audzētos rīsus uzturā, iedzīvotāji saindējās.
- Ļaundabīgie audzēji, piemēram, mezoteliomas Turcijā. Sākot no 1970. gada, Turcijas iedzīvotājiem, kuri dzīvoja blakus zeolīta raktuvēm un izmantoja šo materiālu savu māju būvēšanā, biežāk kā pārējai populācijai novēroja mezoteliomas, plaušu vēzi, plaušu fibrozi un pleiras uzslāņojumus. Zeolīts ir azbestam līdzīgs minerāls [31].

Ar vidi saistītās slimības. Tās ir slimības ar daudzfaktoru etioloģiju, kuru izcelsmē nozīme ir arī nelabvēlīgiem vides apstākļiem. Šādas slimības ir, piemēram, arteriālā hipertensija, koronārā sirds slimība, hroniskās nespecifiskās plaušu slimības u.c.

2003. gada karstā vasara izraisīja ar vidi saistītas slimības daudzās Eiropas pilsētās:

- 2003. gada jūlijā un augustā Rīgā palielinājās mirstība no asinsrites sistēmas slimībām.
- Francijā karstajās augusta pirmajās divās nedēļās tika reģistrēts par 11400 nāves gadījumiem vairāk nekā parasti. Visvairāk cieta vecāki cilvēki, no kuriem daudzi nomira no pārkaršanas un šķidruma zaudēšanas.

Franču ekspertu veiktais pētījums liecina, ka lielajā nāves gadījumu skaitā daļēji vainojams arī gaisa piesārņojums. Karstumā un bezvējā virs Parīzes izveidojās milzīgs smoga mākonis, kas neizklīda vairākas nedēļas. Fotoķīmiskajās reakcijās no slāpekļa oksīdiem un ogļūdeņražiem veidojās bioloģiski aktīvas vielas, arī ozons, nitroolefīni un peroksīdi, kuriem piemīt kairinoša un toksiska iedarbība. Minētās gāzes galvenokārt izraisīja hronisko elpošanas orgānu un asinsrites sistēmas slimību paasinājumu.

Svarīga vides daļa ir **darba vide**. Nereti tā ir kaitīga veselībai un var izraisīt arodslimības un ar darbu saistītās slimības.

Pēc PVO 1985. gada definīcijas, ar darbu var būt saistītas šādas slimību grupas.

1. **Slimības, kas atzītas par arodslimībām**. Tās ir atsevišķām darbinieku kategorijām raksturīgas slimības, kuru cēlonis ir darba vietas fizikālie, ķīmiskie, bioloģiskie, psiholoģiskie un citi faktori. Kā tipisku arodslimību piemēru var minēt vibrācijas slimību, kas ir viena no visizplatītākajām un smagākajām arodslimībām. To var izraisīt gan vietējās, gan vispārējās vibrācijas iedarbība. Vibrācijas slimībai raksturīgas patoloģiskas pārmaiņas nervu sistēmā, asinsrites sistēmā, balsta un kustību aparātā un iekšējos orgānos.

Cits tipisks arodslimības piemērs ir pneimokoniozes jeb t.s. putekļu slimības, kuras izraisa putekļu ieelpošana un kuru gaitā plaušās attīstās mezglaina vai difūza intersticiāla fibroze.

Arodslimību var radīt arī mikroklimatiskie faktori – organisma pārkaršana, apsaldējumi, kā arī paaugstināts vai pazemināts atmosfēras spiediens un daudzi citi faktori.

Kaut arī arodslimības ir sastopamas retāk nekā citas pamatslimības, tām ir liela sociāla nozīme, jo ar arodslimībām slimo cilvēki darbspējīgā vecumā, turklāt tās nereti norisinās smagi un var būt par invaliditātes cēloni.

Latvijā arodslimības diagnozi apstiprina Paula Stradiņa Klīniskās universitātes slimnīcas Aroda un radiācijas medicīnas centra ārstu konsultatīvā komisija, vadoties pēc valstī apstiprinātā arodslimību saraksta, kas publicēts LR MK noteikumu Nr. 908 "Arodslimību izmeklēšanas un uzskaites kārtība" (11.06.2007.) 1. pielikumā. Kompensāciju saņem tikai komisijā apstiprināto atzīto arodslimību (1. grupa saskaņā ar PVO klasifikāciju) gadījumos saskaņā ar LR likumu "Par obligāto sociālo apdrošināšanu pret nelaimes gadījumiem darbā un arodslimībām" (17.11.1995.), kā arī saskaņā ar Ministru kabineta noteikumiem Nr. 378 (23.08.2001.) "Darbā nodarītā kaitējuma atlīdzības aprēķināšanas, finansēšanas un izmaksas kārtība".

2. **Ar darbu saistītās slimības.** Tās ir slimības ar daudzfaktoru etioloģiju, kuru izcelsmē nozīme ir arī nelabvēlīgiem darba apstākļiem. Šādas slimības ir, piemēram, arteriālā hipertensija, koronārā sirds slimība, hroniskas nespecifiskas plaušu slimības, balsta un kustību aparāta slimības, kuņģa un divpadsmitpirkstu zarnas čūla.

3. **Dažādas slimības,** ja to gaitu pasliktina kaitīgi darba apstākļi, piemēram, endēmijas, kas saistītas ar nepietiekamu mikroelementu daudzumu uzturā, infekcijas slimības un citas.

Pārējo ar darbu saistīto slimību gadījumā, kuru izcelsmē darba apstākļiem nav izšķiroša nozīme, slimniekam kompensācija nepienākas [18, 30].

5.5. VIDES PIESĀRŅOTĀJU IETEKME UZ DAŽĀDĀM CILVĒKA ORGANISMA SISTĒMĀM

Vielas un faktorus, kas nokļūst vidē cilvēku darbības vai dabisku procesu rezultātā un kuri var izraisīt kaitīgu iedarbību uz cilvēku vai citiem dzīviem organismiem un atstāt iespaidu uz procesiem dabā, sauc par **vides piesārņotājiem.** Vides piesārņotāji var būt gaisā, ūdenī, augsnē un uzturā.

Ķīmiskās vielas un bioloģiskie piesārņotāji var nokļūt organismā caur:

- elpceļiem,
- kuņģa un zarnu traktu,
- ādu,
- acu konjunktīvu,
- placentu.

Ķīmisko vielu iekļūšanas ceļi ir atkarīgi no vielu agregātstāvokļa (gāzes, šķidumi, cietas vielas) un savienojumu fizikālķīmiskajām īpašībām (gaistamība, kušanas un viršanas temperatūra, īpatnējais svars, blīvums, šķīdība taukos un ūdenī).

Lai kāds būtu uzsūkšanās veids, visas ķīmiskās vielas nonāk asinīs un pēc tam dažādos orgānos un audos atkarībā no to fizikālķīmiskajām īpašībām, spējām uzsūkties caur asinsvadu un šūnu molekulārajām membrānām, kā arī no to mijiedarbības ar organismu dažādos līmeņos – molekulārajā, šūnu, audu, orgānu un sistēmu līmenī.

No vides piesārņotāju iedarbības visvairāk cieš tie orgāni un sistēmas, kuri galvenokārt veic barjeras funkcijas uz robežas starp vidi un organismu, uzturot un saglabājot tīru organisma iekšējo vidi. Tie ir elpošanas un gremošanas sistēmas orgāni, imūnsistēma, limfātiskā sistēma un urīnizvadsistēma, kā arī āda un gļotāda.

Slimības attīstības iespēju no vides piesārņotāju iedarbības nosaka cilvēka uzņēmība. Kaut arī patogēnais efekts vienmēr ir atkarīgs no ekspozīcijas intensitātes un ilguma, pret slimībām uzņēmīgākas personas saslimst arī pēc mazākas saskarsmes ar kaitīgo faktoru. Uzņēmību nosaka bioloģiskie faktori (vecums, dzimums, iedzimtība, citas slimības), dzīvesveids

(uztura režīms, smēķēšana, alkohola lietošana, spriedze), vides maiņa, ja agrākajā dzīves vai darba vietā vide bijusi citāda.

Pieaugot ekspozīcijai, atšķirības uzņēmībā mazinās, t.i., ļoti kaitīgos apstākļos slimo gan uzņēmīgās, gan mazāk jutīgās personas.

Bērni salīdzinājumā ar pieaugušajiem ir jutīgāki pret vides piesārņotājiem, jo viņi:

- ātrāk nekā pieaugušie ieelpo vides piesārņotājus, jo ir mazāki augumā un viņiem vielmaiņas procesi norisinās straujāk, tādēļ, piemēram, tādi piesārņotāji kā automašīnu izplūdes gāzes bērnus ietekmē vairāk nekā pieaugušos;
- dzer un ēd vairāk nekā pieaugušie, rēķinot uz 1 kg ķermeņa svara. Tādēļ bērni vairāk par pieaugušajiem var uzņemt vides piesārņotājus ar ūdeni un uzturu. Bērni var apēst arī tādas neparastas lietas kā no sienām atlobījušos krāsu vai augsni, kas satur ķimikālijas, piemēram, svinu;
- ir aktīvi un zinātkāri – piemēram, rāpojošie mazulīši var nonākt saskarē ar zālāju, kas ir apstrādāts ar pesticīdiem, vai ar paklāju, kas tīrīts ar ķimikālijām.

Lai saprastu, kāpēc viens cilvēks saslimst pēc neilga kontakta ar patogēno faktoru, bet citam nekaitē intensīva un ilga ekspozīcija, izstrādāts uzņēmības modelis. No saskarsmes ar kaitīgo faktoru līdz slimībai ir gara procesu virkne:

Ekspozīcija ⇒ organisma iekšējā deva ⇒ bioloģiski efektīvā deva ⇒
⇒ agrīns bioloģisks efekts ⇒ pārmainīta struktūra un funkcija ⇒ slimības klīniskā aina.

Izmeklējumu rezultāti atspoguļo atsevišķus ķēdes posmus:

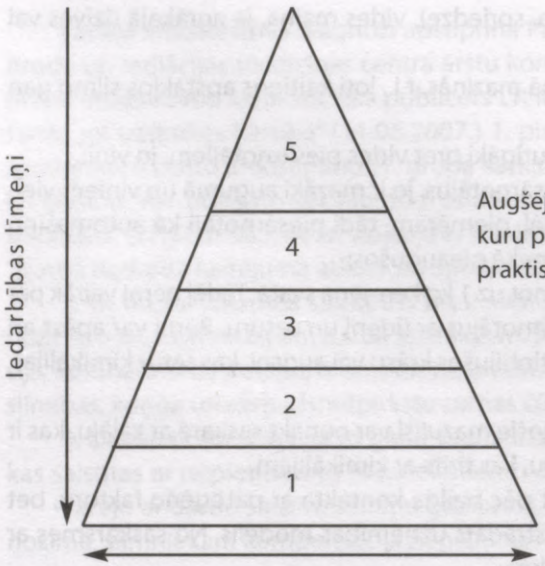
1) organisma iekšējo devu, kas ir atkarīga no ekspozīcijas, slodzes, cilvēka trenētības, organisma barjersistēmu funkcionēšanas;
2) bioloģiski efektīvo devu, proti, kaitīgā faktora devu, kas sasniedz mērķa struktūru;
3) agrīno efektu, kas atkarīgs no bioloģiski efektīvās devas un efekta izpausmi ietekmējošiem faktoriem. Agrīnais efekts var būt hromosomu aberācijas, mikrokodoliņu veidošanās, mutāciju biežums, aknu enzīmu līmeņa pārmaiņas asins serumā;
4) struktūras vai funkcijas pārmaiņas, piemēram, vēždraudes stāvokļi, pazeminātas elpošanas sistēmas funkcionālās spējas, pārmaiņas asinsainā.

Uzņēmības modelis ļauj saprast, ka patiesā organisma uzņēmība pret kādu slimību un atsevišķas analīzes rezultāts var būt pilnīgi atšķirīgs, jo patoģenētiskas saiknes trūkuma dēļ nav klīniskas korelācijas [18].

Cilvēku populācijas bioloģiskās atbildes reakcijas uz vides piesārņotāju iedarbību var atspoguļot piramīdas veidā (5. att.). Piramīdas pamatne ir visplašākā daļa. Tā atspoguļo vājāko iedarbības veidu – piesārņotāju uzkrāšanos organismā. Mazākai iedarbības daļai – nāvei atbilst piramīdas šaurākā, augšējā daļa. Attēlā parādīts, ka ne visa populācija vienādi reaģē uz to vai citu vides faktoru. Lielākajai daļai populācijas kā reakcija uz piesārņotāju iedarbību organismā attīstās dažādas fizioloģiskas, bioķīmiskas, imunoloģiskas, morfoloģiskas u.c. pārmaiņas un slimību priekšstadijas. Šādas pārmaiņas parasti var atklāt tikai mērķtiecīgos pētījumos, bet praktiskajā medicīnā konstatē slimības vai nāvi [97, 101].

Vides piesārņotāju iedarbība uz cilvēka organismu ir ļoti plaša un daudzveidīga. Tā var būt:

- tieša – vides piesārņotāji izraisa slimības, saindēšanos, nāvi;
- netieša – darbojas kā riska faktors, piemēram, samazinot cilvēka imūnsistēmas aktivitāti un līdz ar to organisma pretošanās spēju citiem kaitīgiem faktoriem vai slimībām;
- attālas vides piesārņotāju iedarbības sekas – paātrināta novecošanās, agrīna aterosklerozes u.c.



5. attēls. Populācijas bioloģiskās atbildes reakcijas uz vides piesārņotāju. Populācijas sadalījums pēc piesārņotāju iedarbības veida.
1 – piesārņotāju uzkrāšanās organismā; 2 – fizioloģiskas, bioķīmiskas, imunoloģiskas, morfoloģiskas u.c. pārmaiņas organismā; 3 – slimību priekšstadijas; 4 – slimības; 5 – nāve.

Mūsdienu medicīnas un citu zinātņu nozaru attīstības pakāpe un vides piesārņojuma problēmas izpratne ir ļāvusi atklāt daudzveidīgus vides piesārņotāju iedarbības veidus uz cilvēka organismu. Tie var būt šādi:

- dažāda orgānu un sistēmu patoloģija (elpošanas orgānu, kuņģa un zarnu trakta, asinsrites, nervu un endokrīnās sistēmas, imūnsistēmas, urīnizvadsistēmas un reproduktīvās sistēmas);
- organisma sensibilizācija un dažādas alerģiskās slimības;
- ādas, gļotādu un zobu patoloģija;
- onkoloģiskās slimības;
- infekcijas slimības;
- iedarbība uz gēniem.

5.5.1. GAISA PIESĀRŅOTĀJU IEDARBĪBA UZ ELPOŠANAS UN ASINSRITES SISTĒMAS ORGĀNIEM

Gaisa piesārņošana ir bijusi viena no nopietnākām problēmām visās sabiedrībās dažādās to ekonomiskās attīstības pakāpēs. Pēc PVO datiem, pasaulē vairāk nekā 1500 milj. cilvēku dzīvo pilsētās ar ļoti augstu gaisa piesārņojumu. Atmosfēras gaisa piesārņojumu rada:

- rūpniecības uzņēmumi, ostas un naftas termināli;
- siltumenerģētikas objekti;
- transports.

Latvijā pēdējos 10–15 gados slēgti daudzi lielie rūpniecības uzņēmumi, tādēļ gaisa kvalitāte pilsētās uzlabojusies. Toties ostās saimnieciskā darbība aktivizējusies. Tur galvenokārt notiek naftas produktu, dažādu ķīmisko vielu pārkraušana un transportēšana. Atmosfērā nonāk benzīna, dīzeļdegvielas tvaiki, benzols u.c., tādēļ gaisā jūtama nepatīkama smaka un tuvējo rajonu iedzīvotāji sūdzas par gaisa kvalitāti.

Vienu no lielākajiem gaisa piesārņojumiem rada siltumenerģētikas objekti – lielās katlu mājas, TEC, siltumcentrāles un privātmāju krāsnis un kurtuves, kas dedzina akmeņogles, mazutu, šķidro krāšņu kurināmo, kūdru, dabas gāzi. Kaut arī mūsdienās ir uzstādītas modernas

kurtuves un fabriku skursteņos ierīkoti attīrīšanas filtri, gaisā joprojām nonāk pārāk liels daudzums sēra dioksīda, slāpekļa oksīda un oglekļa dioksīda.

Katru gadu pieaug transporta radītais gaisa piesārņojums, jo īpaši Rīgā. No automašīnu izplūdes gāzēm gaisā nokļūst slāpekļa oksīdi, oglekļa oksīdi, ogļūdeņraži, kvēpi un, sadedzinot dīzeļdegvielu, arī sēra dioksīds. Visvairāk izplūdes gāzu rodas, automašīnai darbojoties tukšgaitā un uzsākot kustību. Katrreiz bremzējot, dilst bremžu diski un gaisā nonāk azbesta daļiņas, kas ir ļoti spēcīgs kancerogēns. Riepas dilstot veido putekļus, kuru sastāvā ir kadmijs, kas toksiski iedarbojas uz nierēm un dzimumfunkcijām. Visu laiku nolietojas asfalts, un gaisā virmo sīkas asfalta daļiņas. Pilsētās transports ir galvenais putekļu izmešu avots. No minētajiem gaisa piesārņotāju avotiem rodas t.s. primārie gaisa piesārņotāji, kuri, reaģējot savā starpā, rada t.s. sekundāros gaisa piesārņotājus. Tipiskākais piemērs ir troposfēras ozons, kas rodas fotoķīmiskajās reakcijās [34].

Uz cilvēka veselību negatīvu iespaidu atstāj ne tikai atmosfēras gaisa piesārņotāji, bet arī gaisa piesārņotāji telpās – mājās, sabiedriskās vietās, darbā, kā arī transportlīdzekļos.

Šajā nodaļā galvenā vērība tiks veltīta gaisa piesārņotāju iedarbībai uz elpošanas orgāniem un asinsrites sistēmu, sīkāk par gaisa piesārņojumu sk. 2.6. nod. "Gaisa piesārņotāju raksturojums un novērtējums".

Elpošanas orgāni, kas atrodas uz robežas starp vidi un organismu, pastāvīgi ir pakļauti gaisa piesārņotāju iedarbībai.

Elpošanas orgānu pamatfunkcija ir asiņu piesātināšana ar skābekli un ogļskābās gāzes izvadīšana no organisma.

Elpceļus iedala:

- augšējos elpceļos (no deguna dobuma līdz balsenei un trahejai);
- apakšējos elpceļos (traheja, bronhi, alveolas).

Kā jau norādīts iepriekš, ārējās elpošanas aparāts veic arī elpošanas sistēmas aizsargfunkciju. Plaušas ir vienīgais orgāns, kas ar plašo un mitro alveolu virsmu kontaktējas ar atmosfēras gaisu. Šās kontaktvirsmas laukums pieaugušam cilvēkam ir apmēram 100 m^2.

Gaisa piesārņojums ir aerosols, kas sastāv no gāzēm, šķīdumu un cietu vielu daļiņām, kas izkliedētas vai suspendētas gaisā. Putekļi ir cietu vielu smalki dispersu daļiņu kopums, kas rodas darba vai citos procesos un zināmu laiku atrodas gaisā līdzsvarotā stāvoklī.

Gaisa piesārņotāju iedarbību uz organismu nosaka to fizikālās un ķīmiskās īpašības, kā arī toksicitāte. Piesārņotāju daļiņu izmēri jeb dispersitāte nosaka to iekļūšanas dziļumu elpceļos. Daļiņas, kuru izmērs ir lielāks par 100 μm, var izraisīt deguna gļotādas kairinājumu. Putekļu daļiņas, kas mazākas par 100 μm, veido t.s. inhalablo putekļu frakciju, tās iekļūst augšējos elpceļos. Aerosola daļiņas, kas mazākas par 20 μm, ietilpst respirablajā putekļu frakcijā, bet daļiņas, kas mazākas par 10 μm, var iekļūt dziļi elpceļos un tur izgulsnēties. Cilvēka veselībai visbīstamākie ir putekļi, kuru diametrs ir mazāks par 5 μm, jo tie iekļūst dziļi elpošanas orgānos, kā arī kunģa un zarnu traktā. Ja daļiņu izmērs ir mazāks par 1 μm, pastāv lielāka varbūtība, ka tās netiks izvadītas, bet uzkrāsies alveolās un izraisīs plaušu slimības. Gāzu daļiņas ir mazākas par 0,5 μm.

Vides piesārņotāji vispirmām kārtām iedarbojas uz **augšējo elpceļu gļotādu**, tādēļ tajā bieži rodas patoloģiskas pārmaiņas. Daļu putekļu pie ieejas degunā aiztur matiņi, daļa nosēžas uz deguna eju mitrās gļotādas, citas putekļu daļiņas tiek aizturētas rīkles un balsenes gļotādā. Deguna gļotāda ne vien aiztur putekļu daļiņas, bet, pateicoties savām baktericīdajām īpašībām, arī nonāvē baktērijas. Putekļu iedarbības dēļ sākumā var rasties akūts iekaisums, kas vēlāk pāriet hroniskā. Hronisks katarāls iekaisums ar laiku var pāriet hiperplastiskā formā. Putekļu iedarbībai turpinoties, attīstās hronisks atrofisks augšējo elpceļu iekaisums.

Patoloģiskā procesa attīstībā ļoti liela nozīme ir katra cilvēka individuālajām augšējo elpceļu anatomiski fizioloģiskajām īpatnībām, kas nosaka dažādu atbildes reakciju uz ārējo faktoru iedarbību ar katarālu, hipertrofisku, subatrofisku, atrofisku vai jauktu procesu veidošanos.

Patoloģiskās pārmaiņas deguna gļotādā traucē tās filtrējošo funkciju un elpošanu caur degunu, un cilvēks sāk elpot caur muti. Tādējādi palielinās ieelpoto vides piesārņotāju daudzums un iespēja saslimt ar piesārņotāju izraisītām slimībām. Bez tam hroniskais iekaisums degunā un tā blakusdobumos rada patoloģiskus impulsus, kas traucē elpošanu un arī citas organisma funkcijas. Deguna un tā blakusdobumu refleksogēno zonu kairinājums var izraisīt balsenes un bronhu spazmas.

Runājot tieši par **putekļu** iedarbību, jāatzīmē, ka vairāk nekā 50% putekļu tiek aizturēti augšējos elpceļos: vēlāk tie izdalās šķaudot vai klepojot.

Ilgstoša putekļu iedarbība uz bronhu gļotādu var izraisīt hroniska bronhīta attīstību. Hronisks bronhīts var būt vides slimība, kā arī izplatīta arodslimība.

Visvairāk izplatītās specifiskās "putekļu slimības" ir pneimokoniozes, kuru attīstības gaitā plaušās rodas mezglaina vai difūza intersticiālā fibroze. Pneimokoniozes ir viens no izplatītākajiem arodslimību veidiem. Gaisa piesārņotājiem samērā bieži piemīt alerģiskas īpašības, tādēļ tie var izraisīt alerģiskās slimības gan elpošanas orgānos (alerģisko rinītu, rinofaringolaringītu, hronisko astmatisko bronhītu, bronhiālo astmu, eksogēno alerģisko alveolītu), gan citos orgānos (alerģisko konjunktivītu, dermatītu, ekzēmu).

Vidē esošie putekļi un ķīmiskās vielas var iekļūt ādā, tauku un sviedru dziedzeru atverēs. Tās var būt par cēloni ādas iekaisumslimībām. Nosprostojot sviedru dziedzeru izvadkanālus, tās var izraisīt papulozus izsitumus, kuriem inficējoties, var attīstīties piodermija. Putekļiem un ķīmiskām vielām iedarbojoties uz acīm, var rasties konjunktivīts.

Gaisa piesārņotājos var būt arī dažādi **mikroorganismi**, kas var ierosināt elpošanas orgānu infekcijas slimības, piemēram, legionellozi, tuberkulozi u.c. Gaisa piesārņotāju aerosola sastāvā var būt **kancerogēniskas vielas**, piemēram, azbests, arsēns, hroms, kas var izraisīt elpošanas orgānu onkoloģiskās slimības.

Vairums gaisa piesārņotāju, kas var būt sastopami gan ārējā, gan darba vidē, gan mājās un sabiedriskās telpās, ir toksiskas vielas, kuru iedarbība var skart visu organismu, bet galvenokārt elpošanas orgānus.

Šo vielu gāzes un tvaiki dažādā veidā izraisa elpošanas orgānu bojājumus.

1. Tieši kairina vai ievaino elpošanas orgānus. Tās ir **ķīmiskās vielas ar kairinošu vai smacējošu iedarbību.** Tipiskākie piemēri – amonjaks, hlors un tā savienojumi, formaldehīds, ozons, sēra dioksīds, slāpekļa oksīdi. Šo vielu iedarbība galvenokārt ir kairinoša, bet, tā kā tās izraisa plaušu gāzu apmaiņas traucējumus, uzskata, ka šīm vielām piemīt arī smacējoša iedarbība.

2. Izspiež skābekli no ieelpojamā gaisa un izraisa asfiksiju. Šāda iedarbība piemīt ogļskābajai gāzei, metānam un slāpeklim. Tās ir tā sauktās **smacējošās gāzes** jeb **asfiksanti.**

3. Uzsūcas organismā un traucē skābekļa transportēšanu un izmantošanu. Tās ir tā sauktās **ķīmiski smacējošās vielas jeb ķīmiskie asfiksanti.** Tipiskākie piemēri – oglekļa dioksīds, cianīds, sērūdeņradis.

4. Iedarbojas toksiski uz dažādiem orgāniem vai orgānu sistēmām, arī uz plaušām. Tās ir tā sauktās **somatiski toksiskās vielas**, piemēram, arsēnūdeņradis, fosfīns (PH_3), metālu un polimēru tvaiki; pēdējie izraisa t.s. **inhalācijas drudžus.**

Metālu tvaika drudzis. Visbiežākais tā iemesls ir cinka oksīda tvaiku ieelpošana. Metālu drudzi var izraisīt arī vara un dzelzs oksīdu tvaiki, alumīnija, arsēna, kadmija, dzīvsudraba, kobalta, hroma, mangāna un selēna tvaiki.

Polimēru tvaika drudzis. Tas ir līdzīgs metālu tvaika drudzim, bet rodas fluoropolimēru pirolīzes produktu ieelpošanas rezultātā.

5. Izraisa **alerģiskas reakcijas,** kas var tieši bojāt elpošanas orgānus vai traucēt gāzu apmaiņu [18].

Ātri šķīstošās kairinošās vielas bojā galvenokārt augšējo elpceļu, trahejas un bronhu gļotādu, kā arī konjunktīvu. Tikai ilgstošas iedarbības vai augstas vielu koncentrācijas gadījumos rodas sīko bronhu, bronhiolu un alveolu bojājums vai plaušu tūska. Ātri šķīstošo vielu grupā ietilpst acetaldehīds, akroleīns, amonjaks, etiķskābe, formaldehīds, hlors, hromskābe, sālsskābe, sēra dioksīds, sēra trioksīds, sērūdeņradis.

Lēni šķīstošās kairinošās vielas nokļūst dziļāk elpceļos un izraisa bojājumus galvenokārt sīkajos bronhos jeb bronhiolos un alveolās. Augšējo elpceļu un bronhu gļotāda cieš samērā maz. Šajā vielu grupā ietilpst hlorpikrīns, fosgēns, slāpekļa oksīdi un citi savienojumi.

Akūtas saindēšanās gadījumos konstatē šādus augšējo elpceļu, bronhu un plaušu bojājumus:

- akūtu toksisko rinofaringītu, laringītu, traheītu;
- akūtu toksisko bronhītu, bronhiolītu;
- toksisko pneimoniju;
- toksisko plaušu tūsku;
- bronhiālo astmu.

Kairinošo vielu iedarbības mehānismi ir dažādi. Vislabāk izpētītas ir tās kairinošās vielas, kas izraisa oksidatīvu bojājumu. Vairākums ieelpoto kairinošo vielu iedarbojas tieši tādā veidā. Tipiski oksidanti ir metālu oksīdi, kas tvaiku veidā izdalās no sakarsētiem metāliem, kā arī ozons, slāpekļa dioksīds, hlors, sēra dioksīds. Oksidanti primāri bojā elpceļu epitēlija šūnas. Samazinās skropstiņepitēlija šūnu un I tipa alveolocītu skaits, veidojas brīvie radikāļi, kuri izraisa lipīdu peroksidāciju, rodas subepiteliāli un submukozi bojājumi, kas, stimulējot gludos muskuļus un parasimpātisko sensorisko aferento nervu galus, izraisa bronhu spazmas. Seko iekaisuma reakcija, un neitrofilie un eozinofilie leikocīti izdala mediatorus, kas veicina tālāku oksidatīvo bojājumu [2, 18, 50, 70].

Oksidanti bojā robežzonu starp gaisu pārvadošajiem elpceļiem un respiratorajiem bronhioliem – tā ir oksidantiem specifiska mērķstruktūra. Histoloģiskajā līmenī cieš terminālo bronhiolu kausveida šūnas un skropstiņepitēlijs, kā arī I tipa alveolocīti, turpretī II tipa alveolocīti (un surfaktanta sintēze) paliek neskarti.

Ūdenī labi šķīstošas vielas, piemēram, sēra dioksīds un hlors, var elpceļos veidot skābes, kas savukārt izraisa oksidatīvu epitēlija bojājumu.

Amonjaks, kalcija oksīds, hidroksīdi, kas arī labi šķīst ūdenī, elpceļos veido sārmus. Viens no formaldehīda toksiskās darbības mehānismiem ir tā iedarbība uz audu aminoskābēm, tādējādi izraisot epitēlijšūnu bojājumu.

Amonjakam un formaldehīdam raksturīga arī tieša iedarbība uz nervgaļiem.

Platīns, skābju anhidrīdi un citas mazmolekulāras kairinošas vielas iedarbojas kā haptēni un izraisa organisma sensibilizāciju [2, 18].

Tātad kairinošās vielas dažādā veidā rada anatomiskas pārmaiņas elpceļu gļotādā. Tiek kairināti interoreceptori. Reflektoriska atbildes reakcija uz kairinājumu ir balsenes, trahejas un bronhu muskulatūras saraušanās, kā arī reflektoriskas pārmaiņas sirds, elpošanas un vazomotoriskā centra darbībā. Minētās vielas izraisa arī konjunktīvas kairinājumu un acu asarošanu.

Kairinošo vielu iedarbība sākumā rada aseptiski toksisku iekaisumu. Šim abakteriālajam iekaisumam var būt labvēlīga norise – visas patoloģiskās pārmaiņas izzūd un cilvēks pilnīgi izveseļojas. Parasti tomēr pievienojas infekcija, un tās gaita ir nelabvēlīga sakarā ar morfoloģiskām pārmaiņām elpceļu gļotādā, vietējiem limfas un asins cirkulācijas traucējumiem, kā arī ar organisma pretestības spēju pazemināšanos.

Toksiskās plaušu tūskas patoģenēze vēl līdz galam nav izpētīta. Galvenā nozīme ir alveolārā epitēlija un kapilāru endotēlija bojājumiem alveolu kapilāru membrānas paaugstinātas caurlaidības dēļ. Histamīns, aktīvie globulīni un citas vielas, kas veidojas audos kairinošo vielu iedarbības dēļ, arī paaugstina alveolu kapilāru membrānas caurlaidību.

Oglekļa monoksīds (CO) literatūrā bieži pieminēts ne tikai kā elpošanas orgānu, bet arī kā asinsrites sistēmas slimību riska faktors. Hemoglobīna afinitāte pret CO ir 200 reižu lielāka nekā pret skābekli. Tas nozīmē, ka, ieelpojot CO nelielā vai vidējā koncentrācijā, asinīs var veidoties augsts karboksihemoglobīna (COHb) līmenis. Sakarā ar COHb veidošanos cilvēka asinīs samazinās ar hemoglobīnu pārnestā skābekļa daudzums.

Kā rāda pētījumi, strādniekiem, kas jau slimo ar koronāro sirds slimību (KSS), CO pat nelielā koncentrācijā var palielināt akūta miokarda infarkta risku. Tādi faktori kā stress, aukstums, smēķēšana, liela muskuļu slodze, metilēnhlorīds (tā ieelpošana paaugstina COHb līmeni asinīs) šo risku var vēl palielināt. CO akūtās iedarbības hipotēzi apstiprinājuši arī citu autoru novērojumi un eksperimentālie pētījumi [39]. Akūta CO iedarbība var izraisīt dažādus sirds ritma traucējumus, arī sirds priekškambaru fibrilāciju un priekšlaicīgas priekškambaru un kambaru kontrakcijas, ko, iespējams, var izskaidrot ar radušos hipoksiju [6, 39].

Kā liecina līdzšinējie pētījumi, hroniska CO iedarbība neizraisa aterosklerozes attīstību, bet hroniskas CO iedarbības gadījumā sakarā ar audu hipoksiju palielinās eritrocītu masa, paaugstinās asins viskozitāte, kas savukārt var palielināt akūtās koronārās slimības risku [6]. Strādniekiem, kas ilgstoši ieelpojuši oglekļa monoksīdu augstā koncentrācijā (COHb asinīs vairāk par 30%), konstatēta kardiomiopātija.

Individuālo uzņēmību pret vides piesārņotājiem grūti noteikt. Vienādos vides apstākļos dzīvojošiem cilvēkiem var attīstīties dažādas pakāpes elpošanas un asinsrites sistēmas orgānu bojājumi vai arī tie var nesaslimt.

Galvenie faktori, kuri nosaka uzņēmību, ir dzimums, vecums, grūtniecība, jau esošās elpošanas vai asinsrites sistēmas slimības, elpceļu reakcija un asins seruma alfa-1 proteāzes inhibitora (API) deficīts organismā [42]. 5. tabulā atspoguļoti riska faktori, kas paaugstina uzņēmību pret gaisa piesārņotāju iedarbību.

Literatūrā plaši atspoguļota atmosfēras piesārņotāju negatīvā iedarbība uz **augšējiem elpceļiem.** Tā, piemēram, Sibīrijas industriālās pilsētās iedzīvotājiem rajonos ar augstu gaisa piesārņojumu reģistrēta augstāka saslimstība ar atrofisko rinītu, rinosinusītu, hronisko laringītu, faringītu un tonsilītu, salīdzinot ar saslimstību tīrāko rajonu iedzīvotājiem [100, 108]. Lielo pilsētu rajonos ar piesārņotu atmosfēras gaisu cilvēki biežāk sūdzas par niezi, sausumu un aizlikuma sajūtu degunā [93].

Pētījumi liecina, ka tādi gaisa piesārņotāji kā amonjaks, slāpekļa dioksīds, hlorūdeņradis, sērskābe un smagie metāli iedzīvotājiem ne tikai izraisa diskomforta sajūtu un kairinājumu augšējos elpceļos, bet rada arī ožas un garšas analizatoru jutības sliekšņa pazemināšanos [100, 110]. Bez tam ir arī konstatēts, ka gaisa piesārņotāji veicina saslimstību ar otītu, kas piesārņotos rajonos ir astoņkārt augstāka nekā relatīvi tīros rajonos [92, 106]. Pēc vairāku autoru datiem, Sibīrijas pilsētās atmosfēras gaisa piesārņojums ir bijis par iemeslu 40–60% visu reģistrēto elpošanas orgānu slimību [98, 100].

5. tabula. Riska faktori, kas paaugstina uzņēmību pret gaisa piesārņotāju iedarbību

Faktors	Potenciālās iedarbības mehānisms	Sekas
Bērni	Nenobrieduši plaušu aizsargmehānismi	Paaugstināts respiratorisko infekciju risks
Veci cilvēki	Pavājināti plaušu aizsargmehānismi, samazināta plaušu funkcionālā rezerve	Paaugstināts respiratorisko infekciju un klīniski svarīgu plaušu funkcijas traucējumu risks
Bronhiālā astma	Paaugstināts plaušu ceļu jutīgums	Paaugstināts bronhiālās astmas paasinājumu un elpošanas traucējumu simptomu risks
Hroniska obstruktīva plaušu slimība	Pazemināta plaušu funkcija	Paaugstināts klīniski svarīgu plaušu funkcijas traucējumu risks
Koronārā sirds slimība	Pavājināts miokarda nodrošinājums ar skābekli	Paaugstināts miokarda išēmijas risks
Smēķēšana	Pavājināti plaušu aizsargmehānismi un to attīrīšanas spēja, plaušu bojājumi	Paaugstināts plaušu bojājumu risks sakarā ar sinerģismu
Asins seruma alfa-1 proteāzes inhibitora (API) deficīts organismā	Netiek pietiekami nomākta proteolītisko enzīmu tripsīna, himotripsīna, trombīna, elastāzes, kolagenāzes, leikocītu proteāžu izdalīšanās no alveolārajiem makrofāgiem un leikocītiem un plaušas netiek pasargātas no šo enzīmu postošās iedarbības	Paaugstināts plaušu fibrozes un emfizēmas attīstības risks

Pārliecinoši dati par atmosfēras gaisa piesārņotāju ietekmi uz **elpošanas orgānu sistēmu** ir iegūti daudzos šās problēmas pētījumos Anglijā, Lielbritānijā, ASV, Kanādā, Japānā un citās valstīs. Pētījumi, kas galvenokārt veikti 20. gs. 50.–60. gados, ir atspoguļoti 6. tabulā [42, 100]. Citētie pētījumi pārliecinoši pierādīja saslimstības palielināšanos ar hronisku bronhītu un citām elpošanas orgānu slimībām saistībā ar atmosfēras piesārņojuma rādītājiem, kā arī vispārējās mirstības un mirstības no hroniskā bronhīta palielināšanos korelācijā ar atmosfēras piesārņojuma līmeņiem. Laimīgā kārtā tik katastrofālas gaisa piesārņojuma epizodes vēlākos gados ne Rietumeiropā, ne ASV, ne Japānā vairs netika novērotas.

1985. gadā dažās Austrumeiropas valstīs bija novērots augsts gaisa piesārņojums ar cieto vielu daļiņām un sēra dioksīdu, kurš sakarā ar dažādiem neparastiem meteoroloģiskiem apstākļiem nonāca Rietumeiropas valstīs. Rietumvācijā augstā gaisa piesārņojuma laikā tika reģistrēta paaugstināta hospitalizācija sakarā ar elpošanas un asinsrites sistēmas orgānu slimībām [88], bet Nīderlandē 16 dienas pēc paaugstinātā gaisa piesārņojuma epizodes bērniem novēroja pazeminātu plaušu elpošanas funkciju [15]. 20. gs. 90. gados ASV tika veikti divi lieli pētījumi par gaisa piesārņotāju ietekmi uz mirstību. Vienā no pētījumiem konstatēja par 25% lielāku mirstības risku piesārņoto pilsētu iedzīvotājiem salīdzinājumā ar tīro pilsētu iedzīvotājiem [16, 61]. Līdzīga korelācija paaugstinātai iedzīvotāju mirstībai saistībā ar gaisa piesārņojumu ar cietu vielu daļiņām tika konstatēta Amerikas vēža asociācijas pētījumā [61].

6. tabula. Atmosfēras piesārņotāju ietekme uz vairākiem iedzīvotāju veselības stāvokļa rādītājiem

Novērojuma vieta un laiks	Izkliedētās cietu vielu daļiņas ($\mu g/m^3$)	SO_2 ($\mu g/m^3$)	Novērotā iedarbība
Londona, 1955. g. novembris	300	> 600	Simptomu paasināšanās hroniska bronhīta slimniekiem.
Londona, 1956. g. maijs		400	Paaugstināta saslimstība ar bronhītu. Korelācija starp bronhīta izraisītiem darbnespējas rādītājiem un dūmu un SO_2 saturu gaisā.
Londona, 1958.–1959. g.		7500	Korelācija starp vispārējās mirstības rādītājiem un SO_2 koncentrāciju. Korelācija starp vispārējās mirstības un mirstības no hroniska bronhīta rādītājiem.
Londona, 1959.–1960. g.		> 400 mg/m^3	Korelācija starp saslimstību ar elpošanas orgānu slimībām, mirstības rādītājiem un atmosfēras gaisa piesārņotāju koncentrācijas palielināšanos.
Londona, 1962. g.		1145	Mirstības palielināšanās no bronhīta un gados vecāku cilvēku vispārējās mirstības palielināšanās.
Šefīlda, 1963.–1965. g.	100	> 120	Augšējo elpceļu infekciju palielināšanās 5–6 gadus veciem bērniem.
Ņujorka, 1953. g.		2460	Mirstības pieaugums visās iedzīvotāju grupās.
Ņujorka, 1953. g.		2145	Mirstības pieaugums 45–64 g. v. un > 65 g. v. iedzīvotāju grupās.
Osaka, 1962. g.	1000	285	Vispārējās mirstības rādītāju paaugstināšanās. Korelācija starp saslimstības ar bronhītu rādītājiem un SO_2 koncentrācijas palielināšanos atmosfēras gaisā.

Amerikāņu pētnieki gan skolēniem, gan pieaugušajiem konstatējuši arī korelāciju starp paaugstinātu skābju un citu vielu daļiņu koncentrāciju gaisā un saslimstību ar bronhītu un citām plaušu slimībām [18].

Daudzos Krievijas pētnieku darbos pierādīta arī augsta korelācija starp elpošanas orgānu slimībām, t.sk. pneimonijām, un atmosfēras gaisa piesārņojumu, kā arī mirstības rādītāju palielināšanās no plaušu slimībām, ja atmosfēras gaisā palielinās cieto vielu daļiņas, kuru diametrs mazāks par 10 μm [92, 98, 99].

Salīdzinot saslimstību ar elpošanas orgānu slimībām Sibīrijas pilsētās, kur ir augsts gaisa piesārņojums, un relatīvi "tīros" rajonos, tika reģistrēta saslimstības paaugstināšanās: ar traheītu 1,2–6,9 reizes, ar bronhītu – 1,2–2,6 reizes, ar elpošanas orgānu slimībām kopā – 1,8–2,4 reizes [92, 100].

Daudzās attīstītās valstīs asinsrites sistēmas slimības kā nāves cēlonis ir pirmajā vietā. Par galvenajiem šo slimību cēloņiem ir atzīts mazkustīgums, nepietiekams un nepareizs uzturs, smēķēšana. Pēdējās desmitgadēs arvien skaidrāku pierādījumu iegūst vides piesārņotāju iedarbība uz asinsrites slimību attīstību. Amerikas Sirds asociācija ir sākusi lietot terminu **vides kardioloģija** [83, 87].

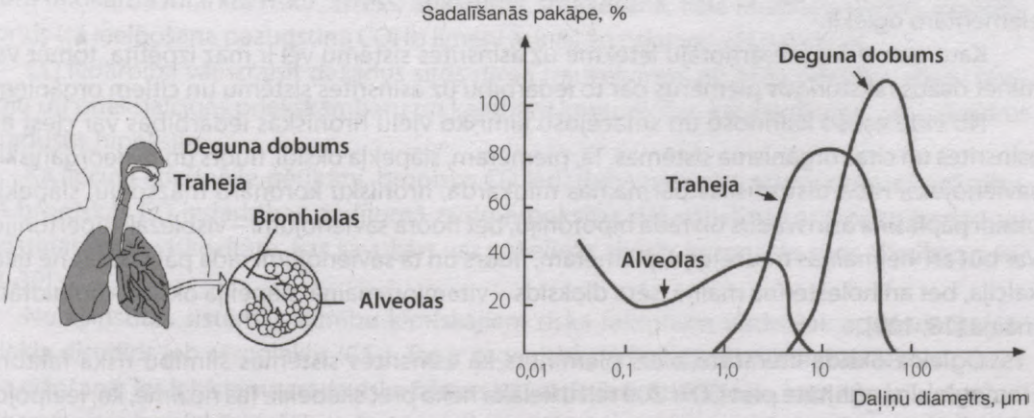
Amerikāņu pētnieku jaunākie darbi liecina par gaisa piesārņotāju nelabvēlīgo iedarbību uz asinsrites sistēmu. Pieaug klīnisko un epidemioloģisko novērojumu skaits par palielināto stenokardijas lēkmju, sirds aritmiju, miokarda infarktu, insultu skaitu korelācijā ar gaisa piesārņotības līmeni [21, 83, 89].

Plaši pētījumi par paaugstinātu iedzīvotāju mirstības risku gaisa piesārņotāju ietekmē veikti arī Centrālajā Eiropā [59].

Kaut gan epidemioloģiskie pētījumi skaidri pierādījuši dažādo gaisa piesārņotāju negatīvo ietekmi uz elpošanas un asinsrites orgānu slimībām, to iedarbības mehānismi vēl nav pilnībā izpētīti.

ASV zinātnieki veikuši pētījumus, lai noteiktu saistību starp gaisa piesārņotāju ķīmisko sastāvu un kopējo mirstību, kas nav saistīta ar nelaimes gadījumiem, kā arī mirstību no asinsrites sistēmas slimībām ASV dienvidu štatu iedzīvotājiem, kas vecāki par 65 gadiem. Tika konstatēta statistiski ticama saistība starp kopējās mirstības rādītājiem un gaisa piesārņojumu ar CO un NO_2 ($p < 0,05$), bet mazāk ticama ir saistība starp kopējo mirstību un gaisa piesārņojumu ar SO_2 un maza izmēra cietu vielu daļiņām ($p < 0,10$). Konstatēta arī statistiski ticama saistība starp mirstību no asinsrites sistēmas slimībām un gaisa piesārņojumu ar CO, NO_2, SO_2, elementāro oglekli un mazu izmēru cietu vielu daļiņām ar aerodinamisko diametru 2,5 un 10 μm ($PM_{2,5}$, PM_{10}), $p < 0,05$ [47, 83].

Pēdējā desmitgadē pasaulē veiktie pētījumi ļauj labāk izprast gaisā esošo cieto vielu daļiņu iedarbības mehānismu uz organismu (6. att.).



6. attēls. Gaisā esošo cieto vielu daļiņu iedarbības mehānisms uz organismu

Kā jau minēts, gaisā esošās cieto vielu sīkās daļiņas caur elpošanas ceļiem nonāk plaušās. Cieto vielu daļiņu iedarbība uz elpceļu epitēliju nosaka ne tikai to iedarbības efektu uz elpošanas, bet arī uz asinsrites sistēmu un visu organismu. Pašas daļiņas vai produkti, kas izdalās reakcijās ar elpošanas ceļiem, var stimulēt elpošanas ceļu sensoros nervus un ganglijus, radot pārmaiņas plaušu funkcijā un autonomajā nervu sistēmā, kura savukārt iespaido sirds funkciju. Ultrasīkās daļiņas to ļoti mazo izmēru dēļ var nonākt plaušu kapilāros un tikt transportētas uz ekstrapulmonāriem audiem – aknām, kaulu smadzenēm, sirdi –, tieši vai netieši ietekmējot šo orgānu funkciju [20, 21, 46]. Īpaši jāatzīmē nanodaļiņas, kuru izmērs ir mazāks par 0,1 μm jeb 100 nm (nanometri). Tās spēj iziet cauri šūnu membrānām. Nanodaļiņu toksiskās īpašības vēl nav labi izpētītas, bet, domājams, ka tās ir atkarīgas no daļiņu izcelsmes, skaita, izmēriem un virsmas īpašībām. Tā kā nanotehnoloģijas (kosmosa tehnoloģija, elektronika, medikamentu ražošana, kosmētikas rūpniecība u.c.) strauji attīstās, nanodaļiņu ietekme uz cilvēku organismu var būt svarīga problēma nākotnē.

Apkārtējā vidē esošo cieto vielu daļiņu ieelpošana var izraisīt elpceļu iekaisumu, kurš savukārt var radīt somatiskas atbildes reakcijas visā organismā, piemēram, paaugstinātu asins viskozitāti un koagulācijas spēju un sakarā ar to paaugstinātu miokarda infarkta risku pacientiem ar smagu koronāro sirds slimību.

Hronisku elpošanas slimību, piemēram, bronhiālās astmas un hroniskās obstruktīvās plaušu slimības, gadījumā galvenā patofizioloģiskā pazīme ir iekaisums. Hronisks iekaisums elpceļos izraisa to pārmaiņas un rada neatgriezeniskas plaušu slimības.

Pētījumi liecina, ka vidē esošās cieto vielu daļiņas var darboties kā imūnsupresīvs faktors, kas sagrauj normālās plaušu imūnsistēmas atbildes un tādējādi veicina iespēju saslimt ar plaušu infekcijas slimībām.

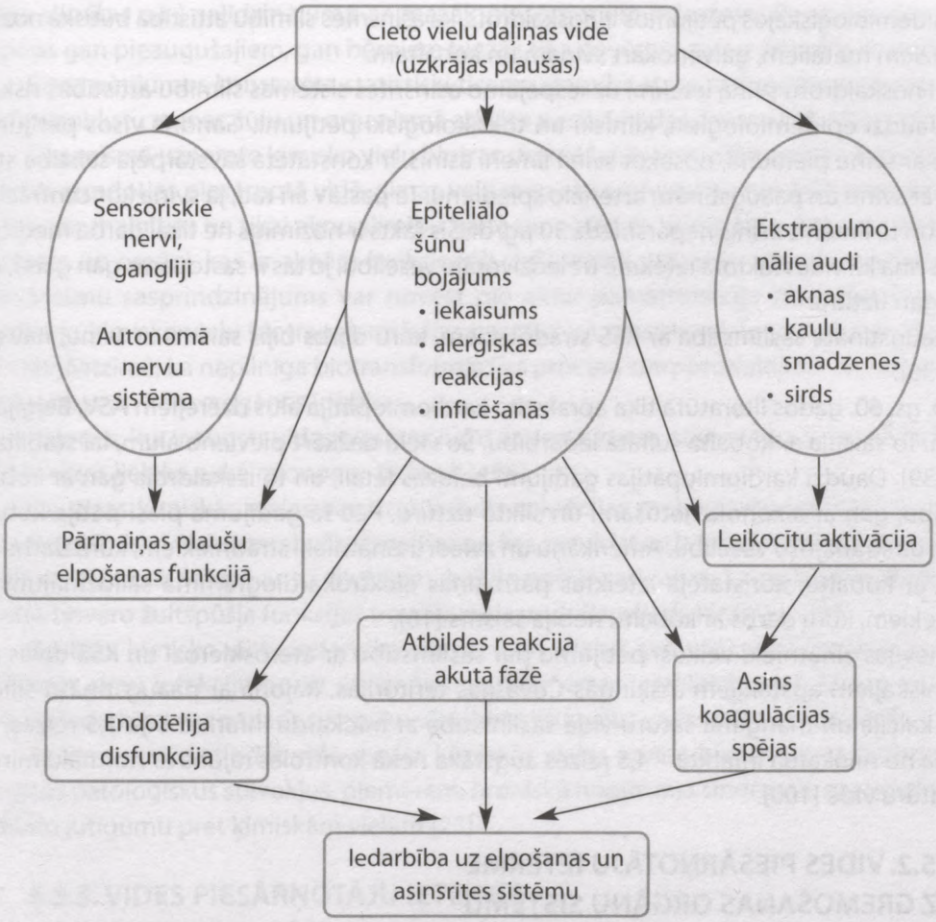
Viens no somatiskā iekaisuma marķieriem ir šķīstošā intracelulārā adhezīvā molekula (*soluble intercellular adhesion molecule-1* (sICAM-1) – starpmembrānu proteīns. Daži pētījumi liecina, ka ultrasīku putekļu daļiņu iedarbība var izraisīt endoteliālo šūnu un leikocītu aktivāciju ar sICAM-1 izdalīšanos no šūnu virsmas. Epidemioloģiskos pētījumos ir konstatēts, ka sICAM-1 līmeņa palielināšanās asins plazmā ir iespējamās koronārās slimības pazīme [67].

Kā jau norādīts, amerikāņu zinātnieku pētījumos tika konstatēta statistiski ticama sakarība starp mirstību no asinsrites sistēmas slimībām un gaisa piesārņojumu ne tikai ar cieto vielu daļiņām, bet arī ar oglekļa monoksīdu (CO), slāpekļa dioksīdu (NO_2), sēra dioksīdu (SO_2) un elementāro oglekli.

Kaut gan vides piesārņotāju ietekme uz asinsrites sistēmu vēl ir maz izpētīta, tomēr var minēt dažus raksturīgus piemērus par to iedarbību uz asinsrites sistēmu un citiem orgāniem.

No vidē esošo kairinošo un smacējošo ķīmisko vielu hroniskas iedarbības var ciest arī asinsrites un citas organisma sistēmas. Tā, piemēram, slāpekļa oksīdi, fluors un tā neorganiskie savienojumi rada distrofiskas pārmaiņas miokardā, hronisku koronāro mazspēju, slāpekļa oksīdi paplašina asinsvadus un rada hipotoniju, bet fluora savienojumi – visbiežāk hipertoniju. Var būt arī vielmaiņas traucējumi, piemēram, fluors un tā savienojumi rada pārmaiņas ne tikai kalcija, bet arī holesterīna maiņā, sēra dioksīds – vitamīnu maiņā, slāpekļa oksīdi – ogļhidrātu maiņā [18, 100].

Oglekļa oksīds literatūrā bieži pieminēts kā asinsrites sistēmas slimību riska faktors. Hemoglobīna afinitāte pret CO ir 200 reižu lielāka nekā pret skābekli. Tas nozīmē, ka, ieelpojot CO nelielā vai vidējā koncentrācijā, asinīs var veidoties augsts karboksihemoglobīna (COHb) līmenis. Sakarā ar tā veidošanos cilvēka asinīs samazinās ar hemoglobīnu pārnestā skābekļa daudzums.



7. attēls. Hipotētisks cieto vielu iedarbības mehānisms uz organismu

Kā rāda pētījumi, cilvēkiem, kas jau slimo ar KSS, CO pat nelielā koncentrācijā var palielināt akūta miokarda infarkta risku. Stress, aukstums, smēķēšana, liela muskuļu slodze, metilēnhlorīds (tā ieelpošana paaugstina COHb līmeni asinīs) šo risku var vēl palielināt.

CO iedarbība var izraisīt dažādus sirds ritma traucējumus, arī sirds priekškambaru fibrilāciju un priekšlaicīgas priekškambaru un kambaru kontrakcijas, ko, iespējams, var izskaidrot ar radušos hipoksiju.

Kā liecina līdzšinējie pētījumi, hroniska CO iedarbība neizraisa aterosklerozes attīstību, bet hroniskas CO iedarbības gadījumā audu hipoksijas dēļ palielinās eritrocītu masa, paaugstinās asins viskozitāte, kas savukārt var palielināt akūtās koronārās sirds slimības risku [18, 39].

No asinsrites sistēmas slimību ķīmiskajiem riska faktoriem visdrošāk apstiprinātais ir oglekļa disulfīds jeb sērogleklis (CS_2). Tas ir organisks šķīdinātājs, ko visbiežāk lieto viskozes zīda ražošanā. Tas ir bīstams aroda riska faktors KSS attīstībai. Strādājošie, kam ilgu laiku ir bijusi saskarsme ar sēroglekli, biežāk saslimst ne tikai ar KSS, bet arī ar arteriālo hipertensiju, viņiem ir paaugstināts holesterīna un lipoproteīna līmenis asins serumā. CS_2 iedarbības mehānisms uz asinsrites sistēmu vēl nav pilnībā noskaidrots [6, 30].

Epidemioloģiskajos pētījumos ir noskaidrots, ka asinsrites slimību attīstībā būtiska nozīme ir arī dažiem metāliem, galvenokārt svinam un kobaltam.

Lai noskaidrotu svina ietekmi uz iespējamo asinsrites sistēmas slimību attīstības risku, ir veikti daudzi epidemioloģiski, klīniski un toksikoloģiski pētījumi. Gandrīz visos pētījumos saskare ar svinu pierādīta, nosakot svina līmeni asinīs. Ir konstatēta savstarpēja saistība starp saskari ar svinu un paaugstinātu arteriālo spiedienu. Tā pastāv arī tad, ja svina koncentrācija ir neliela un tā līmenis asinīs nepārsniedz 30 μg/dl. Šis fakts ir nozīmīgs ne tikai darba medicīnā, bet arī svina kā vides faktora ietekmē uz iedzīvotāju veselību, jo tas ir sastopams gan gaisā, gan ūdenī, gan uzturā.

Paaugstināta saslimstība ar KSS strādniekiem, kuru darbs bijis saistīts ar svinu, nav pierādīta [39].

20. gs. 60. gados literatūrā tika aprakstīta kardiomiopātija alus dzērējiem ASV, Beļģijā un Kanādā. To saistīja ar kobalta sulfāta iedarbību. Šo vielu dažkārt pievieno alum, lai stabilizētu putas [39]. Daudzi kardiomiopātijas gadījumi beidzās letāli, un to izskaidroja gan ar kobalta iedarbību, gan ar alkohola lietošanu un slikto uzturu. Pēc šā gadījuma plaši pētīja kobalta ietekmi uz strādājošo veselību. Amerikāņu un zviedru zinātnieki strādniekiem, kuru darbs bija saistīts ar kobaltu, konstatēja izteiktas pārmaiņas elektrokardiogrammā salīdzinājumā ar strādniekiem, kuru darbs ar kobaltu nebija saistīts [18].

Krievijas zinātnieki veikuši pētījumu par saslimstību ar aterosklerozi un KSS divās pēc ģeoķīmiskajiem apstākļiem atšķirīgās Čuvašijas teritorijās. Rajonā ar paaugstinātu silīcija, fluora, kalcija un mangāna saturu vidē saslimstība ar miokarda infarktu bija 2,5 reizes, bet mirstība no miokarda infarkta – 4,5 reizes augstāka nekā kontroles rajonā ar normālu minēto vielu saturu vidē [100].

5.5.2. VIDES PIESĀRŅOTĀJU IETEKME UZ GREMOŠANAS ORGĀNU SISTĒMU

Vides piesārņotājus cilvēki ne tikai ieelpo, bet tie kopā ar gaisu var tikt norīti. Ķīmiskās vielas mutes dobumā un tālāk kuņģa un zarnu traktā var nonākt arī ar netīrām rokām, nejauši apēdot u.tml.

Gremošanas orgānu sistēma darbojas kā fizioloģiska barjera, kas aiztur un padara nekaitīgas dažādas no vides uzņemtās vielas. Īpaši liela nozīme organisma aizsargfunkcijā ir aknām. Lielākā daļa indīgo vielu, kas uzsūcas caur kuņģa un zarnu gļotādu, pa vārtu vēnas sistēmu nonāk aknās, kur tās tiek aizturētas, daļēji izvadītas ar žulti, daļēji neitralizētas (sk. iepriekš.). Sakarā ar šās sistēmas organisma aizsargbarjeras lomu bieži tiek novērota vides piesārņotāju iedarbība. Piesārņoto rajonu iedzīvotājiem salīdzinājumā ar tīro rajonu iedzīvotājiem biežāk tiek novērotas pārmaiņas mutes dobuma mikroflorā, stomatīts, parodontoze un plankumi zobu emaljā [100].

Analizējot piena zobu emaljas stāvokli agrīna vecuma bērniem pilsētas rajonā ar augstu gaisa ķīmisko piesārņojumu salīdzinājumā ar relatīvi tīru pilsētas rajonu bērniem, piesārņotā rajona bērniem četras reizes biežāk tika konstatēti zobu emaljas attīstības traucējumi, kuri izpaudās kā nepietiekama attīstība (hipoplāzija), zobu krāsas pārmaiņas, emaljas plankumi vai virspusēji bojājumi [117].

Pēc Sibīrijas pētnieku datiem, industriāli piesārņotajos Sibīrijas rajonos novēroja augstāku saslimstību ar hroniskām kuņģa un zarnu trakta slimībām (gastroduodenītu, erozīvo gastrītu,

čūlas slimību u.c.) salīdzinājumā ar mazāk piesārņotiem rajoniem. Piesārņotajos Sibīrijas rajonos gan pieaugušajiem, gan bērniem biežāk tika novērota zarnu disbakterioze [100].

Citos pētījumos konstatēta statistiski ticama starpība starp saslimstību ar kuņģa un divpadsmitpirkstu zarnas čūlu un organismā atklāto pesticīdu daudzumu [99, 100, 118].

Organismā uzņemto ķīmisko vielu biotransformēšanās visbiežāk notiek aknās. Cilvēkiem ilgstoši atrodoties piesārņotā vidē, aknas veic savu aizsargfunkciju, bet šajā procesā var ciest pašas. Var mainīties ne tikai aknu slimību gaita un notikt to hronizācija, bet var ciest arī citas sistēmas un orgāni, kas ar aknām funkcionāli cieši saistīti. Hronisks aknu biotransformācijas mehānismu sasprindzinājums var novest pie aknu pamatfunkciju traucējumiem, arī pie nepilnīga ķīmisko vielu biotransformācijas procesa un toksisko vielu uzkrāšanās organismā. Turklāt jāatzīmē, ka nepilnīga biotransformācijas procesa starpproduktiem var būt alergēnas, mutagēnas un kancerogēnas īpašības.

Rajonos, kur ir augsts vides piesārņojums ar pesticīdiem, saslimstība ar hronisko hepatītu ir 3–5 reizes lielāka nekā rajonos ar tīru vidi [105].

Daudzas ķīmiskās vielas var izraisīt žults sekrēcijas mehānismu traucējumu, tādējādi traucējot ķīmisko vielu metabolītu izdalīšanos, kas savukārt rada labvēlīgus apstākļus žultsceļu slimību attīstībai. Sakarā ar to cilvēkiem, kas ilgstoši ir saskarē ar kaitīgām ķīmiskām vielām, biežāk novēro žultspūšļa funkcijas traucējumus un žultsceļu diskinēziju [100].

Ilgstoša ķīmisko vielu iedarbība var ne tikai izraisīt aknu toksiskos bojājumus, bet arī ietekmēt aknu infekciju norisi un iznākumu. Piemēram, vienlaicīga infekciozā un toksiskā faktora iedarbība var padarīt smagāku vīrushepatītu gaitu un izraisīt to hronizāciju.

Ar aknu spēju atindēt vidē esošās ķīmiskās vielas arvien biežāk saista dažādus ar vidi saistītus patoloģiskus stāvokļus, piemēram, hroniskā noguruma sindromu, paaugstināto individuālo jutīgumu pret ķīmiskām vielām [25].

5.5.3. VIDES PIESĀRŅOTĀJU IETEKME UZ URĪNIZVADSISTĒMU

Urīnizvadsistēmai ir nozīmīga loma organisma iekšējās vides tīrības aizsargāšanā un saglabāšanā. Ar urīnu organisms izdala kaitīgos produktus. Vides piesārņojums ar toksiskām vielām rada pastiprinātu slodzi nieru un urīnceļu izvadfunkcijai.

Epidemioloģiskie pētījumi liecina, ka nieru funkciju traucējumi un slimības biežāk tiek novērotas iedzīvotājiem piesārņotos rajonos salīdzinājumā ar "tīro" rajonu iedzīvotājiem [19, 100]. Turklāt biežāk sastopamas dismetaboliskās nefropātijas, urīnizvadsistēmas anomālijas, patoloģiskas pārmaiņas urīna analīzēs, kā arī purīna, skābeņskābes un kalcija maiņas traucējumi [94]. Tas pats attiecas arī uz bērniem. Sibīrijā rūpnieciski piesārņotajos rajonos bērniem dismetabolisko nefropātiju un iedzimto nieru patoloģiju novēroja divas reizes biežāk salīdzinājumā ar "tīriem" rajoniem [100].

Nefrotoksiska iedarbība gan darba, gan apkārtējā vidē visbiežāk tiek novērota metāliem un polihlorētiem ogļūdeņražiem. No metāliem galvenās nieru indes ir kadmijs, dzīvsudrabs un svins. Mazāk izteikta nefrotoksiska iedarbība piemīt arī zeltam, bismutam, hromam, urānam, kā arī dažiem organiskiem šķīdinātājiem un pesticīdiem [19, 100].

Minētās ķīmiskās vielas var izraisīt dažāda tipa nieru bojājumus, kas ir aprakstīti gan strādājošajiem no saskares ar ķīmiskām vielām darba vidē, gan iedzīvotājiem rūpnieciski piesārņotos rajonos.

Specifiska nieru inde ir **kadmijs**. Kadmijs un tā savienojumi ir toksiski. Kadmiju saturošais minerāls – kadmija sulfāts – dabā sastopams reti, tādēļ kadmiju galvenokārt iegūst kā blakusproduktu no cinka, vara un svina rūdām. Kadmijs arī izdalās vidē, sadegot cietajam un šķidrajam kurināmajam, un tas ir galvenais vides piesārņojuma avots. Augsnē kadmijs nokļūst no gaisa, ūdens un ar kadmiju saturošu mēslojumu.

Cilvēka organismā kadmijs nonāk, to ieelpojot, uzņemot ar uzturu, ūdeni un tabakas dūmiem. Kadmiju satur galvenokārt gaļa, zivis, vēžveidīgie, augļi un tabaka. Kadmijs nav cilvēkam nepieciešams elements, un organismā tas ir sastopams tikai sakarā ar vides piesārņojumu. Izpētīts, ka Eiropā un Ziemeļamerikā cilvēks vidēji dienā ar gaisu, uzturu un ūdeni uzņem aptuveni 10–40 µg kadmija, bet Japānā – 60–110 µg. Vienā cigaretē ir aptuveni 1–2 µg kadmija, un 10% tā uzsūcas organismā caur plaušām. Smēķētājiem kadmija daudzums organismā ir divas reizes lielāks nekā nesmēķētājiem [44].

Kadmiju un tā oksīdu plaši izmanto speciālu sakausējumu izgatavošanā, tērauda un dzelzs elektropārklāšanā, jo kadmijs ir izturīgs pret koroziju, kā arī elektrolampu, sārmu bateriju, fotoelementu ražošanā. Kadmija sulfīdus un selenīdus lieto kā pigmentus dzeltenas krāsas, krāsainu stiklu, keramikas, plastmasu, gumijas, emaljas, tekstīliju izgatavošanā. Kadmija sakausējumus lieto gultņos, lodalvā, juvelierizstrādājumos.

Asinīs vairāk nekā 90% kadmija saistās ar šūnām. Bez tam kadmijs organismā uzkrājas aknās un nierēs, kur to konstatē gan tiem, kas strādājuši ar šo metālu, gan arī cilvēkiem, kam saskares ar kadmiju nav bijis. Kadmija daudzums aknās un nierēs palielinās, cilvēkam kļūstot vecākam, un vislielākais tas ir 50–60 gadu vecumā [23]. Eiropas un ASV iedzīvotājiem nieru garozā noteiktais kadmija daudzums vidēji ir 15–50 ppm (daļas uz miljonu), bet ar kadmiju strādājošiem tā koncentrācija ir stipri lielāka, aptuveni 300 ppm. Attīstoties nieru bojājumiem, kadmija daudzums nierēs samazinās. Audos kadmijs savienojas galvenokārt ar metalotionīnu – mazmolekulāru olbaltumu, kam attiecībā pret kadmiju ir aizsargfaktora loma. Kadmijs bojā nieru kanāliņu proksimālās daļas, tāpēc konstatē proteinūriju un specifisko plazmas mazmolekulāro olbaltumu (arī beta-2-mikroglobulīna) izdalīšanos, ko bojātie kanāliņi neadsorbē. Olbaltumu izdalīšanās var būt ilgstoša, pat vēl pēc tam, kad saskare ar kadmiju beigusies. Morfoloģiskās pārmaiņas nieru kanāliņos ir nespecifiskas. Sākumstadijās novēro kanāliņu šūnu deģenerāciju, kas pāriet intersticiālā iekaisuma reakcijā un fibrozē.

Urīnā var parādīties arī lielmolekulārie proteīni – albumīns un transferīns. Tas liecina par to, ka bojājumi ir ne tikai proksimālajos kanāliņos. Tātad par nieru bojājumu kadmija intoksikācijas gadījumā var liecināt gan mazmolekulāro, gan arī lielmolekulāro proteīnu pastiprināta izdalīšanās. Bez proteinūrijas var novērot arī pastiprinātu glikozes, aminoskābju, enzīmu, kalcija, fosfātu un nieru kanāliņu antigēnu izdalīšanos [23, 44]. Pastiprinātas kalcija izdalīšanās dēļ var rasties nierakmeņi. Parasti kadmija izraisītā nieru disfunkcija progresē lēni, bet kadmija proteinūrija ir neatgriezeniska un var ietekmēt nieru glomerulu filtrācijas ātruma pavājināšanos vecumā (pat tad, ja darbs ar kadmiju pārtraukts) un veicināt intersticiālā nefrīta attīstību [23].

Uzskata, ka kadmija koncentrācija urīnā aptuveni 10 µg/g kreatinīna ir robežkoncentrācija, kad jau rodas risks, ka kadmijs var izraisīt patoloģiskas pārmaiņas nierēs [44].

Kadmijs izraisa fosfora un kalcija maiņas traucējumus. Sakarā ar kadmija nefropātiju pastiprināti izdalās kalcijs, kā arī vērojami traucējumi D vitamīna maiņā. Šie traucējumi izraisa pārmaiņas kaulos, kuras klīniski izpaužas ar sāpēm mugurā vai kājās, apgrūtinātu iešanu, sāpju sajūtu, ja uzspiež uz kauliem. Izmeklējot konstatē osteomalāciju, osteoporozi, osteoartrozes; rentgenoloģiski dažos kaulos var konstatēt pseidolūzumus.

Hronisku saindēšanos ar kadmiju parasti novēro strādājošiem cilvēkiem pēc ilgstoša kontakta ar kadmiju. Vienlaikus ar aprakstītajām pārmaiņām nierēs un kaulos var novērot pārmaiņas degunā un mutes dobumā, kā arī plaušās. Raksturīga ožas pavājināšanās vai izzušana, iesnas ar gļotainiem vai asiņainiem izdalījumiem, uz smaganām parādās dzeltena josla, kas rodas, kadmijam reaģējot ar mutes dobumā esošo sērūdeņradi un veidojot sērpaskābo kadmiju.

Ilgstošas kadmija putekļu vai tvaiku iedarbības dēļ var attīstīties dažādas **plaušu patoloģijas** – hronisks bronhīts, hroniska obstruktīva plaušu slimība, plaušu fibroze, plaušu alveolu bojājums, kas noved pie emfizēmas. Plaušu bojājumu patoģenēzes pamatā ir alveolāro makrofāgu nekroze. Izdalījušies fermenti rada neatgriezeniskas pārmaiņas alveolārajās membrānās un veicina intersticiālās fibrozes attīstību. Kadmijs palielina alfa–1–antitripsīna aktivitāti. Retrospektīvi pētījumi liecina, ka mirstība no hroniskām plaušu slimībām "kadmija strādniekiem" ir augstāka nekā pārējā populācijā. Jāatzīmē, ka parasti proteinūriju konstatē jau pirms būtiskām pārmaiņām plaušās [18].

Kadmijs var iziet cauri placentārajai barjerai un aizkavēt augļa attīstību. Ja ir hroniska saindēšanās ar kadmiju, dažkārt novēro aknu funkcijas traucējumus, vidēji izteiktu anēmiju, palielinātu EGĀ, palielinātu globulīnu daudzumu asins serumā.

Kadmijam piemīt kancerogēniskas īpašības (sk. 5.8. nod. par onkoloģiskām slimībām).

Kadmija izraisītu vides slimību pirmo reizi aprakstīja Japānā un to nosauca par "itai–itai" ("sāpīgi–sāpīgi"!) slimību. Japānas fermeriem, kas bija lietojuši ar kadmiju piesārņotu upes ūdeni rīsu lauku apūdeņošanai, novēroja kaulu lūzumus, osteoporozi un osteomalāciju vienlaikus ar nieru bojājumiem un glaukomu [19].

Kadmijs ir arī tabakas sastāvā, un smēķētājiem aknās un nierēs kadmija ir divreiz vairāk nekā nesmēķētājiem.

Ļoti bīstama inde ir **dzīvsudrabs**. Katru gadu vidē nonāk aptuveni 25–150 tūkstoši tonnu dzīvsudraba, kas izdalās no Zemes garozas, galvenokārt ar vulkānu un karsto avotu izvirdumiem. Apmēram 20 tūkstoši tonnu dzīvsudraba katru gadu izdalās vidē no dažādiem industriāliem procesiem [73].

Metālisko dzīvsudrabu un tā neorganiskos savienojumus lieto precīzas mērīšanas aparatūras un zinātnisko instrumentu, piemēram, barometru, dzīvsudraba loka iztaisnotāju (tie producē ultravioleto starojumu), automātisko termostatu, izgatavošanā. Elektrības industrijā dzīvsudrabu izmanto luminiscences lampās, spēcīgās ielas lampās, kā arī elektrības mērītājos. Dzīvsudrabu plaši izmanto arī ķīmiskajā rūpniecībā, piemēram, par katalizatoru dažādu dzīvsudraba savienojumu ražošanā. Saskare ar dzīvsudrabu un tā savienojumiem iespējama dzīvsudraba rūdu raktuvēs, spoguļu rūpnīcās, dzīvsudraba sakausējumu (amalgamu) ar varu, alvu, zeltu, sudrabu ražošanā. Stomatoloģijā dzīvsudraba amalgamu lieto metāliskajās zobu plombās. Neorganiskos dzīvsudraba savienojumus izmanto arī kažokādu apstrādē, pigmentu, krāsu, kokmateriālu konservantu, herbicīdu, fungicīdu, insekticīdu un citu pesticīdu ražošanā, kā arī dzīvsudraba bateriju ražošanā [18, 73].

Organiskos dzīvsudraba savienojumus lieto kā fungicīdus sēklu kodināšanā, kā fungicīdus un algicīdus krāsās un plastmasās, kā arī pelējuma profilaksei kūdrā un papīrrūpniecībā. Dažus organiskos dzīvsudraba savienojumus izmanto vietējo ārējo antiseptisko produktu ražošanā. No organiskajiem dzīvsudraba savienojumiem plašāk izmanto metildzīvsudrabu un dimetildzīvsudrabu.

Uzturā ir sastopams galvenokārt metildzīvsudrabs. Tā galvenais avots ir zivis. Aprēķināts, ka Zviedrijā ar zivīm cilvēks katru dienu uzņem vidēji 1–20 μg metildzīvsudraba. Lielo

metildzīvsudraba daudzumu zivīs un citos jūras produktos izskaidro ar neorganisko dzīvsudraba savienojumu biotransformāciju metildzīvsudrabā gan ūdenī, gan uz sauszemes. Ja tiek patērēts daudz zivju, kas iegūtas ar dzīvsudraba merkurātu piesārņotos ūdens baseinos, var rasties saindēšanās. Piemēram, šāda saindēšanās notika Minamatā un Niigatā Japānā no 1953. līdz 1966. gadam. Lietojot uzturā lielā daudzumā zivis, kas satur 20 μg metildzīvsudraba uz 1 kg masas, cilvēks dienā var uzņemt ap 5 μg dzīvsudraba [22].

Dzīvsudrabs un tā savienojumi ir protoplazmatiskas indes un tādēļ bīstami visām dzīvām būtnēm. Dzīvsudraba savienojumu toksicitāte ir atkarīga no dzīvsudraba savienojumu veida, nokļūšanas organismā, koncentrācijas, ekspozīcijas ilguma.

Dzīvsudrabs un tā savienojumi galvenokārt ir nervu sistēmas indes, bet tie var radīt arī nieru bojājumus. To patoģenēzē nozīme ir gan tiešai toksiskai iedarbībai uz nieru kanāliņu šūnām, gan imunoloģiskiem traucējumiem. Hroniska metāliskā dzīvsudraba tvaiku vai tā sāļu iedarbība pat nelielās devās var izraisīt imunoloģiskas ģenēzes nieru slimību, kas klīniski izpaužas kā dzīvsudraba nefropātija. Ir pierādīts, ka metāliskā dzīvsudraba un tā sāļu ietekmē rodas antivielas pret nieru kanāliņu bazālo membrānu. Šīs autoimūnās reakcijas rezultātā radušies cirkulējošie imūnkompleksi sākumā izraisa glomerulonefrītu, bet vēlākās saindēšanās stadijās – intersticiālo nefrītu [23].

Svins ir pasaulē visplašāk lietotais krāsainais metāls. Rūpniecībā visbiežāk tiek izmantoti **svina neorganiskie savienojumi**. Tos lieto, piemēram, svina akumulatoru izgatavošanai, automobiļu rūpniecībā, kabeļu un cauruļu ražošanai, galvanizācijā, krāsu un pigmenta ražošanā, stikla ražošanā, keramikas rūpniecībā kā glazūras u.c.

Svina organiskos savienojumus izmanto benzīna rūpniecībā kā antidetonatorus.

Atmosfēras gaisā, augsnē un ūdenī svins nonāk galvenokārt ar automobiļu izplūdes gāzēm, tādēļ daudzās valstīs organiskos svina savienojumus vairs nelieto kā antidetonatorus. Svins piesārņo vidi svina rūdu raktuvju, svina kausēšanas un bagātināšanas uzņēmumu apkārtnē. Svins nonāk vidē, sadegot akmeņoglēm, naftai, malkai, kā arī no tādām rūpniecības nozarēm kā tērauda un cementa ražošana u.c. Svins sastopams arī jūras ūdenī.

Sadzīvē svins visbiežāk ir sastopams māla trauku glazūrā un dažādos kristāla izstrādājumos. Ja glazētus māla traukus lieto nepareizi, var notikt saindēšanās ar svinu. Ja, apdedzinot māla traukus, temperatūra bijusi zemāka par 1150 °C, tad glazūra nav pilnīgi sakususi. Tādā gadījumā skābi produkti un dzērieni, piemēram, tomāti un to sula, augļu sulas, marinādes, vīns, etiķis, var izšķīdināt glazūrā esošo svinu. Ir aprakstīti saindēšanās gadījumi, ja lietoti dzērieni, kas tikuši glabāti svinu saturošās kristāla karafēs, vai arī nelegāli gatavoti alkoholiskie dzērieni (amerikāņu t.s. "*moonshine whiskey*" – viskijs, kas gatavots nelegāli). Saknēs un dārzeņos svins var nonākt no piesārņotas augsnes. Augsnē svins savukārt nokļūst no gaisa, no svinu saturošiem pesticīdiem, no svinu saturošām krāsām, kas lietotas ēku krāsošanai [18, 71].

Pārtikas produktos svins var nonākt arī no konservu kārbām, ja tas izmantots to lodēšanai. Svins sastopams arī dzeramajā ūdenī. 20. gs. sākumā bieži tika lietotas svina ūdens caurules un ar svinu izklātas ūdens cisternas, tādēļ svins lielā daudzumā nonāca dzeramajā ūdenī. Arī mūsu dienās daudzās valstīs dzeramajā ūdenī ir atrodams svins.

Ir aprakstīti gadījumi, kad no dzīvojamo telpu krāsojuma ar svinu saindējušies bērni un remontstrādnieki, kas tīrījuši no sienām veco, svinu saturošo krāsu [71].

Svins pieskaitāms pie politropajām indēm, tādēļ novērojami dažādi saindēšanās patoģenēzes mehānismi un saindēšanās rezultātā cieš dažādi orgāni un sistēmas. Galvenokārt cieš nervu, asinsrades sistēma, kuņģa un zarnu trakts, bet novēro arī svina nefropātiju. Tās patoģenēzes pamatā ir nefronu kanāliņu deģenerācija un pārmaiņas mazajās artērijās un arteriolās.

Dažkārt konstatē funkcionālus nieru kanāliņu bojājumus, un tādā gadījumā ir samazināta aminoskābju, glikozes, fosfātu un citronskābes reabsorbcija. Smagos saindēšanās gadījumos, kad nieru kanāliņu funkcija ir pazemināta un urātu ekskrēcija samazināta, var attīstīties svina podagra. Tad locītavās, tāpat kā parastās podagras gadījumā, izgulsnējas urīnskābes kristāli [71].

Kā liecina pētījumi Polijā, bērni pret vidē esošā svina iedarbību ir jutīgāki par pieaugušajiem. Ar svinu piesārņotos Polijas rūpnieciskos rajonos tika novērota svina neirotoksiskā un nefrotoksiskā iedarbība. Bērniem ar paaugstinātu svina līmeni asinīs novēroja pazeminātus nieru glomerulu filtrācijas rādītājus un intersticiālus nieru bojājumus [19].

Nieru patoloģija aprakstīta smagos saindēšanās gadījumos ar organiskajiem šķīdinātājiem darbā. Sākumā klīniski tā var izpausties ar proteinūriju un enzīmūriju (paaugstināta muramidāzes, beta glikuronidāzes, beta glikozaminidāzes ekskrēcija). Var izveidoties primārs glomerulonefrīts [19].

5.5.4. VIDES PIESĀRŅOTĀJU IETEKME UZ IMŪNSISTĒMU

Imūnsistēma – limfoīdo audu un orgānu sistēma, kas aizsargā organismu pret ģenētiski svešām šūnām un vielām. Tai piemīt liela loma organisma aizsardzībā pret svešu vielu iedarbību, kuras nonāk organismā no ārējās vides. Imūnsistēma palīdz saglabāt organisma homeostāzi. Aizsargreakcijas pret organismam svešo ķīmisko savienojumu iedarbību var norisināties divos veidos: pastiprināta mikrosomālo monooksigenāžu sintēze aknās un specifisko antivielu sintēze, kuras saista ksenobiotikas. Aknas un imūnsistēma vienoti piedalās organismam svešo ķīmisko vielu atindēšanā [100]. Ķīmisko vielu ietekmi uz imunitāti nevar novērtēt atrauti no dezintoksikācijas procesiem aknās, jo pārvērtību rezultātā aknās ķīmiskās vielas var iegūt haptēnu jeb nepilnīgo antigēnu īpašības. Pēdējie pēc saistīšanās ar proteīniem var iegūt pilnīgo antigēnu īpašības un izraisīt alerģiju [106].

Sakarā ar iepriekš minēto lielā mērā var izskaidrot imūnsistēmas reakciju uz vides piesārņotāju iedarbību. Pārmaiņas imūnsistēmā izmanto kā vienu no vides piesārņotāju iedarbības rādītājiem uz organismu. Pēc dažādu pētījumu datiem, ķīmiskās vielas vidē koncentrācijās, kas pārsniedz maksimāli pieļaujamās 1,2–1,5 reizes, jau izraisa pārmaiņas imūnsistēmā [105].

Daudzu pētījumu dati pārliecinoši pierāda vides piesārņotāju izraisītās pārmaiņas imūnsistēmā, pie tam biežāk novēro imūnsistēmas nepietiekamību (supresiju). Pēdējā savukārt izraisa organisma aizsardzības spēju pavājināšanos un paaugstinātu saslimstību ar augšējo elpošanas ceļu un plaušu slimībām, infekcijas slimībām un dažām vēža formām [46, 100]. Sakarā ar imūnsistēmas nepietiekamību minētās slimības var norisināties smagākās formās [26].

Lielās industriālās pilsētās iedzīvotājiem biežāk novēro imūnsistēmas nepietiekamību salīdzinājumā ar iedzīvotājiem salīdzinoši tīrākos rajonos [100].

Palielinoties vides piesārņojumam, organismā nonāk dažādas imūnsistēmu ierosinošas vielas – antigēni vai mikroorganismi, kas pārslogo imūnsistēmu un kļūst par cēloni dažādām nevēlamām novirzēm.

Ar traucējumiem imūnsistēmā var izskaidrot alerģisko slimību plašo izplatību, kā arī virkni jaunu, pēdējās desmitgadēs aprakstītu sindromu, kurus izskaidro ar vidē esošo stabilo ķīmisko piesārņotāju iedarbību (hroniskā noguruma sindromu, paaugstināto individuālo jutīgumu pret ķīmiskām vielām).

Vides piesārņojuma nelabvēlīgā ietekme uz imūnsistēmu var būt tieša, piemēram, radioaktīvajam starojumam traucējot imūnšūnu dalīšanos vai izraisot tajās nelabvēlīgas pārmaiņas.

Līdzīgi var iedarboties arī dažādas aktīvas ķīmiskas vielas. Apkārtējās vides piesārņojums var skart imūnsistēmas funkcijas arī netieši, ar citu organisma sistēmu starpniecību. Tā, piemēram, stress nelabvēlīgi ietekmē organisma imūnās aizsargsistēmas funkcijas. Tāpat arī imūnsistēmas darbība ir atkarīga no endokrīnās sistēmas [72].

Īpaši toksiski uz imūnsistēmu iedarbojas organiskie hlora un broma savienojumi, kuri ilgstoši neizmainītā veidā saglabājas vidē. Aprakstītas saindēšanās ar polihlorētiem dioksīniem, furāniem un bifeniliem, kuru gadījumā novēroja humorālās un celulārās imunitātes supresiju. Aprakstītas arī masveida saindēšanās ar rīsu eļļu, kura saturēja polihlorinētos bifenilus. Šādas saindēšanās novēroja 1968. gadā Japānā (Jušo), kurā cieta ap 1700 cilvēku, un 1979. gadā Taivānā (Ju–Čengā), kurā cieta ap 2000 personu. Cietušajiem novēroja hiperpigmentāciju, smagas ādas slimības (*chloracne*), imūnsistēmas supresiju un perifēriskas neiropātijas. Grūtniecēm, kuras saindējās, novēroja augstu perinatālo mirstību, jaundzimušajiem bija raksturīgi pigmentu maiņas traucējumi, zobu un nervu sistēmas attīstības traucējumi, kā arī citi iedzimti defekti.

Saindēšanās gadījumā ar daudziem pesticīdiem aprakstīta to nomācošā iedarbība uz imūnsistēmu [62, 95, 79, 116].

Daudzgadīgie pētījumi Arktikā, kuri tika veikti saskaņā ar Starptautisko Arktikas piesārņojuma monitoringa programmu, uzskatāmi ir pierādījuši iespēju saindēties ar vidē esošajiem pesticīdiem un citiem stabiliem organiskajiem piesārņotājiem ne tikai pieaugušajiem, kuri pastāvīgi lietoja uzturā zivis un jūras dzīvnieku gaļu, bet arī bērniem, kuri saņēma toksiskās vielas ar mātes pienu. Gan vieniem, gan otriem novēroja imūnsistēmas deficītu un līdz ar to paaugstinātu saslimstību ar dažādām infekcijas slimībām [10].

5.5.5. VIDES PIESĀRŅOTĀJU IETEKME UZ ENDOKRĪNO SISTĒMU

Endokrīnā sistēma ir iekšējās sekrēcijas dziedzeru sistēma, kas ar dziedzeros sintezēto hormonu starpniecību regulē daudzas organisma funkcijas. Hipofīzes hormoni regulē augšanu, dzimumhormoni – pareizu dzimuma attīstību un auglību, vairogdziedzera hormoni – metabolisma aktivitāti un garīgās spējas, utt. Visas šīs hormonu sistēmas ir cita ar citu cieši saistītas, un traucējumi vienā ietekmē arī citas funkcijas.

Pēdējos 20 gados literatūrā parādās arvien vairāk datu par hormonāli aktīviem vides piesārņotājiem, kuri, nokļūstot cilvēka organismā, var izraisīt endokrīnās sistēmas funkcijas traucējumus. Novērota pesticīdu, organisko šķīdinātāju, dioksīnu, polihlorinēto bifenilu un daudzu citu vides piesārņotāju ietekme uz hipotalāmu, virsnieru dziedzeriem, olnīcām, sēkliniekiem, aizkuņģa dziedzeri, epitēlijķermenīšiem un vairogdziedzeri. Aprakstīti šādi vides piesārņotāju iedarbības mehānismi uz endokrīno sistēmu:

1) hormonu specifisko efektu imitēšana (tas īpaši attiecas uz vairogdziedzera, virsnieru un olnīcu hormoniem);
2) hormonu un to receptoru savstarpējās iedarbības bloķēšana;
3) iedarbība uz hormonu sintēzi un vielmaiņu;
4) specifisko hormonu receptoru daudzuma izmainīšana;
5) savstarpēja iedarbība ar organisma dabiskajiem hormoniem pēc agonisma vai antagonisma tipa [14, 100].

Endokrīnās sistēmas regulācijas traucējumi savukārt var ietekmēt centrālo nervu sistēmu un imūnsistēmu. Traucējumi organismā var rasties jau embrionālajā attīstības fāzē [72].

Minētie traucējumi endokrīnajā regulācijā var izraisīt dzimumuzvedības pārmaiņas, sekundāro dzimumpazīmju attīstības palēnināšanos, priekšdziedzera funkcijas traucējumus, spermas produkcijas samazināšanos, seksuālās aktivitātes pazemināšanos, reproduktīvās funkcijas traucējumus, vīriešu feminizāciju, ļaundabīgo audzēju veidošanos u.c.

Ļoti jutīgs pret vides faktoru nelabvēlīgo iedarbību ir vairogdziedzeris. Izpētīts, ka paaugstināta smago metālu – svina, mangāna un dzīvsudraba – koncentrācija vidē izraisa patoloģiskas pārmaiņas vairogdziedzerī, t.s. difūzo netoksisko kāksli, distrofiskas un funkcionālas pārmaiņas. Pēc dažu autoru domām, difūzā netoksiskā kākšļa etioloģijā vides piesārņojumam ir vēl nozīmīgāka loma nekā joda deficītam [14, 100]. Krievijā veiktie pētījumi liecina, ka ar fluoru piesārņotos rajonos jaunietēm biežāk novēroja vairogdziedzera hiperplāzijas pazīmes nekā salīdzinoši "tīros" rajonos [105]. Citos pētījumos konstatēts, ka vidē esošo fluora savienojumu ilgstoša iedarbība var izraisīt hipotireozi un traucējumus hipofīzes un vairogdziedzera sistēmas regulācijā [112].

Vides piesārņotāji var izraisīt arī vairogdziedzera struktūras pamatvienību bojājumus, veicinot tireoglobulīna un citu vairogdziedzera antigēnu pastiprinātu iekļūšanu asinsritē. Tas savukārt var izraisīt autoimūnu procesu attīstību [9]. Vairogdziedzeris, tāpat kā krūts dziedzera audi un kaulu smadzenes, ir ļoti jutīgi pret jonizējošā starojuma iedarbību. Jāuzskata par pierādītu, ka neliels vairogdziedzera radioktīvais apstarojums veicina audzēju, sevišķi papillārā vairogdziedzera vēža attīstību. Sevišķi uzskatāmi tas pierādījās Japānā pēc atombombardēšanas, Baltkrievijā un Ukrainā pēc Černobiļas atomelektrostacijas avārijas [9, 14].

Ļoti svarīgi atzīmēt, ka vides piesārņotāji var ietekmēt ogļhidrātu maiņas procesus. Epidemioloģiskajos pētījumos pierādīts, ka saslimstība ar cukura diabētu ir augstāka iedzīvotājiem ar hloroorganiskajiem pesticīdiem piesārņotos rajonos, kā arī rajonos ar paaugstinātu kalcija, silīcija, magnija un fluora saturu apkārtējā vidē.

Pētījumi Anglijā un Nīderlandē liecina par palielinātu cukura diabēta attīstības risku sakarā ar paaugstinātām nitrātu koncentrācijām dzeramajā ūdenī [100].

Visplašāk izpētītas ir vides piesārņotāju estrogēniem hormoniem līdzīgās īpašības. Estrogēni pieder pie steroīdu hormonu grupas. Sievietēm tos izstrādā olnīcas un placenta, kā arī taukaudi un virsnieru garoza, bet vīriešiem – virsnieru garoza, sēklinieki un taukaudi. Estrogēnie hormoni sekmē organisma, sevišķi dzimumorgānu augšanu un attīstību, veicina sekundāro dzimumpazīmju (ķermeņa formas, apmatojuma, balss, raksturīgas izturēšanās) veidošanos pēc sievišķā tipa.

Estrogēniem hormoniem līdzīgas funkcijas ir aprakstītas daudziem hlororganiskajiem pesticīdiem – dihlordifeniltrihloretānam (DDT), hlordekonam (keponam), metoksihloram, hlordānam u.c. Tās ir dzimumhormonus imitējošas vielas.

Hlororganisko pesticīdu bīstamību nosaka tas, ka tie pieder pie pirmajiem rūpnieciski ražotajiem pesticīdiem un to pasaulē ir saražots un lietots ļoti daudz, kā arī šīs grupas pesticīdu augstā stabilitāte gan apkārtējā vidē, gan arī dzīvajos organismos. 20. gs. 80. gados ASV konstatēja, ka pesticīds hlordekons nelabvēlīgi iedarbojas uz vīriešu reproduktīvo sistēmu. Cietušajiem, kuri saskārušies ar šo pesticīdu, konstatēja samazinātu spermas daudzumu vai trūkumu, kā arī neauglību.

Tajā pašā laikā dažos ASV rajonos, kur plaši izmantoja DDT, kaiju organismā nonākušā pesticīda ietekmē tika traucēta olu čaumalu ārējā apvalka kalcinēšanās. Putnu mātītes dēja olas ar mīkstām čaumalām, un tās netika izperētas. Tika novērota arī kaiju feminizācija [14].

Pie vides piesārņotājiem ar estrogēnu īpašībām pieder arī citi pesticīdi, piemēram, aldikarbs, atrazīns, karbarils, manebs, malations, metomils u.c., kā arī smagie metāli kadmijs un

svins, organiskie šķīdinātāji (benzols, toluols, ksilols, oglekļa disulfids), hlororganiskie savienojumi (dioksīns, furāns, polihlorinētie bifenili), plastifikatori (bisfenols-A, fenols), alkilfenola polietoksilāti, kurus izmanto arī kā detergentus. Estrogēnu īpašības piemīt arī ftālskābes esteriem (butilbenzilftalātam, Di-n-butilftalātam, Di-etilheksilftalātam), dabiskām vielām – fitoestrogēniem (genisteīnam, koumestanam, koumestrolam, izoflavīniem, zeraleonam u.c.), ārstniecības preparātiem (gestodēnam, norgestrelam, dietilstilbestrolam).

Visā pasaulē plaši tiek izmantoti polihlorinētie bifenili (PHB), jo tie ir ķīmiski stabili savienojumi ar labām dielektriķu īpašībām. Tos izmanto elektriskos transformatoros, kondensatoros, siltummaiņos. Nonākot vidē, PHB nokļūst barības ķēdēs un uzkrājas audos. Cilvēka ķermenī PHB pussabrukšanas periods ir apmēram 4 gadi.

Literatūrā aprakstīti reproduktīvās funkcijas traucējumi saindēšanās gadījumos ar PHB [30].

5.5.6. VIDES PIESĀRŅOTĀJU IETEKME UZ CENTRĀLO NERVU SISTĒMU

Pēdējos gadu desmitos daudzās pasaules valstīs vides veselības speciālisti sākuši nopietni pētīt vides faktoru ietekmi uz cilvēku psihoemocionālo stāvokli un garīgo veselību.

20. gadsimta 80. gados amerikāņu psihiatri novēroja korelāciju starp palielināto atmosfēras gaisa piesārņojumu un psihiatriskās slimnīcās hospitalizēto pacientu skaitu sakarā ar psihozēm [100].

Plašos epidemioloģiskos pētījumos Krievijā industriāli attīstītās pilsētās ar piesārņotu vidi 46% bērnu konstatēti astēniski un neiroloģiski traucējumi, 20% – atmiņas koncentrēšanas traucējumi un 18% – veģetatīvi traucējumi, kas statistiski ticami atšķīrās no šiem rādītājiem bērniem salīdzinoši tīros rajonos [91]. Dažādie vides faktori un piesārņotāji var izraisīt pārmaiņas centrālās nervu sistēmas (CNS) darbībā dažādos veidos:

- tieši – ķīmiskām vielām uzsūcoties organismā un iedarbojoties uz smadzenēm un citiem orgāniem;
- netieši – ķīmiskām vielām izplatot nepatīkamu smaku, radot kairinājumu acīs un elpošanas ceļos un tā izraisot bailes par iespējamo kaitīgo iedarbību; baiļu sajūta cilvēku pakļauj stresam;
- tieši un netieši – fizikāliem faktoriem, piemēram, troksnim, vibrācijai, jonizējošam starojumam, iedarbojoties uz smadzenēm tieši, gan arī radot stresu.

Tomēr visbiežāk dažādu vides nelabvēlīgo faktoru iedarbība nav stingri atdalāma, bet vērtējama gan summāri, gan kā cits citu pārklājoši.

No vidē sastopamajām ķīmiskajām vielām īpaši ir jāatzīmē **smago metālu iedarbība.** No smagajiem metāliem uz nervu sistēmu iedarbojas galvenokārt dzīvsudrabs un svins. Ilgstoša to iedarbība var izraisīt atmiņas traucējumus, depresiju un trauksmi. Šo metālu negatīvā ietekme visvairāk izpaužas uz bērniem, kuriem smago metālu uzkrāšanās organismā ir izraisījusi psihiskus traucējumus, encefalopātiju un intelektuālā indeksa samazināšanos [80].

Ļoti nopietni vides piesārņotāji, kas var izraisīt CNS darbības traucējumus, ir **pesticīdi.** Visā pasaulē plaši novēro vides piesārņojumu ar pesticīdiem, to nokļūšanu atmosfērā, uzkrāšanos augsnē un ūdenī, iedarbību uz dzīvniekiem, ūdensaugiem, zivīm. Stabilie hlororganiskie pesticīdi cirkulē dabā, tie ir iekļuvuši barības ķēdēs un vielu apritē. Epidemioloģiskajos pētījumos ir konstatēts, ka iedzīvotājiem, kuri ilgstoši bijuši saskarsmē ar pesticīdiem, biežāk novēro dažādus psihiskos traucējumus, kā arī atmiņas, uzmanības un sensori motorisko reakciju ātruma

pavājināšanos, depresīvo, astēnisko, astēniski veģetatīvos sindromus, encefalopātiju, hipotalāma un smadzeņu stumbra darbības traucējumu simptomus [80, 100].

Psihosociālie vides faktori, troksnis, vibrācija un vēl daudzi citi iedarbojas ar **stresa mehānismu.**

Kas ir stress? Stress jeb vispārējais adaptācijas sindroms ir organisma emocionālā reakcija uz dažādiem nelabvēlīgiem vides faktoriem. Kanādiešu fiziologa H. Seljes darbos stresa jēdziens skaidrots kā organisma nespecifiska reakcija (vispārējās adaptācijas sindroms) uz veselībai bīstamu situāciju. H. Selje apraksta trīs stresa fāzes: 1) trauksmes reakcija; 2) pretestības fāze; 3) izsīkums (resursu iztērēšana). Pirmās divas fāzes secīgi atspoguļo organisma aizsardzības spēku mobilizāciju un tā pielāgošanos stresoram. Abas šīs stadijas var nosaukt par fizioloģisko stresu, bez kura nav iedomājama veiksmīga indivīda adaptēšanās spēju attīstība. Trešā fāze ir saistīta ar organisma spēku rezerves iztērēšanu, un to jau sauc par patoloģisko stresu jeb distresu. Uz ekstremālo kairinātāju, kam var būt visdažādākā daba (fiziska un psihiska pārslodze, sāpinoša trauma, augsta vai zema vides temperatūra, ķīmisko vielu klātbūtne vidē, dabas katastrofas utt.), reizē ar specifisko reakciju, kas ir adekvāta attiecīgajam kairinātājam, organisms atbild ar vispārēju nespecifisku reakciju, kas ir stresa fizioloģiskā izpausme. Stresam ir ļoti liela nozīme psiholoģiska rakstura problēmu risināšanā, jo stresori var būt gan reāli kairinātāji (piemēram, automašīnas skaņu signāls uz ielas), gan arī nereāli, tikai iedomāti negatīvi notikumi. Tas arī izvirza citu psiholoģisko uzdevumu: kā nodrošināt cilvēkam efektīvus stresa pārvarēšanas mehānismus jeb noturību pret stresoriem [76].

Daudzo stresa definīciju vidū ir viena, kas guvusi plašu atzinību un, iespējams, sniedz informāciju, kas ļauj mums labāk identificēt un saprast doto jēdzienu:

"Stress ir būtiska (uztverama) nevienlīdzība starp prasībām un (indivīda) atbildes spējām uz tām tādu apstākļu klātbūtnē, kuros nespēja apmierināt šīs prasības izraisa (uztveramas) sekas".

Saskaņā ar šo definīciju stress rodas gadījumos, kad indivīds sajūt, ka apkārtējās vides prasības ir augstākas nekā viņa spējas tās apmierināt, un saredz šajā situācijā draudus savai stabilitātei.

Šī definīcija atsaucas uz nepieciešamību saglabāt līdzsvaru starp realitātes prasībām un indivīda spējām šīs prasības apmierināt [63, 64].

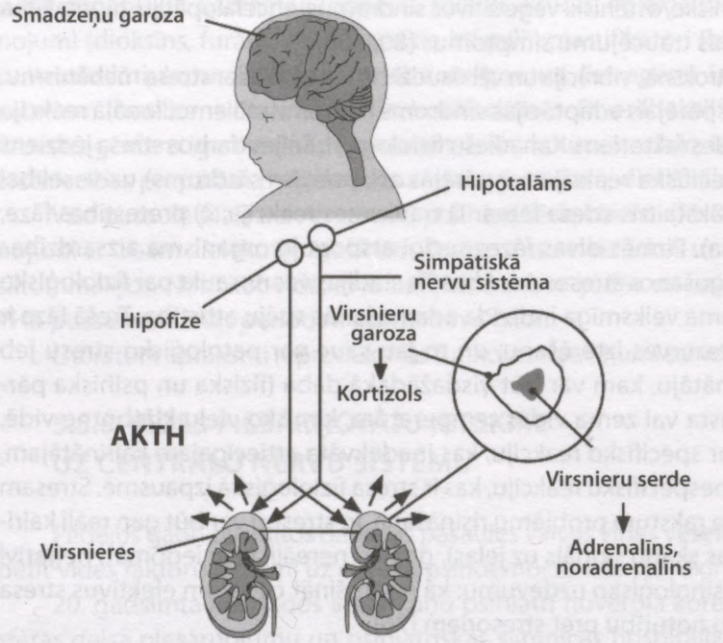
Vairākums mūsdienu stresa teoriju to novērtē kā ģeneralizētus procesus, ar kuriem jātiek galā, vai kā nepatīkamu psiholoģisko stāvokli, kas raksturo cilvēka un apkārtējās vides mijiedarbību.

Organisms vienmēr atrodas nelielā stresa stāvoklī, kas noteiktās situācijās palielinās, atstājot vai nu labvēlīgu, vai postošu ietekmi atkarībā no tā, vai organisma reakcija ir pietiekama kādas noteiktas prasības apmierināšanai, vai arī "pārāka" ir šī prasība. Līdzsvara pakāpe ir atkarīga no individuālajiem faktoriem (fizioloģiskā un psiholoģiskā stāvokļa) katrā situācijā un pieredzē.

Noteikts stresa līmenis stimulē organismu un ļauj tam sasniegt savu mērķi, atgriežoties normālā stāvoklī, kad stimuls pārtraukts. Ja stresora iedarbība turpinās, iestājas paguruma stāvoklis un ir iespējamas funkcionālās un / vai organiskās izmaiņas orgānos: tās ir tā saucamās adaptācijas slimības: šie simptomi izraisa uztraukumu, kas savukārt saasina simptomus, tādējādi radot noslēgtu t.s. apburto loku [63].

Stresa situācijā organisms izstrādā veselu fizioloģisku reakciju kopumu; minētā atbilde nozīmē, ka tiek aktivēti šādi elementi (8. att.):

- **Hipofīzes-virsnieru sistēma**, ko veido hipotalāms (nervu struktūra galvas smadzeņu pamatnē, kas darbojas kā saikne starp endokrīno un nervu sistēmu), hipofīze (dziedzeris turpat galvas smadzeņu pamatnē) un virsnieres (tās veido garoza un serde, un tās novietotas cepures veidā virs katras nieres augšējā pola).



8. attēls. Fizioloģiska atbilde uz stresu

Hipotalāms izdala hormonu, kas iedarbojas uz hipofīzi un izraisa adrenokortikotropiskā hormona (AKTH) sekrēciju. Tas savukārt iedarbojas uz virsnieru garozu, kas sāk izdalīt kortikoīdus, kas ieplūst asinsritē, ietekmējot daudzus organisma procesus.

- **Veģetatīvā nervu sistēma (VNS)** – nervu struktūru kopums, kas atbild par iekšējo orgānu funkciju regulāciju un neapzināti kontrolē dažādas to funkcijas.

Simpātiskā aktivācija nozīmē kateholamīnu (adrenalīna un noradrenalīna, ko attiecīgi izdala virsnieru serde un simpātisko nervu gali) sekrēciju.

Abas sistēmas izraisa hormonu – dziedzeru izstrādātu substanču, kas, pārvietojoties pa asinsvadiem, regulē orgānu aktivitāti – izdalīšanos. Šie hormoni atbild par ķermeņa trauksmes stāvokli un sagatavo to cīņai vai bēgšanai no stresu izraisošas situācijas; tie ir atbildīgi par organisma fizioloģisko reakciju stresa situācijā un ļauj sasaistīt stresa izpausmi ar psiholoģiskajām emociju izpausmēm.

Hipofīzes-virsnieru sistēmas hormoni sagatavo organismu cīņai vai liek izvairīties no stresa.

Kā jau tika norādīts H.Seljes stresa definīcijā, parādoties briesmām jeb stresoram, veidojas **trauksmes reakcija.** Šajā fāzē tiek aktivēta hipofīzes-virsnieru sistēma; parādās momentāna un automātiska reakcija, ko vienmēr veido vienu un to pašu simptomu kopums, mainoties tikai to intensitātei:

- notiek organisma aizsargspēku mobilizācija;
- paātrinās sirdsdarbība;
- kontrahējas liesa, atbrīvojot lielu sarkano asinsķermenīšu daudzumu;
- tiek pārkārtota asins sadale: tās tiek aizvirzītas no mazāk svarīgām vietām kā āda (bāluma parādīšanās) un zarnas, lai palīdzētu aktīvajām zonām – muskuļiem, smadzenēm un sirdij;
- palielinās elpošanas kapacitāte;
- paplašinās acu zīlītes;

- pastiprinās asins koagulācija;
- palielinās limfocītu (aizsargšūnu) skaits.

Stresa akūtajā fāzē var pavājināties dzirde, sašaurināties redzes lauks, parādīties tā sauktā tuneļa redze, vājuma sajūta, notirpums dažādās ķermeņa daļās, smagums rokās un kājās, vispārējs nogurums, "kamols" kaklā, galvassāpes, sāpes mugurā un krūtīs, kustību koordinācijas traucējumi.

Akūtās stresa situācijās cieš centrālās nervu sistēmas augstākās domāšanas funkcijas, tādēļ:

- pavājinās spēja loģiski spriest un pieņemt lēmumus;
- samazinās spēja saskatīt alternatīvus rīcības veidus un noteikt optimālo;
- ir grūti izdarīt aprēķinus;
- zūd objektivitāte;
- pavājinās koncentrēšanās spēja;
- iespējama dezorientācija un apjukums.

Emocionālie simptomi ir atkarīgi no cilvēka CNS darbības tipa, tādēļ tie var būt ļoti dažādi:

- daži cilvēki jūtas varonīgi,
- citiem ir trauksmes un baiļu sajūta,
- citi kļūst apātiski un zaudē interesi par jebko.

Uz stresa situāciju reaģē viss organisms.

Pretestības jeb adaptācijas fāzē organisms cenšas pārvarēt situāciju, pielāgoties vai pretoties kairinātāju vai draudu faktoru klātbūtnei. Organismā normalizējas kortikosteroīdu līmenis, izzūd trauksmes fāzei raksturīgie simptomi.

Ja cilvēka resursi ir nepietiekami, lai sasniegtu noteiktu adaptācijas līmeni, iestājas paguruma fāze, kurai raksturīgas dažādas pārmaiņas organisma audos un t.s. psihosomatisko traucējumu parādīšanās. Dažiem tas var izpausties tikai kā mērens diskomforts, citiem tas izpaudīsies kā samazināta darba produktivitāte, psiholoģiska un sociāla rakstura problēmas un fiziski veselības traucējumi. Fiziskā veselība īpaši cietīs tiem, kas stresa ietekmē, piemēram, sāks smēķēt vai lietot alkoholu, vai arī darīs to biežāk nekā līdz tam [64].

Stress var izraisīt dažādas fiziskas, psiholoģiskas un arī sociālas sekas. Stresa radītie kaitējumi apkopoti 7. tabulā.

Cilvēki uz stresoriem reaģē atšķirīgi. Faktori, kas ietekmē spēju pielāgoties stresa situācijām:

- dzimums (sievietes spēj ilgāk izturēt stresu);
- vecums (veciem cilvēkiem ir grūtāk piemēroties jaunām situācijām, jauniem apstākļiem);
- dzīves stils (fiziskās nodarbības, smēķēšana);
- psiholoģiskie cilvēku tipi (optimisti vieglāk tiek galā ar problemātiskām situācijām, viņu dzīves moto: "Nekas, būs vēl sliktāk");
- psiholoģiskais cilvēka stāvoklis (pašapziņa, spēja pašam atrisināt problēmas, spēja pielāgoties, radoša pieeja dzīvei);
- veselības stāvoklis (jau esoši fiziskās vai psihiskās veselības traucējumi samazina cilvēka rezistenci pret stresu);
- ekonomiskais stāvoklis (bieži vien ekonomiskais stāvoklis maina cilvēka attieksmi pret apkārtējiem cilvēkiem un lietām, jo nauda spēj nogludināt daudzas grambas un bedres uz ceļa);
- tautas kultūras tradīcijas (attiecības starp cilvēkiem, īpaši vīriešu un sieviešu attiecības).

Tātad dažādām cilvēku grupām ir dažāda tā sauktā stresa rezistence. Ņemot to vērā, cilvēkus var iedalīt šādās grupās:

- jauni cilvēki;
- veci cilvēki;
- imigranti;
- invalīdi;
- sievietes.

Ilgstoša pārslodze un stress var novest pie tā sauktā izdegšanas sindroma (angļu val. *burnout*) [18].

7. tabula. Stresa radītie kaitējumi

Iespējamās fiziskās sekas	**Iespējamās psiholoģiskās sekas**
Ādas iekaisums, alerģija, aizcietējumi un caureja, gremošanas traucējumi, aptaukošanās, čūlas mutes gļotādā, resnās zarnas iekaisums, dzimumfunkcijas traucējumi, menstruālā cikla traucējumi, miega traucējumi, galvassāpes, migrēna, reiboņi, insults, sāpes krūtīs, elpošanas sistēmas traucējumi, sirdsklauves, sirds aritmija, sirds slimības, svīšana, trīce, kaulu un muskuļu slimības, muguras sāpes, saaukstēšanās slimības, traumas, ļaundabīgie audzēji, urīnpūšļa iekaisums.	Apetītes pārmaiņas, augsta uzbudināmība, bezmiegs, depresija, vienaldzība, apsēstības un mānijas, fobijas, nespēja koncentrēties, šaubīšanās, nervozitāte, nodošanās kaitīgiem ieradumiem, paaugstināta nogurdināmība, garīgs sabrukums, pašnāvības domas, zema pašapziņa.
Iespējamās organizāciju (uzņēmumu) ietekmējošās sekas	**Iespējamās sociālās sekas**
Darba kavēšana, slikta darba kvalitāte, nespēja paveikt darbu laikā, slikta koncentrēšanās spēja, klientu sūdzību skaita pieaugums, nelaimes gadījumu skaita pieaugums.	Agresivitāte, impulsīva uzvedība, apātija, nesaskaņas laulības dzīvē, ģimenes izjukšana, sliktas attiecības ar citiem cilvēkiem, sociāla izolācija.

Mūsu dienās cilvēkiem ir jābūt informētiem par stresu un tā ietekmi uz veselību, lai varētu pretoties vides stresoru iedarbībai un panākt organisma adaptāciju sarežģītajiem vides apstākļiem.

Tiek uzskatīts, ka noteikts stresa daudzums ikdienā ir pat nepieciešams. Kad smadzenes saņem impulsus par potenciālu stresa situāciju, organismā palielinās adrenalīna daudzums, kas, veicot kādu darbību, indivīdam var izraisīt spēka un enerģijas pieplūdi, dot stimulu būt aktīvam un domāt par problēmu labāku risinājumu. Tātad nevajadzētu pilnīgi noliegt stresa nozīmi mūsu dzīvē. Taču ir jālikvidē pārmērīga stresa kaitīgā iedarbība uz mūsu veselību.

Ir daudzas un dažādas metodes stresa samazināšanai. Vissvarīgākais veids, kā pārvarēt stresu, ir veikt nepieciešamās pārmaiņas savā dzīvesveidā. Bet pastāv arī citi paņēmieni, kas palīdz izvairīties no stresa un uzveikt uzkrātā stresa fizisko ietekmi. Tie ir, piemēram, dažādi relaksācijas vingrinājumi, masāža, hipnoze. Dabiski dziedinātāji, kas atjauno gan prātu, gan ķermeni, ir miegs un ar visiem nepieciešamajiem minerāliem un vitamīniem bagāts veselīgs uzturs [48].

Viens no drošākajiem veidiem, kā mazināt stresu un uzturēt labu veselību, ir regulāras fiziskas nodarbības. Arī ārstnieciskā masāža ir brīnišķīgs līdzeklis fiziskai un garīgai relaksācijai. Tā ir īpaši noderīga garīgā darbā nodarbinātiem cilvēkiem, kas lielāko daļu laika pavada pie rakstāmgalda vai datora.

Spriedzes samazināšanai, noguruma un nespēka pārvarēšanai, koncentrēšanās, garīgo un intelektuālo spēju uzlabošanai ir iesakāmi arī polivitamīni un uztura bagātinātāji, piemēram, kas satur žeņšeņa saknes ekstraktu, bišu produktus, dabīgās olbaltumvielas, aminoskābes, lipīdus, ogļhidrātus, taukskābes un vitamīnus. Dažreiz tomēr šīs ieteiktās metodes vienas pašas nepalīdz un ir jāmeklē medikamentu palīdzība. Samērā plaši tiek lietoti trankvilizatori, kurus to daudzveidīgās farmakoloģiskās darbības dēļ sauc arī par anksiolītiskiem (lat. *anxius* 'satraukts, baiļpilns' + gr. *lysis* 'izšķīšana'; līdzekļi pret trauksmainību) vai ataraktiskiem (gr. *ataraxia* 'dvēseles miers'), antifobiskiem (gr. *anti* 'pret' + *phobos* 'bailes'; līdzekļi pret bailēm) līdzekļiem.

Visus trankvilizatorus nosacīti var iedalīt divās grupās. Tie ir:

- līdzekļi, kas atslābina skeleta muskulatūru (centrālie miorelaksanti), darbojas pret krampjiem un izraisa miegu;
- līdzekļi, kas maz ietekmē muskulatūru, nedarbojas pret krampjiem un neizraisa miegu (t.s. dienas trankvilizatori).

Pie trankvilizatoriem ar skeleta muskuļus atslābinošu iedarbību pieder benzodiazepīna atvasinājumi: hlordiazepoksīds, diazepāms, oksazepāms, fenazepāms, klonazepāms u.c. Visiem šiem preparātiem lielākā vai mazākā mērā piemīt spēja izraisīt miegu un atslābināt skeleta muskuļus. Ar to izskaidrojama miegainība, nespēks, nogurums, reibonis un muskuļu vājums, ja šos preparātus lieto dienā. Tie nav ieteicami personām, kas strādā darbu, kur nepieciešama ātra psihiska reakcija un precīza kustību koordinācija.

Pie trankvilizatoriem ar niecīgu ietekmi uz skeleta muskulatūru pieder citi benzodiazepīna atvasinājumi – medezepāms, tofizopāms, klobazāms un alpazolāms, kā arī citu ķīmisko grupu preparāti, piemēram, mebikārs, benaktizīns, benzoklidīns, trimetozīns u.c. Tā kā šie preparāti nerada miegu un maz ietekmē skeleta muskulatūru, tos sauc par dienas trankvilizatoriem, tāpēc tie ieteicami aktīvu profesiju cilvēkiem [65].

Lielu popularitāti ir ieguvis a/s *Olainfarm* sintezētais preparāts adaptols jeb mebikārs. Tam piemīt šādas farmakoloģiskās īpašības: mērena trankvilizējoša (anksiolītiska) iedarbība, tas novērš vai pavājina nemieru, trauksmi, bailes, iekšēju emocionālu spriedzi un uzbudināmību. Preparāta trankvilizējošo efektu nepavada miorelaksācija un kustību koordinācijas traucējumi. Adaptols nenomāc psihisko un fizisko aktivitāti, tāpēc to var lietot, nepārtraucot darbu vai mācības. Preparāts neizraisa garastāvokļa pacēlumu jeb eiforiju. Lai gan adaptolam nepiemīt tieša miega iedarbība, tomēr tas pastiprina miega līdzekļu darbību un normalizē traucēta miega gaitu. Adaptolu lieto arī, lai atvieglotu vai noņemtu nikotīna abstinenci.

5.5.7. VIDES PIESĀRŅOTĀJU IETEKME UZ ĀDAS PATOLOĢIJU ATTĪSTĪBU

Āda ir viena no ļoti svarīgām organisma aizsargbarjerām, tādēļ tās stāvokli ietekmē vides faktori un piesārņotāji.

Ādā var būt saredzama gan tieša vides faktoru ietekme, gan patoloģiskie procesi, kurus organismā ir izraisījuši dažādi vides piesārņotāji.

Ar vidi saistītās ādas slimības izraisa šādi faktori:

- mehāniskie (berze, spiediens);
- ķīmiskie savienojumi;
- fizikālie (karstums, aukstums, radiācija);
- bioloģiskie (baktērijas, sēnes, vīrusi, parazīti).

Pēc sava rakstura ar vidi saistītās ādas slimības galvenokārt ir iekaisumi, alerģiskās, infekciozās slimības un audzēji. Biežāk vides faktoru izraisīta patoloģija ir kontaktdermatīti, kuri var būt kairinātāju izraisīti, alerģiski, kā arī proteīnu kontaktdermatīti un nātrene.

Kairinātāju izraisītie **kontaktdermatīti** var rasties gan darbā, gan sadzīvē no saskares ar kairinošām un toksiskām ķīmiskām vielām, piemēram, organiskiem šķīdinātājiem, lubrikantiem, detergentiem, stiprām skābēm un sārmiem, balinātājiem.

Alerģisko kontaktdermatītu parasti izraisa mazmolekulāras ķīmiskās vielas. Tipiskākie alergēni ir metāli (niķelis, hroms, kobalts, berilijs) un to savienojumi, antibiotikas, kolofonijs, polimēri, formaldehīds. Proteīnu kontaktdermatītu un kontaktnātreni parasti izraisa dabiskais kaučuks (latekss), kā arī augu un dzīvnieku olbaltumi [18].

Par alerģisko ādas slimību saistību ar vides faktoriem liecina epidemioloģisko pētījumu dati. Sibīrijas pilsētā Kemerovā tika novērota korelācija starp iedzīvotāju saslimstību ar aroddermatozēm un vides piesārņojumu ar formaldehīdu, amonjaku un citām ķīmiskām vielām. Citās Sibīrijas pilsētās novēroja korelāciju starp iedzīvotāju saslimstību ar hroniskām dermatozēm, ekzēmu, alerģisku dermatītu, toksikodermiju un vides piesārņojumu ar dažādām ķīmiskām vielām, smagiem metāliem, naftas pārstrādes produktiem [114]. Līdzīga sakarība starp saslimstību ar alerģisko dermatītu un nātreni un vides piesārņojumu ar formaldehīdu, fenolu, slāpekļa oksīdiem, sēra dioksīdu un putekļiem tika novērota bērniem Tbilisi [100].

Folikulīts, akne un hlorakne. Šīs ādas patoloģijas izraisa noteikti ķimikāliju veidi. Folikulītu un akni (matu maisiņu iekaisumu) izraisa kairinošas ķīmiskās vielas vai infekcija. Akne biežāk parādās uz sejas un kakla, bet folikulīti – uz rokām vai kājām. Šo patoloģiju bieži izraisa saskarsme ar asfaltu, piķi, darvu, dažādām eļļām, ziedēm.

Hloraknes arī skar matu maisiņus, bet atšķiras no folikulītiem un aknes pēc klīniskās ainas un histoloģiskajām pazīmēm. Šo aroda un arī tipisko vides slimību visbiežāk izraisa organiskie hlora savienojumi (polihlorinētie bifenili, polihlorinētie dibenzfurāni u.c.). Kā jau iepriekš minēts, masveida saindēšanās gadījumos Āzijas valstīs ar rīsu eļļu, kura saturēja polihlorinētos bifenilus (Jušo slimība), novēroja dažādu orgānu patoloģiju, kā arī ādas hiperpigmentāciju un hlorakne.

Literatūrā aprakstīti specifiski ādas bojājumi – hlorakne, hiperpigmentācija, patoloģiski paplašinātas poras un paaugstināta ādas jutība no saskares ar hlororganiskiem herbicīdiem, dioksīniem un polihlorinētiem bifeniliem [95, 113]. Jaundzimušajiem, kuru mātes grūtniecības laikā bija uzņēmušas minētās ķimikālijas, novēroja hiperpigmentāciju ("melnie zīdaiņi") [113].

Ultravioletais starojums var izraisīt **fototoksiskas** un **fotoalerģiskas ādas reakcijas.** Fototoksisko reakciju gadījumā ķīmiskās vielas UV starojuma ietekmē producē brīvos radikāļus, kuri izraisa ādas šūnu bojāeju. Klīniski ādas bojājumi ir līdzīgi kairinātāju izraisītam kontaktdermatītam. Labi zināmas fototoksiskas ķīmiskās vielas ir antracīts, fenantrēns un akridīns.

Ir zināma virkne ķīmisko vielu un augu, kuri UV starojuma ietekmē var izraisīt alerģisko kontakta dermatītu, ja cilvēks ir bijis pret tiem iepriekš sensibilizēts. Ja nav UV starojuma, tad fotoalergēni nav spējīgi izraisīt alerģisko dermatītu sensibilizētiem indivīdiem. Kā fotosensibilizējošo ķīmisko vielu piemērus var minēt akridīnu, antracenu, fenantrēnu, kaptafolu, manebu, ogļu darvu, piķi, sulfanilamīdus u.c. No augiem – selerijas, dilles, fenheli, savvaļas burkānus, kumelītes u.c. [13].

Bioloģiskie faktori izraisa **ādas infekcijas slimības** dažādu profesiju pārstāvjiem, bet ļoti bieži tās novēro arī sadzīvē.

Pēc traumām ādas infekcijas visbiežāk izraisa stafilokoki un streptokoki. Var novērot šo un arī citu mikroorganismu izraisītas ekzēmas.

Ar baktērijām *Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermides* bieži inficējas, mazgājoties vai peldoties piesārņotos ūdeņos, un tās izraisa ādas, ādas dziedzeru, gļotādas un ausu iekaisumu.

Tipiska infekcija vides un arodmedicīnā ir cūku roze, kuras gadījumā novēro arī izsitumus ādā. Cūku roze ir antropozoonoze, ko ierosina mikroorganisms *Erysipelothrix rhusiopathiae.* Ar to slimo daudzu sugu savvaļas un mājas dzīvnieki, galvenokārt zīdītāji, kā arī putni un zivis. Cilvēki parasti inficējas tiešā kontaktā ar slimajiem dzīvniekiem vai infekcijas nēsātājiem, uzkopjot to mitekļus vai apstrādājot šo dzīvnieku produktus. Inficēšanās visbiežāk notiek caur ādas bojājumiem, brūcēm. Pie riska grupām pieder cilvēki, kas audzē dzīvniekus (cūkas, liellopus, putnus), nodarbojas ar lopu kaušanu, gaļas pārstrādi, kā arī zvejnieki, zivju pārdevēji, mednieki. Cūku rozes gadījumā visbiežāk ap brūci vai citu ādas bojājumu izveidojas apsārtums un tūska. Raksturīgi makulopapulozi erisipeloīdi. Var pievienoties artrīts, bet ļoti retos gadījumos – endokardiālā septicēmija.

No sēņu ierosinātām lokalizētām ādas slimībām raksturīgākās ir **dermatofitozes** un **kandidozes**, ar kurām var inficēties gan dabā, gan strādājot dažādās profesijās.

Tipiska dermatofitoze ir mikrosporija, kuru ierosina ģints *Microsporon* patogēnās sēnes. Inficēšanās var notikt, saskaroties ar slimu dzīvnieku vai cilvēku vai viņa lietotajiem priekšmetiem. Līdzīga ādas sēņu slimība ir trihofītija, kuru ierosina sēne *Trichophyton.* Šo slimību gadījumā parasti cieš galvas matainās daļas, āda un nagi.

Kandidoze jeb kandidamikoze ir slimība, ko ierosina raugveida sēnes un kas ir saistīta ar ādas, gļotādas, iekšējo orgānu un sistēmu bojājumiem. Slimības ierosinātāji ir ģints *Candida* raugveida sēnes, kas vienmēr atrodas vesela cilvēka organismā (uz ādas, gļotādas). Tās bieži ir arī uz augļiem un dārzeņiem, kuros daudz cukura, retāk augsnē.

Kandidoze attīstās galvenokārt endogēnā ceļā – ierosinātājs, kas atrodas organismā, dažu apstākļu ietekmē sāk pastiprināti vairoties, kas mazina organisma aizsargspējas. Tiek nomākta organisma normālā mikroflora un pastiprināti vairojas nosacīti patogēniskā mikroflora, arī ģints *Candida* raugveida sēnes (disbakterioze). Izšķir ādas, gļotādas, nagu, kā arī iekšējo orgānu kandidozi. Ādas kandidoze izpaužas kā akūts vai hronisks ādas vai gļotādas iekaisums, kura veicinātājfaktori ir disbakterioze vai hipovitaminoze, it īpaši B_2 vitamīna trūkums organismā [18, 109].

Ādas audzēji (sk. 5.8. nod. par audzējiem).

5.6. KAITĪGO VIDES FAKTORU IEDARBĪBA UZ GENOMU

Vides faktori iedarbojas arī uz iedzimtības informācijas nesējām (ģenētiskajām) struktūrām.

Ģenētiskās informācijas materiālā vienība **gēns** (gr. *genos* 'izcelšanās, rašanās') ir daļa dezoksiribonukleīnskābes (DNS) molekulas, kurā ietilpst noteiktā secībā sakārtoti nukleotīdi. Katrs nukleotīds sastāv no purīna vai pirimidīna bāzes, dezoksiribozes un fosforskābes atlikuma. Nukleotīdu skaits dažādos gēnos ir atšķirīgs (vidēji 1000). To izvietojums gēnos veido gēnu struktūru, kurā kodēta organisma pazīmju attīstības programma. Kura no dotajām attīstības iespējām konkrētajā gadījumā realizēsies, tas atkarīgs no vides apstākļiem. Viens gēns var ietekmēt vairākas pazīmes (pleiotropija); arī gēnu mijiedarbība var mainīt pazīmes izpausmi. Katrs gēns atrodas noteiktas hromosomas noteiktā vietā (lokusā) un šūnas dalīšanās laikā spēj reproducēties. Šī gēnu spēja reproducēties ir iedzimtības mehānisma pamats. Katrā

hromosomā ir daudz (atrasti līdz 1250) lineāri sakārtotu gēnu, kas veido vienu saistības grupu un parasti pārmantojas kopā, lai gan nav pilnīgi saistīti, jo šūnas dalīšanās (mejozes) laikā viena pāra hromosomas apmainās daļām – gēnu blokiem. Ja hromosomu pāra vienādos lokusos atrodas alēles (gēnu alternatīvās jeb kontrastējošās formas), kas nosaka kādas pazīmes vienādu izpausmi, organismu sauc par homozigotu. Ja alēles kodē pazīmes dažādu izpausmi, t.i., viena alēle nomāc vai maina otras efektu, organismu sauc par heterozigotu. Spēcīgāko alēli sauc par dominanto alēli jeb dominanto gēnu, bet nomākto – par recesīvo alēli jeb recesīvo gēnu.

Gēnus, tāpat kā visas pārējās dzīvā organisma sastāvdaļas, var ietekmēt ārējā vide, ierosinot pārmaiņas – **mutācijas**, kuras var definēt kā pastāvošās nukleotīdu secības traucējumu (viena nukleotīdu pāra apmaiņa ar otru, nukleotīda dubultošanās vai pārvietošanās). Rodas jaunas alēles, kas var būt dominantas, recesīvas vai izrādīt daļēju dominanci. Gēnu mutācijas nosaka organismu ģenētisko jeb iedzimstošo mainību; tām ir liela nozīme evolūcijā.

Izšķir struktūrgēnus un regulētājgēnus. Struktūrgēni ir iedzimtības funkcionālās vienības un nosaka specifisku olbaltumu sintēzi, glabā olbaltumu veidošanas plānu. Noteiktos apstākļos regulētājgēni vada olbaltumu sintēzes ātrumu šūnā, regulē struktūrgēnu darbību. Sintezējamo olbaltumu kvalitatīvi un kvantitatīvi ietekmē gēnu mijiedarbība.

Visa organisma gēnu kopumu sauc par **genotipu**, bet indivīdu ģenētisko atšķirību – par **ģenētisko polimorfismu**. **Genoms** ir katram organismam raksturīgs gēnu kopums. Par **fenotipu** sauc morfoloģisko un funkcionālo pazīmju kopumu, kas radies vides un genotipa mijiedarbības rezultātā. Tā kā katrs indivīds ir ģenētiski unikāls, iespēja saglabāt veselību dažādos vides apstākļos indivīdiem ir atšķirīga. Tātad risks saslimt vides faktoru iedarbības rezultātā ir atkarīgs no ģenētiskās individualitātes. Tā kā ģenētiskā informācija nosaka visas organisma funkcijas, pārmaiņas šajā sistēmā ietekmē jebkuru organisma sistēmu.

Vides faktoru un gēnu mijiedarbība veicina daudzu slimību, piemēram, cukurslimības, koronārās sirds slimības, vēža attīstību. Bet to, kurš saslims, nosaka genotips. Indivīdiem ar iedzimtu **ģenētisko predispozīciju** ir palielināts risks saslimt ar kādu no šīm slimībām, ja specifiskais vides faktors pārsniedz noteiktas robežvērtības. Ģenētiskās slimības sastop aptuveni 10% populācijas.

Iedzimta var būt arī **hromosomu patoloģija**, kuru novēro aptuveni 1% jaundzimušo.

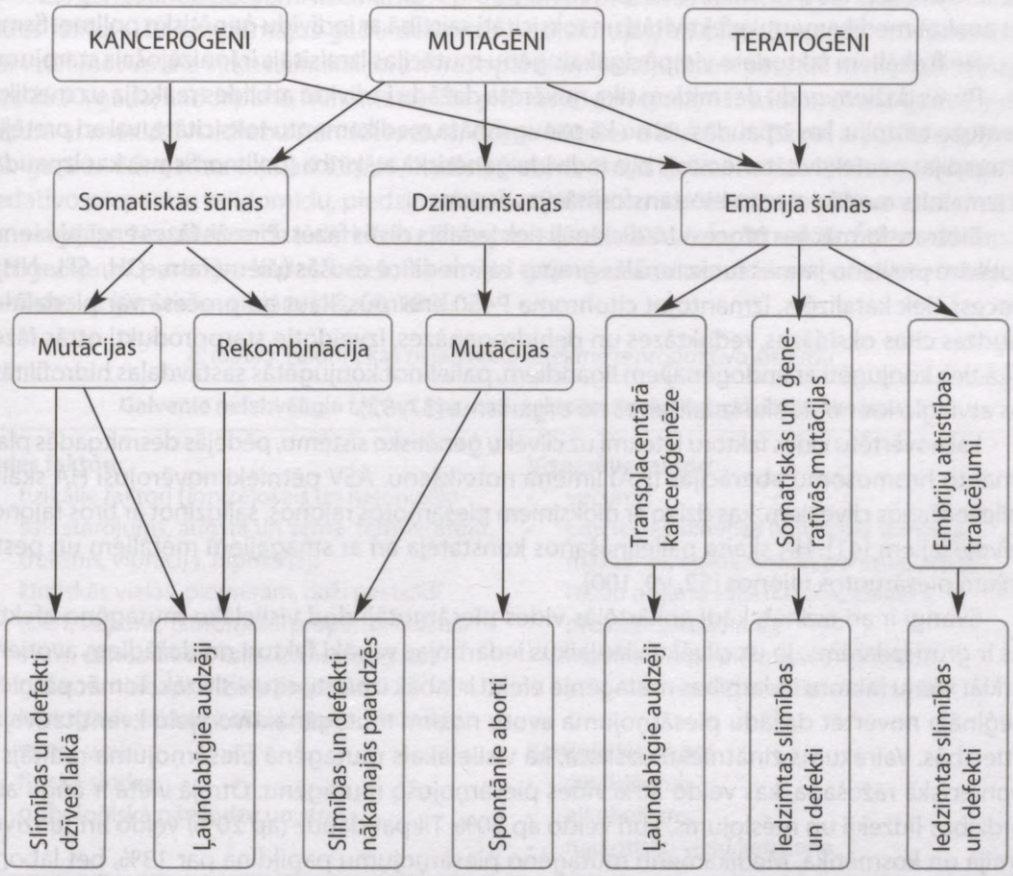
Bez iedzimtajām mutācijām dažādu vides faktoru ietekmē gan dīgļa, gan somatiskajās šūnās var rasties **iegūtās mutācijas** un hromosomu patoloģijas. Gēnu mutācijas izraisošas ķīmiskās vielas un fizikālos faktorus sauc par **genotoksiskiem aģentiem**.

Tātad genotoksisko aģentu iedarbības rezultātā var rasties pārmaiņas iedzimtības informācijā, kas izpaužas kā ļaundabīgo audzēju veidošanās vai kādu somatisko šūnu procesu traucējumi indivīda dzīves laikā, vai arī kā iedzimstošas slimības vai defekti nākamajās paaudzēs [33, 41, 66].

Genotoksiskos aģentus, kas izraisa audzēju veidošanos, sauc par kancerogēniem, bet tos, kas inducē iedzimstošas pārmaiņas, – par mutagēniem.

Vairākums vielu (ap 90%), kas izraisa mutācijas, ir arī kancerogēni (9. att.). Īpaši raksturīgi tas ir pesticīdiem un organiskajiem hlora savienojumiem. Bez tam ir arī tādi kancerogēni, kuriem nav mutagēnās aktivitātes, bet kas var inducēt audzēju veidošanos. Tāpat kā mutagēnie kancerogēni, arī tie iedarbojas uz šūnu ģenētiskajām struktūrām [66].

Genotoksiskie aģenti var būt arī teratogēni, kas izraisa embrionālās attīstības traucējumus. Šīs vielas no mātes organisma nokļūst augļa šūnās un traucē tā attīstību. Teratogēni var būt gan mutagēni, gan kancerogēni, gan arī vielas bez šīm īpašībām (9. att.). Ja teratogēni iedarbojas uz embriju pirmajās tā attīstības nedēļās, tie izraisa fiziskus defektus un kroplības.



9. attēls. Mutagēnu, kancerogēnu un teratogēnu izraisītās pārmaiņas [66]

Augstākajiem organismiem ir krasi nodalītas somatiskās jeb ķermeņa šūnas, kas realizē organisma funkcijas, un ģeneratīvās jeb dzimumšūnas, kas nodrošina vairošanos, t.i., iedzimtības informācijas pārnešanu uz nākamajām paaudzēm. Ģenētiskās pārmaiņas somatiskajās šūnās ir cēlonis ļaundabīgajiem audzējiem. Taču ģenētiskās pārmaiņas somatiskajās šūnās var izraisīt arī dažādu organisma funkciju pārmaiņas, kas izpaužas kā dažādas slimības vai mūža garuma saīsināšanās. Mutācijas dzimumšūnās izpaužas kā iedzimtās slimības vai defekti nākamajās paaudzēs. Pārmaiņas iedzimtības informācijas nesējās DNS molekulās var izraisīt vides genotoksiskie aģenti, stress, atsevišķi medicīnas preparāti un dažādi kaitīgi ieradumi.

Ķīmiskos mutagēnus nosacīti var iedalīt 3 grupās:

1) dabiskie organiskie un neorganiskie savienojumi (NO_2, nitrīti, nitrāti, radionuklīdi, alkaloīdi u.c.);
2) dabā esošo vielu pārstrādes produkti (policikliskie ogļūdeņraži, smago metālu sāļi, hloroprēns, etilenamīns, tetrahlorogleklis u.c.);
3) sintezētās ķīmiskās vielas, kuras agrāk dabā nebija sastopamas, piemēram, pesticīdi, dioksīni, medikamenti u.c. [86, 100].

Pētot vides faktoru ietekmi uz ģenētisko polimorfismu, liela nozīme ir farmakoģenētikai, kas analizē medikamentu efektivitāti un toksicitāti saistībā ar indivīdu ģenētisko polimorfismu.

No fizikāliem faktoriem visspēcīgākais gēnu mutācijas izraisītājs ir jonizējošais starojums.

Pirms dažiem gadu desmitiem tika novērota dažāda indivīdu atbildes reakcija uz medikamentozo terapiju, kas izpaudās vai nu kā paaugstināta medikamentu toksicitāte, vai arī pretēji – kā terapijas neefektivitāte. Iemesls bija indivīdu ģenētiskā atšķirība (polimorfisms), kas izpaudās kā izmainīts medikamentu biotransformācijas ātrums.

Biotransformācijas process tradicionāli tiek iedalīts divās fāzēs. Pirmās fāzes enzīmi ksenobiotikām pievieno jaunas funkcionālās grupas vai modificē esošās (piemēram, -OH, -SH, $-NH_3$), process tiek katalizēts, izmantojot citohroma P450 enzīmus, kaut arī procesā var piedalīties daudzas citas oksidāzes, reduktāzes un dehidrogenāzes. Izveidotie starpprodukti otrās fāzes laikā tiek konjugēti ar endogēnajiem ligandiem, palielinot konjugētās sastāvdaļas hidrofilitāti, kas atvieglo ksenobiotiku izdalīšanos no organisma [37, 52].

Lai novērtētu vides faktoru ietekmi uz cilvēku ģenētisko sistēmu, pēdējās desmitgadēs plaši izmanto hromosomu aberācijas (HA) līmeņa noteikšanu. ASV pētnieki novērojuši HA skaita palielināšanos cilvēkiem, kas dzīvo ar dioksīniem piesārņotos rajonos, salīdzinot ar tīros rajonos dzīvojošajiem [41]. HA skaita palielināšanos konstatēja arī ar smagajiem metāliem un pesticīdiem piesārņotos rajonos [52, 99, 100].

Svarīgi ir arī izzināt, kādi apkārtējās vides piesārņotāji dod vislielāko mutagēno efektu. Tas ir grūti izdarāms, jo uz cilvēku vienlaikus iedarbojas vairāki faktori no dažādiem avotiem, turklāt vienu faktoru iedarbības mutagēnie efekti ir labāk izpētīti, citu – sliktāk. Tomēr pētnieki mēģināja novērtēt dažādu piesārņojuma avotu nozīmi mutagēnaktīvo vielu kvantitatīvajās attiecībās. Vairākums zinātnieku uzskata, ka vislielākais mutagēnā piesārņojuma radītājs ir rūpnieciskā ražošana, kas veido 30% vides piesārņojošo mutagēnu. Otrajā vietā ir augu aizsardzības līdzekļi un mēslojums, kuri veido ap 20%. Tikpat daudz (ap 20%) veido arī sadzīves ķīmija un kosmētika. Medikamenti mutagēno piesārņojumu papildina par 13%, bet laboratorijas ķīmija – par 7%. Šis vērtējums ir ļoti aptuvens un katrā konkrētā teritorijā atkarīgs no saimnieciskās darbības specifikas un citiem apstākļiem [31, 41, 66].

5.7. VIDES FAKTORU IETEKME UZ CILVĒKU REPRODUKTĪVO VESELĪBU

Cilvēku reprodukcija jeb spēja vairoties ir sarežģīts process, kuru veido savstarpēji saistītu notikumu ķēde. Cilvēku reproduktīvās veselības traucējumi ir nopietna mūsdienu problēma. Jautājumi par dažādu vides faktoru ietekmi uz reproduktīvo veselību vēl ir maz izpētīti. Tā ka reproduktīvā sistēma ir ļoti sarežģīta, nav viegli novērtēt dažādu faktoru ietekmi uz tās funkciju. Grūti atrast kritērijus, kā noteikt, vai kāda reproduktīvās sistēmas patoloģija ir saistīta ar konkrētu faktoru. Tomēr salīdzinājumā ar onkoloģiskajām slimībām vides faktoru iedarbības efektam uz reproduktīvo veselību ir īsāks latentais periods. Tādēļ nelabvēlīgā iedarbība uz cilvēka veselību ir ātrāk atklājama un novēršama.

Kā rāda pasaules zinātnieku pētījumi, vairāk nekā 1/3 cilvēku embriju iet bojā agrīnā grūtniecības periodā, bet aptuveni 9% grūtniecību beidzas ar spontāno abortu. Aptuveni 3% jaundzimušo defekti tiek diagnosticēti dzimšanas brīdī. Bērniem augot, var tikt konstatētas arvien jaunas iedzimtās patoloģijas.

20. gs. izdarītie pētījumi liecina, ka reproduktīvos procesus lielā mērā var ietekmēt dažādi vides faktori. 20. gs. pirmajos gadu desmitos noskaidrojās, ka cilvēku reproduktīvo funkciju var ietekmēt vesela virkne ķimikāliju. Interese par šiem jautājumiem pasaulē sevišķi palielinājās pēc 1950. gada, kad Japānā, Minamatas līča piekrastē, dzīvojošām sievietēm, kas bija lietojušas uzturā ar metildzīvsudrabu saindētas zivis, dzima bērni ar defektiem. Tikpat traģisks gadījums 20. gs. 50.–60. gados bija arī Eiropā, kad sievietēm, kuras grūtniecības laikā bija lietojušas sedatīvo preparātu talidomīdu, piedzima bērni ar dažādiem defektiem, it īpaši ar roku un kāju patoloģijām. No talidomīda iedarbības cieta apmēram 10 000 bērnu 30 valstīs. Šie un vēl daudzi citi gadījumi parādīja, kādas briesmas draud grūtniecēm no medikamentu lietošanas un saskares ar ķīmiskām vielām [18, 60, 100].

8. tabula. Faktori, kas nelabvēlīgi ietekmē reproduktīvo sistēmu

Galvenie nelabvēlīgie faktori, kas var ietekmēt cilvēka reproduktīvo sistēmu	
Vides faktori: • fizikālie faktori (jonizējošais un nejonizējošais starojums, augsta un zema temperatūra, troksnis, vibrācija, hipoksija); • ķīmiskās vielas, piemēram, daži pesticīdi (DDT, kepons, dibromhlorpropāns), arsēns, svins, dzīvsudrabs, ksilols, anestezējošas gāzes, antineoplastiskie preparāti u.c.; • bioloģiskie faktori (toksoplazma, masaliņu vīruss u.c.); • fiziskā slodze; • psiholoģiskā pārslodze un stress	**Vispārējie faktori** • vecums; • pārciestās slimības (infekcijas slimības, masaliņas, epidēmiskais parotīts, uroģenitālo orgānu tuberkuloze, diabēts, prostatīts, vēzis u.c.); • medikamenti, piemēram, hormonu preparāti (estrogēnus saturošas vielas). **Kaitīgie ieradumi** • smēķēšana; • alkoholisms; • narkotisko vielu lietošana.

Ķīmiskās vielas var ietekmēt reproduktīvos procesus jau pirms apaugļošanās. Pēc apaugļošanās tās var ietekmēt augļa attīstību, dzemdību norisi, kā arī jaundzimušā masu. Sievietes reproduktīvā funkcija ir sarežģīta, to regulē centrālā nervu sistēma, hipotalāms, hipofīze un citi iekšējās sekrēcijas dziedzeri [18, 57].

Pirmsapaugļošanās periods

Materiālā saikne starp paaudzēm ir sievietes un vīrieša dzimumšūnas, kurās ir visa ģenētiskā informācija, kas nosaka nākamā organisma attīstību. Abu dzimumšūnu kodoliem saplūstot, izveidojas zigota. Tā ir jauna organisma sākums, kurā apvienojas tēva un mātes ģenētiskā informācija. Galvenās ģenētiskās informācijas nesējas ir šūnu kodolā esošās hromosomas, kuru funkcijas ir atkarīgas no tajās ietilpstošajām vielām. Hromosomu veido dezoksiribonukleoproteīds, kurā dezoksiribonukleīnskābes (DNS) molekula ir saistīta ar bāzisku olbaltumu. Šajā kompleksā ir arī ribonukleīnskābe (RNS), skābs olbaltums un bivalenti metāli. Daudzas ķīmiskās vielas ir mutagēni, un tām piemīt spēja izraisīt pārmaiņas DNS struktūrā – radīt ģenētiskus vai citotoksiskus bojājumus. Ja ir radušies hromosomu bojājumi, tad 90% gadījumu notiek spontāns aborts. Ja hromosomas ir bojātas, bet spontānais aborts nenotiek, bērnam var būt iedzimti defekti. Ja zigota ir stipri bojāta, spontānais aborts notiek tik agrīnā stadijā, ka to vispār nepamana.

Sievietes vai vīrieša kontakts ar daudzām ķīmiskām vielām var izraisīt arī apaugļošanās aizkavēšanos, nepareizu placentas attīstību vai embrija anomālijas.

Pie ķīmiskām vielām ar mutagēnām īpašībām, kas izraisa DNS bojājumus, pieder arsēns, azatioprēns, 4-aminobifenils, benzidīns, benzols, bis(hlormetil)ēteris un tehniskais hlormetilēteris, ciklofosfamīds, DDT, dieldrīns, etilēna oksīds, hroms (sešvērtīgs), hlornaftazīns, iprīts, melfalāns, 2-naftilamīns, svins, vinilhlorīds, vinkristīns u.c. [66, 100].

Pēcapaugļošanās periods

Ja implantācija ir traucēta, rodas spontāns aborts. Visbiežāk tas notiek grūtniecības pirmajās nedēļās. Grūtniecības pirmā trešdaļa ir viskritiskākais periods augļa attīstībā, jo šajā laikā šūnas diferencējas un sāk veidoties daudzi orgāni un sistēmas. Cauri placentai izkļuvušās indīgās ķīmiskās vielas var toksiski iedarboties uz augli un izraisīt dažādas iedzimtas patoloģijas, piemēram, *spina bifida*, augšlūpas šķeltni, plankumus ādā, lieku pirkstu izveidošanos, kā arī dažādus funkcionālus defektus, piemēram, garīgu atpalicību [29, 49]. Cauri placentai vieglāk izkļūst mazmolekulāras, nejonizētas, lipofilas vielas.

9. tabula. Vielas, kas viegli izkļūst cauri placentai

Vielas, kas viegli izkļūst cauri placentai (piemēri)	
Anestezējošas gāzes – slāpekļa oksīds, halotāns u.c. (saskare ar tām iespējama galvenokārt mediķiem – operāciju bloka darbiniekiem.	**Kadmijs** – izdalās vidē, sadegot cietajiem un šķidrajiem kurināmajiem. Cilvēka organismā kadmijs nonāk, to ieelpojot, uzņemot ar uzturu, ūdeni un tabakas dūmiem. Kadmiju un tā sāļus plaši izmanto ražošanā, piemēram, speciālu metālu sakausējumu izgatavošanā, tērauda un dzelzs elektropārklāšanā, kā arī elektrolampu, sārmu, bateriju, fotoelementu ražošanā u.c.
Arsēns – izmanto ķīmiskajā rūpniecībā, arī kā pigmentu un attīrītāju stikla rūpniecībā, kā kokmateriālu aizsarglīdzekli, pesticīdu u.c.	**Ksilols** – organiskais šķīdinātājs.
Benzpirēns – sastopams akmeņogļu sodrēju, darvas, piķa, dažādu neattīrītu minerāleļļu sastāvā; var veidoties dažu pārtikas produktu termiskas apstrādes procesā (kūpinot, grilējot un tamlīdzīgi).	**Mangāns** – rūpniecībā plaši izmanto mangāna sakausējumus ar alumīniju, varu, magniju un citiem metāliem, arī ķīmiskajā rūpniecībā kā piedevu minerālmēsliem, bateriju sauso elementu izgatavošanā, kā arī keramikas izstrādājumu, krāsu, laku, farmaceitisko preparātu ražošanā u.c.
Benzols – organiskais šķīdinātājs, kura lietošana mūsu dienās tiek ierobežota, tomēr tas joprojām ir sastopams dažādu maisījumu sastāvā.	**Polihlorinētie bifenili** – tos plaši izmanto rūpniecībā, piemēram, kā plastifikatorus polimēru ražošanā, papīra, krāsu ražošanā, arī kā dielektriķus transformatoros un kondensatoros, kā fungicīdus u.c.
DDT – pesticīds.	**Tetrahloretilēns** – organiskais šķīdinātājs.
Dibromhlorpropāns – pesticīds.	**Toluols** – organiskais šķīdinātājs.
Dihlormetāns – organiskais šķīdinātājs.	**Vinilhlorīds** – izmanto polimēru materiālu sintēzē.
Dioksīni – tos var saturēt komunālo atkritumu sadedzināšanas pelni; nelielos daudzumos tie ietilpst dažādu pesticīdu sastāvā.	
Heksahlorbenzols – organiskais šķīdinātājs: to plaši izmanto dažādu cietu vielu, piemēram, krāsu, laku, gumijas un sveķu šķīdināšanai, kā arī aparātu un apģērbu tīrīšanai.	

Toksisko vielu iedarbība grūtniecības otrajā un trešajā trešdaļā retāk izraisa iedzimtus defektus, jo orgāni un sistēmas ir jau izveidojušās. Visbiežāk ir toksisks efekts – tiek kavēta intrauterīnā augšana vai arī rodas nelielas anomālijas, piemēram, plankumi ādā, palielināts avotiņš. Novērots, ka sievietēm, kas grūtniecības laikā strādājušas ar organiskajiem šķīdinātājiem, jaundzimušo masa ir samazināta.

Visu grūtniecības laiku turpina attīstīties endokrīnā, imūnā, uroģenitālā un centrālā nervu sistēma. To attīstību var traucēt toksiskas un teratogēnas vielas, kas nokļūst organismā caur ādu, elpošanas un gremošanas orgāniem, radot defektus pēcnācējiem vai arī palielinot to iespējamību [18].

Svins un organiskais dzīvsudrabs ir labi zināmas kaitīgas vielas, kuru iedarbība šajā grūtniecības periodā izraisa iedzimtu patoloģiju. Svins ir pasaulē visplašāk lietotais krāsainais metāls, ar kuru saskarē nonāk vairāk nekā 300 dažādu profesiju pārstāvju. Sadzīvē svins visbiežāk ir sastopams māla trauku glazūrā un dažādos kristāla izstrādājumos. Saknēs un dārzeņos svins var nonākt no piesārņotās augsnes, tajā savukārt no gaisa, no svinu saturošiem pesticīdiem un krāsām, kas lietotas ēku apdarei. Gaisā, augsnē un ūdenī svins nokļūst no automobiļu izplūdes gāzēm.

Organiskos dzīvsudraba savienojumus lieto kā fungicīdus un algicīdus krāsās un plastmasās, kā arī pelējuma profilaksei kūdrā, papīrrūpniecībā un citur. Dzīvsudrabu un tā neorganiskos savienojumus plaši lieto daudzās rūpniecības nozarēs, piemēram, medicīniskajos instrumentos – termometros, asinsspiediena mērīšanas aparātos u.c. Stomatoloģijā dzīvsudraba amalgamu lieto metāliskajās zobu plombās. Bet dabā dzīvsudraba savienojumi nokļūst dažādu transformācijas procesu rezultātā [18].

Pasaulē arvien vairāk nāk klāt jauni pierādījumi, kas liecina par estrogēnus imitējošo vides piesārņotāju nelabvēlīgo ietekmi uz augļa attīstību un grūtniecības norisi [56].

Literatūrā plaši aprakstīta smago metālu negatīvā ietekme uz grūtniecības norisi. Ar dzīvsudrabu, svinu, varu un cinku piesārņotajos rajonos grūtniecēm asinīs novēroja paaugstinātu šo metālu saturu organismā, kas bieži saistījās ar grūtniecības un dzemdību patoloģiju [100].

No kontakta ar ķīmiskām vielām var rasties ļaundabīgie audzēji bērniem. Zināmie iedarbības mehānismi ir bojātas vecāku dzimumšūnas un kancerogēnās vielas, kas izkļūst cauri placentai (9. tabula). Šī problēma vēl maz pētīta, bet gandrīz visas kancerogēnās vielas, kas iet cauri placentai, var izraisīt ļaundabīgus audzējus bērniem [24, 82].

Bērna zīdīšana

Lipofilās, taukos šķīstošās ķīmiskās vielas ar mazu molekulmasu, piemēram, svins, dzīvsudrabs, organiskie šķīdinātāji (dihloretāns, perhloretilēns u.c.), daži pesticīdi, var viegli nonākt mātes pienā un būt pat lielākā koncentrācijā nekā asins plazmā. Piemēram, aspirīns mātes pienā ir trīs reizes mazākā koncentrācijā nekā asins plazmā, svins – aptuveni vienādā, bet polihlorinētie bifenili – 4–10 reižu lielākā koncentrācijā nekā asins plazmā. Turklāt ķīmiskā viela atkarībā no tās uzbūves un izvadīšanas mehānisma no organisma var atrasties mātes pienā atšķirīgu laiku, piemēram, ja alkohols no mātes piena tiek izvadīts trīs stundu laikā, tad polihlorinētie bifenili – tikai 5–8 mēnešu laikā.

Mātes pienā labi uzkrājas arī pesticīds dieldrīns, pesticīda DDT metabolīti, pesticīds heptahlors, jau pieminētie polihlorinētie bifenili, svins. Tātad barot bērnu ar krūti mūsu dienās ir zināms risks. Tomēr vairākums pediatru uzskata, ka bērna zīdīšana ar krūti ir nozīmīgāka par saindēšanās risku [60, 69].

Ķīmisko vielu iedarbību uz **vīriešu reproduktīvo sistēmu** pasaulē sīkāk sāka pētīt 20. gadsimta 70. gados pēc traģiskajiem notikumiem ar pesticīdu 1,2-dibromhlorpropānu (DBHP), kad kādā Kalifornijas uzņēmumā tika konstatēts, ka šis pesticīds izraisījis neauglību vairākiem desmitiem strādnieku. Turpmākajos gados tika apsekoti vēl vairāki simti strādnieku, kuriem darbā bija saskare ar pesticīdiem. Tā apstiprinājās fakts, ka DBHP nomāc spermatoģenēzi. Mūsu

dienās ir zināms, ka ķīmiskās vielas divējādi var ietekmēt vīriešu reproduktīvo funkciju. Pirmkārt, tās var ietekmēt hipotalāma funkciju, tas savukārt – dzimumhormonu izdalīšanos. Rezultātā var ciest spermatoģenēze vai rasties impotence, pazemināties dzimumtieksme (libido). Otrkārt, ķīmiskās vielas var iedarboties toksiski arī uz pašu spermu un tādējādi izraisīt neauglību.

Strādniekiem, kam ir kontakts ar dažādām ķīmiskām vielām, nereti tās tiek atrastas spermā. Šīs vielas var:

- tieši ietekmēt spermatozoīdu kustīgumu,
- negatīvi ietekmēt apaugļošanos, implantāciju vai placentas attīstību,
- uzsūkties cauri maksts gļotādai un iedarboties uz sievietes organismu [11].

Pasaulē veiktie pētījumi par spermas kvalitāti ļauj secināt, ka laikposmā no 1938. gada līdz mūsu dienām spermas kvalitāte ir pazeminājusies. To izskaidro galvenokārt ar ķīmisko vielu iedarbību. Franču zinātnieki ir konstatējuši spermatozoīdu daudzuma samazināšanos ejakulātā, kas korelē ar DDT noārdīšanās produktu daudzumu vidē, kuriem savukārt ir estrogēnā hormona īpašības [11].

Literatūrā ir samērā maz datu par ķīmisko vielu iedarbību uz vīriešu reproduktīvo veselību, tomēr ir konstatēts, ka uz sēkliniekiem toksiski iedarbojas daži pesticīdi – jau minētais DBHP, kā arī etilēndibromīds un kepons, kurus lieto augu aizsardzībā. Hroniskas saindēšanās gadījumā ar vinilhlorīdu un oglekļa disulfīdu novērota samazināta dzimumtieksme un impotence.

Mūsu dienās toksiska iedarbība uz spermu ir konstatēta virknei ķīmisko vielu, piemēram, alkoholam, benzolam, DBHP, DDT, etilēndiamīnam, etilēndibromīdam, epihlorhidrīnam, estrogēniem un estrogēnus imitējošām vielām, hlordekonam, hloroprēnam, karbarilam, oglekļa disulfīdam, svinam [57].

No citiem vides faktoriem visnozīmīgākā nelabvēlīgā iedarbība uz cilvēka reproduktīvo sistēmu ir **jonizējošam starojumam**. Akūta jonizējošā starojuma iedarbība devās, kas ir lielākas par 0,5 zīvertiem (*Sv*), var būt par cēloni vairākām patoloģijām. Preimplantācijas periodā saņemtais jonizējošais starojums var izraisīt zigotas implantācijas traucējumus. Līdz 20. grūtniecības nedēļai saņemtais jonizējošais starojums auglim var izraisīt mikrocefāliju un centrālās nervu sistēmas bojājumu. Pēc 20. grūtniecības nedēļas jonizējošā starojuma iedarbība var radīt auglim ādas un asinsrades orgānu bojājumu [57].

Sievietēm visjutīgākie pret apstarojumu ir olnīcu folikuli. Konstatēts, ka 0,3 greju (Gy) liels apstarojums pēc dažām stundām rada pārejošas pārmaiņas folikulos. 1,5–3,0 Gy liela apstarojuma efekts, kas izpaužas kā menstruāciju traucējumi, arī ir pārejošs. Pēc 1–2 gadiem traucējumi izzūd un olnīcu funkcijas normalizējas. Pēc 4–6 Gy liela apstarojuma iestājas neatgriezeniska sterilitāte. Ģenētiskās pārmaiņas dzimumšūnās var izraisīt simt reižu mazākas apstarojuma devas.

Pētījumos par mazu jonizējošā starojuma devu ietekmi uz reproduktīvo veselību ir konstatēts, ka visjutīgākās pret to ir mazdiferencētās šūnas, kas lēni dalās, – spermatogoniji. To mitotiskā aktivitāte samazinās jau nākamajā dienā pēc 0,5 Gy liela apstarojuma. Tā kā vairāk diferencētās šūnas – spermatocīti un spermatīdi – ir radioizturīgi, neliels starojums neizraisa sterilitāti. Tomēr lielas jonizējošā starojuma devas (5–6 Gy) visu grupu vīrišķajās dzimumšūnās rada deģeneratīvas pārmaiņas, kuru dēļ rodas neatgriezeniska sterilitāte.

Jonizējošais starojums vīriešu dzimumšūnās var izraisīt mutācijas un hromosomu aberācijas, kas var būt par dažādu pēcnācēju slimību iemeslu. Lielbritānijā veiktie pētījumi rāda, ka pastāv saikne starp bērnu leikēmiju un viņu tēvu darbu atomelektrostacijā. Augstāks risks

saslimt ar leikēmiju bija bērniem, kuru tēviem kopējais dzīves laikā saņemtais apstarojums bija lielāks par 100 mSv (milizīverti). Autori atzīmē, ka aprēķināta tikai ārējā apstarojuma deva, bet nav ņemti vērā inkorporētie radionukleīdi, kurus iespējams saņemt ar uzturu vai ieelpojot [18, 50, 51].

Pētījumu dati par **nejonizējošā starojuma iedarbību** uz cilvēku reproduktīvo veselību ir pretrunīgi. Dažos epidemioloģiskos pētījumos ir konstatēts, ka radiofrekvenču viļņu iedarbība grūtniecības laikā bijusi par iemeslu samazinātai jaundzimušo masai, priekšlaicīgām dzemdībām un iedzimtām patoloģijām, turpretī citi pētījumi šādus datus neapstiprina [51].

Zemas frekvences elektrisko un magnētisko lauku iedarbība arī vēl nav īsti izpētīta. Amerikāņu epidemiologi ziņo par iedzimtām patoloģijām to sieviešu bērniem, kuras grūtniecības laikā lietojušas elektriskās segas, tādējādi pakļaudamas sevi magnētiskā lauka iedarbībai. Eksperimentālie pētījumi ar cāļu embrijiem, pelēm un žurkām grūsnības periodā nav apstiprinājuši zemas frekvences elektromagnētiskā lauka teratogēnās īpašības [50].

Aprakstīti gadījumi, kad hroniskas radiofrekvenču un mikroviļņu iedarbības dēļ radušies sēklinieku bojājumi un samazinājies spermas daudzums. Zviedrijā veiktie epidemioloģiskie pētījumi atklājuši, ka spontānie aborti un iedzimtās patoloģijas biežāk sastopamas ģimenēs, kurās vīri darbā ir pakļauti zemas frekvences elektrisko un magnētisko lauku iedarbībai, tomēr vācu zinātnieku pētījumi šos datus neapstiprina [51].

Intensīvs **troksnis** ir viens no galvenajiem nelabvēlīgajiem vides faktoriem. Literatūrā ir dati par intensīva trokšņa nelabvēlīgo ietekmi uz grūtniecības norisi, jaundzimušā asfiksiju un iedzimtiem defektiem. Kaut gan dzemde samērā labi slāpē troksni, jaundzimušajiem dažkārt konstatē dzirdes traucējumus, jo metālapstrādē, tekstilrūpniecībā, būvmateriālu ražošanā, mežizstrādē, kokapstrādē, termoelektrocentrālēs un transporta sistēmā daudzi strādājošie ir pakļauti intensīvai trokšņa iedarbībai. Arī sadzīvē (naktsklubos, diskotēkās, koncertos u.c.) troksnis nereti pārsniedz pieļaujamās normas [55, 56].

Krievijas zinātnieki ir veikuši daudz novērojumu par **vispārējās vibrācijas** ietekmi uz sieviešu traktoristu reproduktīvo sistēmu. Visbiežāk novēroti menstruālā cikla traucējumi un spontānie aborti [115]. Grūtniecēm īpaši nelabvēlīga var būt zemas frekvences (5–10 Hz) vibrācijas (infraskaņas) iedarbība, kas rezonē ar ķermeņa iekšējām svārstībām. Tāda vibrācija var izraisīt hematūriju un spontānu abortu [60].

Vibrācijas ietekme uz vīriešu reproduktīvo sistēmu ir pētīta samērā maz, galvenokārt transporta vadītājiem. Pastāv uzskats, ka vibrācija iedarbojas uz sēkliniekiem netieši, proti, ar procesā iesaistītās nervu sistēmas un endokrīnās sistēmas starpniecību [115].

Liela **fiziskā slodze** arī var iespaidot cilvēku reproduktīvo funkciju. Sievietes organismam salīdzinājumā ar vīrieša organismu ir mazākas funkcionālas iespējas veikt fizisku darbu. Sievietēm, kas ilgstoši strādājušas smagu fizisku darbu, nereti novēro dzemdes noslīdēšanu un pat izkrišanu, kā arī menstruālā cikla traucējumus un spontānus abortus. Dažkārt kaitīga var būt arī pārmērīga slodze sportā. Smaga fiziskā slodze grūtniecības laikā var būt par cēloni samazinātai jaundzimušā masai un priekšlaicīgām dzemdībām [27, 57, 115].

Strādniecēm pārtikas ražošanas uzņēmumos (maizes ceptuvēs, piena pārstrādes uzņēmumos, konditorejās), siltumnīcās un citās darba vietās ar augstu gaisa temperatūru novēroti olnīcu hormonālās darbības traucējumi, kas var būt par iemeslu paaugstinātai saslimstībai ar pirmsvēža ginekoloģiskām slimībām un labdabīgiem audzējiem [115].

Visvairāk ir pētīta ķīmisko un fizikālo faktoru ietekme uz reproduktīvo veselību. Pēdējā laikā tiek veikti arī epidemioloģiskie pētījumi par citu vides faktoru, piemēram, psiholoģiskās pārslodzes un stresa, dažādu bioloģisko u.c. faktoru, ietekmi uz cilvēku reproduktīvo funkciju.

5.8. VIDES FAKTORU IETEKME UZ ONKOLOĢISKO SLIMĪBU ATTĪSTĪBU

Zinātnieki prognozē, ka nākotnē 30–40% industrializētās pasaules iedzīvotāju varētu attīstīties ļaundabīgie audzēji.

No onkoloģiskajām slimībām ir grūti izvairīties, jo vēl joprojām nav īsti noskaidrots, kāpēc tās rodas. Ļaundabīgā audzēja rašanās un veidošanās ir daudzpakāpju process, kas turpinās gadiem, līdz no normāli funkcionējošām šūnām kancerogēnu ietekmē izveidojas vēža šūnas. **Kancerogēni** ir vielas un faktori, kas ar ticamu biežumu palielina vēža rašanos populācijā. Tas nozīmē, ka daļai slimības gadījumu izraisītājs ir zināms, un līdz ar to slimību iespējams novērst. Pēc epidemiologu datiem, 70–80% gadījumu vēža izcelsmē noteicošais ir vides faktors, bet 2–8% ļaundabīgo audzēju ir arodetioloģijas slimības.

Angļu ārsts J. Hills 1761. gadā aprakstīja sakarību starp tabakas šņaukšanu un deguna polipu veidošanos, kuri vēlāk var ļaundabīgi transformēties.

Pirmās onkoloģiskās arodslimības novēroja Pērsivals Pots, kas jau 1775. gadā aprakstīja paaugstinātu sēklinieku maisiņa karcinomas risku skursteņslauķiem. Gadsimtu pēc P. Pota atklājuma, 1895. gadā, L. Rēns Vācijā konstatēja augstu saslimstību ar urīnpūšļa vēzi anilīna krāsvielu ražotājiem. Kā vēlāk noskaidroja, šās vēža formas izraisītāji ir aromātiskie amīni – 2-naftilamīns, benzidīns un 4-aminobifenils. 19. gadsimtā parādījās ziņojumi par plaušu vēzi Saksijas, Čehijas un Slovākijas kalnračiem, kā arī ādas vēzi parafīna ražotājiem. Nākamos konkrētos datus par ķīmiskajiem kancerogēniem 1915. gadā ieguva japāņu zinātnieki Jamagiva un Ičikava, kuri pierādīja, ka ogļu darvas iedarbības dēļ trušiem attīstās ādas vēzis. 20. gadsimta divdesmitajos gados angļu zinātnieki konstatēja, ka kancerogēniskas īpašības ir ogļu darvā esošajiem policikliskajiem aromātiskajiem ogļūdeņražiem, ieskaitot dibenzantracēnu un benzpirēnu [84].

1911. gadā P. Rouzs atklāja, ka vistām vēzi izraisa vīruss. Ilgāku laiku notika strīdi par to, kas tad īsti ir vēža izraisītājs – vīrusi vai ķīmiskās vielas? Vēlāk zinātnieki nonāca pie secinājuma, ka ļaundabīgo transformāciju var izraisīt gan viens, gan otrs faktors, gan abi – mijiedarbojoties.

Laikā no 1925. līdz 1933. gadam E. Kenueja vadībā, pētot sintētiskā policikliskā ogļūdeņraža dibenzantracēna un no ogļu darvas izdalītā benzpirēna īpašības, konstatēja to kancerogēnisko aktivitāti.

Mūsu dienās dažādās pasaules valstīs veiktie **epidemioloģiskie pētījumi** apstiprina ļoti augstu onkoloģisko slimību risku no vides piesārņojuma ar policikliskajiem aromātiskajiem ogļūdeņražiem, organiskajiem hlora savienojumiem, dioksīniem, nitrozoamīniem, azbestu, arsēnu, pesticīdiem, radonu, formaldehīdu, niķeli, kadmiju [3, 28, 51, 100].

Kancerogēnu izplatību apkārtējā vidē un audzēju epidemioloģiju pētī Starptautiskā vēža pētījumu aģentūra – SVPA *(International Agency for research on Cancer – IARC)* un Starptautiskā komisija apkārtējās vides aizsardzībai no mutagēniem un kancerogēniem *(International Commission for Protection Against Environmental Mutagens and Carcinogens – ICPEMC)*.

Vispārējā vēža epidemioloģija liecina, ka saslimstība ar ļaundabīgajiem audzējiem nepārtraukti pieaug. Pēc Pasaules Veselības organizācijas datiem, pēdējos 20 gados 28 rūpnieciski attīstītākajās valstīs saslimšana ar vēzi ir pieaugusi par 18 procentiem. Īpaši tas attiecas uz piena dziedzera un plaušu vēzi, kā arī uz kuņģa un zarnu audzējiem [8, 55, 56].

No SVPA savāktā materiāla izriet, ka 80% gadījumu audzēju rašanās cēlonis ir nelabvēlīgo vides faktoru ietekme uz somatisko šūnu ģenētisko materiālu.

Pēc daudzu autoru pētījumu datiem, lielākais īpatsvars vēža izcelsmē ir dzīvesveidam un kaitīgiem ieradumiem. Tomēr vides piesārņojumam arī ir liela loma, jo vidi piesārņojošas vielas cilvēki uzņem arī ar uzturu un smēķējot [66, 77].

Kancerogēnus var iedalīt šādās grupās:

1. Ķīmiskie kancerogēni:

- organiskie ķīmiskie kancerogēni – cikliskie amīni, policikliskie aromātiskie ogļūdeņraži, piesātinātie ogļūdeņražu hlora atvasinājumi;
- neorganiskās ķīmiskās vielas – daži metāli (hroms, niķelis, kobalts u.c.) un to savienojumi; šķiedrainie materiāli (azbests).

2. Fizikālie kancerogēni:

- jonizējošais starojums;
- ultravioletais starojums;
- elektromagnētiskie lauki.

3. Bioloģiskie kancerogēni:

- vīrusi (Rausa sarkomas vīruss, Bitnera krūts dziedzera vēža vīruss u.c.);
- mikotoksīni (piemēram, aflatoksīni – pelējumsēnes *Aspergillus flavus* un citu pelējumsēņu metabolīti);
- parazīti.

Starptautiskā vēža pētniecības aģentūra iesaka ķīmiskos arodkancerogēnus – ķīmiskās vielas, vielu grupas un ražošanas procesus – iedalīt 4 grupās pēc to kancerogenitātes attiecībā uz cilvēku.

1. grupa. Ķīmiskie savienojumi un ražošanas procesi, kas **nepārprotami** ir **kancerogēniski** cilvēkiem (piemēram, azbests, benzols, vinilhlorīds). Lai vielu iekļautu 1. grupā, jābūt epidemioloģiskiem pētījumiem par tās kancerogēnisko iedarbību.

2. grupa. Ķīmiskie savienojumi un ražošanas procesi **ar varbūtēju** un **iespējamu kancerogēnisku** iedarbību. Šās grupas vielas iedala vēl divās apakšgrupās:

2A – **vielas ar augstāku varbūtēju un iespējamu kancerogēnisku iedarbību** (piemēram, akrilnitrils, berilijs un tā savienojumi, kadmijs);

2B – **vielas ar zemāku varbūtēju un iespējamu kancerogēnisku iedarbību** (piemēram, acetaldehīds, heksahlorbenzols).

3. grupa. Ķīmiskie savienojumi un ražošanas procesi, kas **nav kancerogēniski** cilvēkam.

4. grupa. Ķīmiskie savienojumi un ražošanas procesi, kas, **iespējams, nav kancerogēniski** cilvēkam.

Pasaulē ir identificēti un reģistrēti vairāk nekā 10 milj. ķīmisko vielu; 50 tūkst. no tām tiek regulāri lietotas. Ap 1000 dažādu ķīmisko vielu noteiktos apstākļos var būt potencionāli kancerogēniskas [1, 7].

Kancerogēnu iedarbības mehānismi

Ķīmiskais savienojums var būt primārs kancerogēns vai prokancerogēns, no kura organismā veidojas metabolīti ar kancerogēnisku iedarbību, piemēram, benzpirēna kancerogēniskā iedarbība ir saistīta ar epoksīdiem – šās vielas metabolītiem organismā. Sarežģīts ir jautājums par šķiedru kancerogēnisko iedarbību. Sakarā ar to, ka ir pierādīta azbesta šķiedru kancerogēniskā iedarbība, pasaulē arvien plašāk to vietā sāk lietot cilvēku radītās minerālās šķiedras. Tās savukārt rada jaunas briesmas, jo eksperimentāli ir jau konstatēts, ka kancerogēniskās īpašības var būt jebkurām šķiedrām, ja to dimensijas ir līdzīgas azbesta šķiedrām. SVPA publicējusi datus, ka stikla, akmens, izdedžu un keramikas šķiedras var būt kancerogēniskas.

Kā jau minēts, apmēram 90% gadījumu kancerogēni ir mutagēni, tādēļ tos pieskaita genotoksīniem. Taču par kancerogēnu izraisītajām pārmaiņām šūnas ģenētiskajā materiālā, kas ir par cēloni ļaundabīgai transformācijai, vēl ir daudz nezināma. Neapšaubāmi, vēža rašanās pirmējās izmaiņas ir dažādas gan dažādu tipu audzēju, gan viena tipa audzēju veidošanās procesā. Viens no ļaundabīgās transformācijas rašanās cēloņiem ir protoonkogēnu aktivēšana somatisko šūnu genomā. Šo aktivēšanu visbiežāk izraisa viena punkta mutācija, kuras rezultātā viena konkrēta protoonkogēna kodētā olbaltumā kāda aminoskābe tiek aizstāta ar citu.

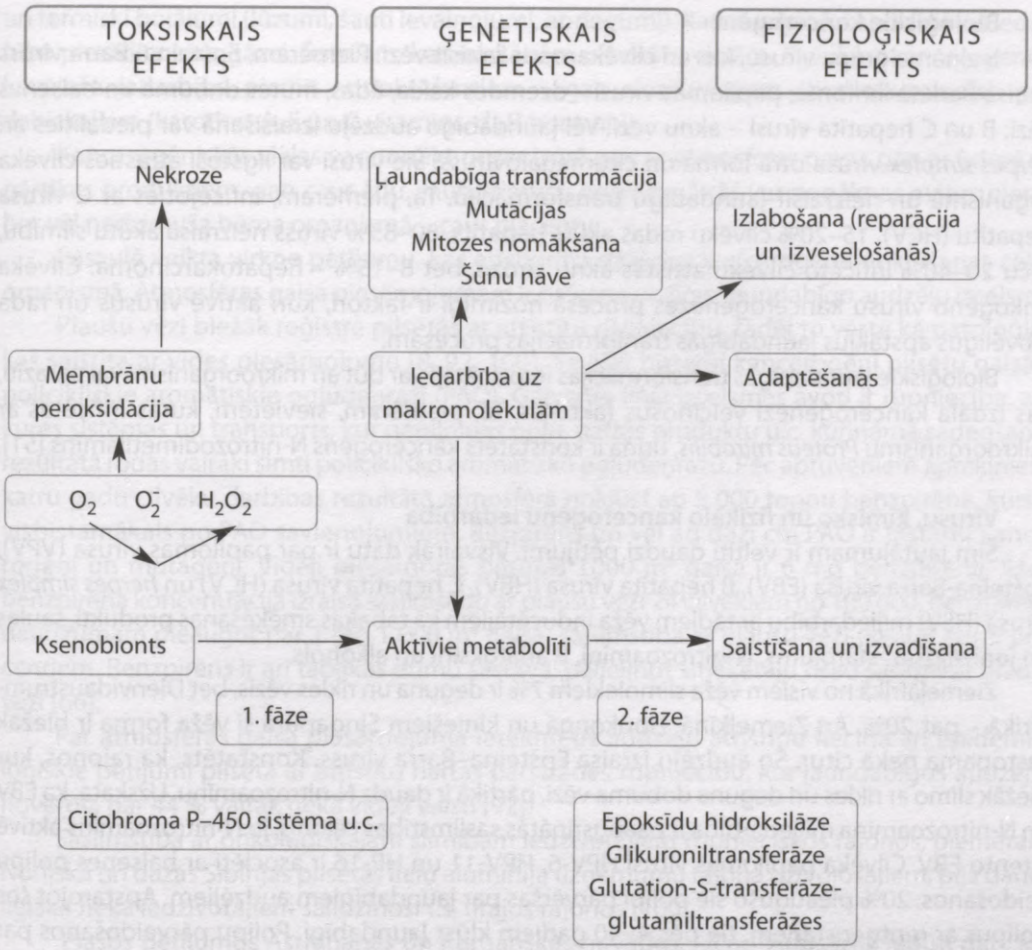
Kancerogēnisko vielu iedarbība uz cilvēka organismu ir ļoti daudzveidīga. Ķīmisko vielu mutagēniskās un kancerogēniskās īpašības ir atkarīgas arī no tā, kā attiecīgā viela nokļūst organismā – ar uzturu, caur ievainojumiem, caur ādu, kā tā tiek sadalīta pa dažādiem orgāniem un izdalīta vai, ja netiek izdalīta, – kā un kur tā uzkrājas organismā. Genotoksiskā viela var noārdīties un tikt izvadīta ar urīnu vai saistīties ar kādu olbaltumu un tikt iznēsāta pa organismu, tā var saitīties arī ar DNS un izraisīt tajā ģenētiskas pārmaiņas. Taču arī tad, ja genotoksiskā viela ir saistījusies ar DNS un izraisījusi pārmaiņas organismā, pārmaiņas vēl nav neatgriezeniskas, jo tās var izlabot organisma reparācijas sistēmas [51, 66, 77].

Imūnsistēma aizsargā organismu no dažādām ārējām iedarbībām, kā arī aizkavē vēža šūnu dalīšanos un strauju audzēju attīstīšanos. Vides piesārņojums var ievērojami mainīt šās sistēmas funkcijas, pavājinot organisma aizsargspēju. Ķīmisko vielu vai fizikālo faktoru iedarbība var būt arī tieša, traucējot imūnsistēmas šūnu dalīšanos vai izraisot tajā nelabvēlīgas pārmaiņas.

Cilvēka organismā nokļuvušās kaitīgās vielas visaktīvāk metabolizē aknu hepatocītu mikrosomu frakcija. Mikrosomu citohroma P-450 sistēma aktīvi noārda dažādus ksenobiontus, tomēr dažas vielas tā pārvērš par mutagēniem vai kancerogēniem (10. att.). Ksenobiontu noārdīšanās procesā rodas gan aktīvie skābekļa radikāļi, gan peroksīdi, kas bojā šūnu membrānas un izraisa pat to bojāeju. Aktivētie metabolīti var izraisīt ģenētiskas pārmaiņas, dažkārt tos var inaktivēt organisma enzīmu sistēmas darbība.

Bīstams vides piesārņojums ir vairāku minerālu šķiedriņas un neregulāras daļiņas, kas sākumstadijā izraisa hroniskas plaušu slimības – silikozi, azbestozi u.c., bet pēc ilgāka laika (20–30 gadiem) var izraisīt vēzi. Kancerogēnisks efekts ir azbesta šķiedriņām, stikla vates daļiņām, krama un granīta putekļiem, kaolīnam u.c. līdzīgiem vides piesārņotājiem. Šīs daļiņas nonāk plaušu audos un kļūst par hroniska kairinājuma perēkli. Organismā aktivētie makrofāgi cenšas šīs daļiņas iznīcināt, izdalot aktīvos skābekļa radikāļus. Tā kā šīm sistēmām kairinājuma avotu neizdodas likvidēt, tad brīvie skābekļa radikāļi nepārtraukti iedarbojas uz apkārtējām šūnām, radot tajās ģenētiskus bojājumus, kas arī kļūst par ļaundabīgās transformācijas cēloni. Šajā gadījumā audzēja patoģenēzē sava loma ir **oksidatīvajam stresam**, kad rodas nesabalansēta situācija un organismā dažādu normālu bioķīmisko reakciju rezultātā, kā arī kaitīgu apkārtējās vides apstākļu ietekmē (atmosfēras piesārņojums, UV starojums, cigarešu dūmi u.c.) veidojas brīvie skābekļa radikāļi. Šie brīvie radikāļi, bojājot šūnas apvalku, nonāk šūnas kodolā un bojā šūnas ģenētisko materiālu. Rezultātā rodas hroniski šūnu un audu bojājumi un attīstās slimības. Lai dabiskā organisma aizsardzības sistēma spētu darboties pilnvērtīgi, organismā nepieciešams pietiekams daudzums antioksidantu. Tātad azbests un citi līdzīgi vides piesārņotāji, netieši iedarbojoties uz DNS molekulām, var izraisīt vēža attīstību.

No **fizikāliem faktoriem** visbīstamākais vēža etioloģijā ir **jonizējošais starojums**. Mutagēnisks efekts ir ultravioletajam starojumam ar viļņu garumu 10^{-4} cm. Lai starojumam būtu mutagēnisks efekts, tā enerģijai jābūt vismaz tik lielai, lai elektroni pārvietotos no iekšējiem līmeņiem uz ārējo, radot nestabilu atoma stāvokli un palielinot tā tieksmi iesaistīties ķīmiskās reakcijās.



10. attēls. Toksisko vielu biotransformācijas shēma organismā un to darbības sekas [66].

Kaut gan jonizējošā starojuma izraisītie ļaundabīgie audzēji novēroti jau 20. gadsimta sākumā, to veidošanās mehānisms vēl nav pilnīgi noskaidrots. Zināms, ka jonizējošam starojumam uz ļaundabīgo audzēju šūnām var būt diametrāli pretēja iedarbība. Pirmkārt, lielas starojuma devas samazina vēža šūnu reģenerāciju, kavē audzēja augšanu vai pat to pilnīgi iznīcina. Šo īpašību izmanto ļaundabīgo audzēju ārstēšanā ar staru terapiju. Otrkārt, pētījumi, kas tika veikti drīz pēc rentgenstaru atklāšanas, parādīja, ka radioaktīvie starotāji ir kancerogēni un izraisa audzējus. Tomēr vairākums datu liecina, ka starojuma kancerogēnā ietekme parādās tikai pēc noteiktām apstarojuma devām un noteikta latentā perioda [18, 50].

Troksnis arī rada lielu vides piesārņojumu. Tas var izraisīt dzirdes orgāna bojājumus. Intensīvs troksnis strādājošiem var izraisīt lēni progresējošu sensoneirālu vājdzirdību. Dzirdes orgāns gan anatomiski, gan fizioloģiski ir saistīts ar centrālo nervu sistēmu un reflektoriski caur to iedarbojas uz citiem orgāniem. Stress, ko rada troksnis, izjauc cilvēka bioloģiskā pulksteņa ritmu, arī hormonālo, radot fonu čūlu, infarktu, ļaundabīgo audzēju u.c. slimību attīstībai.

Bioloģiskie kancerogēni

Ir zināma grupa vīrusu, kas arī cilvēkam var izraisīt vēzi. Piemēram, Epšteina–Barra vīruss izraisa Berkita limfomu; papilomas vīrusi – dzemdes kakla, ādas, mutes dobuma un balsenes vēzi; B un C hepatīta vīrusi – aknu vēzi. Vēl ļaundabīgo audzēju izraisīšanā var piedalīties arī *herpes simplex* vīrusa otrā forma un citomegalovīruss. Šie vīrusi var ilgstoši atrasties cilvēka organismā un neizraisīt ļaundabīgu transformāciju. Tā, piemēram, inficējoties ar C vīrusa hepatītu (HCV), 15–20% cilvēku rodas akūts hepatīts, 80–85% vīruss neizraisa akūtu slimību, taču 20–40% inficēto cilvēku attīstās aknu ciroze, bet 8–15% – hepatokarcinoma. Cilvēka onkogēno vīrusu kanceroģenēzes procesā nozīmīgi ir faktori, kuri aktivē vīrusus un rada labvēlīgus apstākļus ļaundabīgās tranformācijas procesam.

Bioloģiskie ļaundabīgās transformācijas ierosinātāji var būt arī mikroorganismi vai parazīti, kas izdala kanceroģenēzi veicinošus faktorus. Tā, piemēram, sievietēm, kuras inficētas ar mikroorganismu *Proteus mirabilis*, urīnā ir konstatēts kancerogēns N-nitrozodimetilamīns [51].

Vīrusu, ķīmisko un fizikālo kancerogēnu iedarbība

Šim jautājumam ir veltīti daudzi pētījumi. Visvairāk datu ir par papilomas vīrusa (VPV), Epšteina-Barra vīrusa (EBV), B hepatīta vīrusa (HBV), C hepatīta vīrusa (HCV) un *herpes simplex* vīrusa (HSV) mijiedarbību ar tādiem vēža inducētājiem kā tabakas smēķēšanas produkti, saules un jonizējošais starojums, N-nitrozoamīni, B aflatoksīni un alkohols.

Ziemeļāfrikā no visiem vēža slimniekiem 7% ir deguna un rīkles vēzis, bet Dienvidaustrumāfrikā – pat 20%. Arī Ziemeļķīnā, Honkongā un ķīniešiem Singapūrā šī vēža forma ir biežāk sastopama nekā citur. Šo audzēju izraisa Epšteina–Barra vīruss. Konstatēts, ka rajonos, kur biežāk slimo ar rīkles un deguna dobuma vēzi, pārtikā ir daudz N-nitrozoamīnu. Uzskata, ka EBV un N-nitrozoamīna mijiedarbība ir paaugstinātās saslimstības cēlonis, jo N-nitrozoamīns aktivē latento EBV. Cilvēka papilomas vīrusi HPV-6, HPV-11 un HP-16 ir asociēti ar balsenes polipu veidošanos. 20% pieaugušo šie polipi pārvēršas par ļaundabīgiem audzējiem. Apstarojot šos polipus ar rentgenstariem, tie pēc 4–40 gadiem kļūst ļaundabīgi. Polipu pārveidošanos par ļaundabīgiem sekmē arī smēķēšana un alkohols.

Aknu vēzi (hepatokarcinomu) var izraisīt B un C hepatīta vīrusi. Šo vīrusu kancerogēnisko aktivitāti stimulē aflatoksīni, alkohols, nepietiekams selēna daudzums pārtikā u.c. [51, 72].

Dzemdes kakla vēža rašanās procesā par ierosinātāju var būt *herpes simplex* vīruss-2 (HSV-2), cilvēka papilomas vīruss un, iespējams, arī citomegalovīruss. Dzemdes kakla vēzis biežāk ir sievietēm, kuras agri sākušas dzimumdzīvi un bieži mainījušas partnerus. Šo vīrusu aktivizēšanos veicina tabakas kancerogēni – N-nitrozoamīni un benzpirēns. Sievietes, kas strādā ar ķīmikālijām (naftu, darvu), biežāk slimo ar dzemdes kakla vēzi nekā vidēji populācijā.

Par iespējamu uzskata arī HSV un HPV vīrusu sinerģisko mijiedarbību ļaundabīgās transformācijas procesā. HSV ir audzēju inducētājs, HPV – transformēto šūnu dalīšanās veicinātājs. Ar dzemdes kakla vēzi visbiežāk slimo Dienvidamerikā, Honkongā, Vācijas austrumdaļā un Rumānijā, galvenokārt prostitūtas [51].

Vidē sastopami arī t.s. kanceroģenēzes modifikatori, kuriem pašiem nepiemīt kancerogēniska iedarbība, bet kuri veicina vai kavē kanceroģenēzi. Dažu kancerogēnu efekts var kombinēties un summēties. Ir vielas, kas katra atsevišķi nav tik kancerogēniskas kā tad, kad iedarbojas kopā. Šāds sinerģisms novērojams strādniekiem, kas strādā ar azbestu un reizē ir smēķētāji. Plaušu vēža risks šiem strādniekiem ir vismaz 50 reižu lielāks nekā nesmēķējošiem strādniekiem. Vēža attīstību veicina arī dažādi diētas faktori, liekais ķermeņa svars, mehāniski

un termiski bojājumi (lūzumi, šauti ievainojumi, apdegumi). Kancerogēnēzi aktivizējoša iedarbība pierādīta sēra gāzei, fenolam, karbolskābēm un citām vielām. Savukārt kancerogēnēzi kavējoša iedarbība piemīt antioksidantiem – gan sintētiskajiem (butiloksitoluols), gan dabiskajiem (karotīns, A, E un C vitamīns, daži hormoni).

Kancerogēniskās vielas var **nonākt organismā** gan ar atmosfēras gaisu, gan ar ūdeni un pārtikas produktiem, gan caur ādu. Jaundzimušo organismā tās var nonākt ar mātes pienu, bet vēl nedzimuša bērna organismā – caur placentu.

Pasaulē veikta virkne pētījumu, kas apstiprina dažādos kancerogēnu nokļūšanas ceļus organismā. Atmosfēras gaisa piesārņojumam ir galvenā nozīme ļaundabīgo audzēju izcelsmē.

Plaušu vēzi biežāk reģistrē pilsētās ar attīstītu rūpniecību, tādēļ to vērtē kā patoloģiju, kas saistīta ar vides piesārņojumu [8, 92, 100]. Sevišķi bīstami kancerogēni pilsētu gaisā ir policikliskie aromātiskie ogļūdeņraži (PAO). Galvenie PAO izcelsmes avoti ir rūpniecība, apkures sistēmas un transports, kur nepilnīgas ogļu, naftas produktu u.c. kurināmā sadegšanas rezultātā rodas vairāki simti policiklisko aromātisko ogļūdeņražu. Pēc aptuveniem aprēķiniem, katru gadu cilvēku darbības rezultātā atmosfērā nokļūst ap 5 000 tonnu benzpirēna, kurš ir visbīstamākais no PAO savienojumiem. Bezpirēns un vēl arī daži citi PAO ir bīstami kancerogēni un mutagēni. Vidēji piesārņotās pilsētās 1000 m^3 gaisa ir 6 mg benzpirēna. Šāda benzpirēna koncentrācija izraisa saslimšanu ar plaušu vēzi 24 cilvēkiem no 100 000. Benzpirēnu daudzumam pieaugot par 1 mg 1 000 m^3 gaisa, saslimstība ar plaušu vēzi pieaug par 5 procentiem. Benzpirēns ir arī tabakas dūmu sastāvā, palielinot smēķētāju risku saslimt ar plaušu vēzi [66].

Par atmosfēras gaisa piesārņojuma ietekmi uz audzēju attīstību liecina arī epidemioloģiskie pētījumi pilsētā ar attīstītu naftas pārstrādes rūpniecību, kur ļaundabīgos audzējus novēroja par 44 % vairāk nekā vidēji valstī [92].

Saslimstība ar onkoloģiskajām slimībām iedzīvotājiem rūpnieciskos rajonos, piemēram, Noriļskā un dažās Sibīrijas pilsētās lielu alumīnija uzņēmumu rajonā dzīvojošajiem, bija daudz lielāka nekā iedzīvotājiem salīdzinoši t.s. tīrajos rajonos [100].

Plašos pētījumos Astrahaņas un Kurganskas novados, kā arī Vidusāzijā iegūti dati, kas liecina par onkoloģisko slimību izplatības korelāciju ar atmosfēras gaisa piesārņojumu [100]. Līdzīgi dati iegūti pētījumos Ķīnā un Indijā. Indijā konstatētas onkoloģiska rakstura elpošanas orgānu slimības iedzīvotājiem rajonos, kuros bija liels atmosfēras gaisa piesārņojums ar kadmiju, niķeli un hromu [38].

Kā jau minēts, no fizikāliem faktoriem ļoti nopietns kancerogēns ir jonizējošais starojums. Apstarojums var būt gan ārējs, gan arī radioaktīvie elementi var nokļūt organismā ar pārtiku un ūdeni. Organismā tie koncentrējas kritiskajos orgānos un rada lielas hroniska apstarojuma devas. Ādas ļaundabīgie audzēji parasti rodas no staru dermatīta. 16. gadsimtā aprakstīta t.s. kalnu slimība, ar kuru slimoja un mira rūdas raktuvju strādnieki. Šās slimības īsto cēloni noskaidroja 20. gadsimta sākumā, kad daudzi Johimovas un Šnēbergas urāna rūdas raktuvju strādnieki saslima ar plaušu vēzi pēc ilga latentā perioda (15–25 gadiem). 25% gadījumu plaušās konstatēja pat vairākus audzējus.

Ļoti daudz radioaktīvo izotopu ir nonācis vidē atomieroču izmēģinājumu rezultātā, kā arī avarējot atomelektrostacijām. Jau nelielas jonizējošā starojuma devas var izraisīt pārmaiņas somatiskajās šūnās, kuru rezultātā rodas ļaundabīgie audzēji. Jonizējošā starojuma iedarbības vēlīnie efekti uz cilvēka organismu plaši pētīti Japānā pēc atombombardēšanas Hirosimā un Nagasaki 1945. gadā. Pēc daudzu pasaules valstu zinātnieku pētījumiem, kuros tika salīdzināts veselības stāvoklis tūkstošiem Japānas iedzīvotāju, kas

pārcieta atombombardēšanu, un tāda paša vecuma un dzimuma Japānas iedzīvotājiem, kas atombombardēšanu nepieredzēja, kā statistiski ticami atombombardēšanas vēlīnie efekti tika apstiprināti šādi ļaundabīgie audzēji: leikoze, vairogdziedzera, krūts, plaušu, kuņģa un resnās zarnas vēzis, multiplā mieloma [78]. Pirmos saslimšanas gadījumus ar leikozi konstatēja pēc 2 gadu ilga latentā perioda. Saslimšana ar leikozi sasniedza maksimumu pēc 6–7 gadiem, pēc tam tā samazinājās. Citiem audzējiem latentais periods bija ļoti dažāds, piemēram, vairogdziedzera vēzim – 10 gadu, krūts vēzim – 15–20 gadu, resnās zarnas vēzim un multiplai mielomai – 25–30 gadu [78]. Nozīmīgs riska faktors ādas audzēju izcelsmē ir ultravioletais starojums. Novērots, ka dažādi ādas audzēji visbiežāk attīstās atšķirīgos Saules starojuma ekspozīcijas apstākļos. Bazaliomas un plakanšūnu karcinoma visbiežāk attīstās mūža otrajā pusē un galvenokārt ķermeņa atklātajās daļās – uz sejas, kakla un rokām. Tātad risks ir tiem cilvēkiem, kuri strādā vai daudz laika pavada ārpus telpām, piemēram, laukstrādniekiem, profesionāliem sportistiem.

Kā ļoti bīstami vides piesārņotāji ar kancerogēniskām īpašībām ir jāatzīmē metāli – svins, dzīvsudrabs, arsēns, kadmijs, niķelis, hroms. Šie metāli var nonākt cilvēka organismā ne tikai ieelpojot, bet arī ar **dzeramo ūdeni** un **pārtikas produktiem.**

Daudzu gadu pētījumi pierādījuši, ka paaugstināta arsēna koncentrācija dzeramajā ūdenī korelē ar paaugstinātu onkoloģisko saslimstību ar nieru, urīnpūšļa, ādas, aknu un plaušu audzējiem [100].

Kaitīgi var būt ne vien toksiskie vides piesārņotāji, bet arī organismam vajadzīgie metāli, ja tie nonāk dzeramajā ūdenī pārāk lielā daudzumā. Čuvašijā veiktie pētījumi liecina, ka pārāk liels dzelzs, stroncija, mangāna, fluora, silīcija un sulfātu saturs ūdenī bijis pamatā palielinātai onkoloģiskajai saslimstībai.

Hloram reaģējot ar ūdenī esošajiem organiskajiem savienojumiem, var veidoties trihalometāni, kuriem piemīt kancerogēniskas īpašības un kuri izraisījuši paaugstinātu saslimstību ar krūts, urīnpūšļa un resnās zarnas vēzi pētāmā populācijā [100].

Par aktuālu vides veselības problēmu ir kļuvusi nitrātu daudzuma palielināšanās vidē. Nitrātu avots ir minerālmēsli. Paši nitrāti nav toksiski, bet tie pārtop par nitrītiem, kas, savienojoties ar amīniem un amīdiem, veido spēcīgus mutagēnus – nitrozosavienojumus, kas veicina vēža rašanos. Tā, piemēram, Anglijā, nitrātu līmenis dzeramajā ūdenī bija 90 mg/l, kas ir divas reizes augstāks par starptautiskajām normām. Tādēļ arī tur saslimstība ar kuņģa vēzi no 1963. līdz 1971. gadam sievietēm bija 16 reizes augstāka nekā vidēji valstī [66].

Plašos pētījumos Krievijā, kuros tika iesaistīti vairāk nekā 20 000 iedzīvotāju, atklāta līdzīga korelācija starp palielināto nitrātu koncentrāciju dzeramajā ūdenī un paaugstināto saslimstību ar barības vada, kuņģa un smadzeņu audzēju [100].

Kancerogēni var nonākt organismā arī ar dažādiem izstrādājumiem, piemēram, daudzas sadzīves preces satur akrilonitrilu, kura kancerogēniskās īpašības ir pierādītas attiecībā uz plaušu, aknu un prostatas vēzi.

Daudzās pasaules valstīs (ASV, Ķīnā, Krievijā) veiktajos pētījumos pierādīta ticama sakarība starp izmantojamo pesticīdu daudzumu un saslimstību ar ļaundabīgiem audzējiem [199, 119].

Svarīgi atzīmēt, ka vides piesārņojums rada draudus arī bērnu onkoloģisko slimību skaita pieaugumam. Pēdējo gadu pētījumi liecina par paaugstinātu smadzeņu audzēju un leikožu attīstības risku bērniem, kuru vecāki bijuši saskarē ar pesticīdiem, organiskajiem šķīdinātājiem un citām ķimikālijām [18, 100].

LITERATŪRA

1. Agency for toxic substances and diseases registry: Annal Report.– Atlanta: United States Public Health Service, 1993. – Pp. 54–168.
2. *Arey J.* Urban air – causes and consequences of urban air pollution // Environmental medicine/ Editor L. Möller. – Sweden: Joint Industrial Safety Council, 2000.– Pp. 184–197.
3. *Armstrong B., Hutchinson E., Unwin J., Fletcher T.* Lung cancer risk and exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: A review and meta-analysis // Environ Health Perspect. – 2004. – V. 112.– Nr. 9.– Pp. 970–978.
4. *Bake M. A.* Biological monitoring of metals as indicators of pollution // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. – 1998. – V. 52 (suppl.). – Pp. 24–28.
5. *Bake M. A., Kipure M., Jensen A. O., Hansen J. C.* Bioindication study of heavy metal levels (Hg, Pb and Cd) in humans // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. – 1998. – V. 52 (suppl.). – Pp. 29–32.
6. *Benowitz N. L.* Cardiovascular toxicology // Occupational and environmental medicine / Editor J. La Dou. – Stamford; Connecticut: Appleton and Lange. 1997. – Pp. 328–338.
7. *Boyle P.* Global burden of cancer // The Lancet. – 1997. – V. 349. – Pp. 23–26.
8. *Brody J., Rudel R.* Environmental pollutants and breast cancer // Environ Health Perspect. – 2003. – V. 111. – Nr. 8.– Pp. 1007–1019.
9. *Brown V.* Disrupting a delicate balance. Environmental effects on the thyroid // Environ. Health Perspect. – 2003. – V. 111. – No.. 12. – A 642–A 649.
10. Canadian Arctic Contaminants Assesment // Northern Contaminants Program / Editors J. Jensen, K. Adare, R. Shearer. – Canada: Ottawa, 1995. – 459 p.
11. *Carlsen E., Giwercman A., Keiding N., Skakkebaek N.* Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years // Br. Med. J. – 1992. – V. 305. – Pp. 609–613.
12. *Cohen D. E.* Occupational skin diseases // Environmental and occupational medicine / Editor W. R. Rom.– Philadelphia, New York: Lippincott-Raven publishers, 1998. – Pp. 675–695.
13. *Cohen R.* Injuries due to physical hazards // Occupational and environmental medicine / Editor J. La Dou.– Stamford, Connecticut: Appleton and Lange, 1997. – Pp. 139–170.
14. *De Castro B. B.* Endocrine disruption by estrogenic environmental pollutants // Environmental medicine / Editor L. Möller. – Sweden: Joint Industrial Safety Council, 2000. – Pp. 210–231.
15. *Dockery D. W., Pope C. A.* Acute respiratory effects of particulate air pollution // Ann Rev Public Health. – 1994. – V. 107. – No. 15. – Pp. 107–132.
16. *Dockery D. W., Pope C. A. Xu X. et al.* An association between air pollution and mortality in six U.S. cities // N Eng J Med. – 1993. – V. 329. – Pp. 1753–1759.
17. *Dockery D. W., Speizer F. E., Stram D. O., et al.* Effects of inhalable particles in respiratory health of children // Am Rev Respir Dis. – 1989. – V. 139. – Pp. 587–594.
18. *Eglīte M.* Darba medicīna. – Rīga, 2000. – 704 lpp.
19. *Elinder C. G.* Renal hazards from cadmium, mercury and other pollutants // Environmental medicine / Editor L. Möller.– Sweden: Joint Industrial Safety Council, 2000. – Pp. 184–197.
20. *Frampton M. W.* Systemic and cardiovascular effects of airway injury and inflammation: ultrafine particle exposure in humans // Environ Health Perspect. – 2001. – V. 109. – Pp. 529–532.
21. *Frampton M. W., Stewart J. C., Oberdörster G., et al.* Inhalation of ultrafine particles alters blood leukocyte expression of adhesion molecules in humans // Environ Health Perspect. – 2006. – V. 114 – Nr. 1. – Pp. 51–58.
22. *Gerhardsson L., Brune D. K.* Mercury in dentistry // Occupational hazards in the health professions / Editors D. K. Brune, Ch. Edling. – Florida: CRS Press; Inc. Boca Raton, 1989. – Pp. 307–321.

23. *Goyer R. A.* Toxic effects of metals // Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons / Editors M. O. Amdur, J. Doull, C. D. Klaassen. – Fourth edition. – St. Louis; San Francisco; New York; London: Mc Graw–Hill Inc., 1991. – Pp. 623–680.
24. *Gunnarsdottir H. K., Kjaerheim K., Bofetta P. et al.* Womens health: Occupation cancer and reproduction: A conference overview // Amer. J. Industr. Med. – 1999. – V. 36. – Nr.1. – Pp. 1–5.
25. *Gutman J.* Glutathione – your body's most powerful healing agent. – Montreal, Canada, 2000. – 302 p.
26. *Hagmar L.* Environmental exposure to persistent organohalogens and health risk // Environmental medicine / Editor L. Möller. – Sweden: Joint Industrial Safety Concil, 2000. – Pp. 198–209.
27 *Hanke W., Kalinka J., Makowiec-Dabrowska T., Sobala W.* Heavy physical work during pregnancy – a risk factor for small-forgestation-age babies in Poland // Americ. J. Industr. Med., 1999. – V. 36. – Pp. 200–205.
28. *Hardell L., Bavel B., Lindström G. et al.* Increased concentrations of polichlorinated biphenyls, hexachlorobenzene and chlordanes in mothers of men with testicular cancer // Environ Health Perspect. – 2003. – V. 111. – Nr. 7. – Pp. 930–934.
29. *Hellman B.* Basic toxicology // Occuptional health practice / Editors H. A. Waldron, C. Edling. – 4th edition. – Oxford: Butterworth–Heinemann, 1997. – Pp. 18–34.
30. Information notices on diagnosis of occupational diseases. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1997. – P. 212.
31. Investigation environmental diseases outbreaks: A training manual. – Geneve: WHO, 1991. – 70 p.
32. *Jansons M.* Contamination of sediments with trace metals in harbours of Latvia // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. – 1998. – V. 52 (suppl.). – Pp. 72–76.
33. *Kelada S. N., Eaton D. L., Wang S. S. et al.* The role of genetic polymorphisms in environmental health // Environ Health Perspect. – 2003. – V. 111. – Nr. 8. – Pp. 1055–1064.
34. *Klavins M., Briede A., Parele E. et al.* Metal accumulation in sedments and benthic invertebrates in lakes of Latvia // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. – 1998. – V. 52 (suppl.). – Pp. 99–104.
35. *Kļaviņš M., Roska A.* Toksiskās vielas vidē. – Rīga: LU, 1998. – 161 lpp.
36. *Kļaviņš M.* Atmosfēras ķīmija un gaisa piesārņojums. – Rīga: LU, 2000. – 166 lpp.
37. *Kravtchenko I. S.* Marakhovskiy. Genetic polymorphism: Dried-up theory or urgent practice? // Journal "Medicine", Belarus. – 2002. – V. 37. – Nr. 2. – Pp. 6–22.
38. *Krishnamurti C. R., Vishwane P.* Toxic metals in the Indian environment. – New Delhi: Tata / Mc Graw-Hill, 1991. – 301 p.
39. *Kristensen T. S.* Cardiovascular diseases and the work environment // Encyclopaedia of environmental control technology / Editor P. N. Cheremisinoff. – Houston: Gulf Publishing, 1994. – V. 7. – Pp. 217–243.
40. *Kruzel-Mendrek J., Kasznia-Kocot J., Zejda J. E.* Risk factors of environmental lead intoxication in children, Poland // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. – 1998. – V. 52 (suppl.). – Pp. 167–171.
41. *Lambert Bo.* Genetics and environmental medicine // Environmental medicine / Editor L. Möller. – Sweden: Joint Industrial Safety Council, 2000. – Pp. 278–320.
42. *Lambert W. E., Samet J. M., Dockery D. W.* Community air pollution // Environmental and occupational medicine / Editor W. Rom. – 3rd edition. – Philadelphia, New York: Lippioncot-Raven, 1998. – Pp. 1501–1521.
43. *Lanphear B. P., Hornung R., Khoury J. et al.* Low-level enwironmental lead exposure and children's intellectual function: An international pooled analysis // Environ Health Perspect. – 2005. – V. 113. – No. 7. – Pp. 894–899.
44. *Lauwerys R. R.* Cadmium and its compounds // Occupational medicine // Editor C. Zenz.– 3rd edition. – St. Louis etc.: Mosby, 1994. – Pp. 481–486.
45. *Lindberga Z.* Higiēna. – Rīga: Zinātne, 1991. – 368 lpp.
46. *Lippmann M., Frampton M., Schwartz J. et al.* The U. S. Environmental Protection Agency Particulate Matter Health Effects Research Centers Program: A. Midcourse report of status, progress and plans // Environ. Health Perspect. – 2003. – V. 111. – No. 8. – Pp. 1074–1092.

47. *Mar T. F., Norris G. A., Koenig J. R., Larson T. V.* Association between air pollution and mortality in Phoenix, 1995–1997 // Environ Health Perspect. – 2000. – V. 108. – No. 4. – Pp. 347–353.
48. *Mārkema U.* Kā tikt galā ar stresu? – Rīga: Jumava, 1997. – 156 lpp.
49. *Michal F., Grigor K. M., Negro-Vilar A., Skakkebsek N. E.* Impact of the environment on reproductive health executive summary // Environ Health Perspect. – 1993. – V. 101. – Suppl. 2. – Pp. 159–167.
50. *Millers A., Rūse I.* Vispārējā radiobioloģija un praktiskā radioekoloģija. – Rīga: LU izdevniecība "Universitātes avīze", 1995. – 313 lpp.
51. Möller L. The cancer process // Environmental medicine / Editor L. Möller. – Sweden: Joint Industrial Safety Council, 2000. – Pp. 12–27.
52. *Nakajima T., Aoyama* T. Polymorphism of drug-metabolizing enzymes in relation to individual susceptibility to industrial chemicals // Industrial Health. – 2000. – V. 38. – Pp. 143–152.
53. *Nicodemus O., Brumelis G.* Monitoring of atmospheric heavy metal deposition in Latvia // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. – 1998. – V. 52 (suppl.). – Pp. 17–24.
54. *Nurkiewicz T.R., Porter D.W., Barger M. et al.* Systemic microvascular dysfunction and inflammation after pulmonary particulate matter exposure // Environ Health Perspect. – 2006. – V. 114. – No. 3. – Pp. 412–419.
55. Occupational exposures // World cancer report. / Editors B. W. Stewart, P. Kleihues. – Lyon: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer. – 2003. – Pp. 33–38.
56. Occupational health and safety: A training manual. / Editor C. Pitman. – 2nd edition. – Toronto, 1992.
57. *Osorio A. M., Windham G. C.* Female reproductive toxicology // Occupational and environmental medicine / Editor J. La Dou – 2nd edition. – Stamford, Connecticut: Appleton and Lange. – 1997. – Pp. 375–391.
58. *Osorio A. M., Windham G. C.* Male reproductive toxicology // Occupational and environmental medicine / Editor J. La Dou. – 2nd edition. – Stamford, Connecticut: Applecton and Lange. – 1997. – Pp. 392–404.
59. *Peters A., Skorkovsky J., Kotosovec F. et al.* Association between mortality and Air Pollution in Central Europe // Environ health Perspect. – 2000. – V. 108. – No. 4. – Pp. 283–287.
60. *Poitrast B., Zenc C.* Women in the workplace: Reproductive toxicology and occupational exposure // Occupational medicine / Editor C. Zenc. – 3rd edition. – St. Louis etc.: Mosby, 1994. – Pp. 827–874.
61. *Pope C. A., Thun M. J., Namboodini M. M. et al.* Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults // Am J. Respir Cut Care Med. – 1995. – V. 151. – Pp. 669–674.
62. Position paper of the American Council on Science and Health: public health concerns about environmental polychlorinated biphenyls // Ecotoxicol. Environ. Saf. – 1997. – V. 38. – No. 2. – Pp. 71–84.
63. Psihosociālā darba vide. – Rīga: Labklājības ministrija, 2004. – 136 lpp.
64. Psihosociālie un organizatoriskie kaitīgie faktori darba vietā: to kontrole un monitorēšana // PVO sērija "European Occupational Health Series" Nr. 5 "Psychosocial and organizational hazards at work; control and monitorings" (tulk. no angļu val.). – Rīga: Latv. Med. Akad. DVVI. – 1997. – 26 lpp.
65. *Purviņš I., Purviņa S.* Praktiskā farmakoloģija. – Trešais, papildinātais izdevums. – Rīga: Zāļu informācijas centrs, 2002. – 792 lpp.
66. *Raipulis J.* Vides piesārņojuma ietekme uz iedzimtību. – Rīga: Vērmaņparks, 1999. – 302 lpp.
67. *Ridker P. M., Henneks C. H., Roitman–Johnson B. et al.* Plasma concentration of soluble intercellular adhesion molekule 1 and risks of future myocardial infarction in apparently healthy men // Lancet. – 1998. – V. 351. – Pp. 88–92.
68. *Rozkalne A., Bake M .A., Sprudza D.* Comparison of health status and levels of lead of traffic policemen // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. – 1998. – V. 52 (suppl.). – Pp. 210–213.
69. *Rudolph L., Sonquist C.* Female reproductive toxicology // Occup. Med. / Editor J. La Dou. – Norwalk; (Connecticut), San Mateo (California); Appleton and Lange, 1990. – Pp. 275–287.
70. Ryon D. L., Rom W. N. Diseases caused by respiratory irritants and toxic chemicals // Encyclopaedia of occupational health and safety. – 4th edition – Geneva: ILO, 1998. – Vol. 1. – Pp. 101–107.
71. *Saryan L., Zenz C.* Lead and its compounds // Occupational medicine / Editor C. Zenc. – 3rd edition. – St. Louis etc.: Mosby Year Book, Inc., 1994. – Pp. 171–177.

72. *Schettler T.* Generations at risk. Reproductive health and environment. – London: MII Press, 1999. – 326 p.
73. *Schutte N. P., Knight A. L., Jahn O.* Mercury and its compounds // Occupational medicine / Editor C. Zenc.– 3rd edition. – St. Louis etc.: Mosby Year Book, Inc., 1994. – Pp. 549–557.
74. *Seisuma Z., Pedersen B., Larsen B.* Vertical distribution of heavy metals and total C and N in sediments of the gulf of Riga // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. – 1998. – V. 52 (suppl.). – Pp. 77–80.
75. *Selimus O., Frank A.* Medical geology // Environmental medicine / Editor L.Möller. – Sweden: Joint Industrial Safety Council, 2000. – Pp. 164–183.
76. *Selje H.* Mana mūža stress. – Rīga: Zinātne, 1983. – 253. lpp.
77. *Sherman J. D.* Life·s delicate balance. Causes and prevention of breast cancer. – New York: Mosby, 2000. – 273 p.
78. *Shigematsu J., Ito C., Kamada N., Akiyama M., Sasaki H.* (editors) A-bomb radiation effects digest. – Tokyo: Bunkodo Co. 1993. – Pp.137.
79. *Sobel E. S., Gianini J., Butfiloski E. J. et al.* Acceleration of autoimmunity by organochlorine pesticides in (NZBxNZW)F1 mice // Environ Health Perspect. – 2005. – V. 113. – N0. 3.– Pp. 323–328.
80. *Spencer P. S., Schlaumburg N. N.* Experimental and clinical neurotoxicology. – Baltimore: Williams and Wilchers, 1980. – 278 p.
81. *Sprudza D., Gordjusina V., Bake M. A., Rusakova N.* Level of cadmium in kidney of different groups of inhabitants in Latvia // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. – 1998. – V. 52 (suppl.). – Pp. 207–209.
82. *Tomatis L.* Transgeneration carcinogenesis: a review of the experimental and epidemiological evidence // Jpn. J. Cancer Res. – 1994. – 85. – Pp. 443–454.
83. *Utell M. J., Frampton M. W., Zareba W. et al.* Cardiovascular effects associated with air pollution: mechanisms and methods of testing // Inhal Toxicol. – 2002. – V. 14. – Pp. – 101–117.
84. *Vainie H.* Cancer in the workplace // Occupational health practice / Editors H. A. Waldron, C. Edling. – 4th edition. – Oxford: Butterworth–Heinemann, 1997. – Pp. 18–34.
85. *Valtneris A.* Cilvēka fizioloģija. – Rīga: Zvaigzne ABC, 1995. – 212 lpp.
86. *Vinzents P. S., Moller P., Sorensen M. et al.* Personal exposure to ultrafine particles and oxidative DNA damage // Environ Health Perspect. – 2005. – V. 113. – No. 11. – Pp. – 1485–1490.
87. *Weinhold B.* Environmental cardiology. Getting to the heart of the matter // Environ Health Perspect. – 2004. – V. 112. – No. 15. – Pp. A881–A887.
88. *Wichmann H. E., Mueller W., Allhoff P. et al.* Health effects during a smog epizode in West Germany in 1985 // Environ Health Perspect. – 1989. – V. 79. – No. 89. – Pp. 89–99.
89. *Zanobetti A., Schwartz J.* The effect of particulate air pollution on emergency admissions for myocardial infarction: A multicity case-crossover analysis // Environ Health Perspect. – 2005. – V. 113. – No. 8. – Pp. 978–982.
90. *Zeidlers I.* Vispārīgā fizikālā medicīna un kurortoloģija. – Rīga: Rīgas Stradiņa universitāte, 1999. – 112 lpp.
91. *Афанасьева Р. Ф., Никитина Л. С.* Заболевания, вызываемые воздействием нагревающего микроклимата // Руководство по профессиональным заболеваниям / Под. ред. Н. Ф. Измерова. – 2-е издание. – Москва: Медицина, 1996. – Том 2. – С. 269–272.
92. *Апостолов А., Звездова Л., Николова М.* Зелёная книга. – Бургас, 1994. – 398 с.
93. *Беляева Н. Н., Шамарин А. А., Петрова И. В., Малышева А. Г.* Связь изменений слизистых оболочек носа и рта с иммунным статусом при воздействии факторов окружающей среды // Гигиена и санитария. – 2001. – Nr. 5. – С. 62–64.
94. *Вельтищев Ю. Е., Юрьева Э. П.* Дизметаболические нефропатии // Игнатьева М. С., Вельтищев Ю. Е. Детская нефропатия. – Ленинград: Медицина, 1989. – 454 с.
95. *Федоров Л. А., Яблоков А. В.* Пестициды – токсический удар по биосреде и человеку. – Москва: Наука, 1999. – 462 с.
96. *Фешбах М., Френдли А.* Экоцид в СССР. Здоровье и природа на щадном положении. – Москва: Наука, 1992. – 308 с.

97. Гигиена (под. редакцией Г. И. Румянцева). – 2-е издание. – Москва: ГЭОТАР–МЭД, 2001. – 607 с.
98. *Гичев Ю. П.* Современные проблемы экологической медицины. – Изд. 2-е, доп. – Новосибирск: СО РАМН, 1999. – 180 с.
99. *Гичев Ю. П.* Экологическая обусловленность заболеваний и сокращение продолжительности жизни. – Новосибирск: СО РАМН, 2000. – 90 с.
100. *Гичев Ю. П.* Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. – Москва, Новосибирск: СО РАМН, 2002. – 230 с.
101. *Гончарук Е. И., Кундиев Ю. И., Сидоренко Т. И.* Общая гигиена: пропедевтика гигиены: Учебник для иностранных студентов. – 2-е издание, перераб. и доп. – Киев: Вишца шк., 1999. – 652 с.
102. *Давидова С. Л., Тарасов В. И.* Тяжёлые металлы как супертоксиканты XXI века. – Москва: Издательство Российского университета дружбы народов, 2002. – 139 с.
103. *Думкин В. Н.* Заболевания, вызываемые воздействием низких температур // Руководство по профессиональным заболеваниям / Под ред. Н. Ф. Измерова. – 2-е издание. – Москва: Медицина, 1996. – Том 2. – С. 14–17.
104. *Кейзлер С. А.* Заболевания, вызываемые изменениями атмосферного давления // Руководство по профессиональным заболеваниям / Под. ред. Н. Ф.Измерова. – 2-е издание. – Москва: Медицина, 1996. – Том 2. – С. 241–272.
105. *Келлер А. А., Кувакин В. И.* Медицинская экология. – Санкт-Петербург: Petroc, 1998. – 255 с.
106. *Ковалев М. Е., Полевая О. Ю.* Антитела к физиологически активным соединениям. – Москва: Медицина, 1981. – 126 с.
107. *Колпакова А. Ф.* Роль загрязнения тяжеллыми металлами среды обитания в патогенезе хронических заболеваний легких на Севере // Мед. труда и промышленная экология. – 2004. – Nr. 8. – С. 14–19.
108. *Летувнинкас А. И.* Техногенное загрязнение и здоровье детей в дошкольных учреждениях. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1993. – 92 с.
109. *Лидер С. Р.., Холанд В. В.* Медицина окружающей среды / Под. ред. А. Е. Беннета, пер. с англ. – Москва: Медицина, 1981. – С. 179–200.
110. *Михайлуц А. П., Фридман Б. И.* Воздействие химических загрязнений окружающей среды на анализаторы. – Кемерово: Изд-во Кемеровского ун-та, 1993. – 64 с.
111. *Мукатева М. А.* Накопление тяжёлых металлов в биосубстратах рабочих горнорудных предприятий и населения близлежащих районов // Мед. труда и промышленная экология. – 2004. – Nr. 11. – С. 38–40.
112. *Окунев В. Н., Смоляр В. И., Лаврутенко Л. Ф.* Патогенез, профилактика и лечение фтористой интоксикации. – Киев : Здоровье, 1987 – 152 с.
113. *Ревич Б. А.* Последствия воздействия стойких органических загрязнений на здоровье населения. – Москва: Джеймс, 2000. – 48 с.
114. *Сергеева И. Т.* Патоморфология возрастных изменений кожи при хронических дерматозах и неблагоприятных экологических факторах. – Новосибирск: ОРАМН, 1999. – 31 с.
115. *Сивочалова О. Т.* Влияние производственно-профессиональных факторов на репродуктивную функцию // Профессиональные заболевания / Под редакцией Н. Ф. Измерова. –2-е издание. – Москва: Медицина, 1996. – Том 2. – Стр. 439–451.
116. *Хаитов Р. М., Пинегин Б. В., Исламов Х. И.* Экологическая иммунология. – Москва: ВНИРО, 1995. – 219 с.
117. *Хмызова Т. Г., Квартовкина Л. К.* Методические проблемы оценки взаимосвязей в системе «окружающая среда – стоматологический статус ребёнка» // Материалы 1-й Всероссийской научной конференции: «Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье человека». – Новосибирск : ГУ НЦ КЭМ СОРАМН, 2002. – Стр. 153–154.
118. Экологические аспекты медицины / Под. ред. Ю. П. Гичева. – Новосибирск, 1995. – 174 с.
119. *Яблоков А. В.* Ядовитая приправа. Проблемы примения ядохимикатов и пути экологизации сельского хозяйства. – Москва: Мысль, 1990. – 126 с.



6. nodaļa

GAISS KĀ EKOLOĢISKA VIDE

6.1. GAISS KĀ VIDES SASTĀVDAĻA

Jānis Dundurs

6.2. GAISA PIESĀRŅOTĀJU RAKSTUROJUMS UN NOVĒRTĒJUMS

Mārīte Ārija Baķe

6.1. GAISS KĀ VIDES SASTĀVDAĻA

6.1.1. GAISA FIZIOLOĢISKĀ UN HIGIĒNISKĀ NOZĪME

Gaiss ir neatņemama vides sastāvdaļa, kas nodrošina dzīvības pastāvēšanu uz Zemes. Bez gaisa nav iedomājama organisma dzīvotspējas saglabāšana. Tam ir noteicoša loma cilvēku, dzīvnieku un augu elpošanas procesā. Gaiss nodrošina organisma apgādi ar skābekli, siltumapmaiņu un vielmaiņas produktu izvadīšanu no tā.

Daudzi ģeoloģiskie, hidrolītiskie un enerģētiskie procesi, kas notiek uz Zemes, ir cieši saistīti ar gaisu. Gaiss ir slāpekļa, skābekļa, argona, hēlija avots; tā krājumi praktiski ir neizsmeļami.

Medicīnā gaisa vidi izmanto kā profilaktisku un ārstniecisku faktoru (norūdīšanās, klimatterapija). Taču gaisa ietekme uz organismu var būt ne tikai pozitīva, bet arī negatīva; tas atkarīgs no gaisa vides stāvokļa. Gaisa pārmaiņas tiešā veidā ietekmē svarīgas organisma funkcijas. Nelabvēlīgi klimatiskie apstākļi, strauja gaisa ķīmiskā sastāva maiņa u.tml. var izjaukt organisma un vides savstarpējās attiecības un izraisīt dažāda veida slimības.

Gaisa vides stāvokļa pārmaiņas var ietekmēt veselību arī netieši. Dzīves vietas, apģērba un augsnes īpašības un kvalitāte lielā mērā ir atkarīgas no apkārtējā gaisa īpašībām. Raksturojot gaisa vidi, jāņem vērā gaisa īpašību īpatnības un tā iedarbības raksturs uz organismu.

Gaisa vidi iedala trīs kategorijās: atmosfēras gaiss, darba vides gaiss, dzīvojamo un sabiedrisko telpu gaiss.

Atmosfēras gaisam raksturīga liela fizikālo īpašību rādītāju daudzveidība, kas saistīta ar sezonālām svārstībām un laikapstākļu īpatnībām.

Ķīmiskajam sastāvam raksturīga dažāda gāzu, organisko savienojumu un putekļu koncentrācija, kas bieži var būt kaitīga veselībai, it īpaši rūpnieciskos apvidos. 8% amerikāņu slimo ar hronisko bronhītu, emfizēmu vai astmu, kuru izcelsmes vai saasināšanās cēlonis ir gaisa piesārņojums [9]. No apdzīvotām vietām attālos rajonos, it īpaši tad, ja teritorijas virsma ir klāta ar mežiem, gaiss ir tīrs, t.i., tajā nav nemaz vai gandrīz nemaz nav piemaisījumu – tātad tas ir veselīgs.

Atmosfēras gaisa ķīmiskais un mehāniskais piesārņojums veicina arī gaisa mitruma palielināšanos, tā caurspīdības, ultravioletās radiācijas un dabiskā apgaismojuma samazināšanos. Šīs pārmaiņas pasliktina cilvēku dzīves sanitāros apstākļus, tādējādi netieši rada nelabvēlīgu ietekmi uz cilvēka organismu.

Atmosfēras gaisa izpētē svarīga nozīme ir pareizas noteikšanas metodes izvēlei un paraugu paņemšanai, ņemot vērā gaisa piesārņotības pakāpi ar toksiskām vielām, piesārņojuma avotus, izmešu raksturu dinamikā, gadalaikus.

Darba vides gaisa fizikālie rādītāji un ķīmiskais sastāvs lielā mērā ir atkarīgi no tehnoloģisko procesu īpatnībām. Parasti vienlaikus mainās vairāki fizikālie un ķīmiskie rādītāji. Pārmaiņas var būt lielas, ja ražošanas telpas ir mazas, tajās atrodas gaisa piesārņošanas avoti, nepietiek

ventilācijas, nav aizsardzības iekārtu u.tml. Tāpat šīs pārmaiņas var būt lielas arī gadījumos, ja darba vide atrodas ārpus telpām (atklāta vieta, nojume), jo tad gaisa stāvoklis ir atkarīgs no reģiona klimatiskajām svārstībām dažādos gadalaikos.

Optimāls (komfortabls) mikroklimats ražošanā ir svarīgs priekšnosacījums augstam darba ražīgumam un veselības saglabāšanai. Nelabvēlīgi gaisa vides ķīmiskie, fizikālie un bioloģiskie faktori samazina darbspējas, paaugstina varbūtību iegūt traumas vai saslimt. Dažkārt noteiktu kaitīgo darba vides faktoru iedarbība izraisa arodslimības.

Dzīvojamo un sabiedrisko telpu gaisam raksturīga mikroklimata rādītāju, bakterioloģiskā un ķīmiskā sastāva stabilitāte. Gaisa piesārņojums galvenokārt ir saistīts ar cilvēka metabolisma produktiem, celtniecības un apdares materiālu ķīmiskā sastāva īpatnībām (sintētiskās plēves, plastmasas), sadzīvē izmantojamo gāzi.

Pasliktinoties gaisa fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem, pieaug cilvēka diskomforts un pazeminās darbspējas. Tas saistīts ar organisma siltumapmaiņas procesu traucējumiem, nervu sistēmas, elpošanas un citu organisma sistēmu funkcionālā stāvokļa nelabvēlīgām pārmaiņām.

Novērtējot gaisa vides higiēnisko stāvokli, nepieciešams ņemt vērā, ka viens un tas pats faktors var ietekmēt organisma stāvokli dažādi un ir atkarīgs no tā iedarbības konkrētiem apstākļiem.

Piemēram, putekļi ir universāls faktors, kas raksturīgs visām trim gaisa kategorijām. Taču putekļu iedarbības formas un veidi uz organismu ir atšķirīgi un atkarīgi no tā, kādos apstākļos un kādā daudzumā notiek putekļu ekspozīcija.

Darba vides gaisā putekļiem var būt fibrogēna, kairinoša un alerģiska iedarbība, t.i., tie ir kaitīgi, var veicināt specifiskas patoloģijas rašanos. Atmosfēras gaisa putekļi ir arī vispārsanitārs nelabvēlīgs faktors, tie samazina Saules starojuma caurlaidību. Tādā veidā tiek radīti apstākļi, kas netieši ietekmē cilvēka veselību. Dzīvojamās un sabiedriskās telpās putekļi veicina gaisa bioloģisko piesārņojumu, jo kopā ar putekļiem gaisā pārvietojas mikroorganismi. Putekļu koncentrācijas samazināšana kinoteātros, bibliotekās, teātros, staciju uzgaidāmajās telpās u.c. ir viens no galvenajiem nosacījumiem, lai samazinātu iespēju saslimt ar aerogēnām infekcijām.

Kaitīgā faktora iedarbības pakāpi uz organismu nosaka dažādi blakusfaktori: apstākļi, kādos notiek kaitīgā faktora ekspozīcija; vienlaicīga vairāku kaitīgu faktoru iedarbība; kaitīgā faktora ekspozīcijas īpatnības un iekļūšanas ceļš organismā; cilvēka organisma stāvoklis, tā imūnbioloģiskā rezistence, vecums, fizioloģiskā stāvokļa īpatnības (nogurums, grūtniecība).

Gaisa vides galvenie faktori, kas ietekmē cilvēka labsajūtu un darbspējas, ir šādi:

- fizikālie (temperatūra, siltumradiācija, mitrums, gaisa kustība, barometriskais spiediens, elektriskais stāvoklis, radioaktivitāte);
- ķīmiskie (skābekļa, slāpekļa, ogļskābās gāzes un citu gaisa sastāvdaļu un piemaisījumu koncentrācija);
- mehāniskie (putekļi, dūmi, ziedputekšņi u.c.);
- bioloģiskie (baktērijas, putekļu ērcītes, vīrusi u.c.).

Tie var ietekmēt cilvēka veselību gan kopumā, gan arī katrs atsevišķi. Svarīgs uzdevums ir izpētīt šo faktoru pozitīvo un negatīvo iedarbību, izstrādāt pasākumus labvēlīgo gaisa īpašību lietderīgai izmantošanai un nelabvēlīgo īpašību novēršanai vai samazināšanai.

Parasti tiešu fizioloģisko un patoloģisko iedarbību uz organismu izraisa vairāku faktoru kompleksa ekspozīcija, tomēr atsevišķiem faktoriem var būt noteicošā nozīme. Gaisa vides vispusīgai izpētei lieto metodes, kas ļauj raksturot visus ekspozīcijas faktorus. Atsevišķos gadījumos atbilstoši izvirzītajam mērķim gaisu novērtē pēc viena faktora rādītājiem.

Slēdzienu par gaisa sanitāro stāvokli izdara, pamatojoties uz laboratorisko metožu pētījumu rezultātu salīdzināšanu ar noteiktiem normatīviem un cilvēka veselības stāvokļa rādītājiem.

Praksē galvenā uzmanība tiek veltīta gaisa kontrolei dažādās telpās. Slimnīcās, skolās, dzīvojamās un sabiedriskās telpās, kā arī ražošanas telpās, ja tās neatbilstoši ekspluatē un nepietiekami ventilē, var rasties lielas gaisa fizikālās, ķīmiskās un bakterioloģiskās pārmaiņas, kuras var izraisīt organisma nelabvēlīgu reakciju.

Cilvēka dzīves un darba gaisa vides izpētei ir ļoti liela nozīme, lai varētu laikus konstatēt un likvidēt iespējamās novirzes no normas.

6.1.2. GAISA FIZIKĀLĀS ĪPAŠĪBAS

Gaisa fizikālās īpašības ir temperatūra, mitrums, kustība un spiediens, un tās veido gaisa vides higiēnisko stāvokli.

6.1.2.1. Temperatūra

Temperatūra raksturo vides siltuma pakāpi. Vispiemērotākā gaisa temperatūra ir tāda, kurā cilvēks jūtas vislabāk. Telpās relatīvā miera stāvoklī vieglā apģērbā, ja gaisa kustība un gaisa mitrums ir normāli, cilvēkam optimālā gaisa temperatūra ir 18–20 °C. Bet, strādājot fizisku darbu, turklāt apstākļos, kad gaisa mitrums un gaisa kustības ātrums izmainās, optimālā temperatūra ir citāda: jo lielāka ir fiziskā slodze, jo zemāka ir optimālā temperatūra. Tā ir atkarīga arī no gadalaika un cilvēka individuālām īpatnībām (norūdīšanās, tauku kārtas biezums, pieradums pie noteiktiem klimatiskiem apstākļiem). Par nelabvēlīgu uzskata temperatūru virs 25 °C un zem 15 °C, jo tās izjauc organisma siltumapmaiņu. Intervālu starp šīm temperatūrām sauc par siltuma indiferento zonu, jo tajā organisma vielmaiņas līmenis ir viszemākais un siltumrade ir gandrīz konstanta [9].

Gaisa temperatūru mērī ar spirta, dzīvsudraba vai elektriskiem termometriem, kas ir graduēti Celsija skalā (intervāls starp ledus kušanas temperatūras punktu 0 °C un ūdens vārīšanās temperatūras punktu 100 °C, kas iedalīts simt vienādās daļās). Gaisa temperatūras mērīšanai parasti izmanto dažādus mērinstrumentus:

- termometrus, kas uzrāda temperatūru novērošanas brīdī;
- termometrus, kas novērošanas laikā fiksē gaisa maksimālo vai minimālo temperatūru (maksimālie ir dzīvsudraba, bet minimālie – spirta termometri).

Gaisa temperatūru mērī arī ar elektrotermometriem, ko plaši lieto ādas virsmas, augsnes, telpu sienu u.c. mērīšanai. Elektrotermometru darbības pamatā ir siltumstrāvas rašanās, bet to siltumuztvērēji ir termopāri un termistori.

Lai regulāri novērotu temperatūras svārstības ilgākā laikā, izmanto pašrakstīšanas ierīces – termogrāfus. Gaisa temperatūras svārstības uztver bimetāliska plāksnīte, kuras izliekuma maiņas speciāla spalva reģistrē uz rotējoša cilindra, kas izdara vienu apgriezienu noteiktā laika periodā.

Mērot gaisa temperatūru telpā, jāņem vērā telpā esošo priekšmetu temperatūra. Tam var būt nozīme cilvēka ķermeņa siltumapmaiņā. Piemēram, telpās ar aukstām, mitrām sienām, neraugoties uz pietiekami augstu temperatūru, vienmēr sajūtams drēgnums, jo ķermenis papildus

zaudē siltumu, izstarojot to uz sienām. Turpretī Saules siltumradiācija vai jaudīgi siltumavoti telpā var izstarot tik lielu siltuma daudzumu, ka iespējama organisma pārkaršana.

Ja telpā atrodas spēcīgi siltumradiācijas avoti, tad nosaka gaisa klimatisko un īsto temperatūru. Īstā temperatūra ir telpas gaisa temperatūra, kad tiek izslēgta siltumradiācijas iedarbība uz termometru. Klimatisko temperatūru raksturo summāra gaisa temperatūras un siltumradiācijas ietekme uz termometru. Radiācijas temperatūra parāda visu siltumradiācijas avotu summāro iedarbību. To nosaka ar speciālu termometru, kura rezervuārs atrodas porainā putupoliuretāna lodē, kuras infrasarkanās radiācijas absorbcijas koeficients ir gandrīz tāds pats kā cilvēka ādai. Termometram ir liela inerce (vismaz 15 min). Lai izmērītu gaisa īsto temperatūru, radiācijas avoti jāekranizē. Laboratorijas apstākļos īsto un klimatisko temperatūru mērī ar iekārtu, kas sastāv no siltumavota un ekrāna, kam abās pusēs piestiprināti psihrometriskie termometri bez aizsargapvalkiem.

Lai raksturotu slēgtu telpu temperatūru, jānosaka telpas temperatūras režīms. To nosaka, mērot telpas gaisa temperatūru dažādā augstumā un virzienā (pa vertikāli un pa horizontāli). Temperatūras režīms ļauj atklāt temperatūras svārstības telpā. Šīs svārstības ir atkarīgas no būves kvalitātes un būvmateriālu īpašībām, laikapstākļiem, apkures sistēmas un ventilācijas režīma.

Parasti mērījumus veic pa telpas diagonāli trīs punktos trīs dažādos augstumos: pie iekšējās sienas, telpas centrā un 20 cm attālumā no ārējās sienas. Mērījumi pa vertikāli notiek 0,1 m, 1 m un 1,5 m attālumā no grīdas, t.i., tiek iegūta temperatūra cilvēka kāju augstumā, sēdoša un stāvoša cilvēka elpošanas zonas augstumā. Šie punkti jāizvēlas atbilstoši noteiktiem apstākļiem. Tā, piemēram, bērnudārzā stāvošu bērnu elpošanas zona ir 70 cm augstumā, bet slimnīcā guloša slimnieka elpošanas zona ir 80–90 cm attālumā no grīdas. Lai raksturotu apkures sistēmas efektivitāti un spriestu par gaisa strāvu kustību telpā, mērījumus izdara arī 0,5 m attālumā no griestiem, kā arī siltumavotu tuvumā, pie logiem un citās varbūtēji aukstākās vietās. Ekspozīcijas laikam jābūt ne mazākam par 10 minūtēm.

6.1.2.2. Mitrums

Gaisa mitrums ir ūdens tvaiku koncentrācija gaisā. Tas atkarīgs no ūdens iztvaikošanas intensitātes no virszemes ūdenstilpju virsmām. Ūdens tvaiku izplatīšanos Zemes troposfērā veicina gaisa masu vertikālā un horizontālā apmaiņa. Mitruma pakāpe gaisā diennakts laikā nepārtraukti mainās. Tas galvenokārt saistīts ar temperatūras maiņu atmosfērā. Jo augstāka ir gaisa temperatūra, jo lielāks ūdens daudzums ir nepieciešams gaisa pilnīgai piesātināšanai ar ūdens tvaikiem.

Atkarībā no gaisa mitruma pakāpes cilvēki dažādi sajūt temperatūras iedarbību. Liels gaisa mitrums nelabvēlīgi ietekmē organisma termoregulāciju gan paaugstinātā, gan pazeminātā gaisa temperatūrā. Zemas temperatūras apstākļos gaisa piesātinājums ar ūdens tvaikiem veicina organisma atdzišanu, jo ūdens ir daudz labāks siltumvadītājs par gaisu, tāpēc cilvēks sajūt drēgnumu. Mitrs gaiss siltumu vada apmēram 25 reizes labāk nekā sauss gaiss.

Arī augstā gaisa temperatūrā cilvēki jūtas labāk, ja relatīvais mitrums ir neliels; gaisa mitruma pakāpei pieaugot, sviedru iztvaikošana ir vairāk apgrūtināta un organisma siltumatdeve samazinās. Ja temperatūra ir virs 35 °C, siltums no organisma tiek aizvadīts tikai ar sviedriem, tiem izdaloties un iztvaikojot.

No higrometriskiem rādītājiem vislielākā higiēniskā nozīme ir relatīvajam mitrumam un mitruma deficītam. Tie dod skaidru priekštatu par gaisa piesātinātības pakāpi ar ūdens tvaikiem un ļauj spriest par sviedru iztvaikošanas intensitāti noteiktā temperatūrā.

Relatīvais mitrums rāda gaisa piesātinātības pakāpi, izteiktu procentos:

$$R = \frac{A}{M} \cdot 100,$$

kur
R – relatīvais gaisa mitrums;
M – maksimālais gaisa mitrums;
A – absolūtais gaisa mitrums.

Maksimālo mitrumu nosaka pēc psihrometra sausā termometra rādījuma (sk. 1. tab.).

1. tabula. Piesātinātu ūdens tvaiku spiediens dažādā temperatūrā

Gaisa temperatūra (°C)	**Ūdens tvaiku spiediens** (mm Hg)	**Gaisa temperatūra** (°C)	**Ūdens tvaiku spiediens** (mm Hg)
–20	0,94	+17	14,530
–15	1,44	+18	15,477
–10	2,15	+19	16,477
–5	3,16	+20	17,735
–3	3,67	+21	18,650
–1	4,256		
0	4,579	+22	19,827
+1	4,926	+24	22,377
+2	5,294	+25	23,756
+4	6,101	+27	26,739
+6	7,103	+30	31,842
+8	8,045	+32	35,663
+10	9,209	+35	42,175
+11	9,844	+37	47,067
+12	10,518	+40	55,324
+13	11,231	+45	71,88
+14	11,987	+55	118,04
+15	12,788	+70	233,7
+16	13,634	+100	760,0

Absolūto mitrumu nosaka ar stacionāro psihrometru pēc šādas formulas:

$$A = M - \alpha (T - T_1) H,$$

kur
A – absolūtais gaisa mitrums;
α – psihrometriskais koeficients, kas atkarīgs no gaisa kustības ātruma (sk. 2. tab.);
T – sausā termometra temperatūra;
T_1 – mitrā termometra temperatūra;
H – atmosfēras gaisa spiediens (mm Hg).

Absolūto mitrumu var noteikt arī ar aspirācijas psihrometru, izmantojot vienkāršotu iepriekšējo formulu:

$$A = M - 0{,}5\,(T - T_1)\,\frac{H}{755}$$

Ar aspirācijas psihrometru var iegūt precīzāku rezultātu, jo:

- abi aspirācijas psihrometra termometri un to rezervuāri ir ietverti metāla caurulītēs, kas aizsargā tos no siltumstarojuma enerģijas iedarbības;
- elektriskais vai mehāniskais ventilators aspirācijas psihrometrā nodrošina ap abiem termometru rezervuāriem konstantu un vienādu gaisa plūsmas ātrumu.

Ja gaisa kustības ātrums ir 0,2–0,8 m/s, relatīvā mitruma noteikšanai var izmantot pie psihrometra piestiprināto tabulu. Relatīvā mitruma noteikšanai var izmantot arī vēl vienkāršotāku formulu, pieņemot, ka, ja sausā un mitrā termometra temperatūras starpība 1 °C, relatīvais mitrums samazinās par 10%.

$$R = 100 - 10\,(T - T_1),$$

kur

T – psihrometra sausā termometra temperatūra;

T_1 – psihrometra mitrā termometra temperatūra.

Parastos meteoroloģiskos apstākļos visoptimālākais relatīvais mitrums ir no 40 līdz 60%.

2. tabula. Psihrometriskais koeficients dažādam gaisa kustības ātrumam

Gaisa kustības ātrums (m/s)	**Psihrometriskais koeficients**
0,16	0,00120
0,2	0,00110
0,3	0,00100
0,4	0,00090
0,8	0,00080
2,3	0,00070
3,0	0,00069
4,0	0,00067

Ir divi gaisa mitruma deficīta (D) rādītāji:

1) fiziskais ($D_{fiziskais}$), kas norāda, cik daudz mitruma gaisā noteiktā temperatūrā trūkst līdz gaisa piesātinājumam:

$$D_{fiziskais} = M - A$$

2) fizioloģiskais ($D_{fizioloģiskais}$), kas norāda, cik daudz ūdens cilvēka organisms var zaudēt, ja elpošanai patērē 1 m^3 gaisa:

$$D_{fizioloģiskais} = M_{37} - A,$$

kur

M_{37} – maksimālais gaisa mitrums 37 °C temperatūrā.

Palielinoties mitruma deficītam, palielinās iespēja gaisā saturēt vairāk ūdens tvaiku. Šādos apstākļos organisma siltumatdeve, iztvaikojot sviedriem, norisināsies intensīvāk (3. tab.).

3. tabula. Gaisa mitruma ietekme uz organisma ūdens zudumu caur ādu un plaušām

Gaisa temperatūra (°C)	Organisma ūdens zudums (g/stundā)	
	Ļoti sauss gaiss	Ļoti mitrs gaiss
15	36,3	9,0
20	54,1	15,3
25	75,4	23,9

6.1.2.3. Gaisa kustība

Gaiss gandrīz vienmēr atrodas kustībā. Tas saistīts ar Zemes virsmas nevienmērīgo sasilšanu Saules radiācijas iedarbībā. Temperatūras un spiediena starpība nodrošina lielu gaisa masu pārvietošanos. Tam ir svarīga higiēniska nozīme: mazinās piesārņojuma koncentrēšanās atmosfērā.

Gaisa kustībai ir liela nozīme arī organisma siltumapmaiņas procesos. Stiprs vējš krasi palielina siltumatdevi konvekcijas un sviedru iztvaikošanas ceļā. Karstās dienās vējam ir labvēlīga ietekme uz organismu, jo tas pasargā cilvēku no pārkaršanas. Bet zemā temperatūrā jau neliela gaisa kustība veicina apsaldēšanos. Spēcīgs un ilgstošs vējš nelabvēlīgi ietekmē pašsajūtu, nervu sistēmas un psihisko stāvokli, apgrūtina pārvietošanos, samazina gan fiziskās, gan garīgās darbspējas.

Cilvēka āda ir ļoti jutīga pret gaisa kustību. Cilvēks nesajūt gaisa kustību ar ātrumu 0,03 m/s, tomēr pie šāda gaisa kustības ātruma ādas temperatūra pazeminās, ko uztver ādas receptori. Rezultātā asinsvadi sašaurinās, āda kļūst bālāka. Cilvēks sajūt gaisa kustību, kad tās ātrums ir 0,1 m/s. Gaisa kustība veicina telpas ventilāciju, tādējādi apmainot piesārņoto gaisu pret tīrāko āra gaisu. Taču pārlieku liela gaisa kustība telpās rada caurvēju, kas var izraisīt diskomfortu un saaukstēšanos. Ja gaisa kustības ātrums telpās pārsniedz 0,3 m/s, lielākajai daļai cilvēku tas asociējas ar caurvēju.

Lai noteiktu gaisa kustības ātrumu telpās, kur uzturas cilvēki, lieto katatermometru. Tas ir spirta termometrs, kam kapilāra apakšējā daļā ir paliels cilindrveida vai lodveida rezervuārs, bet augšējā daļā – paplašinājums. Katatermometra darba skala ir graduēta no 35 līdz 38 °C. Sasildīta termometra atdzišanas ātrums ir atkarīgs no gaisa dzesēšanas spējas.

Siltuma daudzumu, ko zaudē 1 cm^2 liela katatermometra rezervuāra virsma, tai atdziestot no 38 līdz 35 °C, sauc par katatermometra faktoru F, un tā skaitliskā vērtība mcal ir uzrakstīta uz katatermometra kapilāra paplašinājuma. Lai noteiktu gaisa kustības ātrumu, katatermometru karstā ūdenī silda, līdz spirts aizpilda pusi kapilāra paplašinājuma. Pēc tam to nosusina, iestiprina statīvā un novieto kopā ar parasto termometru tajā telpas vietā, kur jānosaka gaisa kustības ātrums. Tiklīdz katatermometrs atdzisīs līdz 38 °C, ar hronometru fiksē atdzišanas laiku t sekundēs līdz 35 °C un gaisa dzesēšanas spēju H aprēķina pēc formulas:

$$H = \frac{F}{t}$$

Gaisa kustības ātrumu nosaka pēc 4. tabulas. Vispirms aprēķina attiecību, kur Q ir starpība starp katatermometra vidējo darba temperatūru (36,5 °C) un gaisa temperatūru gaisa kustības ātruma noteikšanas vietā.

Gaisa kustības ātrumu ārpus telpām jeb vēja ātrumu parasti nosaka ar mazāk jutīgiem mērinstrumentiem – kausiņu vai spārniņu anemometriem. Pirms ātruma noteikšanas pieraksta instrumenta skalas stāvokli. Pēc tam anemometru ieslēdz, vienlaikus ar hronometru uzņem ekspozīcijas laiku (parasti 100 s), pēc tam otrreiz nolasa skalas stāvokli un aprēķina vēja ātrumu pēc instrumenta pasē uzrādītiem datiem.

Meteoroloģijā vēju raksturo ar diviem rādītājiem: pēc debespuses virziena un pēc ātruma. Vēja virzienu pēc debespuses nosaka ar kompasu. Vēja virziena pārmaiņas norāda uz laikapstākļu maiņu. Ir svarīgi zināt katra ģeogrāfiskā punkta valdošo vēju virzienu. Tam ir liela nozīme, plānojot apdzīvotas vietas, projektējot un būvējot dažādus objektus (skolas, slimnīcas, rūpnīcas, stadionus). Vēja virzienu pēc debess pusēm jeb rumbu biežuma grafisks attēlojums noteiktā laika periodā (mēnesis, gads) ir dotās ģeogrāfiskās vietas vējroze. To iegūst, atliekot uz katras rumbas vēja virziena biežumam atbilstošu garuma nogriezni. Bezvēju atzīmē grafika centrā ar aplīti, kura vidū ar ciparu norāda bezvēja biežumu. Visu vēju virzienu un bezvēja biežumu summu pieņem par 100, resp., katra vēja virziena biežumu izsaka procentos.

4. tabula. Gaisa kustības ātrums (ja tas mazāks par 1 m/s), ņemot vērā temperatūras korekciju

H/Q	Gaisa temperatūra (°C)							
	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,0	25,0	26,0
0,27	–	–	–	–	0,044	0,047	0,051	0,059
0,28	–	–	–	0.049	0,051	0,061	0,070	0,074
0,29	0,041	0,050	0.051	0,060	0,067	0,076	0,085	0,089
0,30	0,051	0,060	0,065	0,073	0,082	0,091	0,101	0,074
0,31	0,061	0,070	0,079	0,088	0,098	0,107	0,116	0,119
0,32	0,076	0,085	0,094	0,104	0,113	0,124	0,136	0,140
0,33	0,091	0,101	0,110	0,119	0,128	0,140	0,153	0,159
0,34	0,107	0,115	0,129	0,139	0,148	0,160	0,174	0,179
0,35	0,127	0,136	0,145	0,154	0,167	0,180	0,196	0,203
0,36	0,142	0,151	0,165	0,179	0,192	0,206	0,220	0,225
0,37	0,163	0,172	0,185	0,198	0,212	0,226	0,240	0,245
0,38	0,182	0,197	0,210	0,222	0,239	0,249	0,266	0,273
0,39	0,208	0,222	0,232	0,244	0,257	0,274	0,293	0,301
0,40	0,229	0,242	0,256	0,269	0,287	0,305	0,323	0,330
0,41	0,254	0,267	0,282	0,299	0,314	0,330	0,349	0,364
0,42	0,280	0,293	0,311	0,325	0,343	0,361	0,379	0,386
0,43	0,310	0,324	0,342	0,356	0,373	0,392	0,410	0,417
0,44	0,340	0,354	0,368	0,385	0,401	0,417	0,445	0,449
0,45	0,366	0,381	0,398	0,412	0,429	0,449	0,471	0,478
0,46	0,396	0,415	0,429	0,446	0,465	0,483	0,501	0,508
0,47	0,427	0,445	0,464	0,482	0,500	0,518	0,537	0,544
0,48	0,468	0,481	0,499	0,513	0,531	0,551	0,572	0,579
0,49	0,503	0,516	0,535	0,566	0,571	0,590	0,608	0,615
0,50	0,539	0,557	0,571	0,589	0,604	0,622	0,640	0,651
0,51	0,574	0,593	0.607	0,628	0,648	0,666	0,684	0,691
0,52	0,615	0,633	0,644	0,665	0,683	0,701	0,720	0,727
0,53	0,656	0,674	0,688	0,705	0,724	0,742	0,760	0,768
0,54	0,696	0,715	0,729	0,746	0,764	0,783	0,801	0,808
0,55	0,737	0,755	0,770	0,790	0,807	0,825	0,844	0,851
0,56	0,788	0,801	0,815	0,833	0,851	0,867	0,884	0,894
0,57	0,834	0,852	0,867	0,882	0,893	0,915	0,933	0,940
0,58	0,879	0,898	0,902	0,929	0,945	0,959	0,972	0,977
0,59	0,930	0,943	0,957	0,971	0,985	1,001	1,018	1,023
0,60	0,981	0,994	1,008	1,022	1,033	1,044	1,056	1,060

6.1.2.4. Gaisa spiediens

Zemes atmosfēras jeb barometriskais gaisa spiediens ir nevienmērīgs un nepastāvīgs. Palielinoties augstumam virs jūras līmeņa, tas samazinās, bet dziļi zemes dzīlēs - palielinās. Lielākā daļu cilvēku dzīvo dažus desmitus metru virs jūras līmeņa, kur barometriskais spiediens ir aptuveni vienu atmosfēru (101,3 kPa jeb 760 mm Hg) liels. Cilvēka organisms praktiski nesajūt atmosfēras smagumu, jo tās spiedienu izlīdzina organisma iekšējais spiediens.

Vienā un tajā pašā ģeogrāfiskajā vietā spiediena maiņa ir atkarīga no dažādiem faktoriem atmosfērā. Spiediena maiņa ir zināms laikapstākļu pārmaiņu priekšvēstnesis. No spiediena maiņām ir atkarīgs vēja virziens un stiprums, atmosfēras nokrišņu daudzums un biežums, temperatūra. Tāpēc barometriskās svārstības var nopietni ietekmēt cilvēka veselību un pašsajūtu.

Parasti šīs pārmaiņas nav lielas un veseli cilvēki tām piemērojas viegli un nemanāmi. Tomēr daudzi cilvēki, it īpaši slimie, ir visai jutīgi. Sevišķi krasi reaģē cilvēki, kas slimo ar reimatisko artrītu, deformējošo osteoartrozi (stipras sāpes locītavās), cilvēki ar stipri izteiktu nervu sistēmas labilitāti (baiļu sajūta, bezmiegs), sirds un asinsrites sistēmas slimībām (stenokardijas lēkmes, reiboņi), elpceļu slimībām (elpas trūkums, asiņošana). Turklāt nav svarīgi, vai spiediens ceļas vai krītas, bet gan tas, cik strauji tas notiek.

Gaidāmās spiediena pārmaiņas tiek ņemtas vērā medicīniskajās laika prognozēs. Piemēram, trešā jeb nelabvēlīgā laika prognoze ir tad, ja tuvāko triju stundu laikā gaidāmās spiediena maiņas ir lielākas par 3 milibāriem, bet ceturtā jeb sevišķi nelabvēlīgā – tad, ja gaidāmās gaisa spiediena maiņas ir lielākas par 5 milibāriem. Milibārs (mb) ir meteoroloģijā ieviesta mērvienība, kas atbilst 0,7501 mm Hg jeb 100 paskāliem (Pa).

Cilvēka atrašanās vairākus simtus metru virs jūras līmeņa ir saistīta ar stipri pazemināta barometriskā gaisa spiediena un tātad arī zema skābekļa parciālā spiediena iedarbību uz organismu. Šī iedarbība izraisa daudzsimptomu kompleksu – augstuma (kalnu) slimību (sk. arī nod. 5.2.3.2.).

Gaisa spiedienu un tā pārmaiņas straujumu parasti nosaka ar aneroīdu un barogrāfu. Aneroīda jeb metāla barometra galvenā sastāvdaļa ir elastīga metāla kārbiņa, kurā ir vakuums. Atmosfēras spiedienam mainoties, kārbiņa deformējas un speciāls mehānisms pārvieto rādītāju pa skalu, kas ir graduēta Pa un mm Hg. Ar barogrāfu, kas sastāv no vairākām aneroīda kārbiņām, spiediena pārmaiņas tiek pierakstītas uz rotējošas lentes noteiktā laika vienībā.

6.1.3. GAISA VIDES FIZIKĀLIE FAKTORI

6.1.3.1. Siltumradiācijas intensitāte

Siltumradiācijas jeb infrasarkanā starojuma galvenais avots ir Saule. No visa Saules starojuma, kas nonāk uz Zemes virsmas, vairāk nekā pusi (59%) veido infrasarkanais starojums. Daļa krītošā starojuma atstarojas. Virsmas atstarotās radiācijas plūsmas attiecību pret plūsmu, kas krīt uz šo virsmu, sauc par albedo. Arī Zeme izstaro infrasarkano starojumu, tādējādi novēršot pārkaršanu. Ja atmosfērā ir gāzes, kas šo siltumstarojumu pastiprināti absorbē, Zemes atdzišana ir apgrūtināta.

Infrasarkanajiem stariem (IS) absorbējoties organismā, tas sasilst: asinsvadi paplašinās un āda kļūst sārta. Siltumradiācijas bioloģiskā iedarbība uz organismu lielā mērā ir atkarīga no viļņu garuma un ādas absorbcijas spējas. IS ar viļņu garumu 1500–2500 nm absorbējas epidermas augšējā slānī. Īsākie IS, kuru viļņu garums ir mazāks par 1000 nm, ir caurspiedīgāki un, iedarbojoties uz smadzeņu receptoriem, var izraisīt saules dūrienu. Lielas intensitātes

siltumstarojums var pārmainīt organisma imunoloģisko reaktivitāti, kā arī izraisīt redzes bojājumus (kataraktu), organisma pārkaršanu un ādas apdegumus. Medicīnā siltumradiāciju izmanto iekaisuma perēkļu likvidēšanai un sāpju mazināšanai.

Dažādu karstu priekšmetu virsmu siltumstarojuma intensitātes mērīšanas metode ir aktinometrija. Mērinstrumenta – aktinometra – darbības pamatā ir starojuma enerģijas dažāda absorbcija divu metālu – vara un konstantāna – savienojuma vietās. Savienojuma vietās, kas pārklātas ar izolētām, baltā krāsā nokrāsotām alumīnija plāksnītēm, enerģija tiek mazāk absorbēta un temperatūra ir zemāka nekā savienojumu vietās, kas pārklātas ar melnā krāsā nokrāsotām alumīnija plāksnītēm. Absorbētās enerģijas rezultātā radušās termoelektriskās strāvas stiprums ir tieši proporcionāls temperatūras starpībai un to reģistrē ar galvanometru, kura skala ir graduēta $\frac{W}{m^2}$ (agrāk $\frac{cal}{cm^2 \cdot min}$), tātad siltumradiācijas intensitāti nolasa tieši no skalas.

6.1.3.2. Ultravioletais starojums

1% no Saules starojuma spektra, kas nonāk uz Zemes virsmas, veido ultravioletais starojums (viļņu garums 100–400 nm), kam ir liela bioloģiska nozīme. Ultravioletajam starojumam ir fotoķīmiska iedarbība. Tas neiespiežas ādā dziļi, tādēļ fotoķīmiskie procesi – eritēma, D vitamīna un pigmentācijas veidošanās – norisinās galvenokārt epidermā. Apstarojot ādu ar ultravioleto starojumu, notiek šūnu olbaltumu denaturācija un koagulācija. Proteolīzes un autolīzes rezultātā olbaltumu koloīdi pārmainās, histidīns pārveidojas par histamīnu, kas izraisa asinsvadu paplašināšanos un līdz ar to eritēmas veidošanos. Pārmainītie olbaltumu koloīdi iedarbojas ne tikai lokāli, bet galvenokārt tie kairina nervu sistēmu. Koloīdiem turpinot sadalīties, notiek ādas pigmentācija. Ādas pigments melanīns atrodas epidermā, tas veidojas no aminoskābes tirozīna. Ultravioletais starojums palielina organisma spēju izstrādāt un arī saglabāt imūnvielas. Ultravioletais starojums 285–265 nm viļņu diapazonā fotoķīmiskā ceļā pārvērš ādā esošo neaktīvo D provitamīnu aktīvā D vitamīnā, optimizē kalcija un fosfora vielmaiņu, tādēļ to izmanto gan rahīta novēršanā, gan tā ārstēšanā.

Ultravioletais starojums ar īsākiem viļņiem (< 280 nm) nodrošina baktericīdu efektu: notiek olbaltumu destrukcija, šūnu struktūra tiek izjaukta un mikroorganismi iet bojā. Šo ultravioletā starojuma spēju plaši izmanto cīņā pret infekcijām, kas izplatās pa gaisu ar pilieniem vai putekļiem. Saules starojuma spektra īsākais ultravioletais starojums galvenokārt tiek absorbēts atmosfēras augšējā daļā, ozona slānī. Saules radiācijai nonākot uz Zemes virsmas, tās spektrālais sastāvs būtiski mainās: ultravioletā starojuma enerģija samazinās 6 reizes. Pēdējos gados Saules radiācijas baktericīdais efekts atsevišķos reģionos ir pieaudzis ozona slāņa biezuma samazināšanās dēļ.

6.1.3.3. Gaisma un apgaismojums

Gaisma ir dabisks cilvēka dzīves priekšnoteikums. Tai ir daudzveidīga bioloģiska iedarbība uz organismu un svarīga nozīme veselības un darbspēju saglabāšanā. Gaisma aktivizē fizioloģiskos procesus. Augšana, vielmaiņa, elpošana, asinsrite, vitamīnu sintēze, endokrīno dziedzeru un asinsrades orgānu darbība ir cieši saistītas ar gaismas ietekmi. Difūzas dienas gaismas ietekmē palielinās nervu un muskuļu ierosa. Gaismai kairinot redzes analizatoru, tā spēcīgi iedarbojas uz galvas smadzeņu garozu, palielinās centrālās nervu sistēmas tonuss.

Gaisma ir elektromagnētisks starojums, kura viļņu garums ir 400–760 nm. Gaismai ir divējāda fizikālā daba: tai piemīt gan viļņu, gan korpuskulāras īpašības. Piemēram, optiskās

parādības – interferenci, difrakciju, polarizāciju – skaidro ar priekštatiem par viļņiem, bet gaismas parādības – fotoelektrisko efektu, gaismas absorbciju, izstarošanu – skaidro ar atsevišķu daļiņu (fotonu) plūsmu, kam piemīt enerģija. Fotonu pārvietošanās vakuumā notiek ar ātrumu $3 \cdot 10^8$ m/s. Tātad gaismai piemīt gan atsevišķu enerģijas porciju (fotonu) korpuskulārais raksturs, gan tā viļņveidīgi pārvietojas telpā.

Gaismas raksturošanai lieto jēdzienus 'gaismas plūsma, stiprums, spilgtums, apgaismojums'. Gaismas plūsma ir starojuma enerģija, ko cilvēka acs uztver kā gaismu. Cilvēka acij ir dažāda gaismas sajūtas jutība, un tā ir atkarīga no starojuma viļņu garuma. Tā ir maksimāla, ja viļņu garums ir 555 nm, kas atbilst dzeltenzaļajai spektra daļai.

Gaismas plūsmas mērvienība ir lūmens; viens lūmens atbilst $1{,}6 \cdot 10^{-3}$ W. Praksē gaisma no tās avota neizplatās vienmērīgi visos virzienos. Tāpēc gaismas avota raksturošanai jānorāda gaismas plūsmas blīvuma sadalījums telpā. Gaismas plūsmas blīvumu telpā sauc par gaismas stiprumu; tā mērvienība ir svece. Apgaismojums raksturo gaismas plūsmas blīvuma sadalījumu plaknē. To nosaka gaismas plūsmas attiecība pret apgaismotās virsmas laukumu. Apgaismojuma mērvienība ir lukss (lx).

Gaismas spilgtums ir vienīgais gaismas raksturotājs, ko acs uztver tieši. Spilgtumu nosaka gaismas plūsmas blīvums jeb gaismas stiprums, ko izstaro apgaismotās virsmas vienība acs virzienā. Pārāk liels spilgtums izraisa redzamības pasliktināšanos, līdz ar to arī redzes nogurumu un darbspēju samazināšanos.

Praksē svarīgākais gaismas raksturotājs ir apgaismojums. Labs apgaismojums nodrošina redzes orgāna normālu funkcionēšanu, paaugstina tonusu, darbspējas, novērš vai samazina ražošanas traumatismu. Apmēram 20% visu nelaimes gadījumu ir saistīti ar sliktu apgaismojumu. Nepietiekams apgaismojums negatīvi ietekmē fizioloģiskos un bioloģiskos procesus organismā, pazemina vielmaiņu. Daudzas redzes funkcijas (redzes asums, izšķiršanas ātrums, skaidras redzēšanas noturība, kontrastu jutība u.c.) ir tieši proporcionāli atkarīgas no apgaismojuma.

Redzes asums ir acs spēja izšķirt sīkus priekšmetus. Tas strauji paaugstinās, apgaismojumam palielinoties līdz 100 luksiem. Apgaismojumam palielinoties vēl vairāk, redzes asuma paaugstināšanās nav tik izteikta.

Izšķiršanas ātrums ir mazākais laiks, kas nepieciešams, lai iegūtu redzes uztveri par priekšmetu. Skaidras redzēšanas noturība raksturo redzes analizatora jeb acs spēju ilgstoši skaidri saskatīt atsevišķus priekšmetus. Trīs stundu ilgs darbs 50 lx lielā apgaismojumā samazina skaidras redzēšanas noturību par 37%, bet, ja apgaismojums ir 100–200 lx, – tikai par 10%. Visoptimālākais apgaismojums ir 1000 lx.

Nevienmērīgs apgaismojums strauji samazina redzes analizatora funkciju. Tam par iemeslu ir bieža acs adaptācijas maiņa no vienas virsmas uz otru, kuru spilgtums ir krasi atšķirīgs. Lai novērstu biežu acs adaptāciju un redzes nogurumu, apgaismojumam jābūt vienmērīgam un noturīgam.

Apgaismojumu var nodrošināt gan dienas gaisma, gan mākslīgi gaismas avoti. Dabisko apgaismojumu rada tiešie Saules stari un debesjuma izkliedētā gaisma. Saule, kuras virsmas temperatūra ir 6000 °C, emitē ļoti spēcīgu plaša spektra enerģiju. Starojuma enerģijas maksimums ir dzeltenzaļo staru daļā. Ejot cauri atmosfērai, Saules radiācija tiek izkliedēta un absorbēta. Izkliedēšanas pakāpe ir atkarīga no staru ceļa garuma atmosfērā (jo garāks ceļš, jo lielāka ir izkliede) un no staru viļņu garuma (īsākie stari tiek izkliedēti spēcīgāk). Saulei atrodoties zenītā, visi redzamie stari kopumā dod balto gaismu, bet, Saulei atrodoties pie horizonta, vismazāk tiek izkliedēti sarkanie stari.

Atmosfēras ozons, ūdens tvaiki, ogļskābā gāze, putekļi lielā mērā absorbē Saules starus. Ūdens tvaiki absorbē galvenokārt starus infrasarkanajā, bet ozons – ultravioletajā daļā. Izejot cauri atmosfērai, redzamais starojums kļūst daudz mazāks, bet līdz ar to relatīvi lielāks ir infrasarkanās daļas enerģijas daudzums. Rūpnieciskajos rajonos, kur atmosfērā ir daudz dūmu, kvēpu un putekļu, dabiskais apgaismojums var būt samazināts līdz pat 50%.

Zemes virsma ir eksponēta arī atmosfēras izkliedētajai radiācijai. Saules redzamajiem stariem, daudzkārt atstarojoties no gaisā esošajām sīkām daļiņām, debesis dod samērā lielu redzamo starojumu spektra īsāko (zilo) staru daļā.

Telpas dabiskais apgaismojums ir atkarīgs no gadalaika, diennakts laika, ģeogrāfiskās vietas, laikapstākļiem, ēkas plānojuma, logu orientācijas, izmēriem un tīrības, telpu iekārtojuma u.tml. Dabisko apgaismojumu uzlabo arī atstarotā gaisma no sienām, griestiem un mēbelēm. Ja tās ir gaišos toņos, apgaismojums var palielināties par 20–25%. Apgaismojumu ietekmē arī ēku aizēnojošie elementi un to spēja atstarot gaismu.

Ja logi ir vertikāli (platums mazāks par augstumu) un atrodas telpas vienā pusē, sānu sienu apgaismojums strauji samazinās, palielinoties attālumam no loga. Ja logi ir horizontāli (augstums mazāks par platumu) un atrodas augstu virs grīdas, tad apgaismojums pie ārējās sienas nav pietiekams, bet, ja tie ir tuvu grīdai, tad apgaismojums nav pietiekams pie telpas iekšējās sienas. Lai uzlabotu telpas apgaismojumu, ieteicams logu rāmjus krāsot gaišā krāsā.

Lai apgaismojums būtu vienmērīgs, jāievēro noteikta attiecība starp telpas augstumu un dziļumu. Mācību telpās, slimnīcu palātās un dzīvojamās istabās attālums no loga līdz tālākai iekšējai sienai nedrīkst būt lielāks par divkāršu griestu augstumu. Gaismai ejot caur vienkārtas iestiklojumu, gaismas caurlaidības koeficients samazinās par 15%, bet, ja iestiklojums ir dubultīgs, – par 25%. Netīri logu stikli aiztur līdz pat 50%, bet aizsaluši – līdz 80% redzamās gaismas. Stikls aiztur praktiski visu bioloģiski aktīvo ultravioleto starojumu.

Dabiskā apgaismojuma vērtēšanas kritērijs ir relatīvā attiecība starp apgaismojumu telpā un āra apgaismojumu. To nosaka vai nu netiešā, vai tiešā veidā.

Pēc netiešās jeb ģeometriskās metodes relatīvais apgaismojuma līmenis jeb gaismas koeficients (GK) ir logu iestiklotā laukuma (L_1) attiecība pret telpas grīdas laukumu (L_2):

$$GK = \frac{L_1}{L_2}$$

Dzīvojamās un sabiedriskās ēkās gaismas koeficients atkarībā no telpas funkcionālās nozīmes ir no 1:5 līdz 1:15. Šī metode ir vienkārša un ērta celtņu projektēšanā, taču tajā netiek ņemti vērā telpas konstruktīvie izmēri, to savstarpējās ģeometriskās attiecības, forma, logu konstrukcija, ārējie aizēnojošie elementi, ārējais apgaismojums. Minētos trūkumus daļēji var samazināt, papildus mērot apgaismojuma leņķus. Dabiskā apgaismojuma intensitāte jebkurā telpas punktā ir atkarīga no gaismas staru krišanas leņķa un atveres jeb spraugas leņķa.

Gaismas staru krišanas leņķis veidojas starp divām līnijām, kuras iziet no pētāmā telpas punkta: viena – horizontāli, loga virzienā, bet otra – loga stikla augšmalas virzienā. Jo lielāks šis leņķis, jo vairāk gaismas nonāk uz pētāmās vietas virsmas. Gaismas krišanas leņķim jābūt ne mazākam par 27°. To nosaka šādi: mērī pētāmās vietas augstumu (h) no grīdas, kuru atzīmē uz sienas pie loga, tad pa horizontāli izmērī attālumu (b) līdz pētāmai vietai, bet pa vertikāli – attālumu (a) līdz loga stikla augšmalai. Leņķa lielumu grādos nosaka pēc trigonometrisko funkciju (tangensu) naturālo vērtību tabulas.

Gaismas atveres leņķis dod priekšstatu par debesjuma lielumu, kurš pētāmo vietu apgaismo tieši. Šis leņķis veidojas starp divām līnijām, kuras iziet no telpas pētāmā punkta:

viena – uz loga stikla augšmalu, otra – uz ārējā aizēnojošā elementa (ēkas, koki, kalni u.tml.) augstāko punktu. Atveres leņķis samazinās, palielinoties attālumam līdz logam un samazinoties ēkas stāvam. To nosaka, izmērot uz loga stikla aizēnojošā elementa augstākā punkta projekciju; pēc tam aprēķina leņķi pret projekciju līdzīgi kā gaismas krišanas leņķi. Starpība starp šiem leņķiem ir atveres leņķis; tam jābūt ne mazākam par 5°.

Ar gaismas tehnisko metodi tiešā ceļā nosaka relatīvo apgaismojuma līmeni – dabiskā apgaismojuma koeficientu (DAK) procentos:

$$DAK = E_1 : E_2 \cdot 100,$$

kur

E_1 – horizontālais apgaismojums telpas tumšākajā vietā (lx);

E_2 – debesjuma difūzas gaismas horizontālais apgaismojums (lx).

Dzīvojamās telpās ar sānu apgaismojumu vistumšāko vietu dabiskā apgaismojuma koeficientam (DAK) jābūt vismaz 0,5–0,75%. Minimāli pieļaujamais DAK mācību telpās, ārstu kabinetos, lasītavās, laboratorijās, zobārstu kabinetos ir 1,5%, bet operāciju zālēs – 2,0%.

DAK dod iespēju noteiktā telpā katrai vietai aprēķināt apgaismojumu jebkurai diennakts stundai gada laikā. Līdz ar to iespējams noteikt gadā nepieciešamo stundu skaitu mākslīgā apgaismojuma izmantošanai. Lai šo uzdevumu varētu veikt, nepieciešams izmantot dotās ģeogrāfiskās vietas gaismas klimata karti, t.i., ārējā vienmērīgi izkliedētā apgaismojuma horizontālo sadalījumu visu gada dienu visām stundām.

Apgaismojumu mērī ar luksometru, kura galvenās sastāvdaļas ir selēna fotoelements un galvanometrs. Darbības princips balstās uz fotoefekta fenomenu (elektronu plūsmas rašanās fotoaktīvajā slānī gaismas ietekmē), kas rada elektrisko strāvu, ko reģistrē ar galvanometru.

Telpas logu orientāciju nosaka ar kompasa palīdzību. Latvijas platuma grādos, ņemot vērā saules augstumu un klimatu, telpas dabisko apgaismojumu uzskata par optimālu, ja logi orientēti dienvidaustrumu vai dienvidu virzienā.

Logu stiklu absorbciju (GA) procentos aprēķina, nosakot apgaismojumu uz logu stiklu virsmas no telpas puses un apgaismojumu, kas no ārpuses nonāk uz loga ārējā stikla:

$$GA = \frac{A_1}{A_2} \cdot 100,$$

kur

A_1 – apgaismojums luksos uz logu iekšējās virsmas;

A_2 – apgaismojums luksos uz logu ārējās virsmas.

Mākslīgajam apgaismojumam jābūt pietiekamam, vienmērīgi izkliedētam, kvalitatīvi tuvam Saules gaismas spektram un bez lieka spilgtuma, lai nebūtu asu, kontrastējošu ēnu.

Cilvēka organisms, arī redze, evolūcijas gaitā attīstījās dienasgaismas apstākļos. Tieši tāpēc redzes aizsardzībā no bioloģiskā viedokļa ļoti svarīga ir mākslīgo gaismas avotu spektru tuvināšana dienasgaismas spektram. Īpaši svarīga nozīme tam ir bērnudārzos, mācību iestādēs, bibliotēku lasītavās. No elektriskās gaismas avotiem vislabākās ir luminiscences lampas, kuras vairumā gadījumu nodrošina kvalitatīvu apgaismojumu ar spektru, kas ir tuvs Saules redzamās gaismas spektram. Tās nodrošina vienmērīgi izkliedētu apgaismojumu, gandrīz pilnīgi bez kontrastainām ēnām un apžilbinājumiem, uz apgaismotās virsmas. Bez tam tās salīdzinājumā ar kvēlspuldzēm samazina elektroenerģijas patēriņu.

Mākslīgo apgaismojumu iedala vispārējā, vietējā un kombinētajā. Vispārējā apgaismojuma sistēma sastāv no dažādiem gaismas ķermeņiem, kas ir vienmērīgi izvietoti telpā. Lai

nodrošinātu labāku apgaismojuma līmeni vietās, kur jāstrādā ar lielu redzes sasprindzinājumu, izmanto vietējos apgaismošanas avotus. Kombinētais apgaismojums apvieno vispārējo un vietējo apgaismojumu. Kombinētā apgaismojuma sistēma ir visracionālākā, visizplatītākā, visekonomiskākā; to izmanto visdažādāko funkciju veikšanai.

Apgaismošanai izmanto tiešās un netiešās gaismas avotus. Tiešās apgaismošanas ķermeņi telpā cilvēka darbības zonā nodrošina 90% apgaismojuma, bet netiešie jeb atstarojošie apgaismes ķermeņi – daudz mazāku apgaismojumu, jo gaismas plūsma tiek virzīta uz griestiem vai kupolu sienām. Tomēr atstarotā gaisma daudz vienmērīgāk sadalās telpā, līdz ar to apgaismojums ir kvalitatīvāks.

Apgaismojuma vienmērību nosaka pēc darbvietu skaita, kurās ir pietiekams apgaismojums un kurās tas nav pietiekams. Rezultātus izsaka ar nepietiekami apgaismotu vietu skaitu attiecību pret visām darbvietām. Vistumšāko vietu apgaismojumam jābūt ne vairāk kā 3 reizes vājākam par visgaišāko darbvietas apgaismojumu. Strādājot vietējā apgaismojumā, ir jānodrošina, lai telpā būtu vispārējais apgaismojums 1m augstumā no grīdas un tas veidotu vismaz 10% no vietējā apgaismojuma.

Nepieciešamais minimālais apgaismojuma līmenis tiek normēts pēc redzes noslogojuma apstākļiem un ir atkarīgs no

- mazākā darba objekta izmēriem;
- kontrasta starp objektu un fonu;
- fona raksturojuma (gaišs, tumšs, vidējs).

Tas nozīmē, ka, jo tumšāks ir fons, jo mazāki ir objekta izmēri un mazāks kontrasts, jo augstāks ir nepieciešamā apgaismojuma līmenis. Piemēram, ja objekta izmēri ir mazāki par 0,15 mm, ir mazs kontrasts un tumšs fons, tad kombinētajam apgaismojumam jābūt vismaz 5000 lx lielam; ja objekta izmēri ir mazāki par 1 mm – 300 lx; ja objekta izmēri ir 5 mm – 200 lx. Optimālais darba vietas apgaismojums ir vismaz 150 lx.

Pirmajās piecās redzes noslogojuma kategorijās apgaismojums var būt gan kombinēts, gan vispārējs. Nākamo trīs zemākas precizitātes darbu veikšanai tiek normēts tikai vispārējais apgaismojums. Normēšanā tiek ņemts vērā arī:

- darba objekta attālums no acs (lielāks par 0,5 m);
- darba dienas ilgums, ja darbs jāveic pastiprinātā redzes sasprindzinājumā;
- paaugstināta traumatisma bīstamība;
- dabiskā apgaismojuma esamība.

6.1.3.4. Elektriskais stāvoklis

Viens no gaisa vides fizikālajiem faktoriem ir atmosfēras elektriskais stāvoklis, ar ko saprot gaisa jonizāciju un atmosfēras elektrisko un magnētisko lauku. Gaisā vienmēr ir pozitīvi un negatīvi lādētas šķidru un cietu aerosolu daļiņas, kompleksi gāzu jonu atomārie un molekulārie maisījumi.

Gaisa jonizācija jeb aerojonizācija ir gāzu molekulu un atomu šķelšanās elektronos un pozitīvi lādētos jonos jonizatoru ietekmē. Ja elektrons pievienojas kādam neitrālam atomam vai molekulai, rodas negatīvi lādēts aerojons. Tādā veidā rodas pretēji lādētu pirmējo vieglo aerojonu pāris.

Gaisa jonizāciju izraisa dažādi jonizatori:

- ūdenī, augsnē un pašā gaisā esošo radioaktīvo vielu radiācija (α un β daļiņas, γ stari);
- Saules ultravioletā un gaismas radiācija;

- rentgenstari;
- kosmiskie stari;
- elektriskās izlādes atmosfērā;
- sīki ūdens pilieni;
- termiskie, dezintegrācijas, ķīmiskie u.c. procesi.

Vienlaikus ar jonizāciju notiek pretēji lādētu jonu savienošanās jeb neitralizācija un adsorbcija uz putekļiem, ūdens pilieniņiem. Jonu daudzums gaisā ir dinamiskā līdzsvarā.

Gaisa jonizācijas pakāpi raksturo jonu daudzums 1 ml gaisa. Jonus, kas ir patstāvīgi vai pievienojušies pie skābekļa, ozona, slāpekļa un tā oksīdu neitrālajām molekulām, sauc par vieglajiem joniem (n^+ un n^-). To kustības ātrums ir 1–2 cm/s, bet pastāvēšanas laiks – 1–2 min; tie ātri rekombinējas. Ja joni savienojas ar putekļu, dūmu, miglas daļiņām, tad veidojas smagie joni (N^+ un N^-). To kustības ātrums nepārsniedz $5 \cdot 10^{-4}$ cm/s, un līdzdalība gaisa elektrovadāmībā ir niecīga.

Gaisa jonizācijas režīma raksturošanai izmanto smago un vieglo jonu attiecību, kā arī unipolaritātes koeficientu q:

$$q_{vieglie} = \frac{n^+}{n^-} \quad \text{vai} \quad q_{smagie} = \frac{N^+}{N^-}$$

Zemes virsmas tuvumā vieglo pozitīvo jonu daudzums vienmēr ir lielāks par negatīvo jonu daudzumu (q = 1,1–1,3).

Atmosfēras jonizācijas stāvoklis ir sarežģīts pretēju procesu rezultāts, tāpēc jonizācijas raksturs un pakāpe dažādā laikā vienā un tajā pašā vietā var būt dažāds.

Jonu daudzums un to lādiņu attiecība gaisā svārstās plašās robežās. Tas ir atkarīgs no augsnes un augu rakstura, no gaisa mitruma un kustības, no gaisa piesārņotības pakāpes, no gadalaika, no vides radioaktivitātes līmeņa. Gaisa mitrumam pieaugot, pieaug smago jonu skaits, bet vieglo jonu skaits pieaug, samazinoties atmosfēras spiedienam, kas veicina radioaktīvo gāzu izplūšanu no augsnes. Ūdenstilpju tuvumā vienmēr ir lielāka gaisa jonizācija, ko veicina sīko ūdens pilieniņu jonizējošā iedarbība.

Vieglo jonu koncentrācija gaisā lauku rajonos un kūrortos sasniedz 4000/ml, bet rūpnieciskās pilsētās tā parasti ir 200–400/ml. Jūras krastā vētras laikā, pie kalnu upēm, ūdenskritumiem un strūklakām sīki sašķīdušo ūdens pilienu jonizācijas rezultātā vieglo negatīvo jonu skaits sasniedz 40 000 vienā mililitrā gaisa.

Darbojoties rentgenaparātiem, vieglo pozitīvo jonu skaits telpā var sasniegt 386 000, bet negatīvo – 6530 vienā mililitrā gaisa. Elektrometināšanas procesā gaisā veidojas ļoti liels negatīvo jonu pārsvars – unipolaritātes koeficients q ir tikai 0,03–0,25; kopējā jonu koncentrācija – 10 000/ml.

Telpās, kur parasti uzturas cilvēki, smago jonu koncentrācija ir tieši proporcionāla gaisa piesārņojuma pakāpei, mitrumam un ogļskābās gāzes daudzumam, bet vieglo jonu koncentrācija ir apgriezti proporcionāla šiem faktoriem.

Aerojonu ietekme uz organismu ir dažāda. Jonizētam gaisam ir raksturīga noteikta bioloģiska iedarbība, kas atkarībā no ārējiem apstākļiem un jonizācijas pakāpes izpaužas dažādās organisma reakcijās. Vieglajiem, negatīvajiem joniem piemīt tonizējoša iedarbība. Tie aktivizē vielmaiņas procesus, uzlabo parasimpātiskās nervu sistēmas darbību. Savukārt pozitīvajiem joniem ir nelabvēlīga iedarbība uz organismu. Tie paaugstina asinsspiedienu, izraisa

miegainību, veicina depresiju, pamazina darbspējas. Tomēr jāatzīmē, ka aerojonu bioloģiskā iedarbība nav vēl pietiekami izpētīta.

Gaisa jonizācija ir labs indikators gaisa kvalitātes noskaidrošanā. Jonizācijas pakāpes un rakstura noteikšana ļauj novērtēt gaisa ķīmisko un mehānisko piesārņojumu. Jonizāciju mērī ar speciālu aparatūru – jonu skaitītājiem.

Starp Zemes virsmu un gaisu pastāv elektriskais lauks, kuru raksturo ar elektriskā potenciāla gradientu, ko mērī voltos uz metru (V/m). Zemes virsmas tuvumā tā vidējais lielums ir 120 V/m; tas samazinās, pieaugot augstumam. Elektriskais lauks ir atkarīgs no gadalaika, atmosfēras spiediena, laikapstākļiem, gaisa masu pārvietošanās ātruma, ģeogrāfiskiem un citiem faktoriem.

Atmosfēras elektriskajā laukā potenciālu starpība starp cilvēka galvu un papēžiem ir apmēram 200–250 V. Atmosfēras elektriskā lauka potenciāls ir atkarīgs no gadalaika un laikapstākļiem: ziemā tas ir 260 V/m, bet vasarā – 100 V/m. Mākoņainā laikā, pieaugot atmosfēras spiedienam, elektriskā lauka potenciāls pieaug līdz pat 5 reizēm. Ir konstatēts, ka atmosfēras elektriskais stāvoklis nosaka meteorotropisko reakciju rašanos, krasi mainoties laikapstākļiem [14]. Arī atmosfēras elektriskā lauka iedarbības mehānisms uz cilvēka organismu pagaidām nav pietiekami izpētīts.

6.1.3.5. Radioaktivitāte

Gaisa vides radioaktivitāte ir ķīmisko elementu atomu kodolu sabrukšanas process, ko pavada α, β un γ starojums. Radioaktīvās sabrukšanas ātrums dažādiem atomiem ir atšķirīgs. Radioaktivitātes mērvienība ir bekerels (Bq); bekerels ir viena kodoldalīšanās (kodolpārvērtība) vienā sekundē.

Gaisa vides dabisko radioaktivitāti pirmām kārtām nosaka radons, aktions un torons, kas ir zemes iežos esošo ķīmisko elementu rādija, aktīnija un torija sabrukšanas gāzveida produkti. Gaisā atrodas arī radioaktīvais oglekļa izotops ^{14}C, argona izotops ^{41}Ar, fluora izotops ^{18}F, ūdeņraža izotops ^{3}H un citi radioaktīvie izotopi, kas rodas, kosmiskajam starojumam iedarbojoties uz ūdeņraža, skābekļa un slāpekļa atomiem. Sabrūkot zemes iežiem un sadaloties organiskām vielām, atmosfērā nokļūst arī nenozīmīgs daudzums dabisko radioaktīvo vielu, piemēram, rādijs, kālija izotops ^{40}K, urāns U.

Bez tam gaiss daudzos gadījumos satur arī mākslīgi radītus radioaktīvus elementus, kas ir cilvēku darbības rezultāts (kodolieroču izmēģinājumi, avārijas atomelektrostacijās).

α daļiņu plūsma, β daļiņu plūsma un γ starojums – tie ir trīs galvenie jonizējošā starojuma veidi. Jonizējošā starojuma ekspozīcija uz cilvēka organismu izraisa audos un šūnās ķīmiski aktīvu jonu rašanos. Rezultātā rodas šūnu funkciju traucējumi, morfoloģiskas pārmaiņas un mutācijas.

Gaisa vides dabiskā radioaktivitāte var svārstīties no 0,74 līdz 16,28 Bq vienā kubikmetrā gaisa atkarībā no ģeogrāfiskā platuma, dabas apstākļiem, radioizotopu koncentrācijas iežos un augsnē; virs sauszemes tā parasti ir lielāka nekā virs ūdeņiem.

Lai novērtētu gaisa radioaktivitāti, nosaka α, β un γ starojuma intensitāti, izmantojot radiometrisko metodi. Metodes darbības pamatā ir starojumu izraisītās gāzes jonizēšanās pakāpes mērīšana ar jonu skaitītājiem; analizējamos gaisa paraugus iegūst ar aspirācijas vai sedimentācijas metodi.

6.1.4. TERMOREGULĀCIJA

Cilvēka organisma dzīvības norises ietekmē meteoroloģisko apstākļu kopums jeb mikroklimats – gaisa temperatūra, kustība, mitrums, siltumstarojums. Šo parametru noteiktās skaitliskās robežās organisms spēj pielāgoties dažādiem meteoroloģiskajiem apstākļiem, saglabājot ķermeņa temperatūru konstantu (ap 36,6 °C). Šādu organisma spēju sauc par termoregulāciju.

Termoregulācijas pamatā ir siltuma apmaiņa starp cilvēka ķermeni un vidi. Termoregulācijas mehānismā izšķir divus nepārtraukti noritošus savstarpēji saistītus procesus – siltuma producēšanu jeb siltumradi un siltumatdevi. Cilvēka organisma dzīvības norises saistītas ar siltuma produkciju. Atkarībā no vides fizikālajām īpašībām organisms vai nu siltumu atdod videi, vai uzņem no tās [3].

Ķīmiskās un fizikālās termoregulācijas mehānismi, kuru darbību kontrolē centrālā nervu sistēma, ļauj cilvēkam piemēroties dažādai gaisa temperatūrai un īslaicīgi izturēt pat samērā lielas tās novirzes no optimālās. Ķīmiskā termoregulācija ir organisma spēja mainīt vielmaiņas procesu intensitāti, kura nosaka, vai siltumrades procesā siltuma daudzums ir palielinājies vai samazinājies. Fizikālā termoregulācija notiek reflektoriski, paplašinoties vai sašaurinoties ādas asinsvadiem.

Gan organisma siltumrades, gan siltumatdeves mehānisms darbojas atbilstoši gaisa temperatūras lielumam: organisms, no vienas puses, pārmaina siltuma atdeves nosacījumus, bet, no otras puses, – stingri piemērojas videi, izstrādājot noteiktu siltuma daudzumu. Tomēr termoregulācijas iespējas nav bezgalīgas. Tās pārsniedzot, tiek izjaukts organisma siltuma līdzsvars, kas rada nozīmīgu kaitējumu veselībai.

Siltumrade notiek visā organismā, tomēr visvairāk siltuma producē muskuļi un aknas. Gaisa temperatūrai pazeminoties zem 15 °C, siltumrade organismā pastiprinās, gaisa temperatūrā no 15 līdz 25 °C organisma siltumrade ir konstanta, gaisa temperatūrai pieaugot virs 25 °C siltumrade samazinās, bet, ja gaisa temperatūra pārsniedz 35 °C, organisma saražotais siltuma daudzums atkal pieaug. Siltumrade ir atkarīga arī no fiziskās slodzes intensitātes un lieluma. Turklāt organisms siltumu var uzņemt no sasildītiem priekšmetiem, no Saules radiācijas, ēdot karstu ēdienu u.c. veidā.

Vienlaikus ar siltumprodukciju organismā nepārtraukti notiek siltumatdeve apkārtējai videi. Kaila cilvēka ķermeņa siltumapmaiņa ar vidi notiek dažādā veidā: kondukcijas, konvekcijas un radiācijas ceļā, kā arī sviedriem iztvaikojot no ādas. Kondukcijas jeb vadīšanas ceļā siltums tiek atdots tiešā kontaktā starp ādu un vielu (visbiežāk gaisu), kam ir augstāka vai zemāka temperatūra. Siltumpārnesi ar gāzes vai šķidruma plūsmu sauc par konvekciju. Šos abus siltumpārneses ceļus bieži apvieno ar vienu terminu 'konvekcija'. Tātad konvekcijas ceļā siltumapmaiņu ar vidi nosaka cilvēka ķermeņa un gaisa vides temperatūras starpība, organisma asinsrite un gaisa kustība ap ādu. Jo lielāka ir temperatūras starpība, jo lielāks ir gaisa robežslāņa ātrums pie ādas, jo intensīvāka ir siltumatdeve.

Radiācija ir siltuma pārnese elektromagnētiskās enerģijas veidā. Cilvēka ķermeņa virsma ir siltumstarojuma avots. Siltumatdeve radiācijas ceļā noris pēc tāda paša mehānisma, kāds raksturīgs jebkuram priekšmetam, kura temperatūra ir virs absolūtās nulles (–273 °C). Izstarotā siltuma daudzums ir atkarīgs no telpas sienu, priekšmetu, dzīvo būtņu temperatūras. Palielinoties temperatūras starpībai starp cilvēka organismu un apkārtējiem priekšmetiem, siltumatdeve

izstarojot pastiprinās. Ja apkārtējās vides temperatūra pārsniedz 37 °C, notiek siltumabsorbcija. Krasa radiācijas līdzsvara izjaukšana veicina ķermeņa pārkaršanu vai atdzišanu.

Siltumatdevi nodrošina arī sviedru un ūdens iztvaikošana no ādas un gļotādas. Iztvaikošanas intensitāte ir atkarīga no gaisa mitruma pakāpes un gaisa kustības ātruma.

Organisma siltuma bilanci var raksturot šāda formula:

$$Q = M \pm R \pm C \pm K - E,$$

kur

Q – organisma aizturētais vai zaudētais siltuma daudzums;

M – producētais siltuma daudzums;

R – radiācijas rezultātā iegūtais vai atdotais siltuma daudzums;

C – konvekcijas rezultātā iegūtais vai atdotais siltuma daudzums;

K – kondukcijas rezultātā iegūtais vai atdotais siltuma daudzums;

E – atdotais siltuma daudzums, iztvaikojot sviedriem.

Radiācijas un konvekcijas rezultātā cilvēka organisms siltumu iegūst, ja vides temperatūra ir tuva vai augstāka par cilvēka temperatūru, bet atdod, ja vides temperatūra ir zemāka.

Siltuma komfortu raksturo producētā un atdotā siltuma līdzsvars. Ja siltuma bilance ir $Q = 0$, tad cilvēka pašsajūta ir vislabākā, t.i., meteoroloģiskie apstākļi ir komfortabli.

Tomēr dažkārt tad, ja pastāv siltumapmaiņas līdzsvars, vides temperatūrai paaugstinoties, cilvēks var izjust diskomfortu, kaut arī termoregulācija noris. Šajā gadījumā cilvēka pašsajūtu ietekmē siltumatdeves veids. Ja cilvēks atrodas miera stāvoklī un gaisa temperatūra ir 20 °C, siltumatdeve galvenokārt notiek radiācijas (44–59%) un konvekcijas (14–33%) ceļā; 22–29% siltuma tiek atdots, iztvaikojot sviedriem.

Paaugstinoties temperatūrai līdz 30 °C, sviedru iztvaikošanas rezultātā aizvadītais siltuma daudzums pieaug 3–4 reizes, bet pārējo siltumatdeves veidu ceļā aizvadītais siltuma daudzums daudzkārt samazinās. Ja gaisa temperatūra ir 35–40 °C, tad praktiski vienīgais siltuma atdeves veids ir sviedru iztvaikošana. Sviedriem iztvaikojot, patērētais siltuma daudzums ir 0,58 kcal jeb 2,51 kJ uz katru sviedru ml. Intensīvi svīstot, cilvēks var diennaktī zaudēt līdz pat 10 l ūdens un 20–50 g sāļu, galvenokārt NaCl. Samazinoties sāļu daudzumam organismā, tas zaudē spēju saistīt ūdeni, tādēļ svīšana vēl vairāk pastiprinās. Tādējādi tiek izjaukts organisma sāļu un ūdens režīms, kas ļoti nelabvēlīgi ietekmē vielmaiņas procesus un asinsrites sistēmas darbību. Nezaudējot organisma termoregulācijas spēju, cilvēks izjūt t.s. siltuma diskomfortu. Komfortablam mikroklimatam raksturīga tāda organisma siltumapmaiņa ar vidi, kas saglabā tā funkciju dinamisko patstāvību termoregulācijas laikā.

Ja siltumbilance ir pozitīva, t.i., $Q > 0$, termoregulācija tiek izjaukta un notiek organisma pārkaršana. Ķermeņa temperatūra pieaug līdz 41 °C, pulss paātrinās, cilvēks ļoti stipri svīst, rodas muskuļu vājums, sirdsklauves, galvassāpes un reiboņi. Pārkaršana var izpausties arī krampju veidā, ķermeņa temperatūra var tikai nedaudz paaugstināties.

Ja siltuma bilance ir negatīva, t.i., $Q < 0$, notiek organisma atdzišana. Ķermeņa temperatūrai pazeminoties līdz 34 °C, cilvēks kļūst gurdens, miegains, bet temperatūrai nokrītot līdz 25–26 °C, iestājas nāve.

Cilvēks jūtas komfortabli tikai tad, ja organisma fizioloģiskie procesi noris normāli; to nodrošina optimāla gaisa temperatūras, mitruma un kustības kombinācija.

6.1.5. LAIKAPSTĀKĻI UN KLIMATS

Par laikapstākļiem sauc kāda noteikta ģeogrāfiska apvidus atmosfēras fizikālo stāvokli noteiktā brīdī. Laikapstākļus nosaka gaisa fizikālās īpašības un parādības dažādās kombinācijās; tie nepārtraukti mainās, reizēm pat vairākas reizes stundā. Mainīties var gaisa temperatūra, vēja stiprums vai vēja virziens, gaisa spiediens, nokrišņu daudzums. Tātad laikapstākļi ir nepārtraukta atmosfēras fizikālā stāvokļa maiņa.

Laikapstākļus raksturo gaisa temperatūras, atmosfēras spiediena, mitruma un citu meteoroloģisko faktoru lielums, mākoņu, nokrišņu, vēja, kā arī citu parādību kopums un savstarpēja iedarbība. Pēc galvenā meteoroloģiskā rādītāja, kas konkrētajā laikā ir pārsvarā, laiku apzīmē kā karstu, aukstu, mitru, sausu, vējainu u.tml.

Gadalaikus raksturo pārsvarā esošo meteoroloģisko rādītāju kopums. Gadalaiki var iedarboties uz cilvēka organismu, veicinot t.s. sezonas slimību rašanos. Latvijā pavasaros un rudeņos dominē auksts un mitrs laiks, kas pastiprina organisma siltumatdeves procesus un izraisa saaukstēšanās slimības. Parasti tās ierosina patogēnie vai arī nosacīti patogēnie mikroorganismi. Visbiežāk cilvēki saslimst ar augšējo elpceļu kataru. Karstā un mitrā laikā organisms var pārkarst, bieži rodas kuņģa un zarnu infekcijas.

Periodiskas laikapstākļu maiņas notiek zināmā periodā, piemēram, diennakts vai gada laikā. Neperiodiskas laikapstākļu maiņas ir saistītas ar pēkšņu, lielu gaisa masu (polāru, tropisku, arktisku) pārvietošanos. Gaisa masas cita no citas atšķiras ar temperatūru, mitruma pakāpi un spiedienu, izspiežot iepriekšējo gaisa masu un radot jaunus laikapstākļus. Neperiodiskas laikapstākļu maiņas nelabvēlīgi ietekmē cilvēka pašsajūtu.

Gaisa masu saskares vietu sauc par gaisa fronti. Tā var būt silta (siltais gaiss izspiež auksto gaisu) un auksta. Frontei pārvietojoties, rodas lielas laikapstākļu svārstības. Ja pārvietojas siltā fronte, spiediens pazeminās (silts gaiss ir vieglāks) un temperatūra paaugstinās; ūdenim kondensējoties, veidojas mākoņi, rodas nokrišņi, migla. Pārvietojoties aukstajai frontei, spiediens sākumā krītas, vēlāk atkal paaugstinās; temperatūra pazeminās, rodas vējš un nokrišņi sniega vai lietus veidā.

Periodiskām laikapstākļu maiņām cilvēka organisms viegli pielāgojas, turpretī neperiodiskām laikapstākļu maiņām cilvēkam ir grūtāk pielāgoties, tās var radīt dažādus traucējumus organismā. Īpaši jutīgi ir slimnieki. Piemēram, cilvēkiem, kas sirgst ar hipertonisko slimību, var paaugstināties asinsspiediens, plaušu tuberkulozes slimniekiem var sākties asiņošana, reimatisma slimniekiem pastiprinās sāpes locītavās. Visbīstamākās ir straujas laikapstākļu maiņas, kuras parasti rada Saules aktivitātes pastiprināšanās un Zemes magnētiskā lauka pārmaiņas. Vairākas stundas pirms laikapstākļu maiņas cilvēka organismā rodas t.s. meteorotropiskās reakcijas, kas vēl nav pilnībā izpētītas.

Laikapstākļi tiek aplūkoti samērā īsā laika periodā – stundā, dienā, nedēļā, mēnesī, sezonā. Ja daudzus gadus kādā noteiktā vietā novēro vienus un tos pašus periodiski atkārtojošos laikapstākļus, tad runā par tās vietas klimatu jeb vidējiem daudzgadējiem laikapstākļiem. Tātad laikapstākļi ir uzskatāmi par klimata sastāvdaļu. Katram klimatam raksturīgi noteikti laikapstākļi. Starp klimatu un laikapstākļiem noteiktā reģionā pastāv noteikta sakarība. Piemēram, tropu klimatam raksturīgas periodiskas lietusgāzes, liela mitruma pakāpe, bet Zemes polu klimatam raksturīgas sniega vētras, ļoti zema temperatūra.

Klimata īpatnības summējas no trim galvenajiem faktoriem: Saules radiācijas, Zemes virsmas rakstura un gaisa kustības (cirkulācijas).

Radiācija var būt tieša, kad Saules stari sasniedz Zemes virsmu taisnā ceļā, un izkliedēta, kad Saules stari Zemes virsmu sasniedz atstarojušies no atmosfēras sastāvdaļām (mākoņi, putekļi, ūdens pilieni un ledus kristāliņi, gāzu molekulas). Saules siltuma un gaismas daudzums, kas nonāk līdz Zemes virsmai, ir atkarīgs no atmosfēras dzidruma un Saules augstuma virs horizonta, kas diennakts un arī gada laikā nepārtraukti mainās. Ja Saule atrodas augstu virs horizonta, tās stari krīt gandrīz vertikāli un to ceļa garums cauri atmosfērai ir visīsākais, bet siltuma un gaismas zudums ir vismazākais. Turpretī rītos un vakaros, kad Saule atrodas zemu, stari krīt slīpi, to ceļš cauri atmosfērai ir daudz garāks, siltuma un gaismas pieplūdums virsmas platības vienībai ir samazināts.

Siltuma un gaismas daudzums, ko gada laikā saņem kāds Zemes ģeogrāfiskais apvidus, ir atkarīgs no šā apvidus ģeogrāfiskām koordinātēm – platuma un garuma. Jo mazāks ir ģeogrāfiskais platums, t.i., jo tuvāk tas ir ekvatoram, jo lielāks radiācijas daudzums nonāk uz vienu platības vienību. Saules augstums virs horizonta mērenā un aukstā klimata joslā gada laikā ir krasi atšķirīgs. Uz polu pusi no 66,5° ģeogrāfiskā platuma Saule dažus mēnešus gadā vispār nepaceļas virs horizonta – tad ir polārā nakts. Pārējā laikā, kad ir polārā diena, Saule virs horizonta paceļas līdz 23,5°. Kaut gan polārās dienas laikā Saule dod tikai par 5% mazāk radiācijas enerģijas nekā uz ekvatora, aiz polārā loka ir mūžīga ziema. Tas izskaidrojams ar to, ka ļoti daudz siltumradiācijas atstarojas no ledus un sniega virsmas.

Tropiskajā joslā un uz ekvatora Saules augstums gada laikā svārstās maz (no 66,5° līdz 90°). Dienas un nakts garums tur ilgst apmēram 12 stundu, Saules stari krīt gandrīz vertikāli un siltumenerģijas zudums atmosfērā ir mazs.

70% visas Zemeslodes virsmas klāj ūdens (okeāni, jūras, upes, ezeri), pārējie 30% ir cietzeme. Ūdenim ir liela siltumietilpība, tāpēc tas salīdzinājumā ar sauszemi daudz lēnāk atdziest un arī lēnāk sasilst. Šī atšķirība ir pamatā klimata iedalījumam – piejūras un kontinentālajā klimatā. Piejūras reģionos vasarā ūdens sasilst lēnāk nekā sauszeme un atdzesē gaisu, bet ziemā siltais jūras ūdens atdziest pakāpeniskāk un, atdodot siltumu gaisam, mazina salu. Atdziestot 1 m^3 jūras ūdens par 1°C, tas sasilda vairāk nekā 3000 m^3 gaisa. Tāpēc reģionos ar piejūras klimatu gaisa klimatiskās temperatūras svārstības nav lielas, ziemas ir salīdzinoši siltas, bet vasaras – vēsas. Vietās, kas ir tālu no jūrām un okeāniem, t.i., vietās ar kontinentālo klimatu, temperatūras svārstības ir ļoti lielas. Vasarā zemes virsma un gaiss virs tās stipri sasilst, bet ziemā stipri atdziest, ko pastiprina sniegs.

Klimatu iespaido arī Zemes virsmas sastāvs (tuksneši, stepes, melnzeme u.c.) un stāvoklis (apvidus reljefs). Sevišķi stipri klimatu ietekmē kalni, kas aiztur auksto gaisu, palielina vai samazina nokrišņu daudzumu. Tādējādi tie ietekmē apkārtējo rajonu klimatisko temperatūru, gaisa mitrumu, vēja virzienu un stiprumu. Īpaši labvēlīgi klimatiskie apstākļi rodas, ja kalnu aizsargājošā ietekme kombinējas ar silto jūru sildošo ietekmi.

Vissvarīgākais klimatu veidojošais faktors ir atmosfēras gaisa cirkulācija. Gaiss vienmēr ir kustībā dažādā virzienā. Tas ceļas uz augšu vai plūst uz leju, nesot līdz vai nu siltumu vai aukstumu, veidojot gan apmākušos un lietainu, gan skaidru un saulainu laiku. Atmosfēras cirkulācijas galvenais dzinējspēks ir Saule. Nevienmērīgs siltuma un aukstuma sadalījums Zemeslodes dažādos ģeogrāfiskos punktos ir par cēloni nevienmērīgam gaisa spiediena sadalījumam, kas arī rada gaisa kustību jeb strāvas.

Globālas klimata pārmaiņas ir atkarīgas no tā, cik daudz siltuma Zeme saņem un cik atdod kosmosam. Pārlieku liela uzņemtā siltuma enerģijas uzkrāšanās rada globālu sasilšanu un stihiskus laikapstākļus, bet pārāk liela siltuma atdošana izraisa atdzišanu, garākas un bargākas ziemas, kā arī ūdens uzkrāšanos Zemes polos. Cilvēka rūpnieciskā un lauksaimnieciskā darbība

ir izraisījusi Zemes virsmas un atmosfēras siltuma paaugstināšanos, turklāt šī temperatūra dažādos reģionos ir ļoti svārstīga. Pēdējos 130 gados Zemes atmosfēras vidējā temperatūra ir paaugstinājusies par 0,5 °C [11]. Tiek uzskatīts, ka līdz 2100. gadam tā celsies vēl par 1–3,5 °C, bet okeānu līmenis – par 15–19 cm [5].

Arī Latvijā globālās sasilšanas dēļ ir vērojama gaisa temperatūras paaugstināšanās. Visvairāk tas ir jūtams ziemā – sniega sega kļūst plānāka, mazāk ir dienu ar vidējo diennakts temperatūru zem 0 °C. Meteoroloģiskie dati liecina, ka gaisa temperatūra pagājušā gadsimta laikā ir paaugstinājusies par 1 °C, nedaudz cēlies arī Baltijas jūras līmenis [6].

Kopumā Latvijas ģeogrāfiskais stāvoklis, kā arī Atlantijas okeāna silto, mitro gaisa masu intensīva ieplūšana nosaka mērenus klimatiskos apstākļus, biežu gaisa masu maiņu, paaugstinātu gaisa mitrumu, lielu apmākušos dienu skaitu un lielu nokrišņu daudzumu. Latvijā ciklonu darbības ietekme jūtama līdz 200 dienām gadā, bet anticiklonu darbības ietekme – līdz 170 dienām gadā. Latviju gadā šķērso 170 atmosfēras frontes. Vasarā un pavasarī pārsvarā ir īslaicīgas atmosfēras aukstās frontes, kas izraisa spēcīgu vēju, bieži vien arī lietusgāzes. Ziemā pārsvarā ir atmosfēras siltās frontes, kas rada miglas, atkušņus un nokrišņus slapja sniega vai smidzinoša lietus veidā. Latvijas klimats pēc gaisa termiskā režīma ir pārejas klimats no piejūras klimata uz kontinentālo klimatu [4].

Nelielas teritorijas klimatu, kas veidojas reljefa, augu valsts, augsnes stāvokļa un citu atšķirību ietekmē, sauc par mikroklimatu. Mikroklimats vienā un tajā pašā vietā var mainīties dažādu iemeslu dēļ, piemēram, izcērtot mežus, ceļot hidroelektrostacijas, ierīkojot ūdenskrātuves. Latvijas piejūras rajonos ir palielināta radiācija, mazāks nokrišņu daudzums un apmākušos dienu skaits. Tāpēc tur mikroklimats ir labvēlīgs veselības nostiprināšanai un arī dažādu slimību ārstēšanai. Lielās pilsētās ir klimatisko faktoru atšķirības, kas ir atkarīgas no apbūves rakstura, blīvuma, rūpniecisko objektu un zaļo zonu izvietojuma, kā arī no vides fiziski ģeogrāfiskiem apstākļiem.

Specifiski klimatiskie apstākļi ir izveidojušies Latvijas lielākajās pilsētās, it īpaši Rīgā. Rīgas centrā summārā radiācija gaisa piesārņojuma dēļ ir par 13–15% mazāka nekā pilsētas nomalēs. Toties temperatūra centrā ir augstāka nekā nomalēs [7]. Tam par iemeslu ir centrā samazinātais albedo un 15–20 m augstumā izveidojies inversijas gaisa slānis. Šis savdabīgais siltā gaisa kupols, kas virs pilsētas ir izveidojies lielo dienas un nakts temperatūras svārstību dēļ (vairāk nekā 10 °C), vājina gaisa vertikālo apmaiņu un apgrūtina piesārņotā gaisa aizplūšanu no pilsētas. Rīgā ir lielāks nokrišņu daudzums nekā tās apkārtnē.

Cilvēks spēj piemēroties jeb aklimatizēties dažādiem klimatiskiem apstākļiem. Organisms regulē savas funkcijas atkarībā no ārējās vides apstākļiem, t.i., notiek adaptācija jauno meteoroloģisko apstākļu svārstībām. Aklimatizāciju veicina pareizs uzturs, kā arī racionāls darba un atpūtas režīms. Šī adaptācija jeb aklimatizācija ir pilnīga, ja cilvēks nesaslimst vai nemazinās viņa darbspējas, vai relatīva, ja cilvēka izturība pret laikapstākļu svārstībām samazinās.

Laikapstākļiem mainoties strauji, veseliem cilvēkiem var mainīties garastāvoklis vai nedaudz paaugstināties arteriālais asinsspiediens, taču kopumā visi adaptācijas mehānismi darbojas labi un organisms paliek stabila līdzsvara stāvoklī. Ļoti liela daļa slimnieku precīzi jūt laikapstākļu maiņu – viņiem var rasties hipertoniskās krīzes, stenokardijas lēkmes u.tml. Novērots, ka aptuveni divām trešdaļām sirds un asinsvadu slimnieku šādas krīzes un lēkmes sakrīt ar medicīniski nelabvēlīgām laika prognozēm.

Latvijā ir ieviests laikapstākļu medicīniskais raksturojums: izšķir četras laika prognozes – divas labvēlīgas un divas nelabvēlīgas. Tās nosaka pēc gaidāmo meteoroloģisko faktoru (temperatūras, atmosfēras spiediena, gaisa mitruma, vēja virziena un stipruma) pārmaiņu straujuma, kā arī pēc Zemes ģeomagnētiskā lauka pārmaiņām. Piemēram, Saules aktivitātes maiņa izraisa magnētiskās vētras.

6.1.6. GAISA ĶĪMISKĀS ĪPAŠĪBAS

Gaisa slānis jeb atmosfēra apņem Zemeslodi līdz pat 1100–1400 km augstumam. Tajā ir vairāk nekā desmit gāzu, kuru procentuālais daudzums ir ļoti dažāds. Pieaugot augstumam, gāzu koncentrācijas samazinās un gaiss kļūst retinātāks (pirmos pāris desmit kilometros atmosfēras ķīmiskais sastāvs mainās maz).

Sausa gaisa ķīmiskais sastāvs Zemes virsmas tuvumā ir dots 5. tabulā. Atkarībā no klimata, gadalaika un laikapstākļiem ūdens tvaiku koncentrācija gaisā mainās no 0,1 līdz 2,8 tilpuma procentiem.

Bioloģiski svarīgākā gāze ir skābeklis (O_2), kas pēc daudzuma ir otrā gaisa sastāvdaļa. Skābeklim ir noteicoša nozīme dzīvības nodrošināšanā. Dzīvie organismi visu savu dzīves laiku izmanto skābekli šūnās noritošiem oksidēšanās procesiem. Ļoti daudz skābekļa tiek patērēts kurināmā sadedzināšanā.

Neraugoties uz to, skābekļa daudzums gaisā nesamazinās. To nosaka ogļskābās gāzes (CO_2) asimilācija augos un skābekļa izdalīšanās no tiem. Šo procesu sauc par fotosintēzi. Tās rezultātā atmosfērā katru gadu nonāk $5 \cdot 10^{14}$ tonnu skābekļa. Otrs skābekļa rašanās avots dabā ir ūdens molekulu sadalīšanās atmosfēras augšējos slāņos Saules radiācijas ietekmē.

Organisms ir ļoti jutīgs pret skābekļa trūkumu. Tā samazināšanās gaisā līdz 17% izraisa pulsa un elpošanas paātrināšanos, līdz 11% – izteiktu skābekļa nepietiekamību, kas izraisa strauju darbaspēju samazināšanos, bet, ja skābeklis samazinās zem 9%, iestājas skābekļa bads un nāve. Daudz vieglāk organisms piemērojas skābekļa koncentrācijas pieaugumam līdz pat 100%, ja atmosfēras spiediens ir normāls. Ilgstoša uzturēšanās gaisā ar paaugstinātu skābekļa koncentrāciju, it īpaši paaugstināta spiediena apstākļos, izraisa plaušu audu bojājumus un centrālās nervu sistēmas funkcionālus traucējumus.

5. tabula. Gaisa ķīmiskais sastāvs

Gaisa sastāvdaļas	**Ķīmiskā formula**	**Daudzums** (tilp.%)
Slāpeklis	N_2	78,09
Skābeklis	O_2	20,95
Argons	Ar	0,93
Ogļskābā gāze	CO_2	0,03
Neons	Ne	$1{,}8 \cdot 10^{-3}$
Hēlijs	He	$5{,}2 \cdot 10^{-4}$
Metāns	CH_4	$2 \cdot 10^{-4}$
Kriptons	Kr	$1 \cdot 10^{-4}$
Ūdeņradis	H_2	$5 \cdot 10^{-5}$
Ksenons	Xe	$8 \cdot 10^{-6}$
Ozons	O_3	$1 \cdot 10^{-6}$
Radons	Rn	$6 \cdot 10^{-18}$

Procentuāli lielākā atmosfēras sastāvdaļa ir slāpeklis (N_2). Dabā notiek nepārtraukta slāpekļa aprite starp atmosfēru un litosfēru. Atmosfērā notiekošās elektriskās izlādes izraisa slāpekļa oksidēšanos. Augsnē slāpeklis nonāk dažādu procesu rezultātā. Slāpekļa oksīdi augsnē nonāk kopā ar nokrišņiem, tur mineralizējas un sāļu veidā asimilējas augos, pārvēršoties organiskos savienojumos. Organisko vielu (galvenokārt olbaltumu) sadalīšanās procesā atbrīvotais slāpeklis atkal nonāk atmosfērā.

Brīvo slāpekli saista un pārvērš dažādos ķīmiskos savienojumos zilaļģes ūdensaugi un augsnē esošās slāpekli fiksējošās baktērijas.

Dzīvu organismu izelpotais gaiss satur apmēram tādu pašu slāpekļa daudzumu kā ieelpotais – tātad gaisa slāpeklis nepiedalās vielmaiņas procesos. Slāpeklis nodrošina optimālu skābekļa atšķaidījumu gaisā, kas nepieciešams normālai elpošanai.

Ogļskābā gāze (CO_2) ir pastāvīga gaisa sastāvdaļa, kas dabā piedalās oglekļa apritē. Fotosintēzes procesā to asimilē augi, bet pastāvīgu tās daudzumu atmosfērā nodrošina dabā notiekošie organisko vielu oksidēšanās procesi (bioķīmiskās reakcijas organismos, pūšana, rūgšana, degšana u.tml.).

Visvairāk ogļskābās gāzes gaisā ir virs lielām rūpnieciski attīstītām pilsētām, bet vismazāk – virs okeāniem. Atkarībā no gaisa temperatūras un skābekļa parciālā spiediena jūru un okeāna ūdens atdod vai absorbē ogļskābo gāzi, tādējādi regulējot tās daudzumu atmosfērā.

Pēdējās desmitgadēs pastiprinās interese par ogļskābās gāzes procentuālo palielināšanos atmosfērā. Tas saistīts ar to, ka no ogļskābās gāzes koncentrācijas ir atkarīgs zemeslodes siltuma balanss, t.i., ogļskābā gāze regulē no Saules saņemto un kosmosā atpakaļ izstaroto siltuma daudzumu. Kurināmā (ogles, naftas produkti, dabas gāze) dedzināšanas rezultātā atmosfērā katru gadu nonāk seši miljardi tonnu ogļskābās gāzes. Mežu izciršana un dedzināšana aizkavē vēl 1–2 miljardus tonnu ogļskābās gāzes akumulēšanu. Rezultātā šās cilvēku radītās siltumefekta gāzes daudzums pēdējo 150 gadu laikā ir pieaudzis no 280 ppm līdz 360 ppm, t.i., par vienu trešdaļu.

Saglabājot esošos kurināmā ieguves un sadedzināšanas tempus, ogļskābās gāzes koncentrācija gaisā 2100. gadā sasniegs 0,05 tilp. %. Tiek uzskatīts, ka koncentrācijas pieaugums līdz 0,07 tilp. % pazeminās siltuma izstarošanu kosmiskajā telpā, atmosfēra sasils un gaisa temperatūra paaugstināsies par 6 °C, kas savukārt novedīs pie globālām pārmaiņām (ledāju kušanas kalnos un polu apkārtnē, jūras līmeņa celšanos u.c.) [13].

Ogļskābās gāzes fizioloģiskā nozīme izpaužas tās iedarbībā uz elpošanas centru. Ogļskābās gāzes pazeminātai koncentrācijai gaisā nav būtiskas nozīmes, jo organisms nodrošina tādu ogļskābās gāzes parciālo spiedienu asinīs, kāds nepieciešams normālam elpošanas procesam. Ogļskābās gāzes koncentrācija virs 3 tilp. % ietekmē organismu: elpošana paātrinās, pulss palēninās, paaugstinās asinsspiediens, rodas galvassāpes, troksnis ausīs, seja kļūst sarkana, pazeminās darbaspējas. Ja ogļskābās gāzes koncentrācija sasniedz 8–10 tilp. %, cilvēks zaudē samaņu un var iestāties nāve.

No pārējām gaisa sastāvdaļām liela higiēniska nozīme ir ozonam (O_3). Troposfērā esošā ozona avots ir elektriskās izlādes pērkona negaisa laikā un ultravioletā starojuma iedarbība uz ūdens tvaikiem. Ozons veidojas arī lielo pilsētu gaisā fotoķīmiskajās reakcijās ar kurināmā sadegšanas gāzēs esošajiem slāpekļa oksīdiem un ogļūdeņražiem. Ozons ir ļoti spēcīgs oksidētājs, tāpēc tas ir kaitīgs gan cilvēka organismam, gan videi. Ozona koncentrācija virs pieļaujamās var būt par cēloni galvassāpēm, konjunktivītam, augšējo elpceļu kairinājumam un saslimšanai ar bronhītu.

Parasti ozona koncentrācija Zemes virsmas tuvumā ir ļoti maza, tā cilvēka veselībai nenodara nekādu ļaunumu. Stratosfērā 15–30 km augstumā sakoncentrēti galvenie ozona krājumi (apm. 90%), kuriem ir izšķiroša nozīme aizsardzībā no Saules radiācijas kaitīgās iedarbības [10]. Ozona slānis, kura biezums Zemes virsmas tuvumā pie normāla atmosfēras spiediena būtu tikai apmēram 3 mm, pasargā Zemi no ultravioletā starojuma bioloģiski aktīvās daļas, t.i., no starojuma, kura viļņu garums ir mazāks par 320 nm. Diemžēl pēdējo 15 gadu laikā gaisa piesārņojuma dēļ tiek novērota ozona daudzuma samazināšanās stratosfērā – aprēķināts, ka kopumā ozona slānis kļuvis par 14% plānāks.

Tīrā gaisā ir arī (apmēram 1%) dažādas cēlgāzes (hēlijs, neons, argons, kriptons, ksenons, radons), no kurām daudzuma ziņā lielā pārākumā ir argons. Šīm gāzēm piemīt augsta ķīmiskā stabilitāte, tāpēc tās sauc arī par inertām gāzēm. Tās ir fizioloģiski indiferentas, t.i., uz organismu nekādu ietekmi neatstāj.

Radonam ir vislielākais atomsvars. Tā izotopi un arī pats radons ir radioaktīvi. Radona radioaktivitātes līmenis atmosfērā ir niecīgs: vidēji virs sauszemes tas ir 1,85 Bq/m^3, bet virs okeāniem – 0,73 Bq/m^3. Tomēr ir ziņas, ka Somijas un Zviedrijas dzīvojamajās mājās tas vidēji sasniedz 100 Bq/m^3 [12]. Radona izcelsmes avoti ir kosmiskie stari un radioaktīvas vielas biosfērā. Dabā lielākā daļa iežu satur urānu, kura sabrukšanas ķēdē veidojas radons. Urāna koncentrācija iežos nosaka radona izdalīšanās intensitāti. Radons difundē iežu lūzumos un augsnes porās. Gaisā nonākušā radona daudzums ir atkarīgs no grunts caurlaidības (blīvums, porainība), zemes virsmas stāvokļa (sausa, slapja, apsnigusi, sasalusi), meteoroloģiskiem apstākļiem (temperatūra, atmosfēras spiediens, vēja ātrums un virziens). Radona koncentrācija gaisā strauji samazinās, pieaugot ģeogrāfiskajam augstumam virs jūras līmeņa.

Radona bīstamību nosaka tā sabrukšanas produkti, kuri saistās arī ar gaisā esošajiem putekļiem un, nonākot bronhos, deponējas plaušās un turpina sabrukt, izstarojot enerģiju, kas skar epitēlijaudu virsējos slāņus.

Ja radona koncentrācija ieelpojamā gaisā vairākus gadus ir paaugstināta, var rasties hronisks apstarojums, kas izraisa asinsvadu kapilāru bojājumus (nosprostojumus), kā arī imūnreakciju novājināšanos (pastiprinās slimošana ar saaukstēšanās un infekcijas slimībām). Sabrukšanas galaprodukts svins deponējas smadzenēs, aknās un muskuļos, tas var radīt mehāniskas dabas audu bojājumus un hronisku saindēšanos. Ja cilvēks sistemātiski ieelpo gaisu, kurā ir paaugstināta radona koncentrācija, viņš tiek pakļauts plaušu vēža attīstības riskam. Ir aprēķināts, ka ASV no paaugstinātās radona koncentrācijas telpās katru gadu ar plaušu vēzi saslimst un mirst 5–20 tūkstoši iedzīvotāju [1]. Radons ir otrs nozīmīgākais plaušu vēža riska faktors tūlīt aiz smēķēšanas.

Latvija ir zema riska reģions radona ekspozīcijai, jo iežu izvietojums un to struktūra nosaka, ka radons var reāli difundēt tikai no 150 m dziļuma. Atmosfēras gaisā radons ir tik niecīgā koncentrācijā (5. tab.), ka nav kaitīgs cilvēka veselībai. Tomēr nozīmīgu apstarojuma devu var radīt paaugstināts radona saturs telpu gaisā. Ja mājas būvmateriālos izmantoti urānu saturoši ieži, tad nevēdinātu telpu gaisā radioaktivitāte var sasniegt pat 1000 Bq/m^3 [8]. Ja māja celta uz granīta iežiem, tad apakšējo stāvu telpās radons nonāk cauri grīdai. Vannas istabās radons var nonākt arī ar ūdens tvaikiem, bet virtuvēs – ar gāzes sadegšanas produktiem. Tātad telpu gaisā radona daudzums ir atkarīgs no ēku konstrukcijas un dabiskās ventilācijas.

6.1.7. GAISA VIDES ĶĪMISKIE UN BIOLOĢISKIE FAKTORI

Atmosfēras gaiss satur arī citas ķīmiskās vielas, kas gaisā nonāk cilvēka rūpnieciskās un lauksaimnieciskās darbības rezultātā un piesārņo gaisu. Gaisa piesārņojuma problēma no vietējas urbanizētu rūpniecisko rajonu problēmas ir kļuvusi par lielu reģionu un pat globālu problēmu. Piemēram, konstatēts, ka pH līmeņa pazemināšanās Skandināvijas ezeros vistiešākā veidā ir saistīta ar ļoti liela sēra dioksīda daudzuma pārnesi no Centrāleiropas un Lielbritānijas industriālajiem rajoniem [2]. Katru gadu atmosfēras antropogēno piesārņojumu veido apmēram 100 milj. tonnu sēra oksīdu, 70 milj. tonnu slāpekļa oksīdu, 180 milj. tonnu oglekļa oksīda, 60 milj. tonnu suspendētu cieto daļiņu.

Atmosfēra ir koloīddispersa sistēma, kur gāzu maisījumā ir vissīkākās daļiņas, arī mikroorganismi. Gaisa vide nav labvēlīga mikroorganismu attīstībai un vairošanās procesam, tie ātri iet bojā Saules ultravioletās radiācijas ietekmē, arī barības un mitruma trūkuma dēļ.

Mikroorganismu daudzums gaisā svārstās gan dažādās diennakts stundās, gan dažādos gadalaikos. Vasarā to daudzums ir lielāks nekā ziemā. Tas izskaidrojams ar to, ka izžūst augsnes virsējās kārtas un to daļiņas pastiprināti nokļūst atmosfērā. Katrs augsnes grams satur līdz vienam miljardam mikroorganismu.

Apdzīvotās vietās bakteriālais piesārņojums var sasniegt 30–40 tūkst./m^3, turpretī piepilsētu zaļajās zonās – līdz 1 tūkst./m^3. Pieaugot augstumam, mikroorganismu skaits strauji samazinās: 500 m augstumā vienā m^3 gaisa vidēji ir 1300 mikrobu, 2000 m augstumā – 240, 4000 m augstumā – 79, bet 6000 m augstumā – 24 mikrobi.

Par bakterioloģiski tīru atmosfēras gaisu uzskata tādu, kurā baktēriju skaits vasarā nepārsniedz 750, bet ziemā – 150 vienā m^3. Gaiss tiek raksturots kā piesārņots, ja vasarā tajā ir vairāk nekā 2500, bet ziemā – vairāk kā 400 mikrobu vienā m^3.

Atmosfēras gaisa mikroorganismi pieder pie nekaitīgiem saprofītiem. Taču īpašos gadījumos, kad notiek lielu ļaužu masu pulcēšanās vienkopus (sporta sacensības, dziesmu svētki, mītiņi), gaisā var būt gripas, tuberkulozes u.c. infekciju ierosinātāji. Dažādi mikroorganismi, piemēram, saprofītu baktērijas *Bact. Prodegiosum,* sēnes *Cladosporium, Mucor, Penicilium* u.c., kā arī bojā gājušie mikroorganismi cilvēkam var būt kaitīgi kā alergēni.

Tomēr inficēšanās varbūtība ir neliela, jo, pārvietojoties lielām gaisa masām, notiek ātra gaisa mikrofloras izkliedēšanās. Pilnīgi pretēji tas ir slikti vēdinātās telpās, kurās uzturas daudz cilvēku. Šādu telpu gaisā ir daudz lielāks skaits mikrobu, arī infekciju slimību ierosinātāju.

Gaisa mikroflora telpās var mainīties gan kvalitatīvā, gan kvantitatīvā ziņā. Mikrobu skaits ir viens no telpas gaisa tīrības rādītājiem. Cilvēkam klepojot un šķaudot, izdalās sīki siekalu, gļotu, strutainu sekrētu pilieniņi ar baktērijām un vīrusiem. Pilieniņi ir 2–1000 μm lieli un gaisā veido bakteriālu aerosolu. Bakteriālie pilieni neatkarīgi no to lieluma nosēžas uz apkārtējiem priekšmetiem un putekļiem. Putekļiem izžūstot, veidojas bakteriāli putekļi. Cilvēkiem pārvietojoties telpā vai to uzkopjot, bakteriālie putekļi, kuru izmēri ir līdz 100 μm, viegli paceļas gaisā. To atrašanās gaisā un pārvietošanās ātrums ir atkarīgs no izmēriem, gaisa kustības intensitātes, mitruma un temperatūras.

Gaisa bakteriālā piesārņojuma noteikšanai izmanto sedimentācijas un aspirācijas metodi. Sedimentācijas metode ir ļoti vienkārša, taču neprecīza. Aspirācijas metodes pamatā ir gaisa aspirācija caur speciāliem absorbentiem, kurus pēc tam izsēj uz barotnēm.

6.1.8. OGĻSKĀBĀ GĀZE KĀ TELPAS GAISA TĪRĪBAS RĀDĪTĀJS

Galvenais telpu gaisa piesārņotājs visbiežāk ir pats cilvēks. Izelpotais gaiss satur par 25% mazāk skābekļa (O_2) un 100 reižu vairāk ogļskābās gāzes (CO_2) nekā ieelpotais tīrais gaiss (6. tab.). Ja ogļskābās gāzes koncentrācija gaisā ir 3–5 tilp. % un tā ir pietiekami ilgi iedarbojusies un uzkrājusies audos un asinīs, var notikt akūta saindēšanās (elpas trūkums, vispārējs vājums, paātrināta sirdsdarbība). Tāda saindēšanās iespējama ķīmiskajā un pārtikas rūpniecībā, raktuvēs, kesonos u.c., ja ir nepareiza tehnoloģisko procesu organizācija.

Telpās, kurās ogļskābās gāzes galvenais avots ir cilvēki, tās uzkrāšanās nekad nesasniedz tādu koncentrāciju, kas varētu nodarīt nopietnu kaitējumu veselībai. Ogļskābās gāzes koncentrācija dzīvojamās un sabiedriskās ēkās pat tad, ja trūkst ventilācijas, ļoti reti pārsniedz 1 tilp. %.

Telpā, kur uzturas cilvēki, vienlaikus ar ogļskābās gāzes koncentrācijas palielināšanos pieaug arī vairāku desmitu toksisku organisku un neorganisku ķīmisku vielu daudzums, kuras rada nepatīkamu smaku (amonjaks, merkaptāni, skatols, indols u.c.) un ir organisma dzīvības procesu galaprodukti (antropotoksīni).

Bez tam gaisu piesārņo arī mikroorganismi, to skaitā patogēnie, pieaug putekļu koncentrācija, smago pozitīvo aerojonu skaits, paaugstinās gaisa temperatūra un mitrums. Pieaudzis cilvēks optimālā gaisa temperatūrā atkarībā no organisma stāvokļa vienā stundā izdala 100–200 kcal (419–838 kJ) siltuma, 40–45 g ūdens tvaiku un 20–50 l ogļskābās gāzes. Ja gaisa temperatūra pieaug, no organisma sviedru veidā izdalītā ūdens daudzums var palielināties līdz pat 100–150 g/stundā.

Ja ogļskābās gāzes avots ir pats cilvēks, subjektīvi nepatīkama sajūta rodas jau pie ļoti neliela ogļskābās gāzes koncentrācijas pieauguma (0,08 tilp. %) telpas gaisā. Ogļskābās gāzes koncentrācijai pieaugot vēl vairāk, vienlaikus pieaug arī visu pārējo iepriekšminēto faktoru daudzums un iedarbība, izraisot nogurumu, sliktu dūšu, pulsa paātrinājumu, paaugstinātu asinsspiedienu un ādas temperatūru, galvassāpes, fizisko un garīgo darbspēju pamazināšanos.

No visiem rādītājiem, kas saistīti ar gaisa kvalitātes pasliktināšanos, visvieglāk ir noteikt ogļskābo gāzi. Tās noteikšanas pamatā ir ogļskābās gāzes spēja absorbēt noteikta viļņu garuma infrasarkano starojumu. Tādējādi ogļskābā gāze ir ļoti jutīgs un ērts netiešs telpu, kurās uzturas cilvēki, gaisa piesārņotības pakāpes rādītājs.

Dzīvojamās, mācību, administratīvo un sabiedrisko iestāžu telpās un slimnīcās pieļaujamā ogļskābās gāzes koncentrācija gaisā ir 0,1 tilp. % (jeb 1,0 ‰, 1000 ppm, 1,83 mg/m^3) 20 °C temperatūrā. Šī koncentrācija praksē ir pieņemta kā maksimāli pieļaujamais lielums, kas integrāli atspoguļo dzīvojamo un sabiedrisko telpu gaisa ķīmisko sastāvu un fizikālās īpašības. Sarežģītākos apstākļos ogļskābās gāzes koncentrācija pieļaujama līdz 2 tilp. %, piemēram, kosmosa kuģos un zemūdenēs – 0,5–1 tilp. %, pretgaisa aizsardzības patvertnēs – 2 tilp. % [3].

6. tabula. Gaisa ķīmiskā sastāva pārmaiņas izelpotā gaisā (tilpuma procentos)

Gaisa sastāvdaļas	Ieelpotais gaiss	Izelpotais gaiss
Skābeklis	21,0	15,4–16,4
Slāpeklis	78,1	78,3
Ogļskābā gāze	0,03–0,04	3,4–4,7

6.1.9. GAISA APMAIŅA TELPĀS

Lai nodrošinātu tīru gaisu, nepieciešama atbilstoša un regulāra telpu vēdināšana. Vēdinot telpas, notiek gaisa apmaiņa – ķīmiski, fizikāli un bakterioloģiski piesārņotais gaiss tiek nomainīts pret tīrāku āra gaisu.

Gaisa apmaiņa telpās var notikt gan dabiskā, gan mākslīgā ceļā. Infiltrācija jeb dabiskā ventilācija ir telpas gaisa apmaiņa caur dažādiem neblīvumiem, spraugām un būvmateriālu porām. Jo lielāka ir temperatūras starpība ārā un telpā, kā arī lielāks vēja ātrums, jo lielāka ir arī spiediena starpība, un līdz ar to telpā nonāk lielāks āra gaisa daudzums.

Parasti infiltrācija vienas stundas laikā nenodrošina to, ka gaiss apmainās vairāk par 1 reizi. No higiēniskā viedokļa infiltrācijai ir neliela nozīme. Tā ir nepastāvīga un atkarīga no āra un

telpas gaisa blīvumu starpības, kā arī no vēja virziena un ātruma. Vēja pusē ēkā rodas pozitīvais spiediens (lielāks par atmosfēras spiedienu), bet aizvēja pusē – negatīvais (mazāks par atmosfēras spiedienu). Ēkas sānos pārsvarā ir negatīvais spiediens. Paaugstinātā spiediena zonā āra gaiss ieplūdīs ēkā, bet pazeminātā spiediena zonā telpas gaiss izplūdīs no ēkas. Lai dabisko gaisa apmaiņu palielinātu, jāatver logi un durvis. Pilnīgai telpas izvēdināšanai atkarībā no āra gaisa temperatūras un vēja stipruma ir nepieciešamas 2–4 minūtes. Šajā laikā temperatūra gaisā var pazemināties par 4–10 °C, taču telpas sienas un priekšmeti tajā neatdzisīs tik daudz, tāpēc gaisa temperatūra telpā pēc vēdināšanas strauji pacelsies līdz sākotnējai. Vēl straujāka dabiskā ventilācija notiek, ja vēdina ar caurvēju – logus atver ēku ārējo sienu abās pusēs. Gaisa apmaiņa šajā gadījumā notiek ļoti enerģiski, un gaiss telpā apmainās līdz simt reizēm stundā.

Lai aukstā laikā neatdzesētu telpu, izmanto vēdlodziņus, ko ierīko loga augšdaļā. Vēdlodziņu laukumam jāveido 1/6 loga laukuma; caur tiem notiek divpusēja gaisa kustība – pieplūde un velkme, kas paātrina gaisa apmaiņu telpā.

Vēl efektīvāka vēdināšana notiek caur virsgaismas logiem un ap horizontālo asi griežamiem logiem. Tie nodrošina ieplūdušā aukstā gaisa sasilšanu pie griestiem, ko veicina zem logiem novietotie apkures elementi. Pie radiatoriem sasildītais gaiss, ceļoties augšup, aizrauj līdzi auksto gaisu un, sajaucoties ar to, rada intensīvu gaisa apmaiņu telpā.

Daudzstāvu mājās dabiskās ventilācijas pastiprināšanai iekšējās sienās izveido velkmes kanālus, kuru izejās uzstāda deflektorus, lai, izmantojot vēja spiedienu, kanālos radītu retinājumu. Ziemā šāda dabiskās velkmes ventilācija var nodrošināt pat divkārtēju gaisa apmaiņu stundā. Vasarā, kad temperatūras starpība starp telpas un āra gaisu ir neliela, ventilācijas efektivitāte ir ļoti niecīga.

Telpās, kur uzturas liels skaits cilvēku, vajadzīgo gaisa apmaiņu nav iespējams nodrošināt tikai ar dabisko ventilāciju. Tajās iekārto mākslīgo mehānisko ventilāciju, kas nav atkarīga no āra temperatūras un vēja spiediena.

Mākslīgā ventilācija var būt vietējā un centrālā. Vietējo ventilāciju panāk ar elektroventilatoriem telpas logos vai sienās. Centrālā mākslīgā ventilācijas sistēma strādā vienmērīgi, bez trokšņa, tā var ventilēt visas ēkas telpas un nodrošināt sasildīta, atputekļota un optimāla mitruma gaisa padevi. Var būt pieplūdes, velkmes un kombinētā (pieplūdes–velkmes) mākslīgā ventilācija.

Velkmes ventilācija ir paredzēta organizētai noteikta daudzuma piesārņotā gaisa aizvākšanai, pieplūdes ventilācija – organizētai noteikta daudzuma tīrā gaisa padevei, bet velkmes–pieplūdes ventilācija – organizētai piesārņotā gaisa aizvākšanai un vienlaikus tīrā gaisa padevei telpā. Ar mīnuss (–) zīmi apzīmē velkmi, bet ar plus (+) zīmi – pieplūdi. Piemēram, ja gaisa apmaiņas biežums ir +3–4, tad tas nozīmē, ka telpā katru stundu tiek padots trīskārtējs telpas kubatūras gaisa daudzums, bet aizvākts – četrkārtējs telpas kubatūras gaiss.

Ja nepieciešama neliela gaisa apmaiņa, tiek ierīkota tikai velkmes ventilācija, bet svaiga gaisa pieplūdi nodrošina nenoblīvēti logi un durvis. Šādas gaisa apmaiņas trūkums ir caurvēja sajūta logu un durvju tuvumā.

Gaisa kondicionēšanas sistēmas telpās nodrošina optimālu mikroklimatu. Gaisa kondicionēšana ir gaisa temperatūras, mitruma, spiediena, gāzu un jonu sastāva, kustības pastāvīguma uzturēšana slēgtās telpās. Gaisa sasildīšanu vai atdzesēšanu un mitrināšanu veic ar speciālu iekārtu – kondicionieri. Kondicionēšanas iekārtas var nodrošināt arī gaisa attīrīšanu no putekļiem un nepatīkamām smakām (dezodorācija, ozonēšana, aromatizācija).

Slimnīcās kondicionēšana ietver arī gaisa jonizāciju. Negatīvie joni labvēlīgi ietekmē cilvēkus, kas slimo ar bronhiālo astmu, akūtām augšējo elpceļu slimībām, hipertoniju.

Atkarībā no trīs galveno kondicionēšanas sistēmu elementu (sildīšanas–dzesēšanas iekārtas, gaisa transportēšanas cauruļvadu tīkla, gaisa padeves iekārtas) izvietojuma šīs sistēmas var būt centralizētas (siltuma un mitruma producētāji vienā kondicionierī) un vietējas (gaiss katrai telpai tiek sagatavots atsevišķos kondicionieros). Pēdējā gadījumā ēkā nav jāierīko gaisa transportēšanas cauruļvadu tīkls.

Sagatavojot kondicionētu gaisu, tā kvalitāte var arī pasliktināties – tas zaudē svaigumu un rodas "gaisa diskomforts". Sabiedriskās ēkās, kur tiek pievadīts kondicionētais gaiss, galvenās cilvēku sūdzības ir saistītas ar neapmierinošu pašsajūtu, gurdenumu, biežām galvassāpēm, smacīguma sajūtu. Svarīga nozīme ir psiholoģiskam faktoram – pastāvīgi aizvērti logi (telpas hermetizācija) izraisa negatīvu iedarbību uz psihi.

Kondicionētā gaisā konstatēti toksiski ķīmiski savienojumi (fenols, amonjaks, formaldehīds u.c.), kas ir celtniecībā izmantojamo polimēru destrukcijas migrējošie produkti. Āra gaisā esošie vieglie joni daļēji (45–55%) absorbējas uz kondicioniera metāliskajām virsmām. Jonu absorbciju uz kondensācijas centriem (putekļiem, mikroorganismiem, ūdens pilieniem) veicina gaisa sasildīšana un mitrināšana. Kondicionētā gaisa ozonēšana un mākslīga jonizēšana samazina sūdzības par gaisa slikto kvalitāti.

Svaigā, tīrā gaisa daudzums, ar kuru jānodrošina telpa, ir atkarīgs no izdalītā piesārņojuma daudzuma noteiktā laika periodā, no pieļaujamā piesārņojuma līmeņa telpā un pievadāmā, tīrā gaisa piesārņojuma līmeņa.

Ja telpā ir siltumavoti (cilvēki, apkures elementi), gaisa temperatūra paaugstinās. Pievadāmā gaisa daudzumu aprēķina pēc maksimāli pieļaujamās temperatūras, kas nedrīkst pārsniegt optimālo vairāk par 1–2 °C:

$$L = \frac{W\,(1 + 0{,}0037t_1)}{0{,}306\,(t_1 - t_2)},$$

kur
L – pievadāmā gaisa daudzums (m^3/st.);
0,0037 – gaisa izplešanās koeficients;
t_1 – telpā pieļaujamā temperatūra (°C);
t_2 – pievadāmā gaisa temperatūra (°C);
W – siltuma avotu izdalītais siltums (kkal);
0,306 – gaisa īpatnējā siltumietilpība (kal/m^3·°C).

Nepieciešamo gaisa apmaiņu var noteikt arī pēc gaisa mitruma (ņemot vērā, ka relatīvais mitrums telpā būs 30–60%):

$$L = \frac{g}{p_2 - p_1},$$

kur
L – pievadāmā gaisa daudzums (m^3/st.);
g – siltumavotu izdalītais ūdens daudzums (g);
p_1 – pievadāmā gaisa mitrums (g/m^3);
p_2 – pieļaujamais gaisa mitrums (g/m^3).

Telpās, kur uzturas daudz cilvēku, gaisa apmaiņu nosaka pēc ogļskābās gāzes daudzuma. Pievadāmā gaisa daudzums noteiktā laika periodā ir atkarīgs no telpas kubatūras, cilvēku skaita un veicamā darba rakstura.

Vienam cilvēkam nepieciešamo, katru stundu pievadāmā tīrā gaisa kubatūru jeb gaisa kubu (GK), izteiktu m^3, aprēķina pēc formulas:

$$GK = \frac{x}{p - q}.$$

kur

x – ogļskābās gāzes daudzums (l), ko cilvēks izelpo vienā stundā;

p – pieļaujamā ogļskābās gāzes koncentrācija telpas gaisā (l/m^3 jeb ‰);

q – ogļskābās gāzes koncentrācija pievadāmajā gaisā (l/m^3 jeb ‰).

Pieaudzis cilvēks, veicot parastos apstākļos vieglu fizisku darbu, stundā vidēji izelpo 22,6 l ogļskābās gāzes. Praksē tiek pieņemts, ka pievadāmajā tīrajā gaisā ogļskābās gāzes koncentrācija ir 0,4 l/m^3 jeb 0,4 ‰. Ievietojot šos skaitļus formulā, var uzzināt, cik daudz svaiga gaisa stundā jāpievada, lai 22,6 l ogļskābās gāzes atšķaidītu līdz pieļaujamai ogļskābās gāzes koncentrācijai telpās, t.i., līdz 1,0 l/m^3 (1‰). Tas ir minimālais gaisa daudzums jeb gaisa kubs vienam cilvēkam vienā stundā, lai ogļskābās gāzes koncentrācija nepārsniegtu pieļaujamo. To izmanto, lai noteiktu nepieciešamo gaisa apmaiņu dzīvojamās un sabiedriskās telpās.

Telpās, kur cilvēki strādā ar lielu fizisko slodzi (sporta zāles, metālapstrādes cehi, mehāniskās darbnīcas), elpošana ir daudz intensīvāka un izdalītās ogļskābās gāzes daudzums ir lielāks. Ventilējamā gaisa kubatūru šajā gadījumā aprēķina, pieņemot, ka viens cilvēks stundā izelpo 40 l ogļskābās gāzes.

Slimnīcu palātās vienam slimniekam ventilējamā gaisa kubatūra ir 40 m^3/st., sporta zālēs – 90 m^3/st; rūpnīcās – 70 m^3/st. un vairāk atkarībā no ražošanas rakstura. Bērnu iestādēs vienam bērnam līdz 10 gadu vecumam nepieciešamā GK ir 12–20 m^3/st., bet pēc 10 gadu vecuma – 20–30 m^3/st.

Dažādu telpu gaisa kubatūras reglamentēšanai tiek ņemts vērā katram cilvēkam noteiktais GK konkrētos apstākļos. Gaisa apmaiņas biežumu stundā (GAB), kas nepieciešams, lai pilnībā aizvadītu piesārņoto gaisu un pievadītu tīro atmosfēras gaisu, aprēķina šādi:

$$GAB = \frac{n \cdot GK}{TK},$$

kur

n – cilvēku skaits telpā;

TK – telpas kubatūra (m^3).

Gaisa apmaiņas biežumu parasti izsaka veselos skaitļos. Piemēram, ja dzīvojamās istabas kubatūra ir 25 m^3 un tajā dzīvo 2 cilvēki, tad nepieciešamo GAB aprēķina šādi:

$$GAB = \frac{n \cdot GK}{TK} = \frac{2\,[2{,}26 : (1{,}0 - 0{,}4)]}{25} \sim 3 \text{ reizes}$$

GAB ir lielums, kas reglamentē nepieciešamo telpas ventilācijas intensitāti. Optimāli labvēlīgu gaisa vidi vairumā sabiedrisko un dzīvojamo telpu nodrošina gaisa apmaiņas biežums, kas ir 2–3 reizes stundā. 7. tabulā doti optimālie GAB dažādām telpām.

Slimnieku palātās, kur ir slimnieki ar infekcijas vai strutainām slimībām, velkmei jābūt pārsvarā pār pieplūdi. Operāciju blokos jābūt atsevišķai pieplūdes–velkmes ventilācijas sistēmai, kas ar pieplūdes pārsvaru nodrošina īpaši tīru gaisu.

Lai pārbaudītu ventilācijas efektivitāti, nosaka pievadītā vai aizvadītā gaisa daudzumu laika vienībā, t.i., gaisa apmaiņas biežumu. Infiltrācijas gaisa apmaiņa ir neorganizēta, tāpēc grūti nosakāma. GAB dabiskās ventilācijas ceļā dzīvojamās un sabiedriskās telpās parasti nosaka pēc ogļskābās gāzes koncentrācijas pārmaiņas:

$$GAB = \frac{n \cdot 22{,}6}{(P - q) \cdot TK},$$

kur
GAB – gaisa apmaiņas biežums (reizes);
n – cilvēku skaits;
22,6 – ogļskābās gāzes daudzums, ko vidēji viens cilvēks izelpo stundā (l);
P – ogļskābās gāzes koncentrācija telpā (l/m^3);
q – ogļskābās gāzes koncentrācija tīrā gaisā (l/m^3);
TK – telpas kubatūra (m^3).

Pārbaudot mehāniskās ventilācijas efektivitāti, jānosaka caur pieplūdes ventilācijas kanāliem pienākošā gaisa daudzums vai caur velkmes kanāliem aizplūdušā gaisa daudzums, un šis lielums jādala ar telpas gaisa kubatūru:

$$GAB = \frac{VGD}{TK},$$

kur
VGD – ventilējamā gaisa daudzums $m^3/st.$, ko nosaka pēc formulas:

$$VGD = \bar{A} \cdot S \cdot 3\,600,$$

kur
$\bar{A}$ – gaisa plūsmas ātrums ventilācijas kanālos (m/s);
S – kanālu šķērsgriezumu laukums (m^2);
3600 – sekunžu skaits stundā.

7. tabula. Telpu optimālais gaisa apmaiņas biežums

Telpa	Gaisa apmaiņas biežums	
	Pieplūde	Velkme
Dzīvojamā istaba	–	1
Virtuve	–	3
Sporta zāle	3,5	3
Ārsta kabinets	1	1
Operāciju zāle	6	5
Rentgendiagnostikas kabinets	4	5

Gaisa plūsmas ātrumu ventilācijas kanālos var noteikt tiešā ceļā ar anemometru vai netiešā ceļā ar īpašu (*Pitot*) cauruli. Ātrumu mērī vairākos kanāla šķērsgriezuma laukuma punktos, pēc tam izrēķina vidējo.

LITERATŪRA

1. AMA, Counsel on Scientific Affairs: Radon in homes // Journal of the American Medical Association. – 1987. – 258. – No. 5. – 668 p.
2. *Arey J.* Urban air – causes and consequences of urban air pollution // Environmental medicine / Editor L. Möller. – Stockholm: Joint Industrial Safety Council, 2000. – Pp. 52–71.
3. *Dundurs J.* Vides veselība: Gaiss. – Rīga: RSU, 2000. – 48 lpp.
4. Higiēna / Z. Lindbergas red. – Rīga: Zvaigzne, 1991. – 367 lpp.
5. Intergovernmental panel on climate change: Climate change. – U.K.: Cambridge University Press, 1996. – 4 p.
6. Latvijas Vides indikatoru pārskats. – Rīga: Latvijas Vides aģentūra, 2001. –124 lpp.
7. Latvijas Vides pārskats '98. – Rīga: VKMC, 1999. – 98 lpp.
8. *Millers A., Rūse I.* Vispārīgā radiobioloģija un praktiskā radioekoloģija. – Rīga: LU izdevniecība "Universitātes avīze", 1995. – 313 lpp.
9. *Moeller Dade W.* Environmental health. – London: Harvard University Press, 1992. – 332 p.
10. *Molina M. J., Molina L. T., Fitzpatrick T. B., Nghiem P. T.* Ozone depletion and human health effects // Environmental medicine / Editor L. Möller. – Stockholm: Joint Industrial Safety Council, 2000. – Pp. 28–51.
11. *Steigens A.* Nākotne sākas šodien. – Rīga: Nordic, 1999. – 223 lpp.
12. *Svartengren M.* Radon, a great health risk // Environmental medicine / Editor L. Möller. – Stockholm: Joint Industrial Safety Council, 2000. – Pp. 154–163.
13. *Yassi A., Kjellstrom T., de Kok Th., Guidotti T. L.* Basic environmental health. – Oxford: University Press, 2001. – 441 p.
14. Гигиена / Под ред. Г. И. Румянцева. – Второе издание. – Москва: ГЕОТАР–МЕД, 2000. – 607 с.

6.2. GAISA PIESĀRŅOTĀJU RAKSTUROJUMS UN NOVĒRTĒJUMS

6.2.1. GAISA PIESĀRŅOJUMS

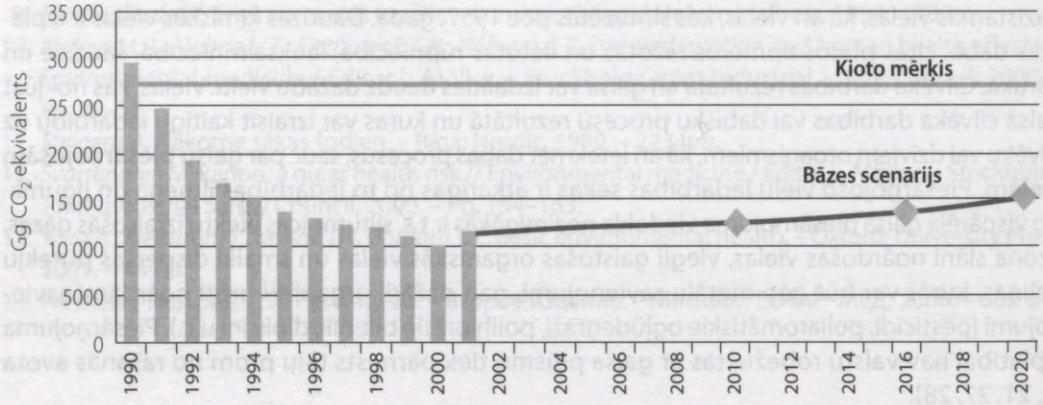
Ķīmisko vielu reģistrā, ko veido Ķīmisko vielu referatīvais dienests *(Chemical Abstract Service, CAS)*, uz 2007. gadu ir reģistrēts vairāk nekā trīsdesmit miljoni organisku un neorganisku vielu. Vielu reģistrācija notiek kopš 1957. gada. Šajā katalogā ir reģistrētas visas līdz 1957. gadam pazīstamās vielas, kā arī vielas, kas sintezētas pēc 1957. gada. Daudzas ķīmiskās vielas ir izplatītas dabā, citas plašos apmēros ražotas un lietotas rūpniecībā, lauksaimniecībā, sadzīvē un pārtikā. Cilvēka darbības rezultātā arī gaisā var izdalīties daudz dažādu vielu. Vielas, kas nokļūst gaisā cilvēka darbības vai dabisku procesu rezultātā un kuras var izraisīt kaitīgu iedarbību uz cilvēku vai dzīviem organismiem, kā arī ietekmēt dabas procesus, sauc par **gaisu piesārņojošām vielām**. Piesārņojošo vielu iedarbības sekas ir atkarīgas no to iedarbības līmeņa un ilguma. No vispārējā gaisa piesārņojuma viedokļa nozīmīgākās ir t.s. siltumnīcas efektu izraisošās gāzes, ozona slāni noārdošas vielas, viegli gaistošas organiskās vielas un smalki dispersas putekļu daļiņas, kurās var būt gan metālu savienojumi, gan dažādi organiski grūti noārdāmi savienojumi (pesticīdi, poliaromātiskie ogļūdeņraži, polihlorētie bifenili, dioksīni u.c.). Piesārņojuma izplatībai nav valstu robežu, tas ar gaisa plūsmu tiek pārnests tālu prom no rašanās avota [1, 21, 27, 28].

6.2.1.1. Siltumnīcas efektu izraisošas gāzes un klimata pārmaiņas

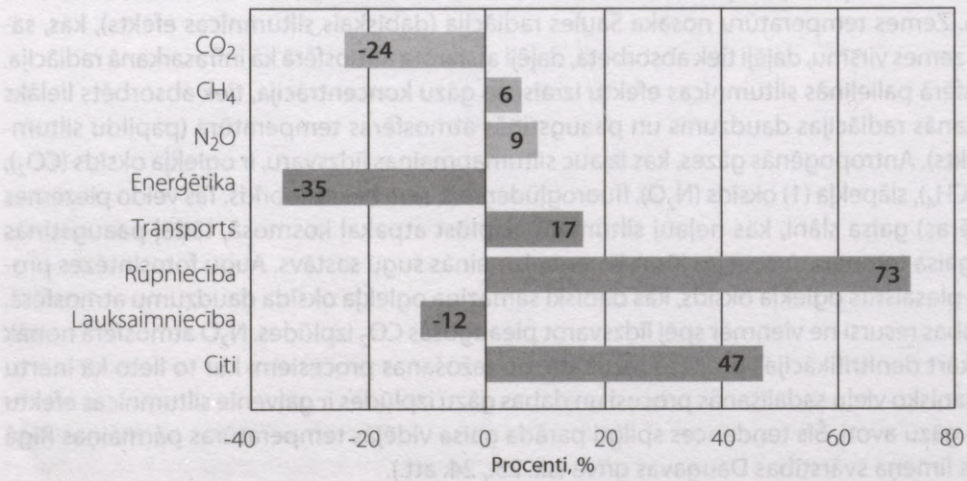
Klimats ir laikapstākļu kopums, ko nosaka atmosfēras cirkulācija, kā arī siltuma un mitruma apmaiņa. Zemes temperatūru nosaka Saules radiācija (dabiskais siltumnīcas efekts), kas, sasniedzot zemes virsmu, daļēji tiek absorbēta, daļēji atstarota atmosfērā kā infrasarkanā radiācija. Ja atmosfērā palielinās siltumnīcas efektu izraisošo gāzu koncentrācija, tiek absorbēts lielāks infrasarkanās radiācijas daudzums un paaugstinās atmosfēras temperatūra (papildu siltumnīcas efekts). Antropogēnās gāzes, kas izjauc siltumapmaiņas līdzsvaru, ir oglekļa oksīds (CO_2), metāns (CH_4), slāpekļa (1) oksīds (N_2O), fluorogļūdeņraži, sēra heksafluorīds. Tās veido piezemes (troposfēras) gaisa slāni, kas neļauj siltumam aizplūst atpakaļ kosmosā, tādēļ paaugstinās globālā gaisa temperatūra, ceļas jūras līmenis, izmainās sugu sastāvs. Augu fotosintēzes procesā tiek piesaistīts oglekļa oksīds, kas dabiski samazina oglekļa oksīda daudzumu atmosfērā, tomēr dabas resursi ne vienmēr spēj līdzsvarot pieaugošās CO_2 izplūdes. N_2O atmosfērā nonāk galvenokārt denitrifikācijas procesu rezultātā, no ražošanas procesiem, kur to lieto kā inertu gāzi. Organisko vielu sadalīšanās procesi un dabas gāzu izplūdes ir galvenie siltumnīcas efektu izraisošo gāzu avoti. Šīs tendences spilgti parāda gaisa vidējās temperatūras pārmaiņas Rīgā un ūdens līmeņa svārstības Daugavas grīvā (sk. 23., 24. att.).

Principiālas pārmaiņas attieksmē pret nesaudzīgu dabas resursu patēriņu un vides piesārņojuma radīšanu pasaules globālajā politikā sākās 1992. gadā, kad ANO konferencē par vidi

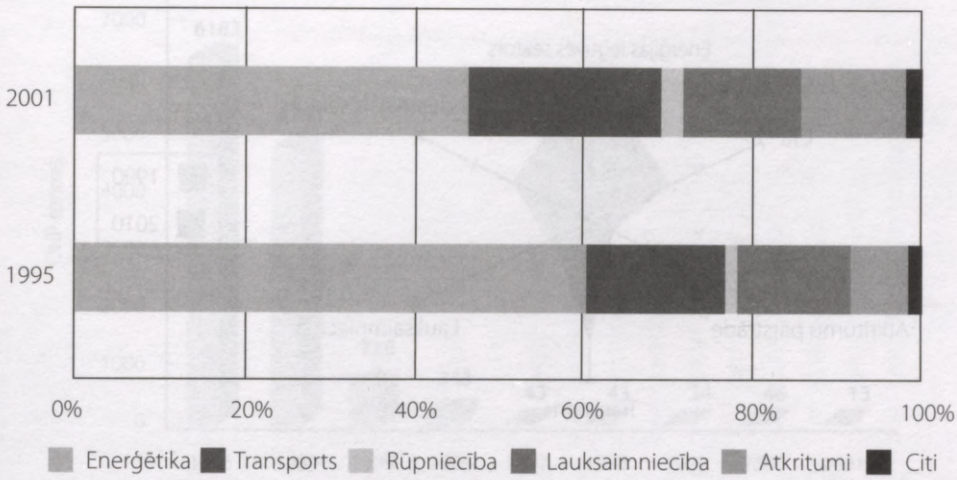
un attīstību (Riodežaneiro) tika akceptēts "Rīcības plāns 21. gadsimtam" (*Agenda 21*) un parakstītas vairākas vispārējās konvencijas, t.sk. "Par klimata izmaiņām", kuru ir ratificējusi arī Latvija. Eiropas Savienība pēc Riodežaneiro konferences uzsāka ilgtermiņa koordinētu procesu ilgtspējīgas (nenoplicinošas un līdzsvarotas) vides attīstības nodrošināšanai, kas apmierina mūsdienu cilvēku vajadzības, neradot draudus nākamo paaudžu vajadzību apmierināšanai. Lai panāktu siltumnīcas efektu izraisošo gāzu daudzuma stabilizāciju atmosfērā, kas bīstami neietekmētu klimatu, 1997. gadā Kioto pieņēma protokolu, nosakot katras valsts ieguldījumu problēmas risināšanā. Latvija savā vides politikas plānā ir iestrādājusi mērķa prasības – no 2008. līdz 2012. gadam panākt siltumnīcas efektu izraisošo gāzu izmešu līmeņa samazinājumu līdz 92%, salīdzinot ar 1990. gada līmeni [15, 16]. Latvijā laikposmā no 1990. līdz 2001. gadam, sašaurinoties ražošanai, siltumnīcefekta gāzu Gg (no angļu val. *Greenhouse Gas*) izmešu apjoms (izteikts CO_2 ekvivalentos) samazinājies par 61% (1.–4. att.)



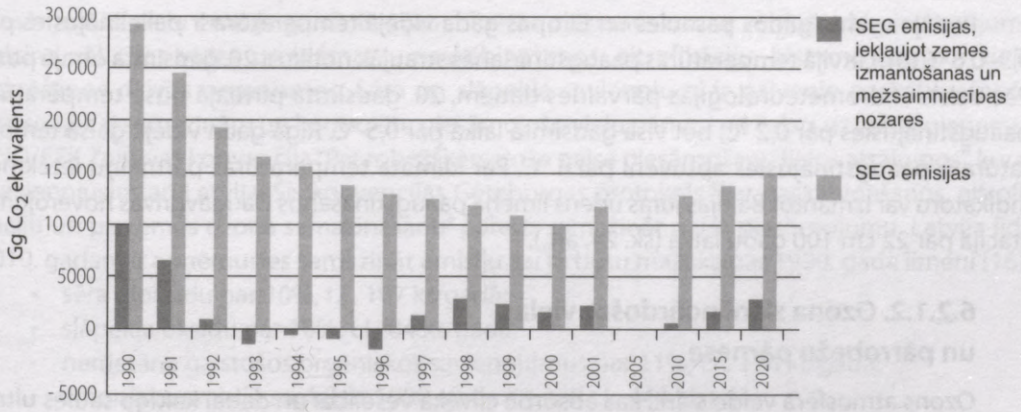
1. attēls. Siltumnīcefekta gāzu emisija 1990.–2001. gadā un emisijas prognoze līdz 2020. gadam



2. attēls. Siltumnīcefekta gāzu emisijas izmaiņas 2001. gadā attiecībā pret 1995. gadu

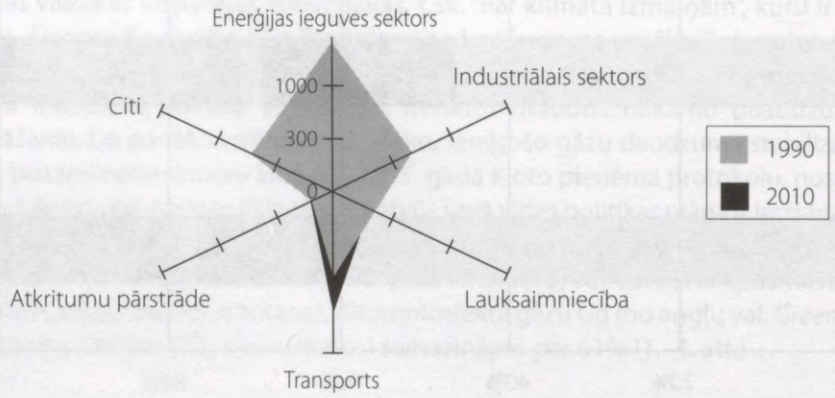


3. attēls. Siltumnīcefekta gāzu emisijas nozaru īpatsvars 1995. un 2001. gadā



4. attēls. Siltumnīcefekta gāzu emisija un oglekļa dioksīda piesaiste augu fotosintēzes procesā

Tas saistīts galvenokārt ar CO_2 emisijas samazinājumu, turpretī CH_4 un N_2O emisijas apjoms ir palielinājies. Visvairāk izmešu rada enerģētikas un transporta nozare, vairākkārt ir palielinājies atkritumu saimniecības radīto izmešu īpatsvars (par 48%) un arī šķīdinātāju emisija (par 39%). Pēc Eiropas vides aģentūras datiem, ES ir samazinājušies metāna izmeši, bet CO_2 emisijas līmenis no 1990. līdz 1996. gadam samazinājies vidēji par 1%. Siltumnīcas efektu izraisošo gāzu izmešu samazināšanai uzreiz neseko strauja šo vielu koncentrācijas samazināšanās un stabilizācija atmosfērā. Ja saglabāsies minētā izmešu samazināšanas tendence, tad 2008.–2012. gadā siltumnīcas efektu izraisošo gāzu izmeši vēl var palielināties par 6%. Enerģijas ieguves sektors ir galvenais vides piesārņotājs ar siltumnīcas efektu izraisošām gāzēm (5. attēls).



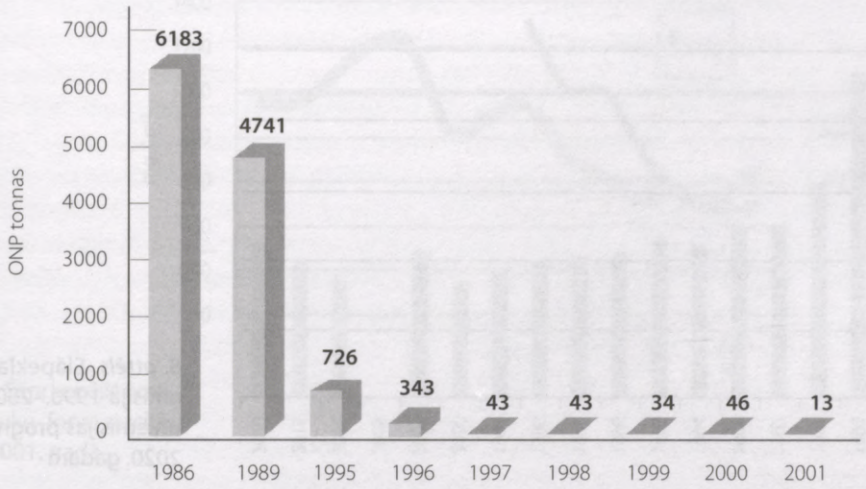
5. attēls. Siltumnīcas efektu izraisošo gāzu (tikai summāri CO_2, CH_4, N_2O) emisija, izteikta ar CO_2 ekvivalentu dažādās Eiropas Savienības nozarēs (1990. gadā un prognoze 2010. gadam) (pēc EEA, 1999)

Pēdējos simts gados pasaules un Eiropas gada vidējā temperatūra ir palielinājusies par 0,3–0,6 °C [9]. Latvijā temperatūras paaugstināšanās straujāk notikusi 20. gadsimta otrajā pusē. Pēc Valsts Hidrometeoroloģijas pārvaldes datiem, 20. gadsimta pirmajā pusē temperatūra paaugstinājusies par 0,2 °C, bet visa gadsimta laikā par 0,5 °C. Rīgā gada vidējā gaisa temperatūra ir paaugstinājusies aptuveni par 1 °C. Par klimata temperatūras pārmaiņu ietekmes indikatoru var izmantot Baltijas jūras ūdens līmeņa paaugstināšanos Daugavgrīvas novērojumu stacijā par 22 cm 100 gadu laikā (sk. 24. att.).

6.2.1.2. Ozona slāni noārdošas vielas un pārrobežu pārnese

Ozons atmosfērā veido slāni, kas absorbē cilvēka veselībai un dabai kaitīgo saules ultravioleto starojumu. Ozons atrodas visos atmosfēras slāņos; stratosfērā (10–50 km augstumā) ir apmēram 90% kopējā atmosfēras ozona daudzuma. Vislielākā ozona koncentrācija ir 20–25 km augstumā. Ozona daudzumam atmosfērā ir raksturīga sezonāla mainība. Vislielākā tā koncentrācija stratosfērā ir pavasarī (martā – maijā), bet vismazākā – rudenī (septembrī – novembrī). Pasaulē kopš 20. gadsimta 70. gadiem novērojama stratosfēras ozona koncentrācijas samazināšanās. Fluora, hlora, broma organiskie savienojumi ir galvenais ozona slāņa noārdīšanās iemesls. Šo vielu galvenais emisijas avots atmosfērā ir aerosolu iepakojumi, saldēšanas un gaisa kondicionēšanas iekārtas, cietās un mīkstās putas, ugunsdzēšanas līdzekļi, rūpnieciskos procesos izmantotie šķīdinātāji, labības un kravu karantīnas apstrādei lietotie ķīmiskie savienojumi (piemēram, metilbromīds). Latvijā kopš 20. gadsimta 80. gadiem ozona slāni noārdošo vielu lietošana samazinājusies 475 reizes (6. att.). Šo vielu izņemšana no apgrozības notiek Eiropas Savienības regulās noteiktajā laika grafikā.

Piezemes ozons ir sekundārs gaisa piesārņotājs, kas rodas fotoķīmiskās reakcijās intensīvu saules ultravioleto staru iedarbībā no slāpekļa dioksīda, kad ir pietiekami augsta ogļūdeņražu koncentrācija (piemēram, automašīnu izplūdes gāzēs).

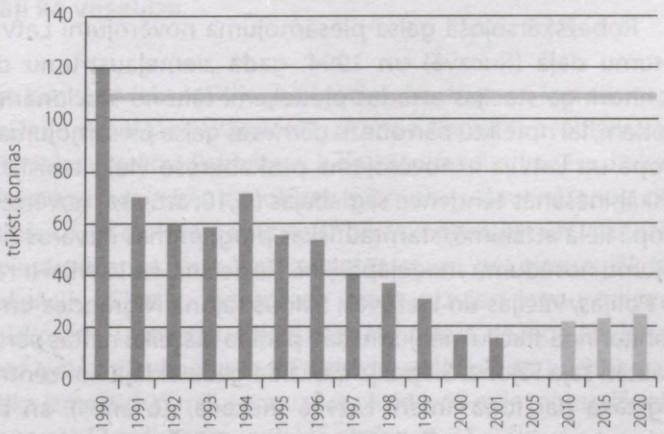


6. attēls. Ozona slāni noārdošo vielu lietošana Latvijā

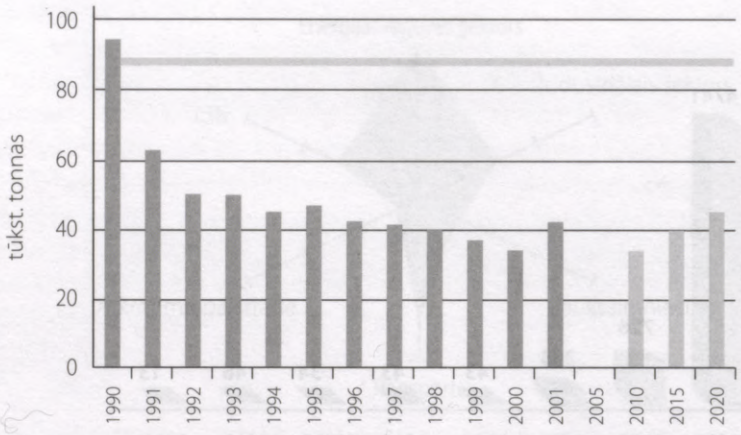
Gaisa kvalitāti, nokrišņu ķīmisko sastāvu, vielu nosēdumus uz augsnes un ūdenī ietekmē piesārņojošo vielu emisija gaisā. Bez jau minētās piezemes ozona veidošanās piesārņojums veicina vēl citas vides problēmas – paskābināšanos, eitrofikāciju, bīstamo ķīmisko vielu uzkrāšanos dzīvos organismos. Sēra un slāpekļa savienojumi ir galvenie paskābināšanās izraisītāji. Lai samazinātu un kontrolētu piesārņojošo vielu pārnesi no valsts uz valsti, pieņemta ANO/EEK Ženēvas konvencija "Par robežšķērsojošo gaisa piesārņošanu lielos attālumos", kurai pievienojusies arī Latvija. Šīs konvencijas Gēteborgas protokols "Par paskābināšanos, eitrofikāciju un piezemes ozona samazināšanu" paredz samazināt gaisa piesārņojumu. Latvija līdz 2010. gadam ir apņēmusies samazināt emisiju, lai tā būtu mazāka par 1990. gada līmeni [16]:

- sēra dioksīdu par 10%, t.i., 107 kt/gadā;
- slāpekļa oksīdu par 10%, t.i., 84 kt/gadā;
- nemetāna gaistošos organiskos savienojumus par 11%, t.i., 136 kt/gadā;
- amonjaka emisiju saglabāt 1990. gada līmenī, t.i., 44 kt/gadā.

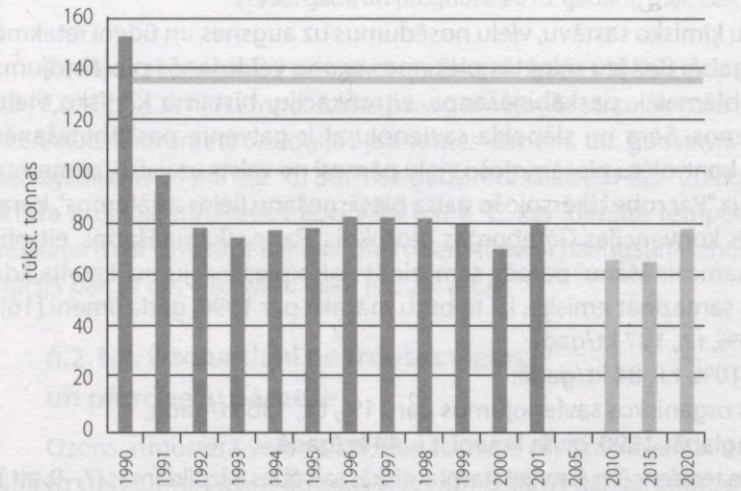
Spriežot pēc pašreizējām tendencēm, Latvijai starptautiskās saistības ir izpildāmas (7.–9. att.).



7. attēls. Sēra dioksīda emisija 1990.–2001. gadā un emisijas prognoze līdz 2020. gadam

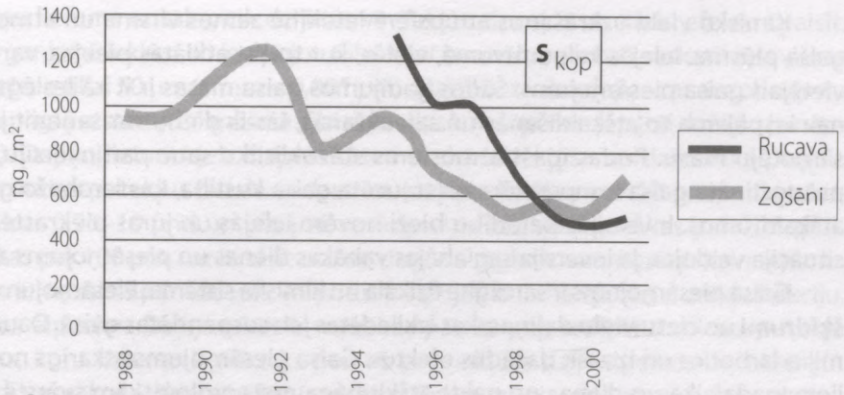


8. attēls. Slāpekļa oksīdu emisija 1990.–2001. gadā un emisijas prognoze līdz 2020. gadam

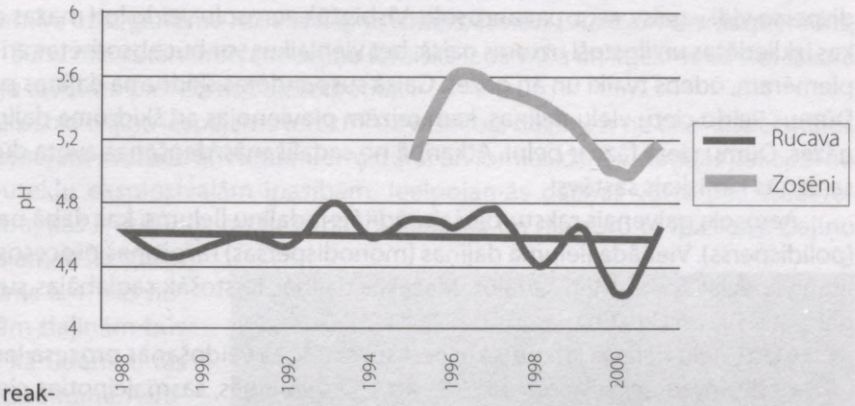


9. attēls. Nemetāna gaistošo organisko savienojumu emisija 1990.–2001. gadā un emisijas prognoze līdz 2020. gadam

Robežšķērsojošā gaisa piesārņojuma novērojumi Latvijā uzsākti 1988. gadā dienvidrietumu daļā (Rucavā) un 1994. gadā ziemeļaustrumu daļā (Zosēnos). Abas integrālā monitoringa stacijas atrodas pietiekami tālu no stacionāriem un mobiliem piesārņojuma avotiem, lai noteiktu pārrobežu pārneses gaisa piesārņojuma ķīmisko sastāvu un daudzumu. Eiropā un Latvijā ir novērojama paskābinošo vielu emisijas samazināšanās, bet nokrišņu paskābināšanās tendence saglabājas (9.,10. att.). Lai novērtētu gaisa piesārņojuma izplatību Eiropā lielā attālumā, starptautiskas programmas ietvaros tiek veikti sēra un slāpekļa savienojumu nosēdumu modeļaprēķini. Tie liecina, ka Latvijai ir raksturīga piesārņojuma pārnese no Polijas, Vācijas un Lietuvas. Saldus rajona Nīgrandes un Zaņas pagasta gaisa kvalitātes monitoringa staciju mērījumu dati parāda Mažeiķu naftas pārstrādes rūpnīcas ietekmi uz gaisa kvalitāti šajā rajonā. Slāpekļa dioksīda gada vidējā koncentrācija Saldus rajonā ir 3–4 reizes augstāka par fona līmeni Latvijā (Rucavā, Zosēnos), arī benzola un gaistošo organisko savienojumu koncentrācija Nīgrandē un Zaņā ir augstāka [14, 15].



10. attēls. Sēra kopējie nosēdumi lauku fona stacijās 1988.–2001. gadā



11. attēls. Nokrišņu reakcijas izmaiņas lauku fona stacijās 1998.–2001. gadā

6.2.1.3. Gaisa piesārņotāji kā veselību noteicošais faktors

Gaisa piesārņojums ir kaitīgo ķīmisko vielu emisija gaisā tādos daudzumos, kas pārsniedz dabas procesu spēju tās noārdīt. Daudzās vietās gaisa piesārņojums ir nopietna problēma, kas var ietekmēt cilvēku, augu un dzīvnieku veselību. Piemēram, ir ticami pierādīts, ka sēra dioksīds un smogs pilsētu gaisā var izraisīt smagus veselības traucējumus (bronhu sašaurināšanos, citus astmatiskus simptomus) un pat nāvi. Gaisa piesārņojums var bojāt materiālus un visu dzīvo dabu. Cilvēki ir izraisījuši gaisa piesārņošanos, jau sākot izmantot uguni, bet visstraujāk tā ir palielinājusies līdz ar industrializāciju. Cilvēku aktivitātes izraisa aizvien jaunu gaistošu organisko savienojumu, neorganisko vielu un metālu izdalīšanos atmosfērā. Kā rāda Apvienoto Nāciju Vides programmas (*United Nation Environmental Propgramm UNEP)* dati, 1990. gadā cilvēku darbības rezultātā gaisā tika izmesti 100 milj. tonnu sēra oksīdu, 68 milj. tonnu slāpekļa oksīdu, 57 milj. tonnu cieto daļiņu un 177 milj. tonnu oglekļa oksīda [9, 21, 27].

Ķīmisko vielu uzkrāšanos atmosfērā ietekmē zemes virsma un atmosfēras kustība jeb gaisa plūsma. Ielejās kalnu tuvumā, vietās, kur trūkst atklātas pieejas, var stipri palielināties vietējais gaisa piesārņojums. Šādos gadījumos gaisa masas ir it kā ieslēgtas konteineros un nav iespējama to atšķaidīšanās un sajaukšanās, tās ik dienu var saņemt jaunu emitētu piesārņotāju masu. Rodas īpašs atmosfēras stāvoklis, ko sauc par inversiju, kad gaisa slānī ir paaugstināta gaisa temperatūra un traucēta gaisa kustība, kas ierobežo gaisa piesārņojuma atšķaidīšanos. Inversijas parādību bieži novēro ielejās un jūras piekrastē. Īpaši nelabvēlīga situācija veidojas, ja inversija saglabājas vairākas dienas un piesārņojums arvien nāk klāt.

Gaisa piesārņojums ir sarežģīta fizikāla un ķīmiska sistēma. Piesārņojumu var veidot **gāzes**, **šķidrumi** un **cietu vielu daļiņas**, kas izkliedētas jeb suspendētas gaisā. Daudzi piesārņotāji var mijiedarboties un izraisīt dažādus efektus. Gaisa piesārņojums atkarīgs no dažādiem apstākļiem: gadalaika un dienas un nakts atšķirībām, meteoroloģiskām svārstībām (nokrišņi, vēja stiprums un virziens), industriālās aktivitātes pārmaiņām. Parasti analizē piesārņojuma vidējo līmeni dažādos laika periodos, piesaistot tos meteoroloģiskiem apstākļiem.

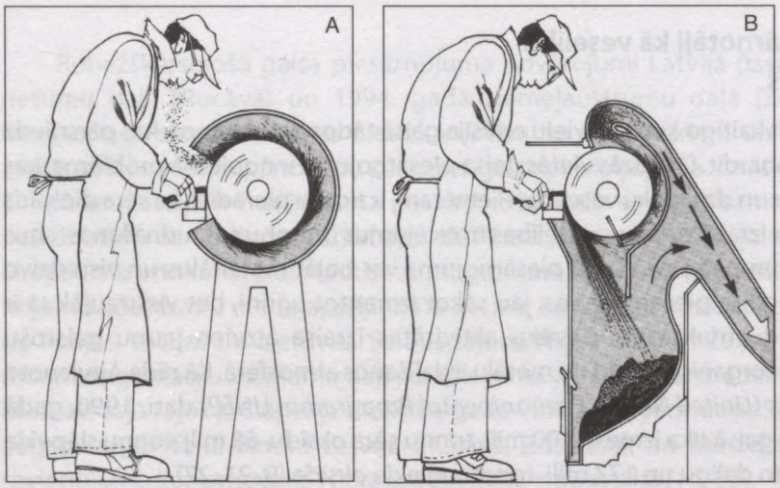
Dispersu sistēmu, kurā disperso gāzi veido smalkas cieto vielu vai šķidrumu daļiņas, bet disperso vidi – gaiss, sauc par **aerosolu**. Visbiežāk aerosolu veido ļoti mazas cietu vielu daļiņas, kas izkliedētas un ilgstoši uzturas gaisā, bet vienlaikus var būt absorbētas arī šķidruma daļiņas, piemēram, ūdens tvaiki un arī gāzes. Gaisā suspendētas šķidruma daļiņas parast veido miglu. Dūmus veido cietu vielu daļiņas, kam reizēm pievienojas arī šķidruma daļiņas un adsorbētās gāzes. Dūmu cietā fāze ir pelni. Atkarībā no sadalīšanās/degšanas avota dūmiem var būt ļoti sarežģīts ķīmiskais sastāvs.

Aerosola galvenais raksturojošais rādītājs ir daļiņu lielums, kas dabā parasti ir ļoti dažāds (polidisperss). Vienāda lieluma daļiņas (monodispersas) ražošanas procesos rodas reti, tās var iegūt, speciāli frakcionēti sadalot. Mazākās daļiņas ilgstošāk saglabājas suspendētā stāvoklī gaisā (t.s. Brauna kustība).

Cietu vielu daļiņas jeb putekļu aerosolus pēc to veidošanās procesa iedala:

- dezintegrācijas aerosolos (12. att.), kas veidojas, sasmalcinoties cietiem materiāliem (kokapstrādē, metālapstrādē, celtniecības materiālu ražošanā, tekstilrūpniecībā);
- kondensācijas aerosolos (13. att.), kas veidojas, kondensējoties metālu vai nemetālu tvaikiem (metināšanā, lodēšanā).

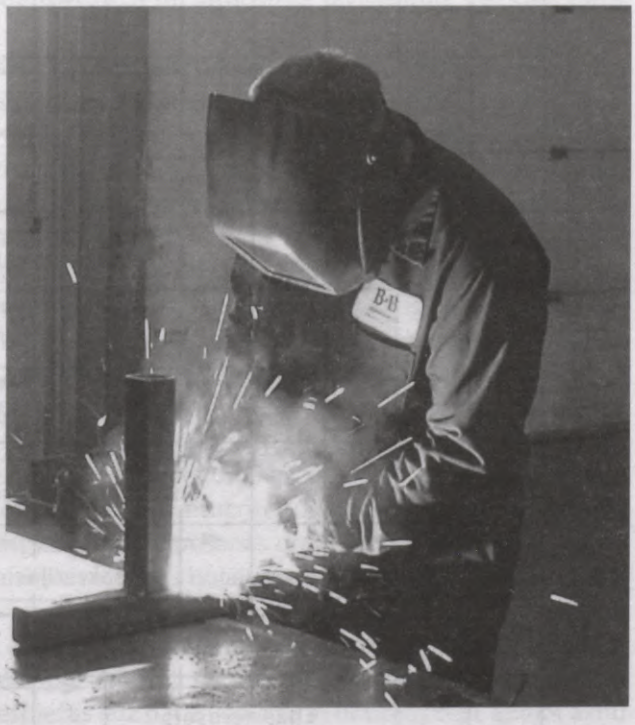
Kondensācijas aerosolu daļiņas ir mazākas, un parasti tām ir regulārāka forma.



12. attēls. Dezintegrācijas aerosola veidošanās pulēšanas–slīpēšanas procesa laikā. A – nepareiza, B – pareiza lokālās ventilācijas sistēmas izveide, lai ierobežotu darbinieka saskari ar aerosolu

Aerosola daļiņu lielums nosaka, cik dziļi tās var iekļūt elpceļos un kādu efektu izraisīt. Putekļu aerosols organismā iekļūst, to ieelpojot. Cilvēks ar normālu redzi var saskatīt atsevišķas daļiņas, kuru diametrs ir tikai 50 μm (1 mm = 0,001 μm). Mazāka izmēra daļiņas ar neapbruņotu aci var atšķirt tikai spilgtā atstarojošā gaismā. Gaisā kā piesārņotājus sastop ļoti dažādu izmēru daļiņas (sk. 1. tab.). Daļiņu lielums jeb **dispersitāte** nosaka to iekļūšanas dziļumu elpceļos. Atkarībā no dispersitātes putekļus iedala: redzamos (daļiņas lielākas par 10 μm), mikroskopiskos (daļiņu lielums 0,25–10 μm) un ultramikroskopiskos (daļiņas mazākas par 0,25 μm). Daļiņas, kas ir lielākas par 100 μm, var izraisīt acu un deguna mukozo membrānu kairinājumu. Putekļu daļiņas, kas ir mazākas par 100 μm, veido t.s. ieelpojamo (inhalējamo) putekļu frakciju, tās iekļūst augšējos elpceļos. Daļiņas, kas ir mazākas par 20 μm, ietilpst torakālo putekļu frakcijā, tās daļiņas, kuru lielums ir mazāks par 10 μm, iekļūst dziļi elpceļos un bieži tur izgulsnējas. Cilvēka veselībai visbīstamākie ir respirablie (respirējamie) putekļi, kuru daļiņu lielums ir mazāks par 5 μm, jo to lielākā daļa sasniedz alveolas. Ultramikroskopiskie putekļi, kuru lielums ir 0,1 μm un mazāk, ja tie neizšķīst un strauji neuzsūcas, var tikt atkal izelpoti [5, 12, 22, 27]. Daļiņas, kuru izmērs ir mazāks par 0,1 μm (jeb 100 nm), sauc par nanodaļiņām. To iespējamo iedarbību uz organismu nosaka daļiņu izmērs, sastāvs, skaits un virsma: pierādīts, ka tās spēj iet cauri šūnu membrānām. Nanodaļiņu toksiskā iedarbība un ietekme uz vidi sakarā ar nanotehnoloģiju attīstību pašreiz tiek aktīvi pētīta.

Novērtējot aerosola daļiņu iespējamo ietekmi uz veselību, nozīme ir ne tikai dispersitātei, bet arī putekļu **īpatnējam svaram/blīvumam**, struktūrai un formai, daļiņu cietības pakāpei un šķīdībai, kā arī putekļu eksplozīvajām īpašībām. Ieelpojamās daļiņas vērtē pēc to aerodinamiskā diametra, kas ir atšķirīgs no tiešā daļiņu lieluma un raksturo to īpašības. Daļiņu aerodinamiskais diametrs ir sfēras diametrs, ja blīvums ir 1. Tas nozīmē, ja pētāmajām daļiņām būs tāds pat blīvums kā ūdenim, tās nosēdīsies ar vienādu ātrumu. Aerodinamiskais diametrs ļauj salīdzināt daļiņas ar dažādu ģeometrisku formu, blīvumu un masu. Piemēram, kokvilnas putekļi, kam ir lielāks izmērs, bet mazs blīvums, viegli tiek suspendēti gaisā, viegli pārvietojas ar vēju, tiem ir mazs aerodinamiskais diametrs, turpretī ģeometriskais diametrs ir relatīvi liels. Aerodinamisko diametru mēra mikrometros. Nozīme ir arī daļiņu **formai un struktūrai**, it īpaši saistībā ar putekļu **cietību**. Piemēram, ļoti smalkas, tievas un cietas šķiedrveida daļiņas (azbests) ir grūti izvadīt no elpceļiem ar dabiskiem aizsargmehānismiem. Kā jau minēts, dezintegrācijas aerosoli satur lielāka izmēra, nepareizas formas

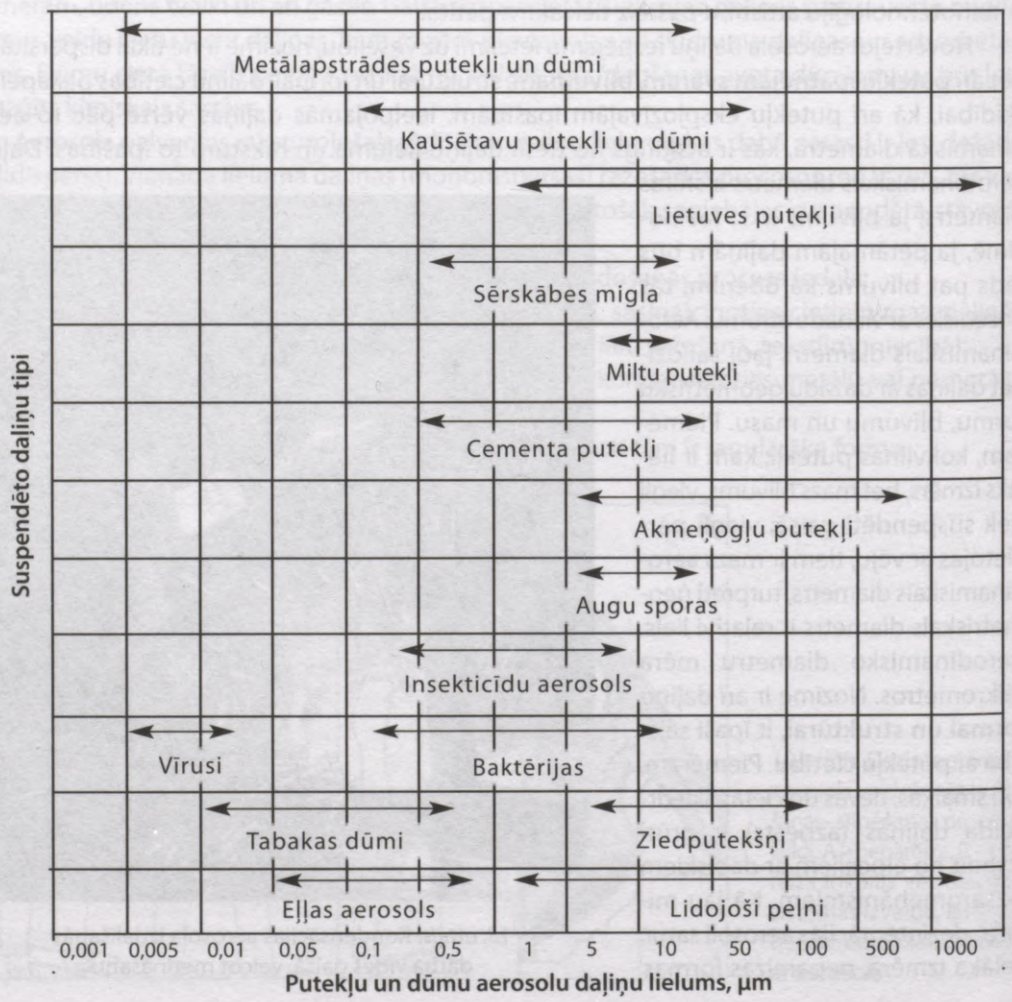


13. attēls. Kondensācijas aerosola izdalīšanās darba vides gaisā, veicot metināšanu

putekļus, nereti ar asām šķautnēm, piemēram, silīcija dioksīds, kvarcs, azbests. Kondensācijas aerosoli, piemēram, metālu un to savienojumu, metaloīdu aerosoli, kas izdalās metināšanas procesā, parasti veido pareizas kristāliskas formas vai noapaļotas formas daļiņas, bet var veidot arī elastīgas plāksnītes, kas izklāj bronhu un bronhiolu gļotādu, to mehāniski neievainojot.

Putekļi ar lielu cietības pakāpi, piemēram, silīcija dioksīdu saturošu materiālu, akmeņogļu, sarkankoka, dižskābarža un ozola putekļi, izraisa fibrozas pārmaiņas plaušu audos. Putekļiem elpceļos un alveolās izšķīstot organisma ūdens bāzes vidēs, tajos esošās vielas nokļūst tieši asinsritē un atkarībā no ķīmiskā sastāva iesaistās dažādās vielmaiņas reakcijās. Ūdens vidē labāk šķīstošās vielas vairāk uzsūcas jau augšējos elpceļos, bet vājāk šķīstošās – bronhos un alveolās. Putekļu daļiņas bieži absorbē ūdens tvaikus, īpaši atmosfērā ar augstu mitruma pakāpi. Lielāka ūdens absorbcijas spēja ir higroskopiskiem putekļiem. Savukārt zema mitruma apstākļos gaisa pilienveida aerosolu daļiņas var zaudēt ūdeni un pārveidoties par mazākām cietām daļiņām. Spilgts piemērs tam ir pilieninfekciju, piemēram, tuberkulozes, izplatība klepojot vai šķaudot. Uz putekļu daļiņu virsmas var būt arī adsorbētas gāzes un šķīdumu tvaiku fāzē esošas ķīmiskās vielas.

1. tabula. Dažādu putekļu un dūmu daļiņu lielumi (pēc *Yassi et.al.*, 2001)



Gaisa **piesārņotības pakāpi** vērtē pēc piesārņojošo vielu masas gaisa tilpuma vienībā, nosakot vielu koncentrāciju miligramos (vai mikrogramos) 1 m^3 gaisa. Putekļu aerosolu koncentrāciju var novērtēt kā gaisā suspendēto daļiņu kopējo masu, bet var arī paraugu ņemšanas laikā frakcionēti sadalīt piesārņojumu pēc daļiņu lieluma un noteikt PM_{10} un $PM_{2,5}$, respektīvi, atsevišķi noteikt to daļiņu koncentrāciju gaisā, kuru lielums ir vienāds ar vai mazāks par 10 µm un 2,5 µm. Parasti, lai piesārņojumu pilnīgāk novērtētu, nepieciešams noteikt arī putekļu sastāvā ietilpstošo ķīmisko vielu koncentrāciju, piemēram, metināšanas aerosola koncentrāciju metinātāja darba vidē un tajā ietilpstošo metālu – mangāna, cinka, hroma, alumīnija – koncentrāciju atkarībā no apstrādājamā materiāla un metināšanas veida.

Daudziem cieto vielu putekļiem (akmeņogļu, alumīnija, cinka, cietes, cukura, miltu, sēra), kā arī gāzēm un tvaikiem, piemīt eksplozīvas īpašības. Lai notiktu sprādziens, vielu koncentrācijai gaisā jābūt pietiekami lielai, un tad sprādzienu var izraisīt liesma, dzirkstele, elektriskais lādiņš. Piemēram, sprādziens var notikt, ja cukura putekļu koncentrācija ir sasniegusi 10 g/m^3 vai ogļu koncentrācija 30 g/m^3.

Piesārņojošo vielu nogulsnēšanās nokrišņu lietus un sniega veidā samazina gaisa piesārņojumu, izšķīdinot gāzes, piesaistot un izgulsnējot mazas putekļu daļiņas. Atmosfēras gaiss tādējādi kļūst daudz tīrāks, bet "skābie lieti" var radīt nopietnas problēmas. Skābi veidojošie savienojumi (sulfāti, sēra un slāpekļa oksīdi) var pazemināt pH līmeni ezeros un augsnē, kas, ja tiek pārsniegta ūdens buferkapacitāte, var izraisīt zivju bojā eju un citas ekoloģiskas nelaimes.

Gaisa piesārņotājvielas var būt arī **gāzes un tvaiki**. Lai vērtētu to iespējamo kaitīgo iedarbību uz veselību, būtiska nozīme ir gāzu un tvaiku šķīdībai ūdenī un to ķīmiskai reaktivitātei. Relatīvi labi šķīstošas ir tradicionālās gaisa piesārņotājgāzes (piemēram, slāpekļa oksīdi, sēra dioksīds), kuras var jonizēties ūdens tvaikos un atmosfērā savienoties, veidojot ultramikroskopiskas un sīkas daļiņas.

Daudzos darba procesos rodas gāzes, kas labi šķīst ūdenī, piemēram, amonjaks, sālsskābes tvaiki (hlorūdeņradis). Mazāk ūdenī šķīst ozons, sērūdeņradis (hidrogensulfīds), fosgēns, organisko vielu gāzes. Gāzu šķīdība ūdenī, tāpat kā daļiņu lielums, raksturo un nosaka piesārņotāja spēju uzsūkties elpceļos un efektivitāti dažādā dziļumā. Ūdenī šķīstošās gāzes izšķīst un strauji uzsūcas augšējo elpceļu un plaušu mukozās membrānas ūdens vidē. Ūdenī nešķīstošās gāzes vieglāk sasniedz alveolas, plaušu dziļākās struktūras.

Izteikti reaktīvās gāzes, piemēram, ozons, kaut arī tās ir relatīvi maz šķīstošas (izņemot gadījumus, kad tās ir ļoti augstā koncentrācijā), drīzāk ietekmēs elpceļus nekā alveolas. Šīs gāzes kairina elpceļu sienas un var izraisīt, piemēram, bronhītu vai astmatiskas lēkmes. Toksisko gāzu ekspozīcijas darba vidē vai ražošanas avārijas var izraisīt daudz augstāku nodarbināto un vietējo iedzīvotāju ekspozīciju, nekā tas ir parasta vides piesārņojuma gadījumā. Šādā gadījumā var rasties nopietni toksiski efekti, piemēram, plaušu tūska, kad plaušu bojājumu dēļ uzkrājas šķidrums, kā arī toksiskā pneimonija. Šajā gadījumā gāzes šķīdība ir galvenā toksicitātes noteicēja. Kā minēts iepriekš, daudzas gāzes, ieskaitot ozonu un sēra dioksīdu, adsorbējas uz cieto daļiņu virsmas un tādējādi iespiežas dziļi elpošanas orgānos. Šādā gadījumā gāzes šķīdība nav noteicošais faktors un izraisītais veselības bojājums var būt citāds, nekā iedarbojoties atsevišķām daļiņām un gāzēm.

Kā jau iepriekš minēts, galvenais gaisa piesārņotāju iekļūšanas ceļš organismā ir ieelpošana. Pēc ieelpošanas ūdenī šķīstošie piesārņotāji izšķīst elpceļu saskares virsmā, bet nešķīstošie piesārņotāji galvenokārt iespiežas līdz pat alveolām un difūzijas ceļā, apejot aknu barjeru, nonāk asins plūsmā. Piesārņotāju uzsūkšanos veicina lielā alveolu virsmas platība (tā sasniedz 90–100 m^2). Piesārņotāju iedarbība atkarīga no specifiskām vielu īpašībām, to

koncentrācijas, iedarbības ilguma, elpošanas koeficienta. Daļa piesārņojošo vielu organismā var nokļūt caur kuņģa un zarnu traktu, ja kopā ar gaisu tiek norītas putekļu daļiņas, un smēķējot vai ēdot ar netīrām rokām, uz kurām nogulsnējušās kaitīgās vielas. Vielas, kas labi šķīst taukos, arī gāzes, organismā var nokļūt caur nebojātu ādu. Piemēram, visbiežāk lietotie šķīdinātāji ir taukos labi šķīstošas vielas, kas satur alifātiskos un aromātiskos ogļūdeņražus, halogēnogļūdeņražus u.c. Gaisa piesārņotājvielas var iekļūt organismā caur acu konjunktīvu. Ķīmiskās vielas, kas iekļuvušas organismā pat ļoti mazā koncentrācijā, var izraisīt pārmaiņas normālās dzīvības norisēs.

6.2.2. GAISA PIESĀRŅOJUMA RAKSTURS UN KVALITĀTES KRITĒRIJI

6.2.2.1. Industriālais gaisa piesārņojums (piesārņojuma tipi, ražošanas negadījumi, darba vides gaisa piesārņojums)

Industriālais piesārņojums rodas, ja atmosfērā izplūst piesārņojošas vielas, arī rūpnieciskās emisijas rezultātā. Industriālo piesārņojumu galvenokārt raksturo **stacionāros avotos** (rūpnīcās, termoelektrocentrālēs) notiekošā emisija. Ar industriju ir cieši saistīta arī rūpnieciskā **transporta** emisija. Piesārņojums sajaucas ar atmosfēras gaisu, tā koncentrācija atšķaidās un ar gaisa plūsmu var pārvietoties lielā attālumā, it īpaši tad, ja piesārņojuma izplūde notiek no augstiem rūpnīcu dūmeņiem. Gaisa piesārņojuma koncentrācijas mērīšana ir ļoti komplicēts process. Industriālo piesārņojumu vērtē pēc plānotas un kontrolētas emisijas no to avotiem (uzņēmumu skursteņiem, ventilācijas ierīcēm) [22, 27].

Piesārņojuma tipu raksturo piesārņojošo vielu ķīmiskās īpašības, izplatība un avots. Lai raksturotu vides veselību, tiek definēti trīs galvenie industriālā piesārņojuma tipi:

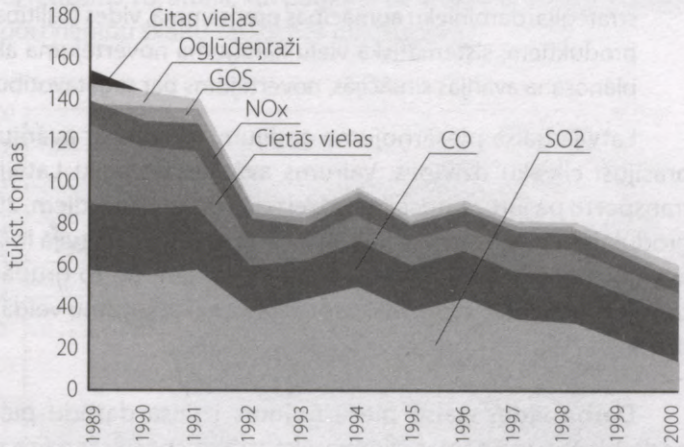
- reducējošie,
- fotoķīmiskie,
- specifiskie punktveida avotu piesārņotāji [27].

Reducējošo piesārņojumu izraisa sēra dioksīda emisijas. Šādu piesārņojumu var izraisīt tādu vielu daļiņas, kurām ir reducējošas īpašības. Sēra dioksīda emisiju izraisa sēru saturoša fosilā kurināmā dedzināšana, bet putekļu daļiņas visvairāk izdalās, ja sadegšana vai sadalīšanās nav efektīva. Reducējošo gaisa piesārņojumu rada termoelektrocentrāles, māju apkures sistēmas, rūpnīcu krāsnis, tēraudlietuves un lielie dīzeļdzinēju transportlīdzekļi.

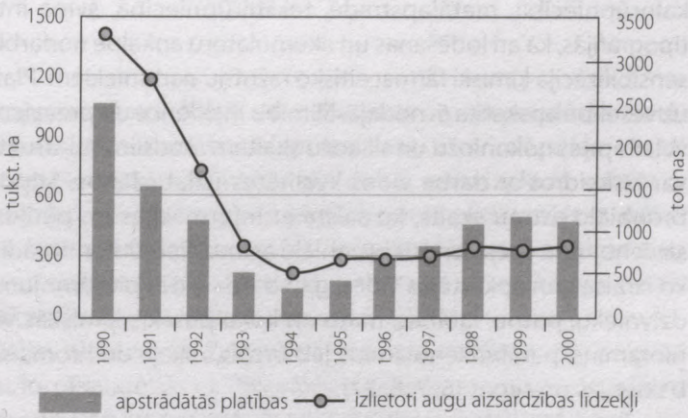
Fotoķīmisko piesārņojumu izraisa atmosfērā notiekošās sarežģītās ķīmiskās reakcijas, kuras veicina Saules enerģija. To ietekmē slāpekļa oksīdus un ogļūdeņražus saturošā emisijā izdalās ozons, specifiskie slāpekli saturošie komponenti un aldehīdi, kas ir aktīvi savienojumi ar oksidējošām īpašībām. Fotoķīmiskā smoga izraisītājs ir autotransporta izplūdes gāzes un degvielas ogļūdeņraži, kam pievienojas emisija no stacionāriem avotiem – slāpekļa oksīdi no elektrostacijām, šķīdinātāji no rūpnīcām, ķīmiskām tīrītavām un remonta darbnīcām. Emisiju no stacionāriem avotiem ir vieglāk samazināt un kontrolēt ar tehniskiem līdzekļiem, bet transporta radītais piesārņojums ir daudzu pilsētu problēma. Fotoķīmiskais smogs sevišķi aktuāls ir rajonos ar spilgtu Saules gaismu, augstu gaisa temperatūru un mazu gaisa kustību.

Trešais industriālā piesārņojuma tips ir **specifiska punktveida emisija**, kas tieši ietekmē uzņēmuma apkārtējo gaisu, piemēram, gaistošo organisko savienojumu izdalīšanās no celtniecības materiāliem, metālu emisija kausētavu tuvumā, pesticīdi agroķīmisko darbību rajonā, degvielas noplūde benzīntankos.

Latvijas Vides aģentūras dati rāda, ka stacionāro avotu izmeši gaisā ir samazinājušies salīdzinājumā ar 1989. gada līmeni (14. att.), kā arī samazinājies lauksaimniecībā lietoto ķimikāliju daudzums (15. att.) [15].



14. attēls. Slodzes indikators vidē. Stacionāro avotu izmeši (tūkstošos tonnu) gaisā (Latvijas Vides aģentūras dati)



15. attēls. Ar augu aizsardzības līdzekļiem apstrādātās platības un izmantotie ķīmiskie augu aizsardzības līdzekļi (Latvijas Vides aģentūras dati)

Liels gaisa piesārņojums var rasties **ražošanas negadījumu un avārijas emisiju** gadījumos. Pasaulē ir zināmi vairāki šādi gadījumi, biežāk minētā ir Bopālas traģēdija, kas notika 1984. gadā Indijā.

Piemērs: **Bopālas uzņēmuma avārijas gadījuma pētījums.**

Ražošanas lielākais negadījums notika 1984. gada 2. decembrī Karbīda kompānijas ražošanas uzņēmumā Bopālā, Indijā, kur avārijas rezultātā izplūda metilizocianāta gāzes mākonis, kas nogalināja vairāk nekā 3800 darbinieku. Negadījumu acīmredzot izraisīja ūdens ievadīšana metilizocianāta uzglabāšanas rezervuārā, kam sekoja nekontrolējamas eksotermiskas reakcijas ar lielu siltuma izdalīšanos, gāzveida metilizocianāta un tā sadalīšanās produktu emisija.

Drošības sistēmas nenostrādāja vai nebija atbilstošas tik lielam toksisko vielu daudzumam. No vairāk nekā 200 000 eksponētām personām sākotnēji nedēļas laikā reģistrēja vairāk nekā 2000 nāves gadījumu. 1990. gadā Bopālas prasību izskatīšanas direktorāts ziņoja, ka pavisam aizpildītas veselības kartes 361 966 eksponētām personām, no kurām 173 382 bija pārejoši veselības bojājumi, bet 18 922 personām – paliekoši veselības traucējumi. Kopējais ziņoto nāves gadījumu skaits ir 3828.

Bopālas traģēdijas galvenā un svarīgākā mācība: lai novērstu bīstamas avārijas, jāveic preventīvi drošības pasākumi. Šādām aktivitātēm jāaptver vides likumdošana, preventīvo pasākumu stratēģija, darbinieku apmācības programma, vides izglītības programma, pētījumi par starpproduktiem, sistemātiska vielu kaitīguma novērtējuma aktualizēšana, drošības pasākumu plānošana avārijas situācijās, novērtējums par sagatavotību katastrofu situācijai [27].

Latvijā gaisa piesārņojuma gadījumi saistībā ar avāriju noplūdēm pēdējos gados nav prasījuši cilvēku dzīvības. Vairums avārijas situāciju Latvijā ir saistītas ar bīstamo kravu transportu pa jūru, autoceļiem, dzelzceļu un cauruļvadiem. 2001. gadā ar ķīmiskām vielām un produktiem ir bijušas saistītas 10 avāriju situācijas. Latvijā ir 42 uzņēmumi, uz kuriem attiecas avārijbīstamības kritēriji par bīstamām vielām un to grupām, kas atrodas vai var atrasties izejvielu, palīgmateriālu, blakusproduktu vai atkritumu veidā, vai var rasties nekontrolējamos procesos [16].

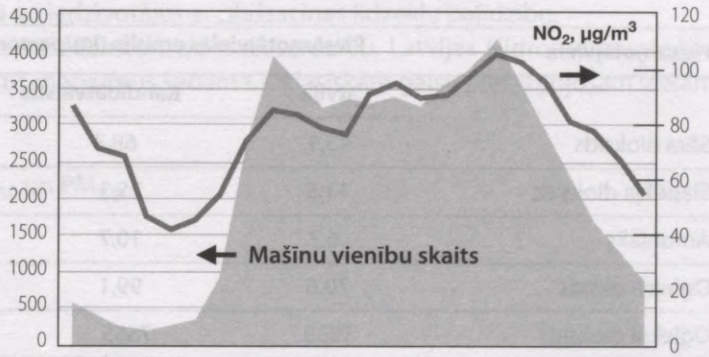
Darba vides gaisa piesārņojums izraisa dažādu piesārņotāju hronisku ietekmi uz nodarbināto. Ir zināmas slimības, ko izraisa specifiski gaisa piesārņotāji noteiktās ražošanas nozarēs, piemēram, putekļu izraisītās plaušu slimības celtniecības materiālu ražotnēs, kalnrūpniecībā, metālapstrādē, tekstilrūpniecībā, svina intoksikācija keramikas ražošanā, tipogrāfijās, kā arī lodēšanas un akumulatoru apkalpē nodarbinātiem, paaugstināta organisma sensibilizācija ķīmiski farmaceitisko ražotņu darbiniekiem. Plašāk dažādo piesārņotāju ietekme uz veselību apskatīta 5. nodaļā. Slimību incidence un prevalence laika gaitā mainās. Attīstītajās valstīs pneimokoniožu un silikožu skaitam arodslimību struktūrā ir tendence samazināties, ko var izskaidrot ar darba vides kvalitātes uzlabošanos. Stipri palielinās diagnosticēto aroda bronhiālo astmu skaits, ko saista ar informācijas un pētījumu paplašināšanos par daudzu savienojumu spēju izraisīt bronhiālo astmu. Pētījumos norādīts, ka tā ir multifaktoriāla slimība, ko izraisa gan apkārtējās vides, gan darba vides piesārņojums. Galvenie etioloģiskie faktori ir dzīvnieku, putnu, labības, miltu un koku putekļi, ķīmiskās vielas (diizocianāti, formaldehīds, hloramīns, parafenilēndiamīns jeb ursols, niķeļa un hroma savienojumi, polimēru materiāli), baktērijas un sēnes [6, 7, 8, 27].

Rīgas Medicīnas institūtā veiktie pētījumi 20. gadsimta 80. gados Olaines ķīmiski farmaceitiskajos uzņēmumos un Olaines pilsētā par darba un apkārtējās vides gaisa piesārņojumu un nodarbināto un iedzīvotāju veselības stāvokli parādīja statistiski ticamu alerģisko slimību pieaugumu, grūtniecības patoloģijas un bērnu veselības problēmu palielināšanos nodarbinātajiem un iedzīvotājiem, salīdzinot tos ar kontroles rādītājiem [2, 7, 8].

Darba vides gaisa piesārņojumu daudzkārt var samazināt un likvidēt, veicot inženiertehniskos un tehnoloģiskos ražošanas procesa uzlabojumus. Tas novērsīs un mazinās piesārņojuma nelabvēlīgo ietekmi uz veselību. Lai samazinātu uzņēmuma emisiju apkārtējā vidē, jānotiek stingrai šo procesu kontrolei un vadībai.

6.2.2.2. Apkārtējās vides gaiss un to ietekmējošie faktori

Industriālā attīstība ir saistīta ar gāzu un cieto daļiņu emisijas palielināšanos apkārtējā vidē no ražošanas procesiem, fosilā kurināmā sadedzināšanas un transporta. Pasaulē daudz tiek darīts, lai piesārņojumu samazinātu, ieviešot praksē principu "piesārņotājs maksā". Pašreizējie centieni kontrolēt cieto daļiņu un gāzu emisiju apkārtējā vidē pierāda, ka šī problēma joprojām var radīt risku veselībai, galvenokārt industriālos rajonos un megapilsētās ar lielu transporta plūsmu. Tas labi redzams 16. attēlā, kur parādīta tieša sakarība starp slāpekļa dioksīda koncentrāciju un transportvienību skaitu satiksmes maģistrālēs.



16. attēls. Slāpekļa dioksīda emisija gaisā atkarībā no transporta plūsmas intensitātes: slāpekļa dioksīda koncentrācija 11. novembra krastmalā un mašīnu plūsmas intensitāte uz Akmens tilta 2001. g. 19. jūnijā (Rīgas domes Vides departamenta dati)

Tradicionālie gaisa piesārņojuma raksturotāji ir **sēra dioksīds** un **suspendētās cietās daļiņas**, kuru emisija notiek galvenokārt no stacionāriem avotiem, kā arī **slāpekļa oksīdi, oglekļa oksīds, ogļūdeņraži, ozons** un citi fotoķīmiskie oksidētāji, kuru izplūde saistīta ar motorizētiem transportlīdzekļiem. Augsta pilsētu gaisa piesārņojuma gadījumi ir saistīti ar akūtām un hroniskām plaušu un sirds slimību izpausmēm un neiroloģiskiem bojājumiem. Spilgts akūtas iedarbības piemērs ir tieša korelācija starp SO_2 un smoga daļiņu koncentrāciju Londonas pilsētas gaisā un mirstības gadījumiem (sk. 6. tab. nod. 5.5.1.).

2002. gadā ar Eiropas Komisijas atbalstu 26 Eiropas pilsētās uzsākti pētījumi par gaisa piesārņojuma ietekmi uz veselību, jo, neraugoties uz stingrākiem emisijas standartiem, ciešāku gaisa piesārņojuma monitoringu un dažu piesārņojuma veidu līmeņa samazinājumu, tas turpina apdraudēt sabiedrības veselību [1]. Pētījumā secināts, ka, lai arī gaisa piesārņojuma izraisītais risks ir mazāks par risku, ko veselībai nodara infekcijas slimības un smēķēšana, tomēr tā ietekmi uz sabiedrības veselību nevar neievērot. Aprēķināts, ka 19 apsekotajās pilsētās ar gandrīz 32 milj. lielu kopējo iedzīvotāju skaitu pētījumos par ietekmi uz veselību konstatēti 5547 nāves gadījumi (svārstību robežas 3368–7744 gadījumi), kurus varētu samazināt vismaz par 15%, ja putekļu daļiņu PM_{10} (lielums mazāks par 10 µm) īslaicīgo koncentrāciju samazinātu līdz 5 µg/m³. Novērtētajās pilsētās dienu skaits, kad putekļu piesārņojums pārsniedzis PVO pieļauto zemāko riska līmeni dienā – 50 µg/m³, ir dažāds [1].

Kā rāda Latvijas Vides aģentūras publicētie dati, cieto daļiņu PM_{10} gada vidējā koncentrācija Rīgas pilsētas centrā 2000. gadā bija 59 µg/m³, bet 2001. gadā – 56 µg/m³. Gaisa

pieputekļojuma specifiska noteikšana, ņemot vērā daļiņu izmērus, Latvijā sākta tikai 2000. gadā. Lielākā diennakts vidējā putekļu PM_{10} koncentrācija reģistrēta Rīgā 2001. gada martā – tā bija 176 $\mu g/m^3$. Ielu kaisīšana ar smiltīm ziemas periodā ir viens no iemesliem, kas veicina paaugstinātu putekļu koncentrāciju gaisā pavasara mēnešos [16].

PVO Eiropas reģionālās komisijas vērtējumā par Eiropas kandidātvalstīm ir salīdzināti vides faktori saistībā ar veselību [1]. Sēra dioksīda, slāpekļa dioksīda, oglekļa oksīda un dioksīda, amonjaka un metāna emisija, aprēķinot uz vienu personu, Latvijā ir zemāka nekā vidējā emisija Eiropas Savienības valstīs un kandidātvalstīs (2. tabula).

2. tabula. Vidējā piesārņojošo vielu emisija 1995. gadā, aprēķinot kilogramos uz vienu personu Latvijā, Eiropas Savienības valstīs un kandidātvalstīs

Piesārņotājviela	Piesārņotājvielas emisija (kg/personu) 1995. gadā		
	Latvija	Kandidātvalstis	ES valstis
Sēra dioksīds	15,1	68,3	31,5
Slāpekļa dioksīds	11,5	25,3	32,4
Amonjaks	6,7	10,7	9,4
Oglekļa oksīds	70,6	99,1	119,3
Oglekļa dioksīds	3838	7555	8499
Metāns	38,9	56,5	61,4

6.2.2.3. Vides gaisa kvalitātes standarti un vadlīnijas

Gaisa kvalitāti novērtē, salīdzinot piesārņojošo vielu koncentrāciju ar pasaulē pieņemtām vadlīnijām un standartiem, kas nosaka šo vielu **pieļaujamo koncentrāciju** gaisā, kura, vērtējot pēc pašreizējā informācijas un zināšanu līmeņa, neatstāj nelabvēlīgu ietekmi uz iedzīvotāju veselību. Citiem vārdiem, noteikts piesārņojošās vielas koncentrācijas raksturlielums, kuru nepārsniedzot, tieša negatīva ietekme uz cilvēku veselību vai vidi ir gandrīz neiespējama. Pasaules Veselības organizācija (PVO) pieņēmusi kvalitātes standartus, balstoties uz zinātniski pamatotiem pētījumiem par dažādu piesārņotāju ietekmi uz veselību. PVO vadlīnijās atzītās pieļaujamās piesārņojošo vielu koncentrācijas, nepieciešamie piesārņojuma samazināšanas darbības plāni, kā arī metodika un stratēģija vienotai piesārņojuma novērtēšanai un kontrolei ir iekļauta Eiropas Komisijas (EK) direktīvās. Šāda ir, piemēram, EK (EC) direktīva 1999/30/EC par sēra dioksīda, slāpekļa oksīdu, putekļu daļiņu un svina robežvērtībām apkārtējās vides gaisā, direktīva 97/101/EC par apkārtējā gaisa piesārņojuma mērīšanas stratēģiju, metodēm un informācijas tīkla izveidošanu, direktīva 96/62/EC par ierobežojumiem un nepieciešamo pasākumu veikšanu, lai samazinātu piesārņojumu līmeni.

Latvijā apkārtējās vides jeb ārtelpas gaisa kvalitātes normatīvi noteikti MK noteikumos Nr. 588 "Noteikumi par gaisa kvalitāti" (21.10.2003.). Šie noteikumi izdoti saskaņā ar likumiem "Par vides aizsardzību" un "Par piesārņojumu", ievērojot Eiropas Komisijas direktīvu norādes. Noteikumi nosaka kvalitātes normatīvus un raksturlielumu, kā arī gaisa kvalitātes normatīvu

sasniegšanas termiņus, monitoringa metodes, lai noteiktu piesārņojošo vielu koncentrāciju, un metodes, kuras izmanto, lai novērtētu kvalitātes normatīvu pārsniegumu un pasākumus, kas veicami, ja gaisa kvalitātes normatīvi tiek pārsniegti. Bez definētā robežlieluma cilvēka veselības aizsardzībai – t.s. pieļaujamās koncentrācijas – ir noteikti arī piesārņojuma līmeņi, kad nepieciešama operatīva informēšana par piesārņojuma situāciju:

- iedzīvotāju informēšanas rādītājs – gaisa piesārņojuma raksturlielums, kuru pārsniedzot jau īslaicīga ekspozīcija negatīvi ietekmē paaugstināta riska grupas iedzīvotāju veselību un kuru sasniedzot nepieciešams operatīvi informēt iedzīvotājus;
- trauksmes līmenis – gaisa piesārņojuma raksturlielums, kuru pārsniedzot jau īslaicīga ekspozīcija ietekmē iedzīvotāju veselību un kuru sasniedzot veicami tūlītēji pasākumi, informējot Sabiedrības veselības aģentūru, Valsts ugunsdzēsības un glābšanas dienestu, vietējo pašvaldību, kā arī iedzīvotājus ar plašsaziņas līdzekļu palīdzību.

Lai nodrošinātu cilvēku veselības un vides aizsardzību, Latvijas Hidrometeoroloģijas aģentūra nodrošina pastāvīgus mērījumus šādām t.s. klasiskām gaisu piesārņojošām vielām:

- sēra dioksīdam,
- slāpekļa oksīdiem,
- cietajām daļiņām PM_{10} un $PM_{2,5}$,
- oglekļa oksīdam,
- ozonam,
- svinam,
- benzolam.

3. tabulā doti šīm piesārņojošam vielām noteiktie robežlielumi jeb raksturlielumi, norādot arī pieļaujamos pārsniegumus. Pēc Pasaules Veselības organizācijas atzinuma virkne epidemioloģisko pētījumu rāda, ka veselības problēmas var izraisīt putekļu iedarbība, ja to koncentrācija ir 10 līdz 100 $\mu g/m^3$. PVO vadlīnijās nerekomendē references lielumu putekļiem, savukārt epidemioloģiskie dati liecina par nelabvēlīgu putekļu ietekmi uz veselību, ja to koncentrācija ir ≥ 20 $\mu g/m^3$ [24]. Harmonizējot Latvijas normatīvos aktus ar ES Direktīvu prasībām, mūsu gaisa kvalitātes noteikumos cilvēka veselības aizsardzībai ir doti gan dienas R_d, gan gada R_g robežlielumi putekļu daļiņām PM_{10}, sadalot noteiktās prasības divos laika posmos: līdz 2005. gadam un pēc 2005. gada. Piemēram, R_g pašreiz noteikta 40 $\mu g/m^3$ ar pielaidi, ka sākotnēji 20% analīžu var pārsniegt robežlieluma vērtību, paredzot to samazināt līdz 2005. gada 1. janvārim, kad pārsniegums vairs nav pieļaujams. Savukārt ar 2005. gada 1. janvāri robežlieluma vērtība R_g noteikta 20 $\mu g/m^3$ ar pielaidi, ka sākotnēji 50% analīžu var to pārsniegt, paredzot piesārņojumu samazināt līdz 2010. gada 1. janvārim, kad pārsniegums vairs nav pieļaujams.

Atsevišķām vielām noteikti arī t.s. pīķa (maksimālie) lielumi – stundā pieļaujamais piesārņojuma līmenis.

Lai nodrošinātu precīzu informāciju par gaisa piesārņojumu, vismaz reizi diennaktī atjauno informāciju par sēra dioksīda, slāpekļa dioksīda, putekļu, ozona un oglekļa dioksīda piesārņojuma līmeni, bet vismaz reizi trijos mēnešos atjauno informāciju par svina un benzola piesārņojuma līmeni. Ar šo informāciju par ārtelpu gaisa piesārņojumu Latvija iekļaujas kopējā Eiropas gaisa kvalitātes novērošanas informācijas sistēmā.

Noteikumos doti arī mērķlielumi vēl 12 izplatītām piesārņojošām vielām gaisa kvalitātes novērtēšanai no gaisa piesārņojuma avotiem (4. tab.).

3. tabula. Gaisa kvalitātes normatīvi sēra dioksīda, slāpekļa dioksīda un oksīda, putekļu, ozona, oglekļa dioksīda, svina un benzola piesārņojumam ārtelpu gaisā

Robežlieluma veids	Novērošanas laiks	Robežlielums (μg/m³)	Informēšanas rādītājs (μg/m³)	Trauksmes līmenis (μg/m³)
Sēra dioksīds SO_2				
R_h	1 stunda	350 (nedrīkst pārsniegt vairāk par 24 reizēm gadā)	350	500 (3 h periodā)
R_d	24 stundas	125 (nedrīkst pārsniegt vairāk par 3 reizēm gadā)	125	
RE_g	gads, ziema	20	20	
Slāpekļa oksīds NO un slāpekļa dioksīds NO_2				
$NO_2 - R_h$	1 stunda	200 (nedrīkst pārsniegt vairāk par 24 reizēm gadā)	200	400 (3 h periodā)
$NO_2 - R_g$	gads	40	40	
NO un $NO_2 - RE_g$	gads	30	30	
Ozons O_3				
R_{8h}	8 stundas	110		
R_h (veģetācijai)	1 stunda	200	180	360
R_d (veģetācijai)	24 stundas	65		
Cietās daļiņas PM_{10} (1. posms)				
R_d	24 stundas	50 (nedrīkst pārsniegt vairāk par 35 reizēm gadā)	50	
R_g	gads	40	30	
Cietās daļiņas PM_{10} (2. posms)				
R_d	24 stundas	40 (nedrīkst pārsniegt vairāk par 7 reizēm gadā)		
R_g	gads	20		
Cietās daļiņas $PM_{2,5}$				
R_d	24 stundas	40 (nedrīkst pārsniegt vairāk par 14 reizēm gadā)	40	
R_g	gads	20	20	
Svins Pb				
R_g	gads	0,5	0,5	
Benzols C_6H_6				
R_g	gads	5		
Oglekļa oksīds CO				
R_{8h}	8 stundas	10		

R_h – stundas robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai;
R_d – dienas robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai;
Rg – kalendārā gada robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai;
R_{8h} – robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai;
RE_g – robežlielums ekosistēmas aizsardzībai.

4. tabula. Mērķlielumi gaisa kvalitātes novērtēšanai piesārņojošo vielu emisijām no gaisa piesārņojuma avotiem (Pēc MK noteikumiem Nr. 588/2003)

Vielas nosaukums	Mērķlielums	Novērošanas laiks
Metāli un to savienojumi		
Kadmijs un tā savienojumi (pārrēķinot uz kadmiju)	5 ng/m^3	Gada vidējā
Mangāns un tā savienojumi (pārrēķinot uz mangānu)	0,15 µg/m^3	Gada vidējā
Vanādijs un tā savienojumi (pārrēķinot uz vanādiju)	1 µg/m^3	Diennakts vidējā
Dzīvsudrabs un tā savienojumi (pārrēķinot uz dzīvsudrabu)	1 µg/m^3	Diennakts vidējā
Nemetāli un to savienojumi		
Sērogleklis	100 µg/m^3	Diennakts vidējā
Sērūdeņradis (H_2S)	150 µg/m^3	Diennakts vidējā
Gaistošie organiskie savienojumi		
1,2–dihloretāns	0,7 mg/m^3	Diennakts vidējā
Dihlormetāns	3 mg/m^3	Diennakts vidējā
Formaldehīds	0,45 mg/m^3	Nedēļas vidējā
	0,1 mg/m^3	30 minūšu
Stirols	0,26 mg/m^3	Nedēļas vidējā
Tetrahloretilēns (perhloretilēns)	0,25 mg/m^3	Gada vidējā
Toluols	0,26 mg/m^3	Nedēļas vidējā

Gaisa kvalitātes noteikumos norādīti ozona prekursori – vielas, kas veicina piezemes ozona veidošanos un kurām ieteicams veikt koncentrācijas mērījumus (izņemot slāpekļa oksīdus un benzolu, kuriem, kā iepriekš minēts, ir jau noteikti pastāvīgā monitoringa nosacījumi). Sarakstā ietverti šādi ozona prekursori: etāns, etilēns, acetilēns, propāns, propēns, butāns, 1-butēns, trans-2-butēns, cis-2-butēns, 1,3-butadiēns, n-pentāns, 1-pentēns, 2-pentēns, izoprēns, n-heksāns, i-heksāns, n-heptāns, n-oktāns, i-oktāns, benzols, toluols, etilbenzols, m- un p-ksilols, o-ksilols, 1,2,4-trimetilbenzols, 1,2,3-trimetilbenzols, 1,3,5-trimetilbenzols, formaldehīds un visi ogļūdeņraži kopā, izņemot metānu.

Apkārtējās vides gaisa kvalitātes problēmas reizēm ir ļoti sarežģītas, piemēram, nepatīkamu smaku gadījumā, kad vispirms ir jāidentificē iespējamie piesārņotāji un emitētās vielas, lai varētu plānot un veikt pasākumus, kas novērš vai samazina piesārņojošo vielu emisiju konkrētā rajonā.

Bez aprakstītajiem gaisa kvalitātes standartiem, kas nosaka piesārņojošo vielu robežkoncentrāciju ārtelpu gaisā, pastāv emisijas robežvērtības un vadlīnijas. **Emisijas standarti** nosaka to pieļaujamo piesārņotājvielas daudzumu, kuru atļauts emitēt apkārtējā gaisā no konkrētā piesārņojuma avota. Šo standartu mērķis ir panākt emisijas samazināšanos vidē ar labāku tehnoloģiju palīdzību. Nosakot dabas resursu nodokli, normatīvos izmešus un maksu par vides piesārņojumu normatīvo un virsnormatīvo emisiju gadījumā, realizējas princips "piesārņotājs maksā". Tādējādi ar ekonomiskiem līdzekļiem iespējams cīnīties par vides kvalitātes uzlabojumu. Vides politikas pamatprincips "piesārņotājs maksā" nozīmē, ka uzņēmums vai cilvēks, kas rada piesārņojumu, pats sedz izdevumus, kas saistīti ar radītā piesārņojuma izvērtēšanu,

samazināšanu vai novēršanu. Tas palīdz vides politikā realizēt ilgtspējīgas attīstības principu, kas paredz dabas resursu taupīgu izmantošanu, vienmēr paturot prātā gan iedzīvotāju pašreizējās vajadzības, gan nodrošinot nepieciešamos dabas resursus, bioloģisko daudzveidību un tīru vidi arī nākamajām paaudzēm.

Lai samazinātu gaisa piesārņojumu atbilstoši noteiktai vides politikai, Latvija ir noteikusi stingras prasības emisiju ierobežošanai rūpniecības procesiem, enerģētikai, transportam un lauksaimniecībai, piemēram, nemetāna gaistošo organisko savienojumu emisiju līdz 2010. gadam samazināt par 11% salīdzinājumā ar 1990. gada līmeni, t.i., līdz 136 kt/gadā [16].

Darba vides gaisa piesārņojumam noteikti savi standarti – aroda ekspozīcijas robežvērtības, kas noteiktas Latvijas valsts standartā (LVS 89:2004) "Ķīmisko vielu aroda ekspozīcijas robežvērtības darba vides gaisā" un MK noteikumos Nr. 325 (2007. gada 15. maijā) "Darba aizsardzības prasības saskarē ar ķīmiskām vielām darba vietās". **Aroda ekspozīcijas robežvērtība** (AER) ir tāda ķīmiskās vielas koncentrācija darba vides gaisā, kas visā nodarbinātā dzīves laikā neizraisa viņa saslimšanu un veselības traucējumus, kuri konstatējami ar mūsdienu izmeklēšanas metodēm, ja attiecīgās ķīmiskās vielas un ķīmiskie produkti iedarbojas uz nodarbināto ne ilgāk par 8 stundām darba dienā vai ne ilgāk par 40 stundām nedēļā. AER lielumi ir noteikti kā vidējie 8 stundu darba laikam (vidējā maiņas koncentrācija) vai kā īslaicīgie (ar gaisa paraugu ņemšanu līdz 15 minūtēm). Latvijas standartā ir iekļauti ES direktīvās doto ķīmisko vielu rekomendētie robežlielumi, kā arī noteikti papildu standarti citām vielām, kas sastopamas darba vides gaisā, pamatojoties uz pētījumiem par šo vielu iedarbības līmeni, kam ir mazāks risks nodarbinātajiem izraisīt veselības bojājumu. Ņemot vērā to, ka darba vidē piesārņojošo vielu iedarbības ilgums ir daudz īsāks nekā atmosfēras gaisa iedarbības gadījumā, AER skaitliskās vērtības ir lielākas par iepriekš minētiem standartiem ārtelpu gaisu piesārņojošām vielām. Darba vides gaisā var būt daudz dažādu piesārņojošu vielu. To koncentrācija atkarībā no tehnoloģiskiem procesiem var būt daudz lielāka nekā ārtelpu gaisā. Rūpniecības apstākļos vienlaikus darbojošos vielu iedarbības rezultāts var atšķirties no katras atsevišķās vielas toksiskā efekta. Darba vides standarts nosaka, ka jāievēro vielu iespējamie kombinētās darbības efekti. Ir trīs galvenie ķīmisko vielu kombinētas iedarbības veidi:

- summācija jeb aditīvā darbība – vielām kombinējoties toksiskais efekts summējas;
- sinergisms – viena viela pastiprina (potencē) otras vielas toksisko iedarbību;
- antagonisms – vielām kombinējoties, tās pavājina cita citas iedarbību.

6.2.2.4. Telpu gaiss

Svarīgi atzīmēt, ka pašlaik literatūrā paralēli tiek lietoti divi termini – "telpu gaiss" un "iekštelpu gaiss", pēdējais ir tulkojums no angļu valodas (*indoor air*).

Atkarībā no dzīves veida un darba rakstura cilvēks dzīvojamās un sabiedriskās ēkās pavada 52–85% diennakts laika, bet lielo pilsētu iedzīvotāji pat 90% sava laika [4, 19]. Tādēļ, ja telpu gaisā ir kaitīgās vielas pat nelielā koncentrācijā, tās var ietekmēt viņa pašsajūtu, darba spējas un veselību. Bez tam telpās kaitīgās vielas uz cilvēka organismu iedarbojas vienlaikus ar citiem faktoriem – gaisa temperatūru un mitrumu, radioaktīvā fona starojumu u.c. Iekštelpu vide veidojas dažādu savstarpēji ietekmējošu apstākļu iedarbības rezultātā. Te minami gan klimatiskie apstākļi, gan telpu izbūves specifika, gan tīrīšanas pasākumi, gan telpās veiktās darbības (visnetīrākais gaiss ir virtuvē, kur ēdienu gatavo, izmantojot dabisko gāzi, arī telpās, kur smēķē, un, protams, ražošanas telpās). Jebkurš kaitīgais faktors var atrasties vai nu pašā telpā, vai ārpus tās un nokļūt telpā caur ventilācijas sistēmu, pa atvērtiem logiem, durvīm, dažādām

spraugām. Šo procesu sauc par infiltrāciju. Visbiežāk kaitīgie faktori summējas, tā pastiprinot kaitīgo efektu, piemēram, normālā situācijā gaistošie organiskie savienojumi iztvaiko lēni un efekts ilgst gadiem. Turpretī, ja iekštelpu temperatūra paaugstinās, šo vielu iztvaikošana paātrinās. Palielinoties gaisa mitrumam virs 70%, paātrinās mikroorganismu augšana. Šo dažādo simptomu kopums veido t.s. slimo ēku sindromu, kas visbiežāk nav specifisks un pastāvīgs, un kādā noteiktā telpā tas var stipri atšķirties.

Pēdējos gados pieaugošās cilvēku sūdzības par veselību un komfortu mudinājušas pievērst uzmanību telpu gaisa kvalitātes problēmai. Daudzi pētnieki cilvēku sūdzības par acu konjunktīvas un rīkles kairinājumu, kā arī nogurumu un koncentrēšanās grūtībām saista ar iekštelpu vidi. Tomēr vēl ir daudz neskaidru, līdz galam neizprastu un neizzinātu sakarību, kā arī pretrunīgu datu par šo sūdzību saistību ar telpas vidi. Pētījumos uzsvērts, ka slimo ēku sindromam ir multifaktoriāla etioloģija, kur ķīmiskie, fizikālie, bioloģiskie un psiholoģiskie faktori savstarpēji mijiedarbojas [4, 10, 11, 13, 19]. Apkopotajā Eiropas epidemioloģisko pētījumu analīzē (dati par 1980.–1995. gadu) par atopiskām slimībām (astmu, siena drudzi, rinītu, atopisko dermatītu) tiek secināts, ka viens no slimības izplatības un arī mirstības palielināšanās iemesliem ir iekštelpu un atmosfēras gaisa piesārņojums [25].

Iekštelpu gaisa piesārņojuma cēloņi ir:

- vielas, kas nonāk iekštelpās ar piesārņoto atmosfēras gaisu,
- telpu apdares materiālu un mēbeļu polimēru materiālu destrukcijas produkti,
- antropotoksīni,
- kurināmā un gāzes sadegšanas produkti,
- sadzīves ķīmijas produkti.

Gaisa sastāvs dzīvojamās un sabiedriskās telpās ir atkarīgs no atmosfēras jeb ārtelpu gaisa kvalitātes. Visām ēkām ir pastāvīga gaisa apmaiņa ar atmosfēras gaisu, un tajā esošie piesārņotāji ar dabīgo un mākslīgo vēdināšanu nokļūst iekštelpās. Slāpekļa dioksīda, sēra dioksīda, ozona, svina koncentrācija iekštelpu gaisā parasti ir mazāka nekā atmosfēras gaisā. Acetaldehīda, acetona, etanola, toluola, ksilola, etilbenzola, propilbenzola, etilacetāta koncentrācija iekštelpu gaisā piesārņojuma līmeni atmosfēras gaisā pārsniedz 1,8–4 reizes, bet atsevišķos gadījumos pat 10 un vairāk reizes [4]. Ja celtnes atrodas intensīvu transporta ceļu tiešā tuvumā, tad piesārņojuma līmenis var daudzkārt palielināties (sk. 16. att).

Iekštelpu apdares materiāli un mēbeles ir gatavoti, izmantojot polimēru materiālus. Kā rāda pētījumi, praktiski visi polimēru materiāli izdala apkārtējā vidē kaitīgas ķīmiskas vielas (monomērus, destrukcijas produktus, plastifikatorus, antioksidantus, polimerizācijas iniciatorus, antipirēnus, šķīdinātājus) [12, 26]. Sadzīvē visbiežāk sastopami polimēru materiāli, kurus pēc to izejvielām var iedalīt šādi:

- akrila materiāli (polimetilmetakrilāts jeb organiskais stikls u.c.);
- epoksīdmateriāli (epoksīdsveķi, epoksīdlīmes);
- fenola–formaldehīda vai karbamīna–formaldehīda materiāli (fenoplasti, aminoplasti);
- poliamīdu materiāli (neilons, kaprons);
- poliesteru materiāli (lavsāns, alkīdu lakas un krāsas);
- poliolefīnu materiāli (polietilēns, polipropilēns, polivinilhlorīds u.c.);
- polistirola un tā kopolimēru materiāli;
- elastomēru materiāli (gumija uz kaučuku bāzes u.c.).

Polimēru materiālu pārstrādes procesos rodas veselībai bīstami termodestrukcijas produkti (5. tab.), kas lietošanas laikā var izdalīties no tiem kā atlieku vielas. Šo materiālu destrukcija var notikt arī vides faktoru ietekmē.

5. tabula. Plastmasu termiskās destrukcijas produkti

Polimērs	Destrukcijas produkti
Polietilēns, polipropilēns	Nepiesātinātie ogļūdeņraži, formaldehīds, acetaldehīds, butanols, propanols, etiķskābe, propionskābe, acetons, etilēnoksīds, oglekļa monoksīds, oglekļa dioksīds
Polivinilhlorīds	Vinilhorīds, hlorūdeņradis, nepiesātinātie ogļūdeņraži
Polimetilmetakrilāts	Metilmetakrilāts (monomērs), butanols, etanols, etilacetāts, metilpropionāts, butēns
Polistirols	Stirols, α–metilstirols, benzols, etilbenzols, toluols, izopropilbenzols, dibutilftalāts, formaldehīds, oglekļa monoksīds
Polifenolformaldehīds (fenoplasts)	Fenols, formaldehīds, anilīns, acetons, metanols, izopropanols, benzols, toluols, *o*–ksilols, etanols, metilformiāts, acetaldehīds, amonjaks
Poliamīds (kaprons, neilons)	Kaprolaktāms, pirols, ciklopentanons, organiskie peroksīdi
Poliuretāni	Toluilēndiizocianāts, aromātiskie amīni, šķīdinātāji (ja lietoti)
Karbamīda sveķi	Formaldehīds, metanols, amonjaks (urīnvielas formaldehīda sveķu gadījumā)

Cilvēks dzīvības procesu norisē izdala apkārtējā vidē ap 400 vielu, ko dēvē par antropotoksīniem. Gaiss nevēdināmās telpās tiek piesārņots proporcionāli cilvēku skaitam un viņu atrašanās ilgumam telpā [3, 4, 25]. Antropotoksīni ir dažādas bīstamības pakāpes vielas. No tām izplatītākās ir dimetilamīns, sērūdeņradis, slāpekļa dioksīds, etilēnoksīds, acetons, etiķskābe, fenols, metanols, toluols, metilstirols, vinilacetāts, butilacetāts, metilacetāts, metiletilketons, butāns. Kā vienkāršāko iekštelpu gaisa tīrības rādītāju izmanto galvenās gāzes, ko izelpojot izdala cilvēks, – oglekļa dioksīda CO_2 – koncentrāciju (sk. 6.1.8. nod.).

Iekštelpu gaisā uzkrājas piesārņotāji, kas rodas sadzīvē, piemēram, degot kurināmajam, arī gāzei, un gatavojot pārtiku. Plaši izplatīts gaisu piesārņojošs avots ir smēķēšana, kuras laikā izdalās vairāk nekā 180 dažādu ķīmisku vielu. Šajos procesos telpās izdalās oglekļa oksīds, oglekļa dioksīds, slāpekļa oksīdi, sēra oksīdi, formaldehīds, nikotīns, putekļu un kvēpu daļiņas, kas satur arī policikliskos aromātiskos ogļūdeņražus (t.sk. 3,4-benzpirēnu) u.c. [4, 23, 26, 27]. Iekštelpu gaisa piesārņojumu papildina dažādi sadzīves ķīmijas līdzekļi, ko lieto telpu uzkopšanai: veļas pulveri, mazgāšanas, dezinfekcijas un deratizācijas līdzekļi u.c. Gaisa piesārņojuma avots mājās var būt arī darba apģērbs, ja tas netiek tīrīts darba vietā atbilstoši labai darba drošības un veselības aizsardzības praksei.

Arī dažāds mikrobioloģiskais piesārņojums (pelējums, sēnes, vīrusi, baktērijas, sporas) izraisa iekštelpu gaisa kvalitātes pasliktināšanos [6, 17]. Tā cēlonis var būt nepareiza gaisa ventilācija un mitrums, arī mājdzīvnieki un dekoratīvie putni. Sīkāk šis jautājums iztirzāts nodaļā par bioloģisko piesārņojumu.

Telpu gaisa kvalitātes izpēte un riska faktoru analīze ļauj izprast to iespējamo, nelabvēlīgo ietekmi uz cilvēku veselību un labsajūtu telpā, kā arī identificēt galvenos traucējošos faktorus

un ieskicēt nepieciešamos problēmas risinājumus. Iekštelpu gaisa piesārņojums veicina akūtas respiratoriskas infekcijas slimības maziem bērniem, bronhiālās astmas saasināšanos, hroniskas plaušu slimības un ļaundabīgos audzējus pieaugušajiem. Pēc Pasaules Bankas pētījuma datiem, jaunattīstības valstīs 10% kopējo slimību daudzuma izraisa iekštelpu gaisa piesārņojums [27].

6.2.3. GAISA PIESĀRŅOJUMA NOVĒRTĒŠANAS PRINCIPI

6.2.3.1. Piesārņojuma avotu un apjoma identifikācija

Latvijā ārtelpu gaisa klasisko piesārņotāju (sēra dioksīda, slāpekļa dioksīda, putekļu daļiņu, ozona, oglekļa oksīda, benzola, svina) novērtējums notiek pēc vienotas programmas. To realizē Valsts hidrometeoroloģijas aģentūra, un informāciju par gaisa kvalitāti saistībā ar šīm vielām var iegūt Latvijas Vides aģentūras datu bāzē. Lai novērtētu gaisa kvalitāti pilnībā un identificētu visas piesārņojošās vielas konkrētā vietā, jāiegūst informācija par iespējamiem piesārņojuma rašanās avotiem. Gaisa piesārņojuma novērtēšanu sāk ar informācijas vākšanu par kaitīgo ķīmisko vielu varbūtējo izdalīšanos (emisiju) apkārtējā vidē. Emisijas inventarizācija var būt:

- vienkārša (nosaka atsevišķu emisijas avotu, konkrētu tehnoloģisko operāciju, lietotos materiālus, ražošanas apjomu gadā, bet nesalīdzina to ar citiem līdzīgiem procesiem, neapskata iespējamos blakus emisijas avotus);
- kompleksa (novērtē kompleksi visu ražošanu uzņēmumā, apgabalā, pagastā, pilsētā, valstī, izvērtē visus emisijas avotus, analizē pēc iespējas pilnīgu informāciju arī no analogiem pētījumiem). Faktoru novērtēšanas pilnīguma pakāpi nosaka mērķis un uzdevums, kā arī pieejamie informācijas avoti.

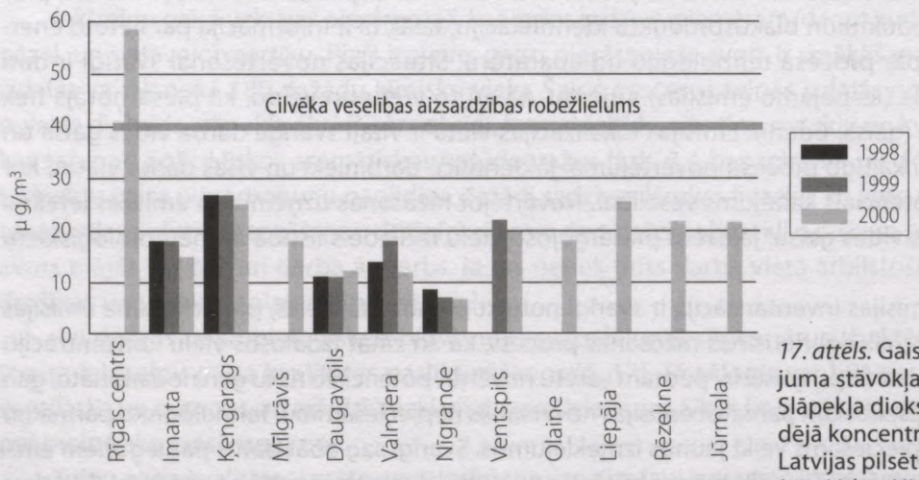
Kaitīgā faktora identifikācija, novērtējums un kontrole ir trīs pamatsoļi piesārņojuma emisijas riska izvērtēšanā. Ražošanas procesos tas sākas ar izejmateriālu, starpproduktu, procesu, galaproduktu un blakusproduktu identifikāciju; tālāk tā ir informācija par lietoto enerģijas avotu, par procesa tehnoloģiju un aparatūru. Situācijas novērtēšanai svarīgi ir dati par ražošanas (iespējamo emisijas) apjomu, kā arī to vietu un veidu, kā piesārņotājs tiek izvadīts vidē (gaisā, ūdenī). Emisijas lokalizācijas vieta ir vitāli svarīga darba vides gaisa un arodveselībai kaitīgo procesu novērtējumā: jāidentificē darbinieki un visas darba vietas, kur iespējams potenciāls kaitējums veselībai. Novērtējot ražošanas uzņēmumu emisijas ietekmi uz apkārtējās vides gaisu, jāievēro piesārņojošo vielu izkliede saistībā ar meteoroloģiskiem apstākļiem.

Tātad emisijas inventarizācijā ir svarīgi noteikt piesārņotājvielas, piesārņojuma emisijas vietu un laiku, cik ilgi norisinās ražošanas process, kā arī zināt izdalošos vielu koncentrāciju darba vides un ārtelpu gaisā, lai pēc tam varētu novērtēt potenciālo risku gan nodarbināto, gan iedzīvotāju veselībai un pamatot emisijas novēršanas nepieciešamību. Tehnoloģisko pārmaiņu gadījumā nepieciešams veikt jaunus izmeklējumus. Svarīgi saglabāt datus par iegūtiem emisijas novērtējumiem. Tie nākotnē var būt ļoti noderīgi, veicot retrospektīvus epidemioloģiskus pētījumus.

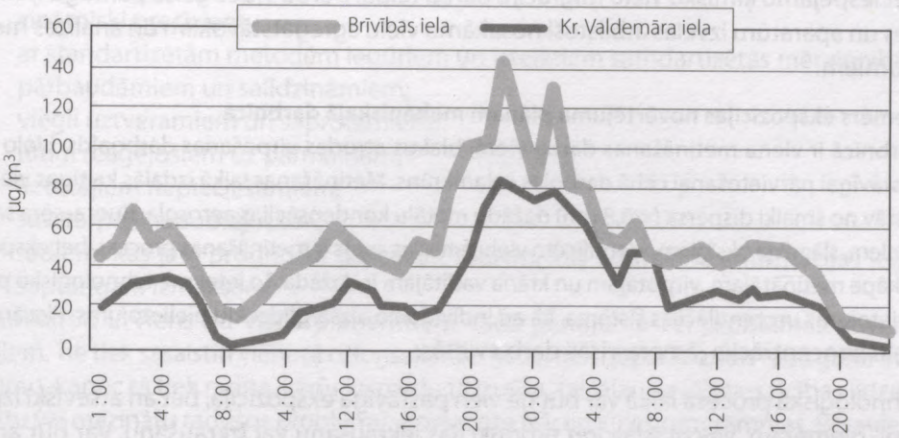
6.2.3.2. Tiešs un netiešs piesārņojošo vielu ekspozīcijas novērtējums

Iepriekš identificēto vielu emisija gaisā izraisa potenciālu nodarbināto vai iedzīvotāju ekspozīciju. Emisiju var kvalitatīvi un kvantitatīvi izvērtēt:

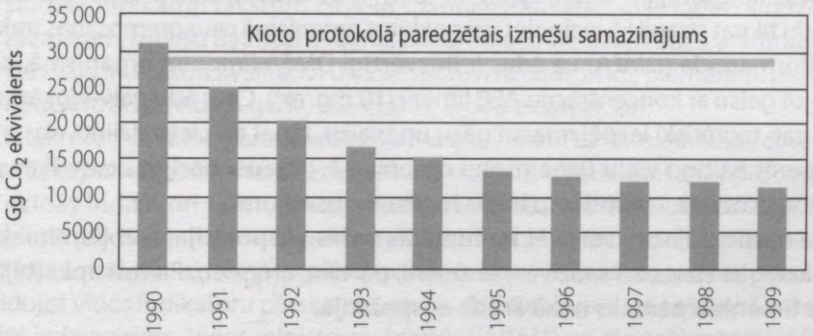
1) veicot tiešus mērījumus, kuros nosaka ķīmiskās vielas un to koncentrāciju gaisā. Mērījumus realizē, veicot vielas koncentrācijas nepārtrauktu monitoringu (ārtelpu gaisa klasisko piesārņotāju mērījumi, piemēram, 17. un 18. attēls par NO_2, SO_2 gada vidējo koncentrāciju, arī augstas bīstamības vielu nepārtraukta kontrole ražošanas procesā) vai veicot piesārņotāja koncentrācijas noteikšanu konkrētā laika intervālā (8 stundu, īslaicīga, atsevišķa darba procesa laikā), novērtējot ekspozīciju darba vidē. Reprezentativitāti nodrošina procesa atbilstības saglabāšana paraugu ņemšanas laikā;
2) netieši, novērtējot tehnoloģisko procesu materiālu bilanci vai nosakot ražotās produkcijas apjomu, kas empīriski saistīts ar emisiju, vai izmantojot informāciju par atsevišķu uzņēmumu izmešiem gaisā. Latvijas Vides aģentūras datu bāzē ir apkopota informācija par emisiju stacionārajos avotos (rūpniecības un enerģētikas nozares uzņēmumos) (19. att.). Transporta radīto piesārņojumu netieši novērtē pēc transportlīdzekļu veida, daudzuma, vecuma un tehniskiem rādītājiem, kas nodrošina izplūdes gāzu attīrīšanu, un patērētās degvielas. Piemēram, 2001. gadā transporta radītās gaisu piesārņojošās vielas no kopapjoma veido: siltumnīcas efektu izraisošās gāzes (23%), slāpekļa oksīdi (58%), nemetāna gaistošie organiskie savienojumi (31%), sēra dioksīds (16%) [16];
3) nosakot emisijas vielu (metālu, noturīgo organisko piesārņotāju, pesticīdu) uzkrāšanos augos, augsnē, ūdenī. Veikti daudzi pētījumi, arī Latvijā un Igaunijā, par transporta un metalurģisko ražotņu gaisa piesārņojuma uzkrāšanos vides objektos [20, 23]. Metālu izsēšanās monitoringa rezultāti rāda piesārņojuma līmeņa samazināšanos 1995. gadā salīdzinājumā ar 1989. gadu. Pēdējos desmit gados nozīmīgi ir izmainījies arī piesārņojuma izkliedes areāls [20]. Piemēram, palielinājusies svina, cinka un kadmija koncentrācija sūnās *Pleurozium schereberi* un priežu skujās Liepājas apkārtnē un paaugstinātais hroma līmenis skujās Brocēnu apkārtnē salīdzinājumā ar pārējo Latvijas teritoriju parāda attiecīgi metalurģiskā uzņēmuma un cementa ražotnes emisijas ietekmi uz gaisa piesārņojumu ar metāliem.



17. attēls. Gaisa piesārņojuma stāvokļa indikators. Slāpekļa dioksīda gada vidējā koncentrācija (µg/m³) Latvijas pilsētu gaisā (pēc Valsts Hidrometeoroloģijas pārvaldes datiem)



18. attēls. Gaisa piesārņojuma stāvokļa indikators. Ozona koncentrācijas monitorings: izmērītā ozona koncentrācija (µg/m³) gaisā Rīgā mērstacijās Brīvības un Valdemāra ielā (pēc Rīgas domes Vides departamenta datiem)



19. attēls. Piesārņojuma emisijas slodzes indikators. Siltumnīcas efektu izraisošo gāzu izmeši, izteikti kā kopējā oglekļa dioksīda emisija gaisā (pēc Latvijas Vides aģentūras datiem)

Aroda ekspozīcijas novērtējuma mērķis ir aizsargāt strādājošos un pārējās sabiedrības veselību no piesārņotājvielu kaitīgās iedarbības. Cilvēks savā darba dzīvē (kas var būt pat 40 un vairāk gadu) var saskarties ar dažādām potenciāli kaitīgām ķīmiskām vielām. Ekspozīcija var būt regulāra, neregulāra, dažāda ilguma u.tml. Tādēļ emisijas novērtēšanas konkrētais uzdevums ir raksturot ekspozīcijas vietu, laiku un ilgumu. Visi piesārņojuma mērījumi un analīzes ir saistīti ar saņemtās devas noteikšanu un novērtējumu, kādu kaitējumu veselībai šī deva var izraisīt.

Piesārņojuma novērtēšanas stratēģiju veido atbilstoši ražošanas procesam. Nepieciešams noteikt tehnoloģiskajā procesā iesaistītās kaitīgās vielas, lai pēc iespējas objektīvi novērtētu aroda ekspozīciju (ķīmiskā faktora iedarbības līmeni) uz strādājošo. Pārsvarā darba procesi ir atkārtojošos tehnoloģisku operāciju kopums, kas ģenerē piesārņojumu apkārtējā vidē un tālāk izraisa strādājošā ekspozīciju. Ķīmisko vielu koncentrācija jānovērtē darbinieka elpošanas zonā

visas darba maiņas laikā, nodrošinot procesu adekvātumu paraugu ņemšanas laikā. Svarīgi novērtēt iespējamo ķīmisko vielu migrāciju darba telpā. Darba vides gaisa paraugu ņemšanas metodes un aparatūru izvēlas atbilstoši nosakāmo vielu agregātstāvoklim un analīzes metodes nosacījumiem.

Piemērs ekspozīcijas novērtējuma plānam mehāniskajā darbnīcā
Darbnīcā ir viena metināšanas darba vieta, blakus atrodas virpošanas darbgalds. Lielo detaļu pastāvīgai pārvietošanai cehā darbojas ceļamkrāns. Metināšanas laikā izdalās kaitīgas vielas, kas sastāv no smalki dispersa (< 0,8 μm) dažādu metālu kondensācijas aerosola, fluora, sēra savienojumiem, slāpekļa oksīdiem. Identificēto vielu emisijas avots ir metināšanas process, bet ekspozīcijas pakāpe metinātājam, virpotājam un krāna vadītājam ir dažāda. To ietekmē tehnoloģisko procesu izvietojums un ventilācijas sistēma, kā arī individuālo aizsarglīdzekļu pielietojums. Piesārņojošo vielu koncentrācija jāmēra visās darba vietās.

Tehnoloģiskā procesa laikā var būt ne vien pastāvīga ekspozīcija, bet arī atsevišķi izplūdes gadījumi, piemēram, veicot īslaicīgu produkcijas iekraušanu vai izkraušanu. Var būt arī **ražošanas negadījumu un avāriju izplūdes.** Šādu neparedzētu gadījumu ekspozīcijas novērtējums var būt daudz grūtāks nekā tad, ja novērtē regulāru tehnoloģisko procesu.

Strādājošais var tikt pakļauts ekspozīcijai, ne tikai ieelpojot kaitīgo vielu, bet arī šai vielai **uzsūcoties caur ādu**, piemēram, šķīdinātājiem, it īpaši taukos šķīstošiem ogļūdeņražiem, kā arī ķīmiskās tīrītavās lietototajam trihloretilēnam (perhloretilēnam). Dažas vielas (amīni, nitrili) uzsūcas caur ādu tikpat strauji kā ieelpojot vai nokļūtot organismā caur gremošanas traktu. Daži pilieni dimetilformamīda (DMFA) uz ādas ir līdzvērtīgi DMFA līmenim organismā, kādu tas sasniedz, elpojot gaisu ar koncentrāciju AER līmenī (10 mg/m^3). Caur ādu galvenokārt uzsūcas šķīdumi, kaut gan teorētiski iespējama arī gāzu un tvaiku, tāpat arī cieto daļiņu, absorbcija.

Nevar ignorēt kaitīgo vielu uzņemšanu organismā, **nejauši norijot** atsevišķas putekļu daļiņas, vai ēdot, ja netiek ievēroti vispārējās higiēnas nosacījumi.

Bez aroda ekspozīcijas pastāv vēl **komunālās vides ekspozīcija**, kad darbinieks ārpus darba saņem kaitīgās vielas arī sadzīvē – ar ūdeni, pārtiku, arī gaisu. Parasti apkārtējās vides **piesārņojuma līmenis ir zemāks nekā aroda ekspozīcija.**

6.2.3.3. Vides piesārņojuma indikatori un to cēloņsakarības

Vienota vides informācijas sistēma apkopo datus par vides kvalitāti, uztur datu bāzes un sniedz informāciju par vides stāvokli. Latvijas Vides ministrijā (bijušajā VARAM) ir izveidota Latvijas Vides aģentūra, kuras galvenais mērķis ir veidot vides informācijas sistēmu un ES normatīvo aktu prasībām atbilstošu vides kvalitātes testēšanas laboratorijas sistēmu.

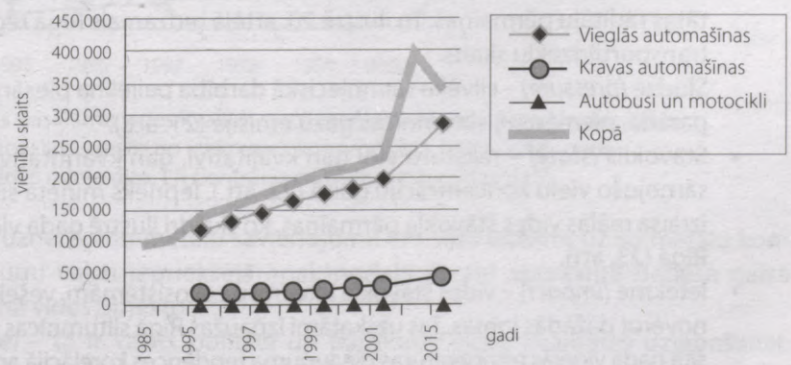
Lai novērtētu vides, arī gaisa, kvalitāti un varētu to salīdzināt ar dažādiem reģioniem un valstīm, kā arī nodrošināt lēmumu pieņēmējus ar konkrētu, uz reprezentatīviem datiem balstītu informāciju, nepieciešama vienota vērtējuma sistēma un rādītāji. Jau vismaz 20 gadu tiek praktizēti ilgstoši zinātniski vides novērojumi (dažādi monitoringi), kuru datus izmanto vides piesārņojuma raksturošanai. 20. gadsimta 90. gados attīstījās jauna pieeja problēmas noskaidrošanā, izpētot cēloņsakarību. Cēloņsakarības principa realizēšanai izmanto **indikatorus**, t.i., konkrētus rādītājus, kas zinātniski pamatoti raksturo vērtējamo problēmu. Indikatoriem tiek izvirzītas noteiktas metodiskas prasības, lai, publicējot un izvērtējot tos dažādos pārskatos, speciālisti un valstis savā starpā saprastos. Tiem jābūt:

- ticamiem;
- jāpārstāv noteikts laika posms un reģions;
- zinātniski precīziem;
- ar standartizētām metodēm iegūtiem un izteiktiem satndartizētās mērvienībās;
- pārbaudāmiem un salīdzināmiem;
- viegli uztveramiem un saprotamiem;
- jutīgi reaģējošiem uz pārmaiņām;
- lietotājiem nepieciešamiem;
- savstarpēji nedublējošiem;
- tādiem, kas ļauj prognozēt procesus; tādiem, kas nodrošina informācijas ieguvi par saprātīgām izmaksām.

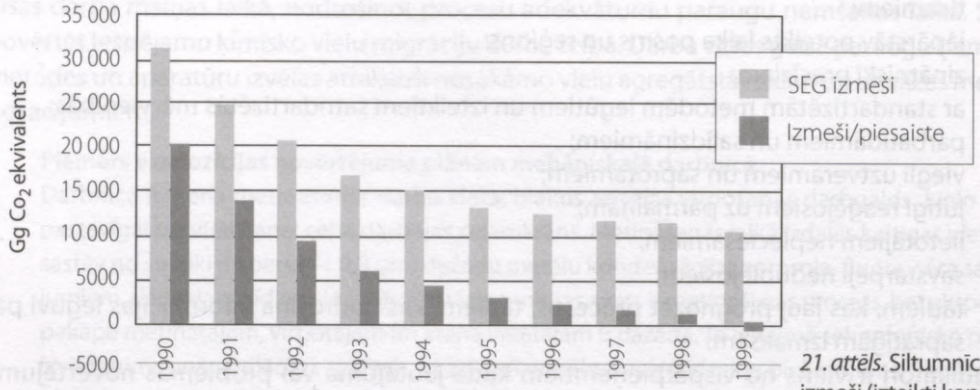
Indikatori ir viens no vispārpieņemtiem kāda jautājuma vai problēmas novērtējuma līdzekļiem. Tie tiek sasaistīti vienotā cēloņsakarību ķēdē, tiem jāparāda, kas rada gaisa kvalitātes problēmu, kāpēc tā tiek radīta, kādu iespaidu tā izraisa, tai jāļauj izvēlēties rīcības līdzekļus, lai novērstu vai mazinātu radušos problēmu. Apvienoto Nāciju Vides programmas, Pasaules Banka un Savstarpējās Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācija (angliski *Organization for Economic Co-operation and Development* jeb *OECD*) izmanto 5 fāžu indikatoru modeli, kur katra fāze nosaka nākamo. Katras fāzes būtību izsaka atbilstoši indikatori:

- virzošo spēku indikatori ir sociālekonomiskie faktori, kas veicina vides kvalitātes rādītāju pārmaiņas;
- slodzes indikatori raksturo cilvēka saimnieciskās darbības radīto slodzi vidē, un tie ir, piemēram, izmešu daudzums gaisā, piesārņojošo vielu noplūdes, atkritumu ražošana u.c.;
- stāvokļa indikatori kvalitatīvi un kvantitatīvi raksturo vidi, piemēram, piesārņojošo vielu koncentrācija (vidējā gada, diennakts, aroda ekspozīcija);
- ietekmes indikatori parāda vides pārmaiņu ietekmi uz ekosistēmām, cilvēka veselību vai vidi kopumā (saslimstība, izzūdošo sugu skaits, paskābināšanās procesi u.c.);
- rīcības indikatori raksturo valsts politiku vides kvalitātes uzlabošanā un pasākumus piesārņojošo vielu izmešu samazināšanai, ilgtspējīgai valsts attīstībai, piemēram, investīcijas, nodokļu sistēmas – piesārņotāja maksas ieviešana, soda nauda u.c.

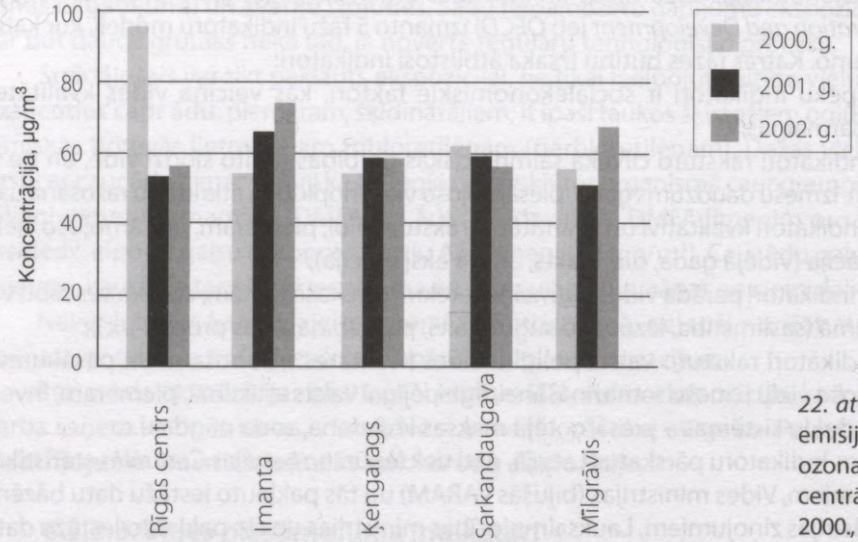
Veidojot vides indikatoru pārskatus Latvijā, dati tiek iegūti no Latvijas Centrālās statistikas pārvaldes izdevumiem, Vides ministrijas (bijušās VARAM) un tās pakļauto iestāžu datu bāzēm, Ekonomikas ministrijas ziņojumiem, Lauksaimniecības ministrijas un tās pakļauto iestāžu datu bāzēm, Labklājības ministrijas un tās pakļauto iestāžu datu bāzēm, pašvaldībām, citām valsts institūcijām, monitoringu pārskatiem, zinātniskiem pētījumiem.



20. attēls. Rīgā reģistrēto un prognozēto transportlīdzekļu skaits (CSDD dati)



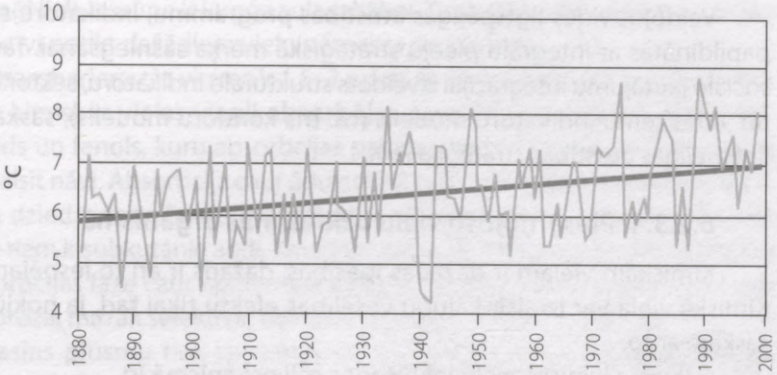
21. attēls. Siltumnīcas gāzu izmeši (izteikti kopējā CO_2 formā) (pēc Latvijas Vides aģentūras datiem)



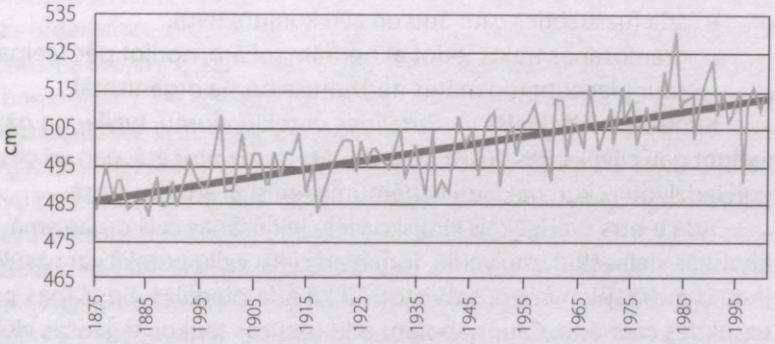
22. attēls. Piesārņojuma emisijas slodzes izraisītā ozona gada vidējā koncentrācija (µg/m³) Rīgā 2000., 2001. un 2002. gadā

Raksturīgākie atsevišķo indikatoru piemēri:

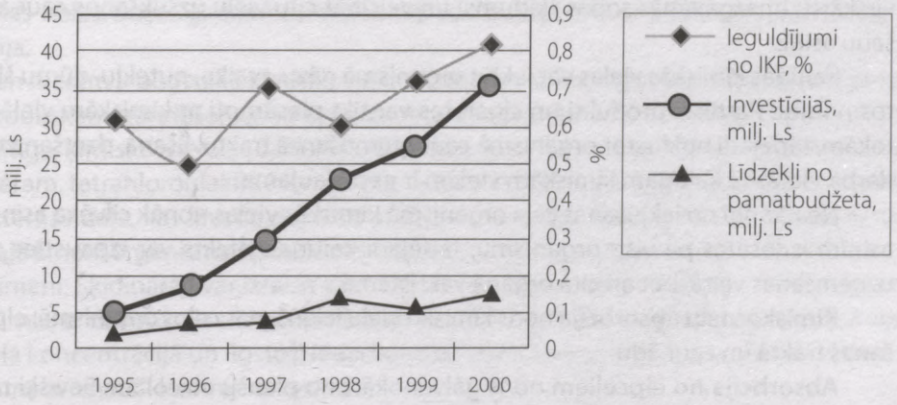
- Virzošie spēki *(driving forces)* – automašīnu skaita pieaugums var veicināt gaisa kvalitātes rādītāju pārmaiņas. To ilustrē 20. attēlā redzamais Rīgā reģistrēto un prognozēto transportlīdzekļu skaits.
- Slodze *(pressure)* – cilvēka saimnieciskā darbība palielina piesārņojuma izplūdi vidē. To parāda, piemēram, siltumnīcas gāzu emisija (21. att.).
- Stāvoklis *(state)* – raksturo vidi gan kvalitatīvi, gan kvantitatīvi ar slodzes radīto piesārņojošo vielu koncentrāciju gaisā (22. att.). Iepriekš minētā siltumnīcas gāzu emisija izraisa reālās vides stāvokļa pārmaiņas, ko skaidri ilustrē gada vidējā gaisa temperatūra Rīgā (23. att).
- Ietekme *(impact)* – vides stāvokļa ietekmi uz ekosistēmām, veselību vai vidi kopumā var novērot dažādās jomās. Tas uzskatāmi izpaužas Rīgā siltumnīcas efektu radītā gāzu izraisītā gada vidējās temperatūras pieauguma tendences korelācijā ar ūdens līmeņa paaugstināšanos Daugavgrīvā (24. att.), kas 20 gadu laikā ik gadu ir paaugstinājies par 1,2 cm.



23. attēls. Gada vidējā gaisa temperatūra Rīgā (pēc Latvijas Hidrometeoroloģijas aģentūras datiem)



24. attēls. Gada vidējā ūdens līmeņa pārmaiņas Daugavgrīvā (Latvijas Hidrometeoroloģijas aģentūras dati)



25. attēls. Rīcības pasākumi vides kvalitātes uzlabošanai. Investīcijas vides kvalitātes uzlabošanai latos un % no iekšzemes kopprodukta 1995.–2000. gadā (Vides ministrijas, LR Centrālās statistikas pārvaldes dati)

Dažu rūpniecības uzņēmumu metālu savienojumu emisijas ietekmi uz šo metālu koncentrāciju apkārtējā augu valstī iepriekšējā apakšnodaļā ilustrē aprakstītā netiešā gaisa piesārņojuma noteikšana vides objektos.

- Rīcība *(response)* – tā ir valsts politika un pasākumi vides kvalitātes uzlabošanai. Piemēram, šo rīcību varam noteikt pēc ieguldītiem līdzekļiem un investīcijām, pēc līdzekļiem vides kvalitātes uzlabošanai (25. attēls).

Veidojot vides ilgtspējīgas attīstības programmu, indikatoru sistēmas tiek attīstītas un papildinātas ar integrālu pieeju stratēģiskā mērķa sasniegšanai. Tautsaimniecības, vides un sociālo jautājumu integrācijai izveidots strukturālo indikatoru, sektorālo integrācijas indikatoru un vides tēmu indikatoru modelis (t.s. trīs koridoru modelis), saskaņā ar kuru tiek realizēta ilgtspējīgas attīstības stratēģija [16].

6.2.3.4. Piesārņojošo vielu uzkrāšanās organismā

Ķīmiskām vielām ir dažādas īpašības, dažāds ir arī to iespējamais kaitējums veselībai. Ķīmiskā viela var izraisīt kaitīgu veselības efektu tikai tad, ja nokļūst organismā vai nonāk saskarē ar to.

Galvenie ķīmisko vielu **iekļūšanas ceļi organismā** ir:

- elpceļi (ieelpojot),
- āda (uzsūcoties caur ādu un acu konjunktīvu),
- gremošanas trakts (ēdot ar netīrām rokām, norijot pēc ieelpas),
- caur placentu (no mātes nedzimuša bērna organismā).

Ķīmiskās vielas gaisā var izdalīties putekļu, dūmu, tvaiku un gāzu veidā. Tādējādi tās var ieelpot gan cilvēks, kas tieši ir nodarbināts darba procesā, gan arī cits, kas atrodas darba telpā, gan iedzīvotāji, kuri pakļauti uzņēmuma emisijai ārtelpu gaisā.

Āda ir otrs svarīgākais ķīmisko vielu iekļūšanas ceļš organismā. Parasti caur ādu uzsūcas ķīmiskās vielas šķīdumu veidā. Tomēr arī cietu vielu putekļi var uzsūkties caur ādu, it īpaši tad, ja tā ir mitra, piemēram, sasvīstot. Tā kā āda piedalās elpošanas procesā, tad arī gāzes var uzsūkties caur ādu. Caur nebojātu ādu uzsūcas taukos šķīstošās vielas (halogēnogļūdeņraži, fosfororganiskie pesticīdi, amīni, aromātiskie ogļūdeņraži). Dažas vielas var mīkstināt ādas virskārtu (mazgājamās sodas šķīdums) un veicināt citu vielu uzsūkšanos caur ādu un nonākšanu asinīs.

Kaitīgās ķīmiskās vielas var iekļūt organismā gāzu, tvaiku, putekļu, dūmu šķīdumu veidā, tos norijot. Pārtikas produkti un cigaretes var tikt piesārņoti ar ķīmiskām vielām no netīrām rokām, tādējādi nokļūstot organismā caur gremošanas traktu. Ēšana, dzeršana un smēķēšana darba vietās ar kaitīgām ķīmiskām vielām ir nepieļaujama.

Neatkarīgi no iekļūšanas ceļa organismā ķīmiskās vielas nonāk cilvēka asinsritē un tiek ar asinīm iznēsātas pa visu organismu, tādējādi kaitīgais efekts var izpausties ne tikai vielas uzņemšanas vietā, bet arī citā orgānā vai sistēmā.

Ķīmisko vielu absorbcija noris ķīmisko vielu iekļūšanas ceļos organismā: elpceļos, gremošanas traktā un caur ādu.

Absorbcija no elpceļiem noris galvenokārt no plaušu alveolām. Sevišķi raksturīgi tas ir gāzēm (slāpekļa oksīdiem, oglekļa oksīdam, sēra dioksīdam) un gaistošo šķīdinātāju (benzols, hloroforms, tetrahlorogleklis) tvaikiem. Absorbcijas spēju nosaka lielais alveolu laukums (100 m^2), asins plūsma un asinsvadu tuvums alveolāram gaisam. Absorbcijas pakāpe atkarīga no vielas šķīdības asinīs: labāk šķīstošām tā ir straujāka. Gāzes, kas nepaspēj absorbēties, elpojot tiek izvadītas ārā. Šķīduma aerosoli un suspendētās daļiņas atkarībā no daļiņu lieluma var tikt absorbētas dažādās elpceļu daļās.

Uzņemot ķīmiskās vielas **organismā caur gremošanas traktu, norijot** ar barību, siekalām, ūdeni vai medikamentiem, tās var izraisīt kairinājumu barības vadā, bet var arī neizraisīt toksisku efektu, kamēr nav absorbētas. Ķīmisko vielu absorbcija no gremošanas trakta noris visā tā garumā, kaut gan mutes dobums un resnā zarna ir mazāk raksturīgas to uzsūkšanās vietas.

Absorbcijas procesos kuņģī liela nozīme ir kuņģa sulas skābei. Tievajās zarnās vielām ir garāks kontakta laiks, kas ļauj aktīvi notikt dažādiem vielu pārneses procesiem.

Āda ir organisma aizsargbarjera; tās virsma ir 1,5–2 m^2 un to var uzskatīt par lielāko cilvēka ķermeņa orgānu. Dažas ķīmiskās vielas viegli **absorbējas caur ādu,** piemēram, tetrahlorogleklis, dimetilformamīds un fenols, kuru absorbcijas pakāpe var būt tik liela, ka var izraisīt akūtu saindēšanos un izraisīt nāvi. Absorbcija caur ādu notiek caur epidermas un dermas slāni, matu folikuliem, sviedru dziedzeriem. Epidermas slānis ir relatīvi plāns 0,1–0,2 mm, dermas biezums ir ap 2 mm. Zem tiem ir subkutānie audi. Ķīmiskās vielas absorbcijai caur ādu svarīgākā ir pirmā perkutānās absorbcijas fāze caur epidermas slāni; to vieglāk pārvar lipīdos šķīstošās vielas. Derma ir vairāk poroza, mazāk selektīva, tajā pastāv ūdens difūzijas vide.

Ķīmiskās vielas ar asins plūsmu tiek iznēsātas pa visu organismu. To **sadalījums pa orgāniem** atkarīgs no asins plūsmas caur orgānu, no tā, cik viegli ķīmiskā viela šķērso kapilāru barjeru un šūnu membrānas, kā arī no tā, cik liela ir orgāna komponentu tieksme pēc šās vielas. Šīs īpašības nosaka vielas iedarbības specifiskumu uz organismu. Ķīmisko vielu sadalījumā organismā nozīme ir organisma barjerām (asins un smadzeņu jeb hematoencefāliskai barjerai, placentārai barjerai, acu barjerai u.c.), kas ietekmē vielu **saistīšanos** un **uzkrāšanos** organismā. Piemēram, toksikantu spēja uzsūkties smadzeņu audos ir atkarīga no to šķīdības lipīdos – tajos šķīstošais dzīvsudraba organiskais savienojums metilmerkurijs ātri sasniedz smadzenes, un tas galvenokārt ietekmē nervu sistēmu, turpretī dzīvsudraba neorganiskie savienojumi, kas nešķīst taukos, nevar viegli iespiesties smadzeņu šūnās, bet galvenokārt kaitīgi ietekmē nieru darbību.

Pēc absorbcijas ķīmiskās vielas sāk **cirkulēt organismā** un var sasniegt visas ķermeņa daļas un orgānus, arī aknas, kas ir svarīgākais ķīmisko vielu detoksikācijas orgāns, pārvēršot ķīmiskās vielas mazāk toksiskās vielās vai tādās, ko organisms var izmantot. Šo biotransformācijas procesu sauc par metabolismu. **Biotransformācija** var būt vielas detoksikācija, kad izveidojas mazāk toksiskas vielas. Dažos gadījumos metabolīti vai konjugāti kļūst toksiskāki, jo ir notikusi to bioaktivācija.

Aknām un nierēm ir augstākā ķīmisko vielu saistīšanas spēja organismā. Tas saistīts ar šo orgānu metaboliskām atindēšanas un izvades (ekskrēcijas) funkcijām. Aknās notiek asinīs nonākušo kaitīgo ķīmisko vielu sadalīšanās. Daudzas ķīmiskās vielas kaitīgi iedarbojas uz aknām, piemēram, tetrahlorogleklis, hloroforms, tetrahloretilēns, vinilhlorīds, alkohols. Nieres ir urinārās sistēmas daļa, kas izvada dažādas ar asinīm atnestas atkritumvielas. Nieres uztur nepieciešamajā līmenī organisma šķīdumu osmotisko spiedienu, nepieciešamo sāļu līdzsvaru un asins pH līmeni. Šķīdinātāji var izraisīt kairinājumu un vājināt nieru funkciju. Par kaitīgāko ķīmisko vielu nieru disfunkcijas izraisīšanā tiek uzskatīts tetrahlorogleklis. Arī šķīdinātājs terpentīns lielā koncentrācijā un ilgstoši iedarbojoties izraisa nieru bojājumus. Negatīvi nieru darbību ietekmē arī metāli kadmijs un svins.

Ķīmiskās vielas, kas veido mazšķīstošus savienojumus ar fosforu (svins, stroncijs, alumīnijs, berīlijs, urāns, fluorīdi), uzkrājas kaulos, izspiežot dabiskos kaulaudu elementus, piemēram, svins un stroncijs var aizvietot kalciju.

Ķīmiskās vielas pēc absorbcijas, sadalīšanās un saistīšanās organismā tiek izvadītas neizmainītā veidā vai arī kā metabolīti pēc vielu biotransformācijas. Galvenais **izvadīšanās ceļš** ir ar urīnu caur nierēm. Dažām vielām arī aknas un plaušas ir svarīgi izvadorgāni. Pastāv arī citi izvadīšanās ceļi. Nieres izvada ķīmiskās vielas no organisma ar urīnu. Aknas ir svarīgs izvadorgāns augstas polaritātes komponentiem, kas izveidojuši konjugātus ar plazmas proteīniem un augstmolekulārām vielām (molekulas masa lielāka par 300). Šīs vielas izdalās no aknām ar žulti, bet no organisma – ar izkārnījumiem.

Vielas, kas organismā ir gāzes fāzē, strauji tiek izvadītas, izelpojot gaisu caur plaušām. Gaistošie šķīdumi, piemēram, hloroforms un halotāns, sakarā ar to deponēšanos taukaudos un ierobežoto ventilācijas tilpumu tiek izvadīti lēnām.

Neliela daļa ķīmisko vielu var tikt izvadītas difūzijas ceļā ar sviedriem, siekalām un mātes pienu. Vielas, kas izdalās siekalās, visbiežāk nonāk gremošanas traktā. Ķīmiskās vielas difūzijas ceļā var izdalīties arī gremošanas traktā, jo gan kuņģis, gan tievās zarnas (katrs) dienā izdala ap 3 l šķīduma. Ķīmisko vielu difūzija mātes pienā ir nozīmīga, ja māte zīda bērnu. Tā kā pienam ir nedaudz skāba reakcija, tad bāzisko komponentu tajā ir vairāk nekā plazmā, arī taukos šķīstošas vielas (hlororganiskie un fosfororganiskie pesticīdi, polihlorētie bifenili) mātes pienā sasniedz augstāku līmeni.

Ķīmisko vielu izraisīto kaitīgo efektu noteikšanas galvenie toksikometriskie rādītāji

Ķīmiskās vielas izraisītais kaitīgais efekts ir atkarīgs no vielas toksicitātes (vielas bīstamības) un ekspozīcijas pakāpes. Toksicitāte ir katras vielas specifiska īpašība, bet ekspozīcija ir atkarīga no vielas lietošanas veida. Ekspozīcijas līmeni nosaka ķīmiskās vielas koncentrācija un kontakta laiks.

Ķīmiskās vielas toksiskās iedarbības intensitāte un daba ir atkarīga no vielas koncentrācijas kritiskos orgānos, t.i., šās vielas iedarbībai specifiski jutīgos orgānos vai sistēmās. Koncentrācija atkarīga ne tikai no uzņemtās devas, bet arī no toksikokinētiskiem parametriem: **vielas absorbcijas, sadalīšanās, saistīšanās un izvadīšanās.** Ķīmisko vielu uzsūkšanās, sadalīšanās, metabolisma un izdalīšanās procesus organismā apzīmē ar terminu **toksikokinētika**, bet organisma reakciju uz ķīmisko vielu un tās izraisīto efektu – par **toksikodinamiku**. Ķīmisko vielu toksisko efektu dabas un iedarbības mehānismu uz dzīviem organismiem un citām bioloģiskām sistēmām pētī toksikoloģija, kuras pētījumu mērķis ir noteikt kaitīgo efektu, ko izraisa ķīmiskā viela dažādā koncentrācijā, un noteikt nekaitīgo vielas iedarbības līmeni. Lai to realizētu, nepieciešams iegūt informāciju par:

- vielas fizikālķīmiskām īpašībām, to iekļūšanas ceļiem organismā;
- bioloģiskām sistēmām, kas var tikt skartas;
- kaitīgiem efektiem, ko viela var izraisīt;
- ekspozīcijas pakāpi (deva, laiks, apstākļi).

Kaitīgo ķīmisko vielu ekspozīcijas (it īpaši aroda ekspozīcijas) nodarītā veselības kaitējuma novērtējumam var izmantot bioloģisko paraugu analīzi jeb **biomonitoringu**: organismā uzņemto ķīmisko vielu (un to metabolītu) noteikšanu biovidēs (asinīs, urīnā, siekalās, matos, izkārnījumos) vai vielu izraisīto organisma funkcionālo pārmaiņu atklāšanu. Apvienojot kaitīgo vielu kontroli darba vides gaisā ar patiesi organismā uzņemtās vielas daudzuma un to izraisīto veselības pārmaiņu noteikšanu, var novērtēt ekspozīcijas bīstamību cilvēku veselībai. Vides speciālisti pazīst, novērtē un kontrolē kaitīgos faktorus vidē, bet ārsti, balstoties uz adekvātu informāciju par vidi, nosaka iespējamo sakarību starp atrastiem veselības pārmaiņu simptomiem un vides stāvokli. Lai novērtētu ekspozīciju un iespējamo risku veselībai, noteiktos rādītājus salīdzina ar piemērotu references lielumu.

Bioloģiskais monitorings aptver trīs kategoriju mērījumus:

- kaitīgās vielas (piemēram, svina, dzīvsudraba, arsēna) tieša noteikšana biovidē neizmainītā veidā;
- absorbētās ķīmiskās vielas metabolīta noteikšana organismā (piemēram, fenola noteikšana urīnā benzola ekspozīcijas gadījumā);

- kaitīgo vielu iedarbības izraisītie enzimātisko vai funkcionālo pārmaiņu mērījumi (holinesterāzes aktivitātes nomākums fosfororganisko pesticīdu iedarbības rezultātā).

Bioloģiskais monitorings ļauj noteikt visu organismā uzņemto vielas daudzumu neatkarīgi no tās iekļūšanas ceļa – ieelpojot, caur ādu vai caur gremošanas traktu. Lai izmantotu biomonitoringa metodi ķīmiskās vielas riska novērtēšanai, ir jāzina vielas ceļš organismā, organisma reakcija uz ķīmisko vielu un izraisītie efekti. Bioloģiskajām vidēm ir dažāda informativitātes pakāpe, salīdzinot ar darbojošos ekspozīciju. Piemēram, strādniekiem, kuriem darba procesā ir kontakts ar svina savienojumiem, svina iedarbības līmeni var labi novērtēt pēc tā koncentrācijas asinīs vai nosakot aminolevulīnskābi un koproporfirīnus urīnā. Citi piemēri: oglekļa monoksīda iedarbības noteikšanai var mērīt karboksihemoglobīnu asinīs; dažādus šķīdinātājus var noteikt eksponētās personas izelpojamā gaisā; arsēna iedarbības līmeni var noteikt, analizējot tā koncentrāciju matos un nagos. Ir arī gadījumi, kā, piemēram, Čīlē, kad bija grūti izvērtēt arsēna daudzumu organismā vara pārstrādes uzņēmumā strādājošiem, jo šīs valsts ziemeļos ir endēmisks dabiskā dzeramā ūdens piesārņojums ar arsēnu [4].

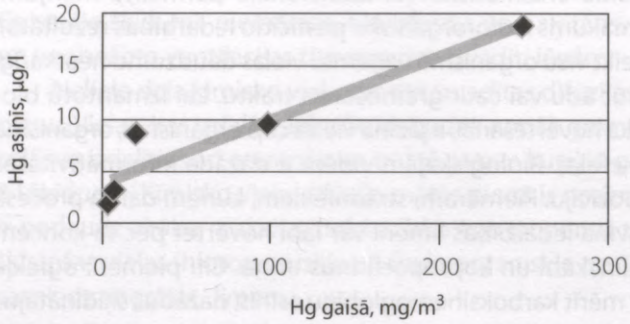
Dzīvsudraba koncentrācijas korelācija darba vides gaisā un strādājošo asinīs

Dažām vielām ir noteikts **bioloģiskās ekspozīcijas indekss vai rādītājs** (BER). Šis rādītājs ir vadlīnija, lai novērtētu kopējo ekspozīciju (nevis kontrolētu vides stāvokli). BER parāda nosakāmās ķīmiskās vielas (arī metabolīta vai bioloģiskā efekta) līmeni bioloģiskajā vidē, resp., **veseliem strādājošiem**, ja tie darba vidē bijuši pakļauti ķīmiskās vielas iedarbībai aroda ekspozīcijas robežvērtības (AER) līmenī [5]. Bioloģiskais monitorings papildina vides monitoringu, bet to nevar uzskatīt par vides monitoringa aizvietotāju. Pastāv arī ētiski apsvērumi – cilvēks nevar būt integrēts gaisa paraugu noņemšanas instruments. Bioloģiskā materiāla (asiņu, urīna, izelpotā gaisa) analīze var dot informāciju par kaitīgās vielas absorbciju, cirkulēšanu organismā un izvadīšanu. Ķīmisko vielu vai to metabolītu noteikšana urīnā ir industriālajā toksikoloģijā plaši izmantota metode, lai vērtētu darbinieku ekspozīciju. Ja ir zināma vai noteikta pētāmās vielas normālā koncentrācija urīnā, tad koncentrācijas līmeņa paaugstināšanās norāda, ka bijusi palielināta ekspozīcija.

Bioloģiskais monitorings ir piemērots savienojumā ar vides higiēniskiem mērījumiem, jo vides mērījumu rezultāti var korelēt ar konstatētiem bioloģiskiem efektiem. Vielas ar lielu pusizvadīšanās laiku var uzkrāties organismā. Ne visām ķīmiskām vielām ir noteikts bioloģiski nekaitīgais vielas līmenis organismā. Vides veselības speciālistu uzdevums ir kontrolēt kaitīgās vielas koncentrāciju vides gaisā, bet nepieciešamības gadījumā izmantot bioloģisko monitoringu veselības riska izvērtēšanai.

Bez bioloģiskās ekspozīcijas rādītājiem, ko novērtē darba procesā eksponētām personām, pastāv t.s. ķīmisko vielu **references lielumi**. Tie parāda ķīmiskās vielas vai tās metabolīta koncentrāciju vai enzimātisko un funkcionālo parametru lielumus salīdzināmā neeksponētā populācijā. Šos lielumus var ietekmēt ārēji un iekšēji faktori, piemēram, dabisko elementu homeostāzes mehānisms, ģenētiskie faktori, ieradumi, diēta un apkārtējās vides faktori.

Darba aizsardzības prasības, saskaroties ar ķīmiskām vielām darba vietās (MK noteikumi Nr. 325/2007), paredz noteikt bioloģiskās ekspozīcijas rādītājus (dzīvsudraba, svina, kadmija un hroma koncentrāciju asinīs un urīnā) nodarbinātajiem, kuri darba procesā ir pakļauti šo metālu iedarbībai. Atrasto vielu koncentrāciju salīdzina ar normatīvos noteiktiem pieļaujamiem BER un atkarībā no to lieluma veic veselības aprūpes pasākumus. Piemēram, dzīvsudraba (Hg)



26. attēls. Dzīvsudraba koncentrācijas salīdzinājums darba vides gaisā un eksponēto darbinieku asinīs [2]

pieļaujamais BER aroda eksponētiem asinīs ir 15 µg/l (references līmenis aroda neeksponētām personām ≤ 1 µg/l), urīnā 35 µg Hg/g kreatinīna (references lielums dzīvsudraba koncentrācijai urīnā ≤ 5 µg Hg/g kreatinīna).

Ķīmisko vielu koncentrācija biovidēs ir tieši proporcionāla to koncentrācijai darba vides gaisā, piemēram, 26. attēlā ilustrēta novērotā dzīvsudraba koncentrācijas sakarība stomatologu asinīs un darba telpu gaisā.

RSU Darba drošības un vides veselības institūta pētījumi rāda, ka darbiniekiem, kuriem darba procesa laikā ir kontakts ar svinu, hromu, mangānu, šo metālu līmenis bioloģiskās vidēs ir ievērojami augstāks nekā kontroles grupai. Iegūtie dati ir salīdzināmi ar starptautisko pētījumu rezultātiem dažādās valstīs.

LITERATŪRA

1. APHEIS. A health impact assessment of air pollution in 26 European cities // Paris: Impprime par Maulde & Renou. – ISBN: 2–11–093269–4. – 2002. – 225 p.
2. *Bake M. A.* Biological monitoring of metals as indicators of pollution // Proc. Latvian Acad. Sci., Section B. Vol. 52 (1998), suppl.: Pp. 24–28.
3. *Concle S. P., Adams J. D., Mabson W. E.* /Detailed study of contaminant production in space cabin // Aerospace Medicine. – 1979. – Vol. 41. – Nr. 9. – Pp. 1031–1038.
4. *Eglīte M.* Cilvēka ekoloģija. – Rīga: LMA, 1993. – 56 lpp.
5. *Eglīte M.* Darba medicīna. – Rīga, 2000. – 704 lpp.
6. *Eglīte M.* Putnkopju alerģiskās slimības (krievu val.). – Rīga: Zinātne, 1990. – 170 lpp.
7. *Eglite M.* Main problems of Environmental medicine in the world and in Latvia. – Proc. Latvian Acad. Sci., Section B. – Vol. 52 (1998), suppl. – Pp.157–161.
8. *Eglite M., Farbtuh T., Jekabsone I.* Risk factors for occupational allergic respiratory diseases // Eur. Respir. J. – 1997. – 10(25): P. 90.
9. European Environmental Agency. Environment in the European Union at the turn of the century. – Copenhagen: EEA, 1999. – 112 p.
10. *Harrison C. T. P.* Indoor air quality guidelines // J. Occupational and Environmental Medicine. – 2002. – 59: Pp. 73–74.
11. *Jantunen M., Jaakkola I. I. K., Kryzanowski M.* Asasessment of exposure to indoor air pollutants // WHO Regional publications. European Series, Nr. 78. – 1997. – 139 p.
12. *Kaļķis V., Roja Ž.* (Red.) Darba vides riska faktori un strādājošo veselības aizsardzība. – Rīga: Elpa, 2001. – 500 lpp.

13. *Kahkonen E., Zitting A., Airo E. et al.* Internet questionaire and real–time indoor air quality monitoring // J. Indoor Built Environment. – 1997. – 6: Pp. 331–336.
14. Latvijas vides pārskats´98. – Rīga: Vides konsultāciju un monitoringa centrs, 1999. – 98 lpp.
15. Latvijas vides indikatoru pārskats. – Rīga: Latvijas Vides aģentūra, 2001. – 124 lpp.
16. Latvijas ilgtspējīgas attīstības indikatoru pārskats. – Rīga: Latvijas Vides aģentūra, 2003. – 164 lpp.
17. *Lis D., Pastuszka J.* Respirable airborne fungi and bacteria in homes with and without a mould problem // Proc. Latvian Acad. Sci., Section B. – Vol. 52 (1998), suppl.: Pp. 14–17.
18. *Melecis V., Karpa A., Kalvina L., Timofejeva I.* Recovery of pine stands as a result of decrease of background pollution // Proc. Latvian Acad. Sci., Section B. – Vol. 52 (1998), suppl.: Pp. 38–42.
19. *Moeller D.* Environmental health. – Cambridge, Massachussets, London: Harvard University Press, 1992. – 332 p.
20. *Nikodemus O., Brumelis G.* Monitoring of atmospheric heavy metal deposition in Latvia // Proc. Latvian Acad. Sci., Section B. – Vol. 52 (1998), suppl: Pp. 17–24.
21. Our planet, our health: Report of WHO commission on health environment. – Geneva: WHO, 1992. – 87 p.
22. *Plog B. A., Niland J., Quinlan P. J.* Fundamentals of Industrial Hygiene (4th edition). – Itasca, Illinois: National Safety Council. – 1995. – 1011 p.
23. *Trapido M., Junninen H.* Estimation of polyciclic aromatic hydrocarbons load in Estonia on the basis of analyses of snow cover and soil // Proc. Latvian Acad. Sci., Section B. Vol. 52 (1998), suppl.: Pp. 42–48.
24. WHO. Guidelines for air quality. – Geneva, 2000. – Pp. 32–71 p.
25. WHO. Guidelines for healthy housing. – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 1988. – 224 p.
26. Wolkoff P. P. Impact of air velocity, temperature, humidity, and air on long term VOC emissions from building products // Atmospheric Environment, Vol. 32 (1998): Pp. 1–10.
27. Yassi A., Kjellstrom T., Kok de T., Guidotti T. L. Basic Environmental Health. – Oxford: University Press, 2001. – 441 p.
28. Пивоваров Ю. П., Королик В.В., Зиневич Л. С. Гигиена и основы экологии человека. – Москва: Изд. Академия, 2004. – 528 с.



7. nodaļa

ŪDENS KĀ EKOLOĢISKA VIDE

Jānis Dundurs

Ūdens ir ļoti svarīga vides sastāvdaļa, kas nodrošina dzīvības pastāvēšanu, jo bez ūdens nav iedomājama neviena dzīvības procesa norise. Tas ir visizplatītākais ķīmiskais savienojums dabā un arī vislabākais šķīdinātājs. Visos dzīvu organismu šķidrumos, kas atrodas gan starp šūnām, gan pašās šūnās, ūdens ir neatņemams komponents.

Cilvēka dzīvē ūdens nodrošina gan fizioloģiskās, gan sanitārhigiēniskās, gan saimnieciskās vajadzības. Ar ūdeni cilvēks uzņem līdz 25% diennaktī nepieciešamo minerālvielu un mikroelementu. Daudzos gadījumos ķīmiskiem elementiem, kas nokļūst organismā ar ūdeni, ir nozīmīgāka fizioloģiskā nozīme nekā tiem, kas uzņemti ar pārtikas produktiem. Neatbilstošs mikroelementu un makroelementu daudzums ūdenī var izraisīt dažādus patoloģiskus stāvokļus organismā. Ļaundabīgo audzēju skaita pieaugums tiek saistīts arī ar dzeramā ūdens kvalitātes pasliktināšanos. Piemēram, ir pierādīta sakarība starp nātrija, sulfātu un hlorīdu jonu koncentrāciju ūdenī un kuņģa vēzi; osteogēna sarkoma biežāk sastopama reģionos ar zemu kalcija un cinka koncentrāciju ūdenī.

Elpošana, gremošana, asimilācija, vielmaiņa, sārņu izvade, termoregulācija ir organisma funkcijas, kas iespējamas tikai ūdens klātbūtnē. Ūdens nodrošina skābekļa un barības vielu izšķīdināšanu un pārnesi ar asinīm, limfu, audu šūnstarpu šķidrumu un citiem organisma šķidrumiem. Ūdens organismā uztur līdzsvarā osmotisko spiedienu, pH līmeni, visas bioķīmiskās reakcijas. Ar ūdeni caur nierēm, plaušām, žultspūsli un ādu no organisma tiek izvadīti vielmaiņā radušies kaitīgie savienojumi. Nozīmīga ūdens īpašība ir spēja akumulēt siltumu. Ķermeņa temperatūra neatkarīgi no vides temperatūras ir gandrīz pastāvīga arī ūdens lielās siltumietilpības dēļ.

Dzīvības nodrošināšanai svarīgāks par ūdeni ir tikai skābeklis. Bez skābekļa cilvēks var izdzīvot 5 minūtes, bez ūdens mērena klimata apstākļos – 5 dienas. Ūdens apmaiņa starp asinīm un orgāniem ir nepārtraukta un noteiktā līdzsvarā. Katras šūnas citoplazmā ir 80–90% ūdens. Ūdens daudzums cilvēka organismā ir atkarīgs no vecuma: zīdainim tas ir 77% ķermeņa masas, bērnam – 69%, 30–40 gadu vecumā – 65%, bet 70 gadu vecumā – tikai 52%. Ūdens daudzums dažāds ir arī dažādos audos un orgānos: asinīs – 83%, ādā – 72%, smadzenēs – 74%, aknās – 69%, kaulos – 22%, muskuļos – 75%, nierēs – 82%, saistaudos – 80%, taukaudos – 29%.

Organisma ūdens krājumi ir jāatjauno ik dienas, jo daļa ūdens tiek zaudēta, organismam elpojot, svīstot, izvadot ekskrementus. Visvairāk ūdens zaudē nieres, 15 reižu stundā attīrot asinis. Sviedri satur 99% ūdens. To izdalīšanos no diviem miljoniem sviedru dziedzeru nodrošina asiņu siltums, tādējādi neļaujot ķermenim pārkarst un uzturot iekšējos orgānos konstantu temperatūru. Sauss gaiss veicina ūdens zudumu organismā, jo atvieglo sviedru iztvaikošanu. Neliels, taču pastāvīgs ūdens daudzums tiek izvadīts ar izelpoto mitro gaisu no plaušām, gļotādas, kā arī no acu plakstiņu konjunktīvas, ko 25 reizes minūtē mitrina asaras. Jo lielāka fiziskā slodze, jo vairāk ūdens tiek zaudēts caur ādu un plaušām. Subjektīvi organisma nepieciešamība pēc ūdens izpaužas kā slāpes, kas ir signāls, ka ūdens daudzums organismā ir nepietiekams. To regulē smadzeņu daļa hipotalāms. Slāpju rašanos nosaka reflektoriskie (receptori mutes dobumā u.c.) un humorālie (asins ķīmiskais sastāvs, fizikālķīmiskās īpašības) faktori. Bez īpaši lielas fiziskās slodzes cilvēks diennaktī zaudē 2,5–3 l ūdens, tāpēc šāds ūdens daudzums cilvēkam arī ir jāuzņem gan ar dzeramo ūdeni, gan ar uzturu. Liela fiziskā slodze, augsta gaisa temperatūra, sāļš uzturs, protams, palielina diennaktī nepieciešamo ūdens daudzumu.

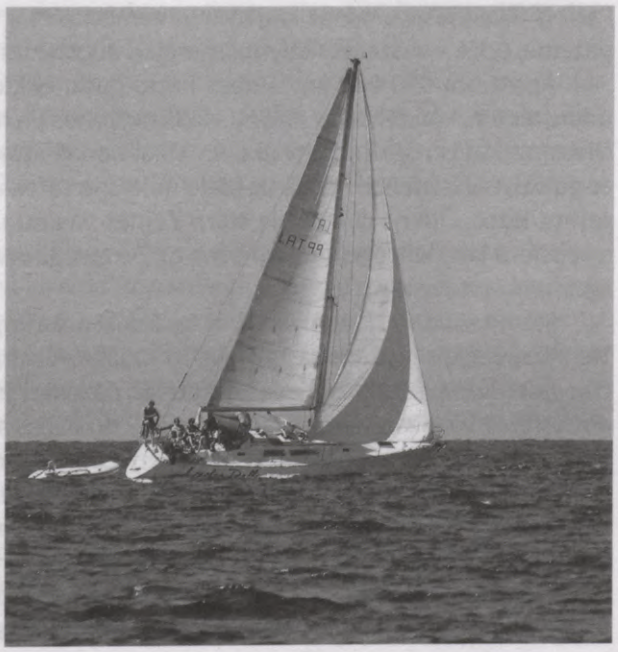
Ūdens daudzuma samazināšanās organismā izraisa dažādus traucējumus. Nepietiekama ūdens daudzuma uzņemšana izraisa osmotiskā spiediena pārmaiņas audu šķīdumos, kas negatīvi ietekmē daudzu vielmaiņas reakciju norisi; tas veicina aptaukošanos, samazina muskuļu spēku un elastīgumu, līdz ar to izraisot sāpes muskuļos un locītavās. Strauja ūdens daudzuma samazināšanās organismā izraisa sārņu uzkrāšanos. Ja ūdens trūkuma dēļ cilvēks strauji zaudē līdz 10% masas, tad paaugstinās ķermeņa temperatūra, rodas galvassāpes, reiboņi, paātrinās pulss un elpošana, rodas aizdusa, zūd ēstgriba, iestājas muskuļu vājums. Vecākiem cilvēkiem ūdens trūkums organismā var izraisīt depresiju, aizcietējumus, koncentrēšanās spēju samazināšanos, asinsrites traucējumus. Viena no novecošanās teorijām balstās uz ūdens trūkumu ķermenī jeb organisma izžūšanu.

Kaitīgs ir arī pārmērīgs ūdens patēriņš, jo tas var izjaukt ūdens un minerālvielu līdzsvaru organismā, palielināt sirds darba apjomu – pazemināts temperatūra, rodas krampji, nespēks, slikta dūša, zūd kustību koordinācija. Uzņemtā ūdens daudzums jāsamazina cilvēkiem, kam ir asinsrites sistēmas orgānu slimības, tūskas, nieru mazspēja.

Ūdenim ir arī sanitārhigiēniska nozīme – tas vajadzīgs ķermeņa tīrībai, fiziskai norūdīšanai, mājokļa apkopšanai. Nepieciešamais ūdens patēriņš ir 150–250 l diennaktī uz katru cilvēku.

Ūdenim ir liela nozīme tautsaimniecībā. Lai izaudzētu vienu tonnu kviešu, veģetācijas periodā nepieciešamas 1,5 tūkst. t saldūdens, bet 1 t rīsu izaudzēšanai – 4 tūkst. tonnu. 70% saldūdens patēriņa izmanto irigācijā. Lielu kravu pārvadāšana pa ūdens ceļiem vairākkārt samazina transporta izdevumus un līdz ar to arī gala produkcijas pašizmaksu. Bez ūdens nav iedomājama elektrības ražošana hidroelektrostacijās un termoelektrostacijās. Milzīgs saldūdens daudzums ir vajadzīgs metalurģijā, naftas pārstrādes produktu, papīra ražošanas un ķīmiskajā rūpniecībā. Piemēram, 1 t čuguna ieguvei jāpatērē 30 t ūdens, gumijas – 4000 t, benzīna – 90 t, papīra – 1000 t, tērauda – 150 t ūdens. Ir aprēķināts, ka, lai iegūtu vienu vistas olu, vajadzīgs 480 l ūdens, bet, lai varētu likt galdā vienu bifšteku, – pat 11 000 l ūdens [2]. Ūdens ir arī cilvēku pārvietošanās un rekreācijas līdzeklis (laivas, kuģi, jahtas, peldētavas, makšķerēšana, ūdens motosports).

Jau ļoti sen ir zināmas ūdens dziednieciskās īpašības. Senajām tautām ūdens bija daudzu maģisku rituālu sastāvdaļa. Mūsu dienās slimību profilaksē un ārstniecībā plaši izmanto ūdensdziedniecību jeb hidroterapiju, kas cilvēku atbrīvo no fiziskās un garīgās pārslodzes, palielina organisma izturību un pretestību pret nelabvēlīgiem vides faktoriem.



Ūdens uz organismu iedarbojas mehāniski, termiski un ķīmiski. Ķermeņa karsēšana un atdzesēšana pārmaiņus gan pirtī, gan dušā uzlabo ādas elpošanu un oksidācijas procesus, stimulē vielmaiņu, paaugstina organisma pretestības spēju pret saaukstēšanos un infekcijas slimībām.

Organismu norūda arī saldūdens peldes, kurās izmanto dažādu temperatūras režīmu un ārstniecisko vielu sastāvu.

Vielmaiņas procesus ādā, sviedru un tauku dziedzeru darbību un muskuļu tonusu stimulē ūdens mehāniskā iedarbība, piemēram, strūklas duša. Ļoti efektīva ir vingrošana ūdenī. Ūdens lielais blīvums, salīdzinot ar gaisu, katras kustības veikšanai prasa palielinātu spēku. Kustības ūdenī ir plastiskākas, muskuļi var pilnīgāk izstiepties un sarauties. Īpaši labvēlīgi apstākļi ir mugurkaulam – spondilozes slimnieki ūdenī var vieglāk izpildīt vingrojumus nekā gaisā. Ūdens un cilvēka ķermeņa temperatūras atšķirība veicina enerģijas patēriņu un līdz ar to arī ķermeņa svara samazināšanos.

Pēdējo 70 gadu laikā kopējais ūdens patēriņš pasaulē ir palielinājies sešas reizes. Pašlaik gadā tiek izmantota vairāk nekā puse no pieejamiem saldūdens resursiem. Jau tuvākajās desmitgadēs tiks apgūti 90% saldūdens resursu. Ja esošie resursi nespēs atjaunoties, saldūdens būs jāiegūst no jūras ūdens vai ledājiem. Jau pašreiz daudzu pasaules reģionu iedzīvotāji cieš no ūdens trūkuma vai ūdens piesārņojuma. Vairāk nekā pusmiljards cilvēku dzīvo valstīs, kur ir nepietiekams ūdens daudzums, vairāk nekā miljardam cilvēku nav pieejams nepiesārņots dzeramais ūdens, vairāk nekā 2,5 mljrd. cilvēku ūdens nepietiekamības vai piesārņotības dēļ dzīvo antisanitāros apstākļos.

7.1. ŪDENS RESURSI

Pasaules kopējie ūdens resursi ietver dabisko un mākslīgo ūdenstilpju, augsnes, pazemes, atmosfēras un ledāju ūdeņus. Dabiskās ūdenstilpes ir upes, ezeri, jūras, okeāni. Mākslīgas ūdenstilpes jeb ūdenskrātuves ierīko, aizdambējot upes un ezerus vai vienkārši izrokot, lai uzkrātu ūdeni. Par lielām ūdenskrātuvēm dēvē tās, kuru tilpums ir lielāks par 1 km^3, mazākas sauc par dīķiem.

Visticamāk, ka pēdējo trīs miljardu gadu laikā ūdens daudzums uz Zemes nav mainījies. Pašreiz tikai 3% visu ūdens krājumu uz zemeslodes ir saldūdens. 75% no tā ir ledājos, 24% – pazemē, 0,3% – virszemes ūdeņos, pārējais augsnē un atmosfērā [15].

Apmēram 390 000 km^3 ūdens katru gadu cirkulē biosfērā. Tas iztvaiko no virszemes ūdenstilpēm, kondensējas pilienu veidā mākoņos un nokrišņu veidā nonāk atpakaļ uz zemes. Divas trešdaļas nokrišņu iztvaiko un atkal nonāk atmosfērā, vai iesūcas augsnē, nodrošinot augu valsts eksistenci. Pārējā trešdaļa nokrišņu satek upēs, ezeros, jūrās, okeānos vai iesūcas zemes iežos. Ūdens cirkulācija starp Zemes virsmu un atmosfēru notiek ātri. Ūdens tvaiki atmosfērā kondensējas un atgriežas uz Zemes 32 reizes gadā, t.i., vidējais globālās aprites ilgums ir 11,4 dienas [18].

Pazemes ūdeņu krājumi ir 66 reizes lielāki nekā kopējais ūdens daudzums upēs un ezeros. Tie ir kopējā aprites cikla sastāvdaļa. To kvalitātes samazināšanās, izsīkšana negatīvi ietekmē citu vides komponentu stāvokli. Un otrādi, pazemes ūdeņu stāvoklis lielā mērā ir atkarīgs no atmosfēras, virszemes ūdeņu, augsnes un citu dabas sastāvdaļu aizsardzības. Pazemes ūdeņi veidojas, filtrējoties atmosfēras nokrišņiem caur augsni vai arī ezeru un upju ūdenim caur to gultnēm. Ūdens filtrācija ir atkarīga no augsnes un iežu īpatnībām. Pazemes ūdeņi uzkrājas Zemes garozas iežu porās, plaisās un tukšumos gan ledus, gan šķidrā, gan gāzveida stāvoklī. Pazemes ūdeņu kustības ātrums variē no dažām mm simtdaļām līdz gandrīz 6 km dienā. Pazemes ūdeņu atjaunošanās notiek ļoti lēni, dziļākajos slāņos pat 10 000 gados. To atrašanās vietas, uzkrāšanos, ķīmisko sastāvu būtiski ietekmē klimats, reljefs un hidroģeoloģiskais stāvoklis.

Visus iežus iedala ūdenscaurlaidīgos (smilts, grants, smilšakmens, kaļķakmens) un ūdensnecaurlaidīgos (māls, granīts, blīvs kaļķakmens). Ūdenscaurlaidīgos iežos ūdens uzsūcas, aizpilda visas iežu poras, un, ūdens kustībai notiekot smaguma spēka un iežu kapilaritātes ietekmē, izveidojas ūdens nesējslānis. Ūdensnecaurlaidīgajiem iežiem poru izmēri ir tik mazi, ka ūdens nespēj pārvarēt šo pretestību.

Ūdens, kas filtrācijas procesā sakrājas virs pirmā ūdensnecaurlaidīgā slāņa, nav pakļauts spiedienam, tādēļ tā līmenis akā ir tāds pats kā iežu slānī. Šis spiedienam nepakļautais ūdens jeb gruntsūdens virzās pa ūdensnecaurlaidīgā slāņa slīpumu. Ir svarīgi zināt šā slīpuma virzienu, lai noteiktu, no kuras puses ūdens ņemšanas vietā var ienākt piesārņojums. Gruntsūdens dziļums atkarībā no vietējiem apstākļiem parasti svārstās divu līdz vairāku desmitu metru robežās. Gadalaiks un laika apstākļi gruntsūdens līmeni ietekmē maz. Izteiktākas gruntsūdeņu līmeņa svārstības ir upju tuvumā. Ja upes līmenis ir zems, notiek strauja gruntsūdens drenēšana un līmeņa krišanās, bet augsta upes līmeņa gadījumā piekrastes zonā notiek papildu filtrācija, kas līdz ar to paceļ gruntsūdens līmeni. Gruntsūdeņu sastāvs ir atkarīgs no augsnes sāļu sastāva. Ja augsne ir bakterioloģiski piesārņota, piesārņojums nokļūst arī rakto aku ūdeņos.

Dziļie pazemes jeb artēziskie ūdeņi atrodas zem spiediena, un tie parasti aptver lielas pazemes teritorijas. Ūdens spiediena lielumu nosaka ūdensnesējslāņa augšējās un apakšējās daļas līmeņu starpība, tāpēc ūdens var izplūst zemes virspusē avota veidā. Pazemes ūdeņu ķīmisko sastāvu nosaka viegli šķīstošu iežu dēdēšana. Pazemes ūdeņi ekstrahē daudzus ķīmiskus savienojumus, kuru šķīdība ūdenī ir ļoti maza, tāpēc ūdenī galvenokārt ir viegli šķīstošu savienojumu joni (nātrija, magnija, kalcija, kālija, hlorīdu, hidrogēnkarbonātu, sulfātu, nitrātu), kas parasti veido ap 95% visu izšķīdušo jonu.

Dziļiem pazemes ūdeņiem raksturīgs augsts caurspīdīgums, zema duļķainības un krāsainības pakāpe, kā arī zema temperatūra. Tajos nav organiska piesārņojuma un ir ļoti zema bakterioloģiskās piesārņotības pakāpe. Pazemes ūdeņu ķīmiskais sastāvs variē ļoti plašās robežās gan kvalitatīvā, gan kvantitatīvā ziņā. Taču vairākumā gadījumu ūdens mineralizācija nepārsniedz tādu līmeni, lai to nevarētu izmantot dzeramā ūdens ieguvei. Saimnieciskās darbības ietekmē var mainīties pazemes ūdeņu kvalitāte vai ūdens režīms.

Latvijā no ikgadējiem pazemes resursiem (apm. 4,6 miljardi m^3) pašlaik tiek izmantoti tikai 4 procenti [12]. Lielāko pazemes ūdens daudzumu (75%) patērē sadzīves vajadzībām, bet pārējo izmanto rūpniecības, lauksaimniecības, zivsaimniecības u.c. vajadzībām. Apmēram trīs ceturtdaļas valsts iedzīvotāju izmanto centralizēto ūdensapgādi, kurā noteicoša nozīme ir pazemes ūdeņiem.

Pirms apmēram trīsdesmit gadiem pazemes ūdeņu intensīvas un nelīdzsvarotas izmantošanas dēļ Liepājas un Lielrīgas reģionā izveidojās pazemes ūdeņu depresijas apgabali jeb piltuves. Šīs gruntsūdeņu līmeņa ieplakas parasti veidojas pazemes ūdeņu horizontu pjezometrisko līmeņu virsmā. Ja pazemes ūdeņus izmanto milzīgos daudzumos, gruntsūdeņu līmenis krītas, zemes virsma nosēžas, sablīvējoties iežu porām pēc ūdeņu atsūknēšanas. Lielrīgas depresijas piltuve aptvēra Latvijas centrālo daļu ar pazeminājumu līdz 20 m Rīgā un Jelgavā, bet Liepājas piltuve aptvēra Latvijas dienvidrietumu daļu ar pazeminājumu līdz 11,6 m Liepājā. Pēdējo desmit gadu laikā, ūdens patēriņam samazinoties, notiek pakāpeniska depresijas piltuvju aizpildīšanās. Līdz ar piltuvju aizpildīšanos un spiediena izlīdzināšanos starp ūdeņu horizontiem samazinās pazemes ūdeņu piesārņojuma izplatīšanās draudi [13].

Virszemes ūdenstilpēs ūdens fizikālās, ķīmiskās un bakterioloģiskās īpašības ir ļoti mainīgas. Upēs ūdens kvalitatīvais un kvantitatīvais sastāvs mainās atkarībā no gadalaikiem,

it īpaši ledus iešanas laikā. Palu ūdeņu ietekmē samazinās upju ūdeņu mineralizācijas pakāpe un oksidējamība, bet palielinās bioloģiskais piesārņojums, kas sasniedz maksimumu vasaras vidū līdz ar ūdens temperatūras celšanos un organisko vielu koncentrāciju palielināšanos. Upes ūdens īpašības ir atkarīgas arī no izteces vietas, gultnes, apdzīvotu vietu daudzuma un lieluma tās krastos, notekūdeņu ievadīšanas, straumes ātruma. Latvijā ir 12,4 tūkst. upju, kuru kopgarums ir 38 tūkst. kilometru.

Ezeri veidojas, ūdenim satekot zemākās vietās. To ūdens sastāvs visbiežāk ir tāds pats kā tajos ietekošo upju ūdens sastāvs. Ezeru dūņās notiek aktīvi bioķīmiski procesi, tās satur daudz organisko vielu. Kā potenciāliem ūdensapgādes avotiem lielāka nozīme ir lieliem un dziļiem ezeriem. Vairāk nekā desmit metru dziļumā ezeru ūdens ir bakterioloģiski tīrs un tā ķīmiskais sastāvs un temperatūra atšķirībā no upju ūdeņiem ir samērā pastāvīga visu gadu. Tomēr jāņem vērā, ka jebkura veida notekūdeņi var ļoti pasliktināt ezeru ūdens kvalitāti. Latvijā visvairāk ezeru ir Latgales, Vidzemes un Augšzemes augstienē, kā arī Piejūras zemienē. Vairāk nekā 3 tūkst. ezeru ir lielāki par 1 ha. Rīgas apkārtnes ezeriem ir liela nozīme gan ūdensapgādē, gan rekreācijā. Pašlaik šie kādreiz ar biogēnajām vielām mazapgādātie ezeri saimniecisko notekūdeņu ietekmē kļuvuši pārbagāti ar organiskām vielām, fosforu un slāpekli.

No ūdenstilpēm vēl atsevišķi jāizdala mākslīgās ūdenskrātuves (sk. attēlā Pļaviņu HES ūdenskrātuvi), kas radītas sakarā ar rūpniecības, lauksaimniecības attīstību un hidroelektrostaciju celtniecību. Ūdenskrātuvju ūdens ķīmiskais sastāvs un tā pārmaiņas atspoguļo visu upju, sniega, lietus un gruntsūdeņu daudzveidību, kas nonāk ūdenskrātuvē. Mākslīgo ūdenskrātuvju, it sevišķi seklāko, raksturīga īpatnība ir sistemātiska minerālvielu koncentrācijas palielināšanās ūdenī. Vienlaikus notiek arī minerālvielu stratifikācija, t.i., nevienmērīgs sadalījums dažādos ūdens slāņu dziļumos (apakšējos ūdens slāņos ir augstāka mineralizācijas pakāpe). Otra raksturīga mākslīgo ūdenskrātuvju īpatnība ir ūdens ziedēšana un aizaugšana ar zilizaļajiem ūdensaugiem vasaras mēnešos. Latvijā virszemes ūdeņi aizņem 4% visas valsts teritorijas.



Latvijā pazemes un virszemes ūdeņus izmanto aptuveni līdzīgās daļās. Nokrišņu summa valsts teritorijā stipri pārsniedz ūdens iztvaikošanas ātrumu, tādēļ veidojas gan liela upju notece, gan arī vērā ņemami virszemes un pazemes ūdens uzkrājumi. Tādējādi pazemes un virszemes resursi ir pietiekoši, lai nodrošinātu iedzīvotāju vajadzības. Tomēr ūdens resursu saprātīga izmantošana ir aktuāla, jo tā ir valsts vides politikas prioritāra problēma.

7.2. ŪDENS PIESĀRŅOJUMS

Ūdeņu piesārņojums, tāpat kā visas pārējās vides piesārņojums, ir globāla problēma. Cilvēku radītais ūdens piesārņojums bieži vien nav tik viegli vizuāli pamanāms kā sauszemes piesārņojums (1. tab.). Tas daudzos gadījumos ūdens piesārņojuma problēmu padara vēl sarežģītāku.

Ūdens piesārņojuma kaitīgo iedarbību uz cilvēka organismu nosaka tā fizikālais stāvoklis, kā arī ķīmiskais un bioloģiskais (helmintu olas, vīrusi, patogēnie mikroorganismi) sastāvs. Ūdeni uzskata par piesārņotu, ja tā lietošanas iespējas kādiem noteiktiem nolūkiem ir samazinātas. Piemēram, ūdens pēc sastāva var būt atbilstošs dzeršanai vai cilvēku personīgajai higiēnai, taču var izrādīties neatbilstošs, tātad piesārņots, izmantošanai ražošanā (piemēram, pusvadītāju un medikamentu ražošanā). Bakterioloģiski piesārņots ūdens ir gremošanas orgānu, ādas, acu un daudzu citu slimību izraisītājs – tātad tam piemīt paaugstināta epidemioloģiska bīstamība. Apmēram 80% pasaulē reģistrēto slimību un vairāk nekā trešdaļa nāves gadījumu jaunattīstības valstīs ir tiešā saistībā ar piesārņota ūdens izmantošanu [22].

Ūdens piesārņojumu raksturo pēc dažādiem kritērijiem:

- pēc piesārņojuma dabas faktoriem: fizikāliem (temperatūra, krāsa, duļķainība, radioaktīvie sārņi), ķīmiskiem (neorganiskie un organiskie ķīmiskie savienojumi), bioloģiskiem (baktērijas, vienšūņi, vīrusi, augi, sēnes, dzīvnieki, kuru klātbūtne ūdenī nav raksturīga);
- pēc piesārņojuma izcelsmes: apdzīvotu vietu (kanalizācijas ūdeņi, atmosfēras nokrišņi, sadzīves notekūdeņi, atkritumu izgāztuves), rūpnieciskais (ražošanas procesu un produkcijas uzglabāšanas, realizēšanas atkritumi u.c.), lauksaimnieciskais (minerālmēsli, herbicīdi, pesticīdi, virca, lopkautuvju notekūdeņi);
- pēc piesārņojuma laika: nepārtraukts (piemēram, infiltrācija no atkritumu izgāztuvēm), avārijas radīts (naftas vada plīsums), sezonāls (pavasara plūdi);
- pēc piesārņojuma sadalījuma: izkliedēts (piemēram, no lauksaimniecībā izmantojamās zemes), lokalizēts (no rūpnīcas notekūdeņu izplūdes).

1. tabula. Dažādu daļiņu lielums ūdenī

Nosaukums	**Piemērs**	**Lielums** (m)
Molekulas	Pesticīdi, herbicīdi, dioksīni	10^{-10}–10^{-8}
Vīrusi	Ehovīrusi, rotavīrusi, adenovīrusi	10^{-8}–$3 \cdot 10^{-7}$
Koloīdi	Mālu, krīta, rūsas hidrosoli	10^{-8}–10^{-5}
Vienšūņi	Lamblijas, kriptosporīdijas	10^{-6}–10^{-4}
Baktērijas	Streptokoki, legionellas	ap 10^{-6}
Aļģes	Zilzaļās, diatomu, zeltainās	> 10^{-6}
Suspendētas daļiņas	Mālu, kvarca, kaļķu nogulsnes	10^{-6}–10^{-2}



Parasti nosacīti izšķir punktveida un difūzā piesārņojuma avotus. Punktveida piesārņojuma avoti ir sadzīves, rūpniecības, lauksaimniecības produktu pārstrādes, citu nozaru uzņēmumu notekūdeņi, daļa nokrišņu noteces pa cauruļvadiem virszemes ūdenstilpēs, kā arī naftas, gāzes un citu transportējamu vielu noplūde no cauruļvadiem. Tātad punktveida avoti ir visi notekūdeņi, kas tiek centralizēti savākti un ievadīti virszemes ūdeņos. Ja notekūdeņi netiek pietiekami attīrīti, tajos paliek indīgas neorganiskās un organiskās vielas samērā lielā koncentrācijā. Bez tam neattīrītu rūpniecisko notekūdeņu ievadīšana ūdenstilpēs kavē ūdens pašattīrīšanos un izraisa zivju bojāeju. Ķīmiskais ūdens piesārņojums ne tikai iznīcina putnus, zivis un citus dzīvniekus, bet arī uzkrājas barības ķēdē un līdz ar to nonāk cilvēka organismā. Ilgstoši lietojot piesārņotu ūdeni uzturā, var rasties slimības ar neskaidru etioloģiju, no kurām, iespējams, daudzas izpaudīsies tikai nākamajās paaudzēs.

Difūzā piesārņojuma avoti ir virszemes notece no lauksaimnieciski apstrādātām zemes un mežu platībām, nokrišņu notece no atkritumu izgāztuvēm un citām urbanizētām teritorijām tādās vietās, kur nav pieslēguma centralizētām kanalizācijas savākšanas un attīrīšanas sistēmām (dzelzceļš, autotransports), kā arī paši nokrišņi. Rīgas jūras līcī nonāk vairāk nekā 70% Latvijas upju baseina kopējā difūzā piesārņojuma slodzes. Difūzā piesārņojuma avoti ir izkliedēti, tāpēc tos ir grūtāk atklāt un novērtēt.

Galvenie ūdens piesārņotāji ir dabiskās organiskās vielas, sintētiskie mazgāšanas līdzekļi, pesticīdi, smagie metāli, fenoli, hlororganiskie savienojumi, naftas produkti. Pavisam zināmi ap diviem miljoniem organisko vielu. Vairāk nekā 30 tūkst. sintezēto organisko vielu izmanto tautsaimniecībā, un tikai nelielai to daļai ir izpētīta toksicitāte un sinerģētiskais efekts.

Sadzīves notekūdeņos ir galvenokārt organiskas vielas, kas viegli oksidējas un līdz ar to stipri samazina ūdenī izšķīdušā skābekļa daudzumu. Dabiskās organiskās vielas ir visās virszemes ūdenstilpēs, un to koncentrācija parasti ir ap 10 mg/l. Lielāks to daudzums norāda uz tehnogēnu piesārņojumu. Dabisko organisko vielu avots ir virszemes ūdeņos notiekošie augu un dzīvnieku atlieku sadalīšanās, fotosintēzes un metabolisma procesi. Dabiskās organiskās vielas ūdenī var nokļūt, tām ieskalojoties no augsnes. Dabisko organisko vielu sastāvs ūdenī ir daudzveidīgs – lielmolekulāri savienojumi, humīnskābes, amīni, taukskābes un daudzas citas. Ķīmiski nestabilu organisko vielu (ogļhidrātu, aminoskābju) koncentrācija ūdenī ir līdz dažiem mg/l, turpretī humusvielu koncentrācija var sasniegt vairākus simtus mg/l. Visvairāk humusvielu virszemes ūdeņos ir rudenī un pavasarī. Toksiskie hidratētie smago metālu joni ar humusvielām bagātos ūdeņos ir saistīti kompleksos savienojumos, kas ir daudz mazāk bīstami. Kompleksveidošanas spēja ir viens no ūdens kvalitātes rādītājiem.

Lielāko ūdens piesārņojumu ar barības vielām rada lauksaimniecībā izmantojamais mēslojums, kas difūzijas ceļā nonāk ūdenstilpēs caur augsni, kā arī ar sadzīves un rūpnieciskajiem notekūdeņiem. Apdzīvotu vietu notekūdeņu ievadīšana virszemes ūdeņos un lauksaimniecības radītais punktveida un difūzais piesārņojums (no fermām, nepareizas minerālmēslu pielietošanas) sekmē strauju ūdenstilpju aizaugšanu – eitrofikāciju. Šis piesārņojums vairāk

koncentrējas piekrastes, it īpaši jūras, ūdeņos. Jūrā fosfors un slāpeklis ir visnozīmīgākie biogēnie elementi, kas nodrošina dzīvo organismu funkcionēšanu. Baltijas jūrā 75% slāpekļa un 90% fosfora kopējā antropogēnā piesārņojuma ir barības vielās. Barības vielu daudzums Baltijas jūrā palielinās, līdz ar to tiek veicināta toksisko aļģu ziedēšana un vairošanās. Aļģes ir autotrofi zemākie organismi, kas sintezē organiskas vielas, izmantojot skābekli un ūdeni. Zilaļģes (*Cyanophyta*) uzskata arī par baktērijām (*Cyanobacteria*) [8]. Toksisko ciānbaktēriju producētie toksīni rada netīras ūdens putas, nepatīkamu, stipru smārdu un samazina ūdens caurspīdīgumu. Sevišķi bīstami var būt *Microcystis* dzimtas aļģu atsevišķu sugu producētie hepatotoksīni, kas ir izpētīti un pierādīti eksperimentos ar dzīvniekiem, bet nav pietiekami izpētīti cilvēkiem [19]. Latvijā zilaļģu savairošanās virszemes ūdeņos novērojama vasaras otrajā pusē. Pludmalēs eitrofikācija kopā ar mikrobioloģisko piesārņojumu stipri pasliktina higiēnisko stāvokli.

Mūsu valstī ūdenstilpju eitrofikācija un ūdens ekosistēmu degradācija ir atzīta par prioritāru vides problēmu. Pēdējos desmit gados Rīgas jūras līcī ir krasi samazinājies slāpekļa daudzums, bet fosfora daudzums vairs nepieaug, jo mazāka ir biogēno vielu ieplūde ar upju ūdeņiem. Apmēram 80% upju ūdens kvalitāte ir laba. Vispiesārņotākā ar barības vielām ir Lielupe, kuras lejtecē izšķīdušā skābekļa koncentrācija gadsimtu mijā sasniedza kritisko līmeni (< 6 mg O_2/l) [12].

Pazemes ūdeņus piesārņo rūpnieciskie, lauksaimnieciskie un sadzīves atkritumi. Reģionālas ietekmes tranzītvide ir atmosfēras nokrišņi un virszemes notece. Lokālie piesārņojumi veidojas rūpniecības un atkritumu izgāztuvju teritorijās. Bīstami piesārņotās vietās piesārņojuma izplatību nosaka tehnogēnā slodze un dabiskā pašattīrīšanās spēja. Pazemes ūdeņu pašattīrīšanās notiek vairākas reizes lēnāk nekā virszemes ūdeņu pašattīrīšanās, tādēļ piesārņoti pazemes ūdens areāli var pastāvēt vairākus gadu desmitus.

Piesārņojumiem ar lauksaimniecības atkritumiem ir gan reģionāls raksturs (lauksaimnieciski izmantojamās zemes intensīva mēslošana un apstrāde ar agroķimikālijām), gan arī vietējs raksturs (agroķimikāliju noliktavas, lopkopības kompleksi). Padomju okupācijas gados atkritumu utilizācijas problēmu lielfermās atrisināja divējādi: izvedot šķidros organiskos atkritumus uz lauksaimnieciski izmantojamām zemēm vai novadot virszemes ūdenstilpēs. Šādos gadījumos gruntsūdeņu piesārņojums ar organiskām vielām, fosfora, slāpekļa minerālsāļiem, hlorīdiem simtkārt pārsniedz pieļaujamo piesārņojumu. Ikgadēja aramzemes mēslošana ar 270 kg minerālmēsliem uz 1 ha seklajos gruntūdeņos izraisa nitrātu un amonija jonu koncentrācijas palielināšanos attiecīgi līdz 60 mg/l un 10 mg/l.

Galvenais iemesls pazemes ūdeņu piesārņošanai un līdz ar to varbūtējs iemesls dzeramā ūdens piesārņošanai ar nitrātiem ir pārmērīga slāpekļa minerālmēslu lietošana lauksaimniecībā. Ūdens izmantošana uzturā ar nitrātu koncentrāciju virs 50 mg/l izraisa smagu slimību, kas izpaužas gļotādas, kuņģa un zarnu trakta, kā arī asinsrites sistēmas orgānu patoloģiskās izmaiņās. Galvenā slimības pazīme ir methemoglobīna rašanās asinīs. Nitrāti kuņģī mikrofloras ietekmē reducējas līdz nitrītiem, kuri, nonākot asinīs, veido methemoglobulīnu, kas nevar audu šūnām piegādāt skābekli no plaušām, tādējādi samazinot audu apgādi ar skābekli. Gļotāda un āda kļūst zila – iestājas toksiskā hipoksija, kas var būt par nāves cēloni, it īpaši zīdaiņiem un pirmsskolas vecuma bērniem. Augsta nitrātu koncentrācija ūdenī ir bīstama arī koronārās sirds slimības un anēmijas slimniekiem.

Otrs nozīmīgākais pazemes ūdeņu reģionālā piesārņojuma avots ir nokrišņi, kas veicina rūpniecisko un lauksaimniecisko atkritumu izplatīšanos. Atmosfēras piesārņojumu veido galvenokārt rūpnieciskie izmeši. Atsevišķos reģionos atmosfēras nokrišņu infiltrācija pazemes ūdeņos sasniedz 30% no kopējā nokrišņu daudzuma. Pieaugot teritorijas ekspluatācijas intensitātei,

liels daudzums piesārņojošo vielu pazemes ūdeņos nonāk ar lietus ūdeņiem. Parasti tos ir grūti savākt, jo to daudzums ir liels un pieplūde ir nevienmērīga.

Pazemes ūdeņus bīstami piesārņo arī atkritumu izgāztuves, kas ir ikvienā lielākā apdzīvotā vietā. Sadzīves atkritumu izgāztuvēs un tām blakus esošajās teritorijās pazemes ūdeņu piesārņojuma perēkļi veidojas, izskalotajām un izšķīdušajām vielām infiltrējoties no atkritumiem. Pazemes ūdeņu piesārņošanas intensitāte un piesārņojuma areāla lielums ir tieši proporcionāls izvedamo atkritumu daudzumam un ir atkarīgs no iežu filtrācijas spējas.

Atkritumu ietekme uz pazemes ūdeņiem ir atkarīga no to veida. Šķidrie atkritumi pa kanalizācijas tīklu nonāk attīrīšanas iekārtās, bet, ja tām ir kādas tehniskas nepilnības vai avārija, tad šķidrie atkritumi var ietekmēt pazemes ūdeņu kvalitāti. Šādai ietekmei ir vietējs gadījuma raksturs. Šķidrie atkritumi var negatīvi ietekmēt pazemes ūdeņus tikai lielās urbanizētās teritorijās, kur daudziem rūpniecības objektiem ir vietējas notekūdeņu attīrīšanas iekārtas. Ārkārtīgi bīstams ir piesārņojums, ko izraisa augstas toksicitātes šķidrie atkritumi, kurus praktiski nav iespējams neitralizēt. Šo atkritumu likvidācija vai lokalizācija, apglabājot tos dziļās, slēgtās ģeoloģiskās struktūrās vai virszemes mākslīgās krātuvēs, daudzās valstīs vēl ir neatrisināta problēma. Atsevišķu uzņēmumu celtās vietējās glabātuves šķidriem toksiskiem atkritumiem nenodrošina pazemes ūdeņu aizsargāšanu, jo atkritumu augstās reaģētspējas un glabāšanas tehnisko nepilnību dēļ notiek toksisko vielu infiltrācija. Latvijā notekūdeņu daudzums gada laikā sasniedz 300 milj. m^3.

Ļoti bīstami var būt arī cietie ražošanas atkritumi. Glabāšanas vietās atmosfēras nokrišņi tos šķīdina, izskalo un tie infiltrācijas ceļā piesārņo pazemes ūdeņus. Ja šādas glabātuves ir bez atbilstoša tehniskā izpildījuma un hidroizolācijas, gruntsūdeņu toksisko vielu koncentrācija simtiem reižu pārsniedz maksimāli pieļaujamo koncentrāciju.

Latvijā nav konstatēts reģionāls pazemes ūdeņu piesārņojums, taču lokāls piesārņojums, galvenokārt gruntsūdeņos, ir atklāts vairāk nekā 1000 vietās. Gruntsūdeņi lielākā vai mazākā mērā ir piesārņoti Rīgas, Daugavpils un Liepājas apkārtnē. Ir apmēram desmit bīstamu vietu, kur piesārņojums izplatījies lielā attālumā vai dziļumā un kuru apjoms ir ļoti liels. Piemēram, tādas ir Rīgas sadzīves atkritumu izgāztuve "Getliņi", Inčukalna sērskābā gudrona izgāztuve, izgāztuve "Kūdra" (rietumos no Jūrmalas). Pazemes ūdeņu piesārņojuma areāla apveids mainās un izplatās.

Ļoti bīstamajam ūdenstilpju piesārņojumam ar naftu var būt gan punktveida (naftas ieguve jūrā, tankkuģu un naftas cauruļu avārijas), gan difūzs raksturs (noplūde no naftas produktu piesārņotām teritorijām, piemēram, ostām, rūpnīcām). Bieži naftas produktu transportēšanu, pārkraušanu un glabāšanu veic ļoti paviršī, dažkārt naftas produktu slānis virs gruntsūdeņiem sasniedz 0,5 m biezumu. Naftas produkti traucē ūdeņu dabisko aerāciju, palēnina ūdeni piesārņojošo vielu sadalīšanos, pasliktina ūdens organoleptiskās īpašības un kaitīgi iedarbojas uz ūdens augiem un organismiem. Naftas produktos esošie alifātiskie un aromātiskie ogļūdeņraži toksiski iedarbojas uz nervu sistēmu un asinsrites sistēmu. Smagākie policikliskie ogļūdeņraži ir kancerogēnas vielas.

Naftas un to produktu sadalīšanās norit ar dažādu mikroorganismu starpniecību, kas ir atkarīga no vides temperatūras un skābekļa koncentrācijas ūdenī. Ir aprēķināts, ka 4 l naftas oksidēšanai tiek patērēts skābeklis, kas ietilpst 1,5 milj. l ar skābekli piesātināta ūdens, kas ir ekvivalents jūras ūdens masai 30 cm biezā slānī 500 m^2 platībā [7]. Destrukcijas procesi pakāpeniski sagrauj viendabīgo naftas plēvi, sākotnēji veidojot naftas pilienu ūdens emulsiju, no kuras iztvaikošanas un salipšanas rezultātā veidojas eļļainas piciņas.

Latvijā Inčukalna rajonā piesārņojums ar naftas pārstrādes starpproduktiem ir sasniedzis 90 m dziļumu un apm. 1 km^2 platībā ir ļoti liels piesārņojums. Ar gruntsūdeņu plūsmu tas virzās

uz Gauju (sk. 1. pielikumu). Līdzīgs piesārņojums no bijušā Rumbulas lidlauka un Mīlgrāvja naftas bāzes virzās uz Daugavu.

Raksturīgākie hlororganiskie ūdens piesārņotāji ir hlororganiskie pesticīdi, hlorogļūdeņraži, polihlorētie bifenili, skābekli saturošie hlororganiskie savienojumi. Hlororganisko savienojumu izplatīšanās dabā notiek, dedzinot atkritumus, izlejot izmantotās eļļas, izmantojot lauksaimniecībā pesticīdus u.tml. Hlororganisko savienojumu toksiskā iedarbība ir lielāka uz ūdens dzīvniekiem nekā uz sauszemes dzīvām būtnēm; īpaši jutīgi ir zivju ikri un mazuļi. Hlororganiskie savienojumi izraisa ūdenī biocenozes struktūras pārmaiņas, jo, no vienas puses, notiek kopējās biomasas samazināšanās, bet, no otras puses, palielinās to dzīvo organismu skaits, kas pret šīm vielām ir izturīgākas. Kopumā ūdenstilpē samazinās bioloģiskā daudzveidība.

Hlorogļūdeņraži ir toksiski savienojumi, kas vāji šķīst ūdenī. Daži no tiem izraisa smagus aknu bojājumus un tiem ir arī narkotiskas īpašības. Bīstams to avots ir vecas atkritumu izgāztuves.

No skābekli saturošiem hlororganiskiem savienojumiem īpaši jāatzīmē dioksīni. Dioksīni rodas un nokļūst ūdenī dažādi, tie rodas arī kā blakusprodukti celulozes rūpniecībā. Ķīmiski tie ir ļoti stabili savienojumi. Visindīgākais dioksīnu pārstāvis ir 2,3,7,8-tetrahlor-o-dibenzol-p-dioksīns, turklāt tas ir pirmās kategorijas kancerogēns.

Lielākā daļa smago metālu ir stabili un ir uzkrājušies stāvošu ūdenstilpju nogulumos. Vides reakcijas un izšķīdušā skābekļa pārmaiņas ūdenī, kā arī ūdens mehāniska sajaukšanās ietekmē smago metālu šķīdību. Paaugstinoties ūdens skābumam, šo metālu šķīdība palielinās. Ūdenī smagie metāli ir saistīti kompleksos savienojumos, organiskos savienojumos un sāļu veidā, turklāt bieži kopā ar māla, humusa u.c. koloīdām daļiņām. No smagajiem metāliem ūdenī bīstamākie ir dzīvsudrabs, kadmijs, svins un arsēns. Dzīvsudraba iedarbība ir toksiskāka, ja tas ir organisku savienojumu veidā. Dzīvsudraba organiskos savienojumus satur preparāti, ko lieto sēklu kodināšanai (merkurāns, granozāns). Latvijā vairs neizmanto dzīvsudrabu saturošus pesticīdus. Ūdenī dzīvsudraba neorganiskie sāļi baktēriju ietekmē tiek pārveidoti par organisku savienojumu – metildzīvsudrabu, kas ietekmē smadzeņu un aknu darbību, deponējas aknās un nierēs. Metildzīvsudrabs uzkrājas gan jūras, gan saldūdens zivīs. Dzīvsudraba sāļi kaitīgi iedarbojas galvenokārt uz nierēm, bet metildzīvsudrabs – uz centrālo nervu sistēmu. Pazemes un virszemes ūdeņos dzīvsudrabs neorganisku savienojumu veidā parasti ir mazāk par 0,5 µg/l.

Kadmiju ļoti plaši izmanto elektrisko akumulatoru, bateriju, lodalvas un citu metālu sakausējumu ražošanā. Kadmija sāļi ļoti labi šķīst ūdenī. Ūdenī tie nonāk ar gaisu, ar izlietotām mašīneļļām un citiem rūpniecības atkritumiem un, tāpat kā dzīvsudrabs, deponējas ūdensdzīvnieku orgānos. Tā nokļūšana organismā var izraisīt nieru un aknu darbības traucējumus, pārmaiņas asinsrites sistēmā, anēmiju, kaulu bojājumus. Kadmijam piemīt kancerogēniska iedarbība. Tas var iziet cauri placentārajai barjerai un aizkavēt augļa attīstību.

Arī svinu izmanto akumulatoru un bateriju ražošanā, kā arī daudzās citās ražošanas nozarēs. Tetraetilsvinu agrāk plaši izmantoja kā antidetonējošu un eļļojošu degvielas sastāvdaļu. Mūsdienās daudzās valstīs to vairs nelieto kā degvielas sastāvdaļu. Svins ūdenī nonāk tādā pašā veidā kā kadmijs. Svina koncentrācija tīros virszemes ūdeņos nepārsniedz 10 mg/l. Ūdenī esošā svina kaitīgā ietekme tika atklāta pēc masveida intoksikācijas, kas radās, cilvēkiem lietojot ūdeni no svina caurulēm. Svins ir kumulatīva rakstura inde ar hronisku iedarbību. Svins pieskaitāms pie politropajām indēm, tādēļ novērojami dažādi saindēšanās patoģenēzes mehānismi. Galvenā nozīme ir porfirīna un hēma biosintēzes traucējumiem. Ja notikusi hroniska saindēšanās ar svinu, var konstatēt patoloģiskas pārmaiņas dažādos ogānos un sistēmās: nervu sistēmā, asinīs, kuņģa un zarnu traktā, aknās, sirds un asinsvadu sistēmā, nierēs, imūnajā, endokrīnajā un reproduktīvajā sistēmā.

Pazemes ūdeņi satur arsēnu, ja ieži ir bagāti ar zelta, vara vai svina rūdām. Virszemes ūdeņos tas nonāk ar rūpnieciskajiem un lauksaimnieciskajiem notekūdeņiem. Arsēnu saturošus preparātus lieto kā insekticīdus un herbicīdus. Ūdenī tie ir šķīstoši un stabili. Arsēns ir toksisks ķīmiskais elements, kas viegli deponējas ūdensdzīvnieku audos. Lietojot ar arsēnu piesārņotu ūdeni, smagos akūtas saindēšanās gadījumos ir smagi centrālās nervu sistēmas traucējumi, kuņģa un zarnu bojājumi. Arsēna savienojumiem piemīt spēja kumulēties organismā: tā hroniska iedarbība izraisa vielmaiņas traucējumus, bojā asinsvadu caurlaidību, bojā nervu sistēmu, kuņģa un zarnu traktu, asinsrites sistēmu, asinsrades orgānus, izraisa stipru ādas un gļotādu kairinājumu. Arsēnam piemīt kancerogēniskas īpašības.

Ūdenī var būt arī azbesta šķiedras, kas, perorālā ceļā iekļūstot organismā, palielina saslimstības iespēju ar gremošanas orgānu vēzi.

Fenolus dabiskā vidē sintezē zaļie augi, baktērijas un mikroskopiskās sēnes. Tos izmanto farmaceitiskajā, parfimērijas un krāsvielu rūpniecībā. Tehnogēnais piesārņojums ar fenoliem galvenokārt ir saistīts ar pārtikas un ķīmisko rūpniecību, arī ar mežrūpniecību un sadzīves atkritumiem. Vistoksiskākie ir vienvērtīgie fenoli, kas jau nelielā koncentrācijā izjauc biogēno elementu režīmu ūdenī, piešķirot tam specifisku, nepatīkamu aromātu un garšu.

Sintētiskie mazgāšanas līdzekļi satur dažādas ūdeni piesārņojošas vielas. Tie ir aromatizatori, balinātāji, enzīmi, stabilizatori, inhibitori, virsmas aktīvās vielas (VAV), ūdens mīkstinātāji. Divām pēdējām ir noteicoša nozīme ūdens kvalitātes pasliktināšanā (sk. 2. pielikumu).

VAV pasliktina ūdens organoleptiskās īpašības, izjauc nitrifikācijas procesus, toksiski iedarbojas uz ūdens organismiem. Virzemes ūdenstilpēs tās nonāk ne tikai ar sadzīves, bet arī ar metalurģiskās, ķīmiskās, naftas un tekstila rūpniecības notekūdeņiem. Nav ieteicams lietot mazgāšanas līdzekļus, kas satur vairāk par 5% ūdens mīkstinātāja, pārrēķinot uz fosfora pentoksīdu.

Paaugstināta bīstamība ir ūdenim ūdenstilpēs, kas piesārņotas ar radioaktīvajiem atkritumiem. Ūdens faunai un florai (moluski, planktons, aļģes) piemīt spēja akumulēt radioaktīvos izotopus. Paaugstināts radioaktivitātes līmenis virs dabiskā izraisa organisma šūnu bojājumus un audu deģenerāciju. Vienā gramā audu ir miljards šūnu; ja jonizējošā radiācija skar vienu vienīgu šūnu, tas ir pietiekami, lai varētu sākt attīstīties vēzis. Latentais periods dažāda veida onkoloģiskām slimībām ir vairāk nekā 20 gadu, bet leikēmijai – 4–5 gadi.

Radioaktīvais ūdens piesārņojums var būt saistīts gan ar vides dabisko radioaktivitāti, gan ar antropogēno radioaktivitāti. Medicīnā, rūpniecībā, lauksaimniecībā un zinātnē izmantoto radionuklīdu noplūde un emisija visos vielu agregātstāvokļos piesārņo virszemes un pazemes ūdeņus. Radioaktīvie atkritumi ir visos kodolenerģijas ražošanas posmos, sākot no urāna raktuvēm, kur radioaktīvie atkritumi pēc kodoldegvielas ekstrahēšanas un koncentrēšanas tiek ievadīti tuvējās ūdenstilpēs. Augstas koncentrācijas radioaktīvie atkritumi ir iegāzti Pasaules okeānā vai tiek uzglabāti pazemē korozijai pakļautās tvertnēs un līdz ar to rada zināmu radioaktīvo vielu caursūkšanos. Daudz ļaunuma pazemes ūdeņiem ir nodarījuši kodolsprādzienu pazemes izmēģinājumi.

Ikvienā ūdeņu ekosistēmā sastopama liela mikroorganismu daudzveidība. Ūdens ir daudzu saprofītu normāla dzīvesvieta, tā var būt uzturēšanās un vairošanās vide arī dažiem patogēniem mikroorganismiem. Mikroorganismi vairojas un attīstās ne tikai ūdenī un uz tajā esošajiem priekšmetiem, bet arī citos ūdenī mītošos organismos, kā arī piedalās organisko vielu, arī naftas produktu, noārdīšanā.

Mikroorganismu sastāvu un daudzumu nosaka ūdens fizikālķīmiskais stāvoklis (temperatūra, saules apgaismojums, skābekļa un ogļskābās gāzes šķīdība, pH vērtība, sāļu koncentrācija),

ūdens flora un fauna, ūdenstilpes dziļums, notekūdeņu noplūde, barības vielas. Ūdenī izšķīdušās barības vielas koncentrējas dažādu ūdenī esošu priekšmetu vismazākajās porās, kā arī ap cietām, blīvām daļiņām. Ar to ir izskaidrojama ūdens mikroorganismu lokalizācija ūdenstilpes dibenā un piekrastē. Tātad ūdens mikrobu biocenožu veidošanās galvenokārt notiek ūdenstilpju piekrastē un dibenā, bet tekošā ūdenī to daudzums ir ļoti mainīgs.

Mikroorganismu daudzums un sastāvs ir atkarīgs galvenokārt no ūdenstilpēs ieplūstošajiem notekūdeņiem. Salīdzinoši tīrās ūdenstilpēs ir barības ziņā neizvēlīgi saprofīti (*Azobacter, Nitrobacter, Micrococcus* u.c.). Ja ūdenstilpē ir daudz organisko vielu, tad ūdenī ir arī klostrīdijas, vibrioni, spirohetas u.c. mikroorganismi. Ūdenī ar augstu sērūdeņraža koncentrāciju ir atrastas baktērijas, kas veicina fotosintēzes procesus [25].

Parasti ar notekūdeņiem piesārņotās ūdenstilpēs labi vairojas anaerobie mikroorganismi, kuru skaits var sasniegt vairākus miljonus vienā mililitrā. Jebkurā ūdenstilpē izšķir trīs mikrobioloģiskās tīrības zonas:

- oligosaprobā zona – tīrs ūdens (10–100 mikrobu/ml);
- mezasaprobā zona – netīrs ūdens (10 000–100 000 mikrobu/ml);
- polisaprobā zona – ļoti netīrs ūdens (1 milj. un vairāk mikrobu/ml).

Pazemes ūdeņos no augsnes nokļuvušo mikrobu daudzums ir atkarīgs no ūdensnesējslāņa dziļuma, augsnes sastāva, kā arī no gadalaika un laikapstākļiem. Nokrišņi veicina mikroorganismu nokļūšanu gruntsūdeņos.

Latvijas ūdeņos ir apm. 100 baktēriju, 400 aļģu un 400 vienšūņu sugu veidu. Lielākā daļa mikrorganismu cilvēkam ir nekaitīgi, taču ūdeņos var būt arī patogēni un nosacīti patogēni mikroorganismi, kuru klātbūtne ūdenī var izraisīt dažādas slimības. To izplatību ūdenī veicina ne tikai sadzīves un rūpnieciskie notekūdeņi, bet arī kuģu notekūdeņi, dzīvnieku peldināšana, veļas mazgāšana, no infekcijām nobeigušos dzīvnieku līķi u.tml.

Vieni no pirmajiem ūdenī atklātajiem mikroorganismiem bija salmonellas un šigellas. Pašreiz kā slimību ierosinātāji ūdenī ir identificēti ļoti daudzi mikroorganismi, piemēram, vīruss *Rotavirus,* baktērija *Campylobacter jejuni*, parazitārais vienšūnis *Giardia*. Daudzas slimības, ko izraisa t.s. ūdens infekcijas (holera, vēdertīfs, paratīfs, salmoneloze, kriptosporidoze), ir pazīstamas pēc kopēja simptoma – diarejas. Daži ūdens infekciju ierosinātāji ūdenī var izdzīvot pat vairākus mēnešus [6] (2. tab.).

2. tabula. Baktēriju izdzīvošanas ilgums ūdenī (dienās)

Baktērijas	Sterilizētā ūdenī	Ūdensvada ūdenī	Upes ūdenī	Akas ūdenī
Zarnu nūjiņas	8–365	2–262	21–183	–
Vēdertīfa baktērijas	6–365	2–93	4–183	1,5–107
Paratīfa A baktērijas	22–55	–	–	–
Paratīfa B baktērijas	39–167	27–97	–	–
Dizentērijas baktērijas	2–72	15–97	12–92	–
Holeras vibrioni	3–392	4–28	0,5–92	1–92
Leptospiras	16	–	līdz 150	7–75
Tularēmijas baktērijas	3–15	līdz 92	7–91	12–60

Infekcijas smagumu nosaka slimības ierosinātāja tips, tā izplatīšanās veids, cilvēka vecums un veselības stāvoklis. Infekcija var rasties, gan norijot inficētu ūdeni, gan arī lietojot to ikdienas vajadzībām (ēdiena gatavošanai, personiskai higiēnai), vai pat ieelpojot to aerosola veidā. Ūdens mikrobioloģisko piesārņojumu visbiežāk rada cilvēku vai dzīvnieku fekālijas. Slimnieku vai slimību ierosinātāju nēsātāju ekskrementu vai kanalizācijas ūdeņu nokļūšana ūdens izmantošanas vietas tuvumā var būt par ūdens avota inficēšanās cēloni.

Infekcijas slimības, kas saistītas ar ūdens piesārņojumu, klasificē pēc cilvēka ietekmes uz vidi [3]:

- slimības, kuru cēlonis ir ūdens piesārņojums ar patogēnām baktērijām, vīrusiem un parazītiem no inficētiem cilvēku ekskrementiem (piemēram, holera, vēdertīfs, kriptosporidoze);
- slimības, kas saistītas ar higiēnas noteikumu neievērošanu. To cēlonis galvenokārt ir ūdens kvantitātes, bet ne kvalitātes problēma. Šo slimību galvenais faktors ir reta mazgāšanās, kuras parastās izpausmes ir diareja, acu un ādas iekaisums;
- slimības, kas saistītas ar parazītiem, kuri daļu dzīves laika uzturas ūdenī. Tāda, piemēram, ir helmintoze, šistosomatoze. Šistosomu olām, kas nonāk ūdenī ar fēcēm un urīnu, ūdenī noris visas attīstības stadijas, un invāzija cilvēka organismā notiek caur bojātu ādu, barības vada u.c. orgānu gļotādu;
- slimības, kas saistītas ar insektiem, kuri daļu dzīves laika atrodas ūdenī. Piemēram, moskīti, kuri vairojas ūdenī un var pārnēsāt parazitāras slimības (malāriju) un vīrusinfekcijas (dzelteno drudzi, Japānas encefalītu);
- slimības, kuru ierosinātāji vairojas un izplatās saldūdenī, bet cilvēks inficējas, ieelpojot tos ar kondicionieru gaisu, ar piesārņotu aerosolu. Šāda slimība, piemēram, ir legioneloze, ko ierosina *Legionella* ģints baktērijas.

Fekāli piesārņotā ūdenī ir iespējama zarnu infekciju slimību (vēdertīfa, dizentērijas) un citu infekciju ierosinātāju klātbūtne un inficēšanās risks. Lielākā daļa patogēno enterobaktēriju, kas var būt ar fekālijām piesārņotā ūdenī, pieder pie trīs ģintīm: *Salmonella, Shigella* un *Escherichia.*

Salmonellas ir enterobaktērijas, kas var izraisīt enterokolītu, vēdertīfu un septicēmiju. Pavisam pastāv vairāki desmiti šo enterobaktēriju serotipi. *Salmonella typhi* ir izplatīta visā pasaulē, tās vienīgais avots ir slimnieks vai salmonellu nēsātājs. Tekošā ūdenī tā var izdzīvot vairākas dienas, stāvošā – vairāk nekā nedēļu, bet dūņās – pat vairākas nedēļas. Jūrā salmonella nespēj ilgi dzīvot.

Bakteriālo dizentēriju izraisa *Shigella*, kuras serotipi ir izplatīti visā pasaulē. Latvijā visbiežāk sastopama ir *Shigella flexneri*. Šigellu avots var būt ne tikai fekālais piesārņojums, bet arī rūpnieciskie un lauksaimnieciskie notekūdeņi, kuros ir daudz organisko vielu.

Vissvarīgākās no *Escherichia* ģints ir nosacīti patogēnās zarnu nūjiņas *Escherichia coli.* Mainoties apstākļiem, tās maina savu lokalizāciju un daudzumu. Ja pazeminās organisma rezistence, tad zarnu nūjiņas var ierosināt dažādas slimības: diareju, pneimoniju, urīnceļu infekciju, meningītu, septicēmiju, pēcoperācijas brūču infekciju u.c.

Nosacīti patogēni mikroorganismi ir arī *Klebsiella, Citrobacter, Enterobacter. Klebsiella pneumonia* izraisa kakla un elpošanas ceļu iekaisumu, tā var būt meningīta cēlonis. Pretēji *Escherichia coli* zarnu nūjiņai, *Klebsiella pneumonia* var būt ne tikai ar fekālijām piesārņotā ūdenī, bet arī lauksaimnieciskos un rūpnieciskos notekūdeņos, kuros ir daudz organisko vielu.

Dzīvo organismu zarnu traktā normālas mikrofloras sastāvā, kā arī augsnē un ūdenī plaši izplatītas ir klostrīdijas. *Clostridium* ģintī ietilpst ap divdesmit cilvēkam bīstamu klostrīdiju sugu. Patogēnās klostrīdijas ierosina stingumkrampjus jeb tetānu, botulismu, gāzes gangrēnu. *Clostridium perfringens* izraisa brūču infekciju, kas bojātos audos attīstās anaerobā vidē. To raksturīgākā dabiskās eksistences vide ir zarnu trakts, un fekāli kontaminētā ūdenī to sporas var ilgstoši saglabāties.

Ar dzīvnieku un cilvēku fēcēm ūdenī nonāk arī enterokoki, no kuriem raksturīga zarnu mikrofloras sastāvdaļa ir streptokoki. Ārpus gremošanas trakta streptokoki ir nosacīti patogēni, tie var izraisīt dažādus septiskus procesus, angīnu, rozi, skarlatīnu.

Ūdenī esošie inficēta cilvēka stafilokoki var inficēt veselu cilvēku. Ar *Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermides* bieži inficējas mazgājoties un peldoties, un tie ierosina ādas, ādas dziedzeru, gļotādas, ausu iekaisumu. To lielākā koncentrācija parasti ir pludmalēs, peldbaseinos, vietās, kur koncentrējas daudz cilvēku.

Bruceloze ir antropozoonoze, ko izraisa mikroorganisms *Brucella*. Brucellas ir intracelulāri parazīti, kas izplatās ar slimu dzīvnieku urīnu un fēcēm. Organismā tās visbiežāk nonāk caur bojātu ādu un gļotādu. Brucelozei raksturīga viļņveida temperatūras paaugstināšanās, kas ilgst 2–3 nedēļas. Starp atsevišķiem viļņiem ir bezdrudža periods. Raksturīgākie simptomi ir locītavu bojājumi. Inkubācijas periods var ilgt no dažām dienām līdz dažiem mēnešiem.

Ūdens izcelsme var būt tularēmijai, ko ierosina gramnegatīvs mikroorganisms *Francisella tularensis*. Īpaša nozīme ūdens piesārņošanā ar šo ierosinātāju ir ūdens un pelēkajām žurkām, kā arī mājas un lauku pelēm, ar kuru ekskrementiem un līķiem ir piesārņoti virszemes ūdeņi. Latvijā tularēmija pēdējo reizi konstatēta 1987. gadā.

Legionella pneumophila ierosina t.s. leģionāru slimību jeb legionellozi, kas izpaužas pneimonijas veidā. Slimības simptomi ir augsta temperatūra, drudzis, mokošas galvas un muskuļu sāpes, spazmas vēderā, augšējo elpceļu iekaisums, klepus ar asiņainām krēpām. Ļoti bieži ir neiroloģiski simptomi: galvas reiboņi, bailes no gaismas, kustību koordinācijas traucējumi, bezmiegs. Var būt smagas komplikācijas (CNS, aknās, nierēs, gremošanas traktā), kas var novest pie letāla iznākuma. Visbiežāk saslimst novājināti cilvēki ar izteiktiem imunitātes defektiem. Amerikā un Eiropā ir reģistrēti vairāk nekā 200 slimības uzliesmojumu. Gandrīz visos gadījumos infekcijas ierosinātājs mitinājās gaisa kondicionēšanas iekārtās ar slēgtu ciklu un ūdensapgādes sistēmās. Inficēšanās bieži notiek, ieelpojot ūdens aerosolu. Potenciāli bīstamas ir džakuzi vannas, dažādi smidzinātāji – gaisa mitrinātāji. Baktērijas iet bojā vai nevairojas vara ūdenvada caurulēs, karstā ūdenī (60 °C), kā arī dezinficējot ūdeni ar hloru vai ar ultravioleto staru īso viļņu diapazonā.

Viena no bīstamākajām antropozoonozēm ir leptospiroze, kuru ierosina mitrumu mīloši mikroorganismi leptospiras *Leptospira interrogans*. Slimība ir ļoti līdzīga gripai – augsta temperatūra, drudzis, stipras muskuļu un galvas sāpes, arī asinsvadu un aknu bojājumi. Apm. 10% gadījumu slimība noris ļoti smagi. Ja laikus neuzsāk ārstēšanu, slimība saasinās ar meningīta simptomiem, akūtu nieru mazspēju un var beigties letāli. Cilvēka inficēšanās notiek galvenokārt ar ūdeni (dzerot, peldoties, mazgājoties). Arī šo ierosinātāju avots ir žurkas un peles, kas piesārņo ūdeni ar saviem ekskrementiem. Vairākumā gadījumu slimībai ir endēmisks raksturs. Galvenais profilaktiskais pasākums ir deratizācija, kā arī atsacīšanās no peldēšanās sevišķi bīstami piesārņotās ūdenstilpēs (dīķos un mazos ezeriņos). Latvijā saslimstība 5–6 reizes pārsniedz saslimstību citās Eiropas valstīs.

Jersiniozi jeb žurku mēri izraisa jersīnijas *Yersinia enterocolitica*, kas ir līdzīgas mēra bacilim. Slimībai ir daudzveidīgi simptomi: drudzis, vemšana, caureja, sāpes vēderā, izsitumi u.c. Baktēriju dabiskie saimnieki ir grauzēji, kas var inficēt ūdenstilpes. Ar leptospirozi un jersiniozi 2001. gadā, galvenokārt vasarā, Latvijā saslima 67 cilvēki un viens nomira. Salīdzinot ar 2000. gadu, saslimstība ar leptospirozi ir mazinājusies, bet ar jersiniozi – palielinājusies.

Lielākā daļa *Vibrionaceae* dzimtas baktēriju jeb vibrioni, to skaitā arī patogēnās baktērijas, dzīvo ūdenī, jūras dzīvnieku un zivju organismos. Epidemioloģiski nozīmīgākie ir *Vibrio* ģints pārstāvji *Vibrio cholerae, Vibrio eltor*, kas izraisa holeru. Holera ir antroponoze. Tā sākas ar vemšanu

un ūdeņainu caureju. Tālāk seko dehidratācija, organisms zaudē bikarbonātus un iestājas šoks. Kontaminācija notiek, cilvēkam dzīvojot antisanitāros apstākļos – peldoties, mazgājoties netīrā ūdenī vai to dzerot. *Vibrio parahaemolyticus, Vibrio alginolyticus* ierosina otītus, brūču infekciju. *Vibrio vulnificus* var ierosināt fatālu septicēmiju, gastroenterītu. Lielākās daļas vibrionu dzīvotspēja ir atkarīga no ūdens temperatūras un sāls koncentrācijas ūdenī, tādēļ tiem raksturīga sezonalitāte.

No ūdenī sastopamajiem *Pseudomonas* ģints mikrobiem vislielākā bīstamība piemīt zilajai strutu nūjiņai *Pseudomonas aeruginosa,* kas ierosina visdažādākos iekaisuma procesus: ausu, acu konjunktīvas un brūču iekaisumu, uroģenitālo orgānu infekcijas, enterītu u.c. Raksturīgas slimības ir septicēmija, osteomielīts, pneimonija, pleirīts, zīdaiņiem – nabas sepse, kurai nereti ir letāls iznākums. Biežāk saslimst bērni un cilvēki ar novājinātu imūnsistēmu. Lielā koncentrācijā šie mikrobi ir moluskos.

Ūdenstilpes var būt piesārņotas ar dažādiem vīrusiem. Vīrusiem ir ļoti mazi izmēri (no 10^{-8} līdz $3 \cdot 10^{-7}$ m), tiem ir vienkārša uzbūve un tie var vairoties dzīvu organismu šūnās. Pastāv hipotēze, ka tie ir šūnas ģenētiskā materiāla atvasinājumi, kas atdalījušies no šūnas un ieguvuši spēju funkcionēt patstāvīgi [26]. Viena vīrusa iekļūšana dzīvajā šūnā inficē visu organismu. Cilvēka inficēšanās ar ūdenī esošajiem vīrusiem iespējama, gan dzerot kontaminēto ūdeni, gan tajā peldoties, zvejojot u.tml. Galvenie ūdenstilpju virusālā piesārņojuma avoti ir kanalizācijas ūdensvadu un attīrīšanas iekārtu bojājumi, atkritumu izgāztuves un lauksaimniecības notekūdeņi. Zināma nozīme vīrusu pārnēsāšanā ūdenī ir arī moluskiem. Epidemioloģiski pierādīts, ka tie pārnēsā hepatīta A vīrusus. Vīrusu rezistences spējas ūdenī ietekmē dažādi vides faktori. To izdzīvošana strauji paaugstinās, ja ūdenī ir suspendētas daļiņas, uz kurām vīrusi var adsorbēties, bet izdzīvošanas izredzes mazinās saules gaismā un augstā ūdens temperatūrā. Lielāka rezistence piemīt vienkāršajiem vīrusiem, kam nav ārējā apvalka. Pie tiem pieder arī enterovīrusi, kas izplatās fekāli orālā ceļā un, inficētiem kanalizācijas ūdeņiem nokļūstot ūdens sistēmās, rada paaugstinātu vīrussaslimšanas risku.

Vīrusu klātbūtne ūdenī parasti ir saistīta ar fekālu piesārņojumu. Cilvēku fēcēs var būt daudzi desmiti vīrusu tipu. Tie pieder pie dažādām dzimtām un ģintīm: enterovīrusi, hepatovīrusi, reovīrusi, poliovīrusi, rotavīrusi, adenovīrusi, paravīrusi u.c.

- *Picornaviridae* dzimtas enterovīrusi (poliovīrusi, ehovīrusi, koksaki vīrusi) ierosina zarnu trakta, augšējo elpceļu slimības, meningītu, paralīzes. Tie inficēšanas spējas virszemes ūdeņos nezaudē.
- *Reoviridae* dzimtas rotavīrusi ir akūta gastroenterīta ierosinātāji, it īpaši bērniem. 60% akūtu gastroenterītu gadījumu bērniem ierosinātāji ir rotavīrusi. Rotavīrusi dzīvotspēju ūdenī var saglabāt līdz vienam mēnesim. Galvenās klīniskās pazīmes ir bieža vēdera izeja, vemšana, paaugstināta temperatūra, augšējo elpceļu iekaisums.
- A hepatītu ierosina hepatīta A vīrusi. Tie var mēnešiem ilgi saglabāties ūdenī zemā temperatūrā.
- *Adenoviridae* dzimtas adenovīrusi ierosina augšējo elpceļu infekciju, acu infekcijas.

Par virusālas izcelsmes cilvēka onkoloģiskām slimībām nepārprotami un pārliecinoši dati nav iegūti [16].

Nopietnu kaitējumu cilvēka veselībai nodara ūdenī esošie zarnu parazīti. Nelabvēlīga sanitāri parazitoloģiskā situācija virszemes ūdeņos negatīvi ietekmē pazemes ūdeņus un arī dzeramā ūdens kvalitāti. Invāzijas slimības, kas saistītas ar ūdenī atrodošos protozoju izcelsmes parazitāro floru, visbiežāk ir lamblioze un kriptosporidoze. Galvenais slimības simptoms ir ūdeņaina caureja.

Izteikta spēja izdzīvot ūdenī pat tā attīrīšanas procesa laikā piemīt kriptosporidozes ierosinātājam *Cryptosporidium parvum*. 1993. gadā ASV pilsētā Milvoki bija vislielākā zarnu slimību epidēmija, ko izraisīja dzeramā ūdens lietošana. Vairāk nekā 400 tūkst. cilvēku (no 1,5 milj. iedzīvotāju) saslima ar kriptosporidozi, 4,5 tūkst. tika hospitalizēti smagā stāvoklī un 100 cilvēku nomira. Kriptosporidoze ir ļoti bīstama cilvēkiem ar novājinātu imunitāti.

Lambliozi ierosina *Lamblia intestinalis* cistas, kas no organisma izdalās kopā ar fēcēm. To dzīvotspējas saglabāšanos veicina ūdens un siltums. Cilvēks invadējas caur kuņģa un zarnu traktu. Cistām nonākot tievajās zarnās, no tām veidojas parazīta veģetatīvā forma. Biežāk ir sastopama latentā lamblioze, kas var pāriet izteiktākā formā un radīt zarnu gļotādas iekaisumu.

Lambliju un kriptosporīdiju cistas, salīdzinot ar baktērijām un vīrusiem, ir daudz rezistentākas pret ķīmiskiem un fizikāliem dezinfektantiem (hlors, ozons, ultravioletais starojums), ko izmanto dzeramā ūdens sagatavošanā. Tādēļ tās var būt arī dzeramajā ūdenī, kas atbilst visiem citiem mikrobioloģiskajiem normatīviem.

Latvijā no protozoozēm izplatītākā ir lamblioze, bet no helmintozēm – askaridoze (ierosina cērmes – *Ascaris lumbricoides*) un enterobioze (ierosina spalīši – *Enterobius vermicularis*). Askaridozei ir raksturīgi dispeptiski un alerģiski organisma traucējumi, bet enterobiozei – kuņģa, zarnu un nervu sistēmas traucējumi. Šo helmintožu invadētāji attiecīgi ir ūdenī esošās cērmju un spalīšu olas.

Eiropas valstīs ar ļoti bīstamu slimību (tīfs, holera, vīrushepatīts) ierosinātājiem piesārņota ūdens lietošanas risks nav liels, tomēr dzeramā ūdens piesārņotība ar citiem mikrobiem, kas izraisa infekciju izplatīšanos, ir aktuāla. Latvijā ūdens piesārņojums ar patogēno mikrofloru galvenokārt ir saistīts ar salmonellām un šigellām.

7.3. ŪDENS ANALĪZE UN NOVĒRTĒŠANA

7.3.1. ŪDENSTILPJU UN ŪDENSGŪTŅU SANITĀRĀ IZPĒTE

Ūdens resursus, kā jau minējām, iedala pazemes, atmosfēras un virszemes ūdeņos. Savukārt pēdējos iedala jūras ūdenī un saldūdenī. Saldūdens ūdenstilpes vai ūdensavotus iedala četrās kvalitātes klasēs: lašveidīgo zivju ūdeņi, karpveidīgo zivju ūdeņi, dzeramā ūdens ieguvei izmantojamie ūdeņi un peldūdeņi. Ūdens sanitārhigiēniskās novērtēšanas pamatā ir tā izpēte uz vietas, t.i., pie ūdenstilpes vai ūdensgūtnes. Laboratoriskā analīze raksturo ūdens stāvokli noteiktā momentā, taču neļauj gūt pilnīgu priekštatu par pašu ūdenstilpi / ūdensgūtni un tās iespējamiem piesārņojuma iemesliem. Pašas ūdentilpes / ūdensgūtnes un to apkaimes apsekošana ļauj noteikt iespējamos piesārņojuma avotus un to pastāvīgumu, kā arī izplānot nepieciešamos pasākumus ūdens aizsardzībai, noteikt ūdens debitu u.tml. Dažkārt šāda apsekošana ir vienīgais ūdens kvalitātes novērtēšanas veids.

Ūdenstilpes vai ūdensgūtnes sanitārhigiēniskā izpēte ietver sanitārtopogrāfisko apsekošanu, ūdens daudzuma un tā apmaiņas noteikšanu, ūdens paraugu ņemšanu un analīzi, iedzīvotāju un dzīvnieku veselības stāvokļa (saslimstības) analīzi. Sanitārtopogrāfiskajā apskatē galveno uzmanību pievērš dažādu piesārņojuma avotu atklāšanai, raksturošanai un to attāluma noteikšanai līdz peldvietām un ūdens ņemšanas vietām. Piesārņojuma avotu tuvumā nepieciešams noskaidrot krastu, gultnes un apkārtnes ģeoloģisko uzbūvi un reljefu (nogāžu slīpumus). Upēs pētāmais rajona lielums ir atkarīgs no ūdens noteces daudzuma un straumes ātruma. Jo lielāks ir straumes ātrums un notece mazāka, jo garāks ir izpētes rajons [23].

Lai novērtētu pašattīrīšanās procesus stāvoša ūdens ūdenstilpē (ezerā, dīķī, mākslīgā ūdenskrātuvē pie hidroelektrostacijām), aprēķina ūdens apjomu, bet upēs arī ūdens noteci laika vienībā, ūdens ieteces un izteces apjomu. Ūdens apmaiņas laiku nosaka pēc attiecības starp ūdenstilpes kopējo apjomu un ieteci vai noteci. Ūdens apmaiņas laiks var būt ļoti dažāds atkarībā no ūdenstilpes dziļuma, krastu reljefa. Ūdens apmaiņu ziemā kavē ledus, bet vasarā – dažādu ūdensslāņu lielā temperatūras starpība. Vislabāk ūdens apmaiņa notiek, ja ūdens temperatūra dažādos slāņos ir izlīdzinājusies (rudeņos un pavasaros). Upēs ūdens notece laika vienībā ir upes jauda. To nosaka pēc ūdens plūsmas daudzuma, kas ir ūdensteces šķērsgriezumlaukuma un straumes ātruma reizinājums.

Apsekojot pazemes ūdensgūtnes, pārbauda, vai ūdensgūtnes apsaimniekošana un ūdens ieguve atbilst visām sanitārhigiēniskām prasībām, nosaka urbumu skaitu un to atrašanās vietu, ūdens padošanas iekārtas. Svarīgi arī pārbaudīt bezsaimnieka urbumu esamību ūdensgūtnes teritorijā, aizsargjoslu iekārtojumu un tajās noteikto režīmu, kā arī iespējamo piesārņojuma avotu esamību.

7.3.2. ŪDENS PARAUGU ŅEMŠANA

Ūdens parauga paņemšana analīzei ir svarīgs un atbildīgs piesārņojuma noteikšanas posms, no kura ir atkarīga izpētes rezultātu novērtējuma pareizība. Apsekojot ūdenstilpes pirmo reizi, ūdens paraugi jāņem visu gadu dažādos gadalaikos. Ūdenstilpēm ir trīs joslas, kurās novērtē ūdens piesārņojuma sadalījumu un tā bīstamību. Pirmo joslu veido augšējais ūdens slānis (0,05–5 mm), kurā parasti ir vislielākā piesārņojošo vielu koncentrācija, otro joslu veido pārējā ūdens masa, bet trešo – nogulsnes.

Vispārējam sanitāram novērtējumam ūdens paraugus ņem 0,5–1 m dziļumā ūdenstilpes vidū un 10 m attālumā no krasta. Peldvietās ūdens paraugus ņem pie krasta, kur notiek masveida peldēšanās, 10 m attālumā no krasta 0,5 m dziļumā. Šahtveida akās paraugus ņem 0,5–1 m dziļumā, bet cauruļveida akās un no centralizētās ūdens apgādes tīkla – pēc desmit minūšu ilgas notecināšanas. Pazemes ūdeņu paraugu paņem ar dažāda tipa sūkņiem un atkarībā no ūdens pieteces intensitātes – dažādos laikos pēc urbuma izdarīšanas. Ja pazemes ūdeņus pēta vietās, kur ir iespējama naftas noplūde, ūdens paraugus ņem ar speciālām paraugu ņemšanas caurulēm, iepriekš pārbaudot, vai virs ūdens līmeņa nav peldoša naftas produktu slāņa.

Atkarībā no laboratorisko analīžu skaita nepieciešamais ūdens parauga daudzums parasti ir 2–5 l. Ūdeni iepilda tīrās pudelēs, kas izmazgātas ar sālsskābi un izskalotas ar analizējamo ūdeni. Ūdens paraugu vajadzīgajā dziļumā paņem ar speciālu ierīci – batometru. Ūdeni analizē ne vēlāk kā 2 stundas pēc parauga paņemšanas, jo ūdeņi, īpaši virszemes un notekūdeņi, ir jutīgi pret dažādām pārmaiņām, kas fizikālo, ķīmisko un bioķīmisko procesu rezultātā notiek laikā starp parauga ņemšanu un analīzi. Ja paraugu transportēšanas laikā netiek ievērota piesardzība un ja paraugi netiek atbilstoši sagatavoti uzglabāšanai, šo reakciju raksturs un ātrums bieži pārmaina ūdens fizikālās īpašības, ķīmisko vielu koncentrācijas un bioloģisko sastāvu. Ja ūdens analīze tomēr tiek izdarīta vēlāk nekā divas stundas pēc parauga paņemšanas, tad ūdeni iekonservē. Konservēšanas metodes ir atkarīgas no nosakāmiem ķīmiskiem savienojumiem. Piemēram, 1 l ūdens, kas paredzēts oksidējamības un amonija jonu noteikšanai, pievieno 2 ml 25% sērskābes, bet ūdenim, kas paredzēts sausā atlikuma, duļķainības, hlorīdu, nitrītu un nitrātu noteikšanai, pievieno 2 ml hloroforma. Transportējot jāsaglabā ūdens temperatūra, ko, tāpat kā ūdens blīvumu, nosaka ūdens ņemšanas vietā.

Mikrobioloģiskai analīzei ūdens paraugu ņem 0,2 m dziļumā speciālā sterilā traukā. Lai saglabātu patogēno mikrofloru un saprofītu daudzumu neizmainītu, paraugu analīzi uzsāk ne vēlāk kā divas stundas pēc paraugu paņemšanas. Helmintoloģiskai analīzei ūdens paraugus ņem vismaz trīs reizes dienā dažādā dziļumā un attālumā no krasta, lai kopējais ūdens daudzums būtu 50 l.

Ūdens paraugus numurē un tiem uzraksta pavaddokumentu, kurā norāda parauga ņemšanas laiku un vietu, personas vārdu, kas paraugu ņēmusi, ūdens temperatūru, meteoroloģiskos apstākļus, kā arī parauga ņemšanas īpatnības (no kāda dziļuma, ūdens sūknēšanas ilgumu u.tml.).

Ūdens paraugu ņemšanas nosacījumus, paraugu uzglabāšanu un konservēšanu nosaka trīs starptautiski standarti – ISO 5667/1, ISO 5667/2 un ISO 5667/3, kas paredzēti savstarpēji saistītai lietošanai. Standartā ISO 5667/1 *(http://www.qsae.org/web_en/cat/items/d782.htm.)* ir aprakstīti vispārīgie principi ūdens, nogulumu un dūņu paraugu ņemšanas programmu sastādīšanai, lai izdarītu kvalitatīvu kontroli un novērtējumu, kā arī lai atklātu piesārņojuma avotu. Standartā ISO 5667/2 *(http://www.qsae.org/web_en/cat/items/d783.html.)* ir aprakstīti ūdens paraugu veidi un paraugu ņemšanas paņēmieni, paraugu ņemšanas iekārtas un ierīces, paraugu ņemšanas trauku veidi ķīmiskām, mikrobioloģiskām un bioloģiskām analīzēm un radioaktivitātes mērījumiem. Standartā ISO 5667/3 *(http://www.qsae.org/web_en/cat/items/d784.html.)* ir vispārīgi norādījumi, kas jāievēro, ūdens paraugus transportējot, uzglabājot un konservējot. Šie norādījumi ir īpaši noderīgi tajos gadījumos, kad ūdens paraugu nav iespējams analizēt uzreiz.

Ūdens kopējo piesārņojuma pakāpi vērtē pēc ūdens piesārņojuma rādītājiem un higiēniskajiem normatīviem. To lielumu nosaka ūdens fizikālo, ķīmisko un bioloģisko īpašību ietekme uz dzīviem organismiem un tehnoloģiskiem procesiem.

7.3.3. FIZIKĀLO ĪPAŠĪBU NOTEIKŠANA

No ūdens fizikālajām īpašībām svarīga ir vielu šķīdība ūdenī. Daudzu vielu šķīdība ir ļoti augsta, dažādu izšķīdušo vielu saturs dabas ūdeņos var mainīties plašās robežās – no dažiem desmitiem mg/l līdz dažiem desmitiem g/l. Okeāna ūdenī izšķīdušo vielu daudzums ir līdz 38 g/l, Baltijas jūrā tas ir daudz mazāks – līdz 8 g/l, bet upju ūdenī – līdz 0,5 g/l. Pazemes ūdeņu dalījumu saldūdeņos un minerālūdeņos nosaka izšķīdušo vielu koncentrācija ūdenī, ko sauc par sauso atlikumu vai mineralizāciju. Saldūdeņos sausais atlikums nepārsniedz 1 g/l. Ūdeņus ar lielāku mineralizāciju pieskaita pie minerālūdeņiem. Pazemes ūdeņu klasifikācija pēc to mineralizācijas pakāpes ir dota 3. tabulā [14].

Nozīmīgs ūdenstilpes sanitārā stāvokļa rādītājs ir ūdens temperatūra. Augsta akas ūdens temperatūra vasarā un zema ziemā liecina par augstu ūdens līmeni un līdz ar to par lielu varbūtību, ka aka tiek piesārņota. Augsta ūdens temperatūra veicina mikrofloras vairošanos, koroziju ūdens caurulēs un daudzos gadījumos pasliktina ūdens smaržu un krāsu. Ūdenstilpju temperatūras pastāvīgums liecina par augstu ūdens tīrības pakāpi, jo nenotiek virsējo, parasti piesārņoto, ūdens slāņu kustība. Pavasarī un vasarā ūdens sasilst 15–20 m dziļumā. Vasarā temperatūras līkne var būt ļoti krasa, stabila un līdz ar to tiek aizturēta ūdens sajaukšanās. Rudens un ziema stimulē ūdens temperatūras konvekciju un veicina ūdens sajaukšanos.

Temperatūrai ir ļoti liela nozīme eitrofikācijas procesos. Ziemā aļģes aug lēni nepietiekamas gaismas un zemas temperatūras dēļ. Barības vielas ūdens masā saglabājas. Pavasarī gandrīz visas barības vielas tiek izmantotas, jo notiek intensīva aļģu ziedēšana. Vienmērīga un

diezgan augsta aļģu producēšanās saglabājas visu vasaru. Rudens ziedēšanu izraisa ūdens masu sajaukšanās (nokrišņu daudzuma palielināšanās, vētras), tādējādi piegādājot jaunus barības vielu krājumus. Ziemā sākas jauns barības vielu uzkrāšanas periods.

3. tabula. Pazemes ūdeņu klasifikācija pēc to mineralizācijas pakāpes

Pazemes ūdens ķīmiskā sastāva tips	Sausne (g/l)	Pārsvarā esošais anjons	Iespējamā izmantošana
Saldūdens	0,1–0,45	HCO_3'	Dzeramais ūdens
	0,45–0,65		Zemas kvalitātes ūdens
	0,65–1	Cl', SO_4''	Dzeramais ūdens
Iesāļūdens	1–3	SO_4''	Galda minerālūdens
Sāļūdens	3–10	Cl'	Balneoloģiskais minerālūdens
	10–35		
Sālsūdens	35–70	Cl'	Balneoloģiskais un rūpnieciskais minerālūdens
	70–100		
	100–140		

Visvienmērīgāk pastāvīgu temperatūru visa gada garumā saglabā pazemes ūdens, kam ir īpaša nozīme vasaras karstajās dienās. Pazemes ūdens parasti ir arī garšīgs, caurspīdīgs, bezkrāsains un nesatur patogēnos mikroorganismus.

No tehniskā viedokļa ir svarīgi ņemt vērā ūdens temperatūru, jo daudzos tehnoloģiskos procesos nepieciešams ūdens ar noteiktu temperatūru, piemēram, ķīmiskajā rūpniecībā – silts, dzesēšanas sistēmās – auksts.

Temperatūru atklātās ūdenstilpēs mērī, iegremdējot ūdenī dzīvsudraba termometru, kuram iedaļas vērtība ir 0,1 °C. Dziļās akās un citās grūti piejamās vietās temperatūru mērī ar speciālu termometru metāla konstrukcijā, kura rezervuārs atrodas kausiņā, kas, ņemot paraugu, piepildās ar ūdeni. Paceļot termometru, kausiņā esošais ūdens aizsargā no temperatūras svārstībām augstākajos ūdenstilpes slāņos un no gaisa temperatūras ietekmes. Ūdens temperatūras mērīšanai praksē ir liela nozīme, piemēram, lai noteiktu ūdenstilpes sasilšanas pakāpi vasarā vienas dienas laikā, lai atklātu auksto avotu atrašanās vietas, lai noskaidrotu peldvietu iekārtošanas iespējas. Ūdens temperatūru atklātās peldvietās nevar normēt, jo tā ir atkarīga no laikapstākļiem. Slēgtos peldbaseinos atkarībā no apmeklētāju daudzuma ūdens temperatūrai jābūt no 22 līdz 28 °C.

Ūdens elektrovadītspēja ir fizikāls ūdens stāvokļa rādītājs, kas raksturo tajā jonu daudzumu. Jo vairāk jonu ūdenī, jo augstāka ir tā elektrovadītspēja. Ūdens elektrovadītspēja ir atkarīga no ūdenī izšķīdušo minerālvielu daudzuma un ūdens temperatūras. Izšķīdušo vielu daudzums un temperatūra dažādos ūdenstilpes slāņos ir dažādi, tāpēc elektrovadītspēju mērī vienlaikus ar ūdensslāņa dziļumu un temperatūru. Šim nolūkam izmanto speciālas zondes, kas elektrovadītspēju nosaka pēc sprieguma mērījumiem pie noteikta strāvas stipruma. Elektrovadītspējas mērvienība ir milisīmenss uz metru (mS/m). Jūras ūdenī tā ir virs 4000 mS/m, saldūdens ūdenstilpēs – līdz 40 mS/m, bet lietus ūdenī – līdz 4 mS/m.

7.3.4. ORGANOLEPTISKO ĪPAŠĪBU NOTEIKŠANA

Ūdens analīzē plaši izmanto organoleptiskās metodes, kas ir cieši saistītas ar ūdens fizikālajām īpašībām. Peldēties un mazgāties patīkami ir tādā ūdenī, kas ir bezkrāsains, ar noteiktu temperatūru, bez piegaršas, smakas, nogulsnēm. Tāds ūdens ir dzeršanai piemērots. Organoleptiskās metodes ir vienkāršas, viegli pieejamas, nav darbietilpīgas un bieži ļauj noteikt tādas ūdens kvalitātes pārmaiņas, kuras ar citām metodēm nav iespējams noteikt.

Viena no organoleptiskām metodēm ir krāsainības noteikšana, kas ļauj novērtēt piesārņojuma veidu un pakāpi. Dzeramajam ūdenim jābūt bezkrāsainam, jo jebkura nokrāsa padara to nepatīkamu dzeršanai. Ūdens krāsas cēloņi ir dažādi. Dzeltenīga nokrāsa ir purvainas vietas ūdenim, kas satur augu koloīddaļiņas. Ja dzeltenīgās nokrāsas cēlonis ir piesārņojums ar vircu, kūtsmēsliem, to var izmantot kā ūdens sanitārās kvalitātes rādītāju. Pienainas, opaliscējošas ūdens krāsas cēlonis var būt piesārņojums ar māla daļiņām. Koloidālie dzelzs savienojumi piešķir ūdenim iezaļganu, bet lielās koncentrācijās – dzeltenu krāsu. Ūdens ir zaļganā krāsā ūdenstilpju ziedēšanas (masveidīgas mikroskopisko ūdensaugu attīstības) laikā. Ūdens krāsa var būt atkarīga arī no citu mikroorganismu klātbūtnes.

Kvalitatīvi ūdens krāsainību nosaka, salīdzinot nofiltrētu ūdens paraugu ar destilētu ūdeni virs balta fona. Ūdens raksturošanai lieto dažādus apzīmējumus: bezkrāsains, gaišdzeltens, tumšbrūns, zaļgans un tamlīdzīgi. Kvantitatīvi ūdens krāsainību nosaka, salīdzinot analizējamo ūdeni ar standartšķīdumu (etalonu) skalu, kas izteikta krāsainības grādos. Šim nolūkam ar fotokolorimetru mērī šķīdumu gaismas absorbciju.

Cilvēka ožas orgānam piemīt augsta jutība, kas ļauj noteikt niecīgas koncentrācijas smakas, kuru cēlonis ir dažādi ķīmiskie procesi ūdenī (oksidēšanās, rūgšana, destrukcija u.c.). Ožas jutība ir atkarīga no vides temperatūras un cilvēka veselības stāvokļa. Ožas asums samazinās zemā ūdens temperatūrā un slimam cilvēkam (piemēram, kad ir gripa, rinīts). Ūdenim jābūt bez nepatīkamas vai bez jebkādas smakas, jo tās klātbūtne padara ūdeni nepatīkamu dzeršanai, kā arī peldēšanos un mazgāšanos tajā. Dažas smakas var liecināt par ūdens piesārņojumu ar organiskām vielām, un šāds ūdens var būt bīstams infekciozā ziņā.

Smakas izcelsme var būt dabiska un mākslīga. Dabiskās smakas rodas galvenokārt no ūdensaugiem un to sadalīšanās produktiem, bet mākslīgās – no rūpnieciskajiem, lauksaimnieciskajiem, sadzīves notekūdeņiem, kā arī nepareizas dzeramā ūdens sagatavošanas tehnoloģijas dēļ.

Neoficiāli pieņemtajā klasifikācijā ūdens smaku raksturo šādi: zemes (mitras augsnes smarža), purva (kūdras smarža), aptiekas (jodoforma smaka), ogļūdeņražu (naftas smaka), hlora, puvuma, zivju, vecu olu (sērūdeņraža smaka) u.tml. Aptiekas, ogļūdeņražu, fenola un tamlīdzīgas smakas ūdenī liecina par rūpniecisko notekūdeņu klātbūtni. Hlora smaka ir sajūtama, ja aktīvā hlora koncentrācija ūdenī ir lielāka par 0,5 mg/l. Sērūdeņraža, merkaptānu smaka rodas, sadaloties organiskām vielām. Tā norāda uz piesārņojumu ar sadzīves notekūdeņiem un iespējamo patogēnās mikrofloras klātbūtni.

Smaku nosaka 200 ml platkakla kolbā, kurā ielej 150 ml analizējamā ūdens, kolbu nosedz ar pulksteņstiklu un uzkarsē līdz 40 °C. Pēc tam kolbu sakrata un ostot nosaka smakas raksturu un intensitāti.

Garšas orgāns, tāpat kā ožas orgāns, ļauj spriest par ūdenī esošo vielu ķīmiskām īpašībām. Ūdens garša ir cieši saistīta ar ožu – smaržas būtiski ietekmē garšas sajūtu. Garšas sajūta ir atkarīga no kairinošā šķīduma temperatūras, minerālsastāva, izšķīdušo gāzu un vielu koncentrācijas.

Izšķir četras garšas pamatsajūtas: sāļa, rūgta, skāba, salda. Vienlaikus ar garšas pamatsajūtām subjektīvi nosaka piegaršas (metāliska, zivju, hlora, dūņu u.tml.). Visas piegaršas ir garšas orgāna kairinājumi. Dažādu vielu šķīdumi tiek pārbaudīti temperatūrā, kurā vielas īpatnējā piegarša ir sajūtama visspēcīgāk.

Ūdens garšu nosaka tikai tādiem paraugiem, par kuriem zināms, ka tie nesatur indīgas vielas. Vārītā ūdenī ir maz izšķīdušo gāzu un sārmzemju metālu hidrogenkarbonātu, tāpēc tas ir negaršīgs. Ūdeni parasti padara negaršīgu arī dažu minerālsāļu klātbūtne palielinātā daudzumā. Ja ūdenī ir dzelzs sāļi koncentrācijā virs 1 mg/l, tad ūdenim ir tintes piegarša. Indīgu metālu sāļi piešķir ūdenim metālisku, gļotādu savelkošu piegaršu, sārmzemju metālu hlorīdi un sulfāti padara ūdeni rūgtu. Ļoti stipri ūdens garšu pārmaina tajā izšķīdušās dzīvnieku un augu izcelsmes organiskās vielas.

Ūdens garšu ieteicams noteikt pie ūdens avota tūlīt pēc parauga paņemšanas. Ja ūdens ir auksts, to vispirms sasilda līdz 20 °C, vai tieši pretēji – to atdzesē, ja ūdens temperatūra ir pārāk augsta. Tādā veidā sagatavotu ūdeni dzer ļoti maziem malkiem, patur mutē vairākas sekundes un nosaka garšu, to nenorijot. Šaubīgos gadījumos, ja ūdenī ir iespējama patogēno mikroorganismu klātbūtne, ūdeni pirms tam 5 minūtes vāra un tad atdzesē līdz 20 °C.

Caurspīdīgums ir ūdens kvalitātes rādītājs, kas atkarīgs no koloīdo daļiņu klātbūtnes, ķīmisko savienojumu koncentrācijas, piemēram, dzelzs bikarbonāta, kas bāziskā vidē pārvēršas par trīsvērtīgās dzelzs hidroksīdu duļķu veidā. Duļķains, necaurspīdīgs ūdens epidemioloģiskā ziņā vienmēr ir aizdomīgs, jo tādā ir labāki apstākļi mikrobu izdzīvošanai.

Caurspīdīgumu nosaka ūdenstilpē, ņemot paraugu ķīmiskajām analīzēm. Šai nolūkā ūdenī iegremdē baltu emaljētu disku, kamēr tas kļūst neredzams. Pēc tam disku lēni ceļ augšā un, kad tas kļūst redzams, atzīmē iegremdēšanas dziļumu. Diska iegremdēšanas dziļums rāda ūdens caurspīdīguma pakāpi. Ļoti duļķainā ūdenī disks nav saskatāms jau 25–30 cm dziļumā. Parasti ezeru ūdens caurspīdīgums ir līdz 10 m. Pēc ūdens caurspīdības var spriest par tajā izšķīdušā skābekļa daudzumu. Izšķīdušā skābekļa piesātinājums ir 90–100%, ja caurspīdīgums ir virs 10 m, un 20–30%, ja caurspīdīgums ir 2–3 m. Kvalitatīvi ūdens caurspīdību nosaka, ielejot samaisītu, nefiltrētu ūdens paraugu stikla cilindrā apmēram 40 cm augstumā un salīdzina ar destilētu ūdeni uz balta fona. Rezultātus izsaka, izmantojot subjektīvas novērtējuma skalas terminus: caurspīdīgs, vāji opalescējošs, opalescējošs, vāji duļķains, duļķains, ļoti duļķains.

Ūdens duļķainība ir ūdenī suspendēto daļiņu gaismas izkliede. Tā ir svarīgs piesārņojuma pakāpes rādītājs gan notekūdeņiem, gan virszemes ūdeņiem, gan ražošanā izmantojamiem ūdeņiem. Ūdenī nešķīstošu cietu daļiņu koncentrāciju, kas izsaka duļķainības pakāpi, nosaka gravimetriski vai nefelometriski. Pirmajā gadījumā ūdens paraugu filtrē, filtru žāvē un nogulsnes kopā ar filtru sver. Svara starpība parāda duļķainības pakāpi, ko izsaka mg/l. Nefelometrijas pamatā ir gaismas izkliedes mērīšana ar detektoru, kas ūdens paraugā atrodas taisnā leņķī pret gaismas kūli.

7.3.5. ĶĪMISKĀ PIESĀRŅOJUMA NOTEIKŠANA

Ūdeņu ķīmisko piesārņojumu vērtē, salīdzinot kāda ķīmiska savienojuma koncentrāciju ūdenī ar tā maksimāli pieļaujamo koncentrāciju (MPK). MPK ir tāda vielas koncentrācija, kuru pārsniedzot ūdens nav derīgs kādam noteiktam tā izmantošanas veidam. MPK vērtība ir atšķirīga dzeramajam ūdenim, rekreācijas, zivsaimniecības, ražošanas noteiktu tehnoloģisko procesu vajadzībām paredzētajiem ūdeņiem. Ja ūdenī ir vairākas ķīmiskas vielas, tad tā ķīmisko piesārņojumu vērtē pēc nevienādības:

$$\frac{K_1}{MPK_1} + \frac{K_2}{MPK_2} + \frac{K_3}{MPK_3} + \cdots\cdots\cdots + \frac{K_n}{MPK_n} > 1,$$

kur

K_1, K_2, K_3, K_n – ūdenī esošo vielu koncentrācija;

MPK_1, MPK_2, MPK_3, MPK_n – šo vielu maksimāli pieļaujamā koncentrācija ūdenī.

Ja šī nevienādība ir pareiza, ūdens ir piesārņots. Pazemes ūdeņiem ieteicamas tās pašas MPK, ko sadzīvē izmanto virszemes ūdeņiem.

Ūdens ķīmisko izpēti uzsāk ar kvalitatīvo analīzi, lai iegūtu aptuvenu ūdens sastāva ainu, kā arī lai noteiktu kvantitatīvai analīzei nepieciešamo ūdens parauga daudzumu. Visām kvalitatīvām analīzēm parasti pietiek 5 ml analizējamā ūdens.

Vispārēju, orientējošu priekštatu par ūdens ķīmisko sastāvu iegūst, nosakot ūdens vides reakciju (pH). Dabā ūdenim parasti ir vāji bāziska reakcija. Bāziskuma palielināšanās ūdenstilpē liecina par ūdens pieplūdi no citām ūdenstilpēm, bez tam tā ir raksturīga arī ūdens ziedēšanas laikam. Ūdenim ir skāba reakcija humusvielu klātbūtnē vai arī gadījumā, ja pieplūst skābes saturoši notekūdeņi. Ļoti skābam ūdenim pH ir zem 4, bet stipri bāziskam – virs 10.

Kvalitatīvi ūdens vides reakciju nosaka ar lakmusa papīrīšiem, iemērcot tos analizējamos ūdens paraugos. Ja krāsa mainās uz zilu, tad reakcija ir bāziska, bet, ja uz sarkanu – skāba. Kvantitatīva noteikšana ir šķīdumā esošo ūdeņraža jonu daudzuma izmērīšana. Ūdenī ar skābu reakciju ūdeņraža jonu skaits pārsniedz hidroksiljonu skaitu un pH ir zem 7, bet ūdenī ar bāzisku reakciju hidroksiljonu skaits ir lielāks par ūdeņražu jonu skaitu un pH ir virs 7. Lai noteiktu pH, mērī elektrodzinējspēku, kas rodas starp pētāmajā šķīdumā iegremdēto elektrodu un salīdzinošo elektrodu.

Ūdens kvantitatīvajā ķīmiskajā analīzē parasti izmanto gravimetrisko, tilpuma, fotokolorimetrisko, polarogrāfisko, hromatogrāfisko, masspektrometrisko u.c. metodes. Visplašāk tiek pielietotas pirmās trīs metodes.

Gravimetrijas pamatā ir nosakāmā ķīmiskā savienojuma atdalīšana no pārējiem savienojumiem (filtrējot, mazgājot, žāvējot, karsējot) un masas noteikšana ar analītiskiem svariem. Tilpuma analīzē nosakāmo vielu titrē ar dažādu vielu noteiktas koncentrācijas šķīdumiem, bet titrēšanas pamatā ir neitralizēšanas, reducēšanas–oksidēšanas un izgulsnēšanas reakcijas. Fotokolorimetrijas pamatā ir dažādu vielu šķīdumu spēja absorbēt noteiktu gaismas spektra daļu un divu monohromātiskas gaismas staru intensitātes izlīdzināšana ar spraugas diafragmas palīdzību. Gaismas enerģijai nonākot uz fotokolorimetra fotoelementiem, tā pārveidojas elektriskajā enerģijā. Strāvas stipruma starpību starp nosakāmo un etalona šķīdumu mērī ar nulles galvanometru. Ja gaismas intensitāte uz abiem fotoelementiem ir vienāda, tad radušās strāvas savstarpēji kompensējas un galvanometra rādītājs ir uz nulles iedaļas. Galvanometra rādītājs novirzīsies, ja fotoelementos radušās strāvas būs dažādas, kas ir atkarīgs no abu šķīdumu krāsas intensitāšu atšķirības. Pētāmās vielas daudzumu ūdenī nosaka pēc graduēšanas grafika, kas raksturo šķīduma optiskā blīvuma atkarību no vielas koncentrācijas ūdenī. Pēdējā laikā bieži izmanto ekspresmetodes ar programmējamiem spektrofotometriem. Šādu ekspresmetožu precizitāte ir ļoti augsta.

Ūdens ķīmiskā sastāva noteikšanai lieto arī gāzes hromatogrāfiju. Atkarībā no nosakāmo vielu fizikālajām īpašībām paraugu ievadīšanai hromatogrāfā izmanto dažādus paņēmienus:

- parasti ne vairāk kā 100 µl ūdens parauga ar mikrošļirci ievada uzkarsētā hromatogrāfa dozatorā. Tajā ūdens kopā ar ķīmiskajiem savienojumiem iztvaiko un ar nesējgāzi nonāk hromatogrāfa kolonnā, kur tie tiek sadalīti atkarībā no sorbcijas pakāpes. Pēc tam ar detektoru identificētie ķīmiskie savienojumi, izņemot ūdeni, tiek reģistrēti uz hromatogrammas. Šis ievadīšanas paņēmiens ir izmantojams, ja nosakāmo vielu viršanas temperatūra nepārsniedz 300 °C;
- mazgaistošas vielas pirolizatorā 500–800 °C temperatūrā vispirms tiek sadalītas gaistošākās un tādēļ viegli nonāk hromatogrāfa kolonnā. Šāda tieša ievadīšana ir iespējama, ja nosakāmās vielas koncentrācija nav mazāka par 10 µg/l, jo gāzhromatogrāfijas metodes jutība parasti nepārsniedz 10^{-3} µg paraugā;
- nosakāmās vielas ekstrakcija ir biežāk izmantojamais ūdens parauga sagatavošanas paņēmiens, jo ļauj paaugstināt analīzes jutību, kā arī noteikt ūdenī esošās vielas. Analīzes jutība sasniedz 0,1 µg/l. Lai veiktu visus ekstrakcijas un analīzes posmus, paraugam jāņem vismaz 1 l ūdens.

Dažādu ķīmisku savienojumu atklāšanai lieto dažāda tipa detektorus. Plašāk pazīstami ir liesmas jonizācijas, elektronu satveres, fotojonizācijas detektori. Galvenokārt gāzhromatogrāfijas metodi izmanto organisko un viegli gaistošo ķīmisko vielu noteikšanai ūdenī.

Mikroelementu noteikšanai daudz efektīvāka ir atomabsorbcijas metode. Ūdenī izšķīdušo vielu izsmidzinot ievada gāzes liesmā, kur tā iztvaiko, un liesmai izmērī optiskā starojuma absorbciju. Lai palielinātu optiskā starojuma absorbcijas pakāpi liesmā, lieto speciālas lampas ar katodu, kas satur analizējamos ķīmiskos elementus. Lai noteiktu konkrētu mikroelementu, atomabsorbcijas spektrometrā ievieto lampu ar to pašu ķīmisko elementu, kura starojums tiek fokusēts uz liesmu. Atomabsorbcijas metode ir selektīva, to netraucē blakus elementu ietekme, kas ir mazāk būtiska nekā pārējām spektrālās analīzes metodēm. Parasti metodes jutība ir 2–5 µg/l (berilijam, kobaltam, kadmijam, mangānam), bet magnijam – 0,3 µg/l.

Ar luminiscentās analīzes metodi ķīmiskos elementus iespējams noteikt līdz pat $2 \cdot 10^{-3}$ µg/l lielai koncentrācijai. Metodes pamatā ir luminiscējošu organisku reaģentu izmantošana, kuri ar ūdenī esošajiem ķīmiskajiem elementiem veido iekšējos kompleksos savienojumus. Apstarojot šos savienojumus ar ultravioletajiem stariem, tie atsevišķās redzamās gaismas spektra daļās luminiscē. Luminiscentās analīzes sākumdaļā izmanto parastos analītiskās ķīmijas paņēmienus, bet analīzes beigu daļā mērī analizējamā šķīduma luminiscences intensitāti. Šī metode ir efektīva organisko vielu noteikšanai, it īpaši zemās temperatūrās, kad palielinās luminiscences intensitāte un līdz ar to arī metodes jutība.

Masspektrometriskā metode ūdens sastāva analīzei ir efektīva ne tikai tāpēc, ka ir ļoti jutīga, bet arī tāpēc, ka ar to var identificēt jebkuru piesārņojumu, t.i., tā ir ļoti selektīva. Gāzveida un viegli gaistošus savienojumus no ūdens atdala vakuumā, bet pēc tam tie nonāk masspektrometra ievadīšanas sistēmā. Lai analizētu ķīmiskos elementus un ķīmiskās vielas ar augstu iztvaikošanas temperatūru, ūdens paraugu vispirms ietvaicē, pēc tam caur jonu avota tīģeli atbilstošā temperatūrā (gan zem, gan virs 1000 °C) ievada masspektrometrā un reģistrē masspektrus. Praksē ļoti bieži lieto apvienoto gāzhromatogrāfijas un masspektrometrijas metodi. Ūdens šķīdumā nosakāmās vielas vispirms ar gāzes hromatogrāfu atdalas citu no citas, bet pēc tam detektē masspektrometrā. Detektēšanas pamatā ir vielas jonizēšana ar elektronu plūsmu, sadalot molekulas jonu fragmentos. Katru vielu raksturojošos jonu fragmentus var identificēt, izmantojot vielu spektru katalogus.

Par organisko vielu klātbūtni ūdenī spriež, pamatojoties uz starpību, ko iegūst, sadedzinot sauso atlikumu. Priekšstatu par organisko vielu daudzumu sniedz ūdenī izšķīdušais skābekļa

daudzums, ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP) un bioloģiskais skābekļa patēriņš (BSP). Skābeklis ūdenī nokļūst no gaisa, to izdala arī ūdensaugi. Izšķīdušā skābekļa daudzums ūdenī ir atkarīgs no ūdens temperatūras un atmosfēras spiediena, kā arī no ūdens faunas un organisko vielu klātbūtnes. Tīrās, atklātās ūdenstilpēs 5–15 °C temperatūrā izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir 3–6 ml/l, bet stipri piesārņotās ūdenstilpēs – 0 ml/l. Zivis nedzīvo ūdenī, kurā skābekļa koncentrācija ir zem 1 ml/l. Lašveidīgām zivīm nepieciešams vairāk skābekļa nekā karpveidīgām. Izšķīdušo skābekli nosaka ar elektroķīmisko analizatoru, kura darbība balstās uz analizējamā skābekļa elektroreducēšanas strāvas mērīšanu. Izšķīdušo skābekli nosaka arī ar titrēšanas metodi, kuras pamatā ir mangāna hidroksīda reducēšana par mangāna oksihidroksīdu.

Ķīmiskais skābekļa patēriņš jeb ūdens oksidējamība jeb ūdens oksidēšanās skaitlis ir skābekļa daudzums, kas nepieciešams 1 litrā ūdens esošo organisko savienojumu oksidēšanai. Labas kvalitātes pazemes ūdenim oksidēšanās skaitlis ir 2–4 mg O_2/l, upēs tas ir 7–150 mg O_2/l un ir atkarīgs no ūdens piesārņotības veida un pakāpes.

Parasti ūdens oksidēšanās skaitli nosaka ar permanganāta metodi. Kālija permanganāts ir spēcīgs oksidētājs. Tas oksidē organiskās vielas un neorganiskos reducētājus pēc reakcijas vienādojuma:

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

Pēc ūdenī esošo vielu oksidēšanas kālija permanganāta pārākumu attitrē ar skābeņskābes šķīdumu skābā vidē:

$$2MnO_4^- + 5C_2O_4^{2-} + 16H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

Bioķīmiskais skābekļa patēriņs (BSP) ir skābekļa daudzums, kas tiek patērēts ūdenī izšķīdušo un suspendēto oksidējamo vielu bioķīmiskajā oksidēšanā noteiktos apstākļos un noteiktā laika periodā. BSP analīzē skābekļa daudzumu ūdens paraugā mērī pirms un pēc 5 (dažreiz 7) dienu inkubācijas tumsā 20 °C temperatūrā. BSP_5 un BSP_7 attiecīgi ir starpība starp šiem lielumiem. Nepiesārņotos gruntsūdeņos BSP_5 parasti ir 0,5–1,0 mg/l. Par piesārņojuma klātbūtni norāda BSP_5 virs 2 mg/l.

Svarīgs ūdens piesārņojuma rādītājs ir slāpekli saturoši savienojumi: amonija, slāpekļskābes un slāpekļpaskābes sāļi. Ūdens ir piesārņots ar organiskām vielām, ja vienlaikus ar šiem sāļiem tam ir augsts oksidēšanās skaitlis. Amonjaks jeb amonija joni ir organisko vielu degradēšanās procesa sākotnējs produkts, tādēļ tā klātbūtne liecina par samērā nesenu ūdens piesārņojumu ar organiskām vielām. Amonija sāļi ir slāpekļa minerālmēslu sastāvā, kas ar noteces ūdeņiem nonāk ūdenstilpēs. Ūdenī ar pietiekamu izšķīdušā skābekļa daudzumu amonijs baktēriju ietekmē oksidējas līdz nitrātiem. Amonjaka noteikšanas pamatā ir reakcija ar Neslera reaģentu – rodas savienojums, kas ūdenim piešķir dzeltenu krāsu. Traucējošos kalcija, magnija, divvērtīgās dzelzs un mangāna jonus iepriekš neitralizē ar Segneta sāli.

Nitrīti ir anjoni, kas oksidēšanās-reducēšanās procesos ir starpposms starp amonija joniem un nitrātiem. Nitrītu klātbūtne ūdenī norāda uz zināmu laiku kopš ūdens piesārņošanas ar organiskām vielām – notikusi amonija sāļu pārvēršanās nitrītos jeb nitrifikācijas pirmā pakāpe. Nitrīti parasti ūdenī neuzkrājas, jo tie ātri aerobos vai anaerobos apstākļos tiek pārvērsti vai nu nitrātos, vai arī amonija sāļos. Liela nitrītu koncentrācija var liecināt par olbaltumiem bagātu notekūdeņu ieplūdi un nepietiekamu izšķīdušā skābekļa daudzumu ūdenī. Nitrātu klātbūtne var liecināt par senu ūdens piesārņojumu, jo tie ir nitrifikācijas galaprodukti.

Slāpekļa neorganiskie savienojumi ļauj diferencēti spriest par ūdens piesārņojuma raksturu un ilgumu. Amonija sāļu klātbūtnei var būt gadījuma raksturs. Ja tie pēc atkārtotas analīzes ūdenī

netiek atklāti, tad acīmredzot ūdens piesārņošana ir beigusies vai pārtraukta uz laiku. Ja vienlaikus ar amonija sāļiem ūdenī ir arī nitrīti un nitrāti, tad tas norāda uz ilgu un pastāvīgu ūdens piesārņošanu. Ja ūdenī ir nitrīti un nitrāti, bet nav amonija sāļu, tad ūdenstilpē notiek nitrifikācijas procesa otrā pakāpe, bet ūdens piesārņošana ar organiskām vielām neturpinās. Ja ūdenī atklāj tikai nitrātus, tad var secināt, ka nitrifikācijas procesi ir beigušies. Dažkārt amonija sāļu klātbūtne var būt augsnē esošo slāpekļa savienojumu reducēšanās procesa rezultāts, tāpēc jāņem vērā, ka amonija savienojumi ne vienmēr liecina par ūdens piesārņošanu ar organiskām vielām.

Nitrītu noteikšanas pamatā ir reakcija ar Grīsa reaģentu, kas dod sarkanu savienojumu, kurš piešķir ūdens šķīdumam sārtu krāsu. Nitrītu koncentrāciju nosaka pēc krāsojuma intensitātes. Nitrātus nosaka ar fenolu sērskābes klātbūtnē. Reakcijā radusies pikrīnskābe, reaģējot ar amonjaku, veido amonija pikrātu, kas piešķir ūdens šķīdumam dzeltenu nokrāsu, ko kolorimetrē:

$$3HNO_3 + C_6H_5OH \rightarrow C_6H_2(NO_2)_3OH + 3H_2O$$

$$C_6H_2(NO_2)_3OH + NH_3 \rightarrow C_6H_2(NO_2)_3ONH_4$$

Vienkāršāk nitrātus var noteikt, izmantojot jonu selektīvos elektrodus.

Ūdens organiskā piesārņojuma rādītāji var būt arī hlorīdi un sulfāti. Hlorīdu un amonija sāļu vienlaicīga klātbūtne paaugstinātā koncentrācijā norāda uz piesārņojumu ar urīnu. Sulfāti var būt dzīvnieku valsts izcelsmes olbaltumus saturošu atkritumu sadalīšanās un tālākas oksidēšanās galaprodukti.

Hlorīdu noteikšanas pamatā ir reakcija ar sudraba nitrātu:

$$NaCl + AgNO_3 \rightarrow \underline{AgCl} + NaNO_3$$

Indikators ir kālija hromāts, kas sāk reaģēt ar sudraba nitrātu pēc tam, kad visi hlorīdi ir izgulsnējušies.

Sulfātu noteikšanas pamatā ir reakcija ar bārija hlorīdu:

$$NaSO_4 + BaCl_2 \rightarrow \underline{BaSO_4} + 2NaCl$$

Radušos bārija sulfāta daudzumu nosaka turbidimetriski.

Kopējais fosfors ir ūdenī izšķīdušo fosfātu, polifosfātu un organiskā fosfora summa. Tas raksturo ūdenstilpes potenciālo eitrofikācijas procesu, jo dažādi fosfora savienojumi pārveidojas par tādiem fosfora savienojumiem, ko augi var uzņemt. Tādi savienojumi ir fosfāti, ko augsne asimilē ātri, tāpēc to klātbūtne ūdenī var liecināt par intensīvu tā piesārņošanu ar organisko vielu sadalīšanās produktiem. Fosfāti ir raksturīgs rādītājs piesārņojumam ar urīnu un fekālijām. Attiecība starp fosfātiem un kopējo fosforu ir mainīga, tā ir atkarīga no gadalaika un ūdenstilpes veida. Fosforskābe var nokļūt ūdenstilpēs arī ar rūpnieciskiem notekūdeņiem.

Ūdens piesārņojuma rādītājs var būt ūdens cietība. Ūdens cietībai ir nozīme gan higiēniskā, gan tehniskā ziņā. Cietā ūdenī ir grūti nomazgāties, jo magnija un kalcija joni ar taukskābēm un ādas virsmā esošiem bāziskiem albumīnatiem veido ūdenī nešķīstošus savienojumus. Putas veidojas tikai pēc visu sārmzemju metālu sāļu izgulsnēšanās. Ūdens ar augstu cietību nav derīgs rūpniecībā. Piemēram, tekstilrūpniecībā radušies nešķīstošie kalcija savienojumi audumu padara cietu un apgrūtina to krāsošanu.

Sadaloties organiskām vielām, izdalās ogļskābe, kas, reaģējot ar augsnē esošajiem sārmzemju metāliem, veido karbonātus, kuri, nonākot ūdenstilpēs, paaugstina ūdens cietību. Ūdenstilpēs ūdens cietība paaugstinās arī tad, ja tajās ievada bāziskus notekūdeņus.

Tātad ūdens cietība ir atkarīga no sārmzemju metālu sāļu koncentrācijas, ko izsaka grādos vai mg-ekvivalentos. Vienam grādam atbilst sāļu daudzums, kas ekvivalents 10 mg CaO 1 litrā ūdens.

1 mg-ekv. cietība atbilst 2,8° cietības. Mīkstam ūdenim cietība ir līdz 10°, bet cietam ūdenim – virs 20°. Ūdens cietību noteicošie kalcija un magnija sāļi galvenokārt ir bikarbonāti, bet daļēji cietību nosaka arī divvērtīgās dzelzs, mangāna un alumīnija sāļi.

Ir trīs ūdens cietības veidi: kopējā, pastāvīgā un pārejošā cietība. Kopējā cietība ir nevārīta ūdens cietība, ko nosaka visi magnija, kalcija un daļēji arī dzelzs, mangāna un alumīnija sāļi. Pastāvīgā ūdens cietība ir ūdens cietība pēc tā uzvārīšanas. Tā ir atkarīga no tādu sāļu klātbūtnes, kuri vārīšanās laikā neizgulsnējas. Tie galvenokārt ir kalcija un magnija sulfāti un hlorīdi. Sulfātiem ir tehniska nozīme, jo tie, lielam ūdens daudzumam vairākkārtīgi iztvaikojot vienā un tai pašā tilpnē (piemēram, tvaika katlā), uz tās sienām veido katlakmeni, kas ekspluatācijas gaitā var izraisīt šīs tilpnes uzsprāgšanu.

Pārejošā cietība ir ūdens cietība, ko likvidē, ūdeni vārot. Kalcija, daļēji arī magnija un dzelzs bikarbonāti sadalās par karbonātiem, kas ūdenī nešķīst un izgulsnējas uz trauka sienām. Tātad pārejošo cietību var noteikt, atņemot no kopējās cietības pastāvīgo cietību. Bez tam vēl ir t.s. karbonātu cietība, kura ir atkarīga no ūdenī esošo kalcija, magnija, kālija un nātrija bikarbonātu daudzuma. Parasti tā sakrīt ar pārejošo cietību, tomēr pielīdzināt šīs cietības vienu otrai nevar. Vārot ūdeni, pārsvarā samazinās tā karbonātu cietības daļa, kas ir atkarīga no kalcija bikarbonāta daudzuma. Ja ūdenī ir liels magnija bikarbonāta daudzums, starpība starp karbonātu un pārejošo cietību ir liela.

Ūdenim tiek reglamentēta kopējā cietība, taču praksē par cietības rādītāju izmanto arī pārejošo cietību, piemēram, nosakot koagulanta devu ūdens attīrīšanai. Kopējās cietības noteikšanai izmanto kompleksonometrisko metodi, kuras pamatā ir kalcija un magnija jonu reakcija bāziskā vidē ar kompleksonu III (trilonu B). Eriohrommelnais vai skābais hromtumšzilais kā indikatori ar kalcija un magnija joniem dod krāsainus savienojumus, kuri, titrējot ar trilonu B, tiek saistīti stabilā kompleksā, un ekvivalences punktā notiek krāsas maiņa.

Dzelzs jonu daudzums ūdenī ir atkarīgs no dzelzs rūdu satura iežos. Divvērtīgās dzelzs joni pārsvarā ir pazemes ūdeņos, kur izšķīdušā skābekļa daudzums ir neliels. Gruntsūdeņos divvērtīgās dzelzs jonu koncentrācija ir līdz 3 mg/l. Ja trīsvērtīgās dzelzs jonu koncentrācija ūdenī ir virs 0,5 mg/l, tā izraisa ūdensvada cauruļu aizsērēšanu ar nešķīstošu trīsvērtīgās dzelzs hidroksīdu un dzelzs baktērijām.

Divvērtīgās dzelzs katjonu noteikšanas pamatā ir to oksidēšanās ar kālija permanganātu. Lai noteiktu kopējo dzelzs jonu daudzumu, divvērtīgās dzelzs katjoni vispirms jāpārvērš par trīsvērtīgiem ar Bertolē sāli vai amonija sulfātu. Trīsvērtīgās dzelzs jonu un amonija rodanīda reakcijas rezultātā rodas ķiršu krāsas savienojums, kura daudzumu ūdenī nosaka fotokolorimetriski.

Svins, cinks, kadmijs, niķelis, hroms un vēl daudzi citi ķīmiski elementi ir kaitīgi cilvēka veselībai, tāpēc tie ūdenim tiek reglamentēti. Latvijā virszemes ūdens standarti smagajiem metāliem ir stingrāki nekā daudzās citās valstīs (4. tab.) [1].

4. tabula. Smago metālu Latvijas standarti virszemes ūdeņiem un notekūdeņiem

Metāls	**Virszemes ūdens standarts** (µg/l)	**Notekūdeņu standarts** (µg/l)
Svins	30	100
Cinks	10	50
Kadmijs	1	20
Niķelis	10	100
Hroms (VI)	1	1
Hroms (III)	5	50

Virszemes saldūdeņu piesārņojuma pakāpes parastie kritēriji ir pH, ūdenī izšķīdušais skābeklis, bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP), ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP), kopējais fosfors, nitrīti, amonijs, cinks, varš, fenolu indekss. Virszemes ūdeņu kvalitātes raksturošanai lieto ūdens piesārņojuma indeksu (ŪPI), ko aprēķina pēc formulas:

$$ŪPI = \left(\sum \frac{C_i}{MPK_i}\right) \cdot \frac{1}{n},$$

kur

C_i – kvalitātes rādītāja gada vidējā koncentrācija;

MPK_i – kvalitātes rādītāja maksimāli pieļaujamā koncentrācija;

n – kvalitātes rādītāju skaits.

Saldūdens ŪPI rēķina pēc sešiem rādītājiem: izšķīdušā skābekļa, naftas produktu, fenolu, amonija, nitrīta koncentrācijas un BSP_5. Jūras ūdenim aprēķinu veic pēc pirmajiem četriem rādītājiem. Pēc ŪPI vērtības virszemes saldūdeni un jūras ūdeni iedala septiņās kvalitātes klasēs. Ļoti tīram jūras ūdenim un saldūdenim ŪPI ir zem 0,3, ļoti netīram saldūdenim – virs 10, bet ļoti netīram jūras ūdenim – virs 5.

Rādītājus nosaka pazemes ūdeņu dabiskajam ūdens ķīmiskajam sastāvam (kvalitātei) un piesārņojošām vielām. Kvalitātes analīze ietver pazemes ūdeņu raksturojumu pēc to fizikālķīmiskiem parametriem un to ķīmisko savienojumu koncentrācijas, kas nosaka ūdens dabisko ķīmisko sastāvu. Dabiskā sastāva noskaidrošanai analizē nitrātus, nitrītus, hlorīdus, sulfātus, nātriju, kāliju, sārmzemju metālus, dzelzs katjonus, pārejošo cietību, ūdens krāsainību, oksidējamību u.c. Šo ķīmisko savienojumu analīze ir obligāta pazemes ūdeņu piesārņojuma novērtēšanai, jo pēc to koncentrācijas pārmaiņām var spriest par antropogēnā un tehnogēnā piesārņojuma pakāpi.

Pazemes ūdeņi ir piesārņoti, ja to ķīmiskais sastāvs salīdzinājumā ar dabisko ir pasliktinājies. Pazemes ūdeņu piesārņojuma orientējošam novērtējumam papildu iepriekš minētajiem parametriem nosaka vēl pH, krāsainību, smaku, fenolus, fosfātus, virsmas aktīvās vielas, elektrovadītspēju, ar hloroformu un ar heksānu ekstrahējamas vielas, smagos metālus.

Detalizētākā pazemes ūdeņu analīzē nosaka vielas, kas ir potenciāli piesārņotāji. Vecu atkritumu izgāztuvju rajonu pazemes ūdeņos analizē gaistošos hlorogļūdeņražus. Atkarībā no iespējamā piesārņojošā avota šo ķīmisko vielu un citu ūdens kvalitātes kritēriju analīze tiek raksturota kā obligāta vai lietderīga. Piemēram, naftas produktu bāzu, degvielas uzpildes staciju, koksnes ķīmiskās apstrādes uzņēmumu tuvumā esošajos gruntūdeņos obligāti ir jānosaka aromātiskie ogļūdeņraži; agroķimikāliju noliktavu apkārtnē obligāti jānosaka smagie metāli; lopkopības kompleksu tuvumā obligāti jānosaka koliindekss. Pazemes ūdeņos degvielas uzpildes staciju, naftas produktu bāzu, agroķimikāliju noliktavu, cieto sadzīves atkritumu izgāztuvju apkārtnē ieteicams noteikt arī fenolus, svinu, bet izgāztuvju un pārtikas rūpniecības uzņēmumu teritorijās un to apkaimē – koliindeksu.

Latvijā pazemes ūdeņus kopumā raksturo augsts dzelzs saturs un nepietiekams fluora daudzums. Dažkārt arī ūdens cietība un sulfātu koncentrācija pārsniedz pieļaujamo robežvērtību. Pārējie rādītāji ir daudz labāki. 5. tabulā salīdzināta ķīmisko savienojumu maksimālā koncentrācija pazemes ūdeņos, kas tiek izmantoti iedzīvotāju vajadzībām, ar vēl spēkā neesošas ES direktīvas rekomendācijām [11].

5. tabula. Ķīmisko savienojumu maksimālā koncentrācija Latvijas pazemes ūdeņos

Parametri	Vienības	ES rekomendācijas	Maksimālā koncentrācija Latvijas pazemes ūdeņos	Piezīmes
ĶĪMISKIE PARAMETRI				
Akrilamīds	µg/l	0,1	<< 0,1	
Antimons	µg/l	5	< 4	
Arsēns	µg/l	10	0,5–9,0	
Benzols	µg/l	1	<<1	
Benzpirēni	µg/l	0,01	<<0,01	
Bors	mg/l	1	<<1	
Bromīts	µg/l	10	<<10	
Kadmijs	µg/l	5	<0,3	
Hroms	µg/l	50	1–40	Parasti koncentrācija ir <10 µg /l
Varš	mg/l	2	<<2	
Cianīds	µg/l	50	<<50	
1,2-dihloretāns	µg/l	3	<<3	Noteikts tikai Rīgas ūdensgūtnēm un Daugavpils ūdensgūtnei "Ziemeļi"
Epihlorhidrīns	µg/l	0,1	<<0,1	
Fluors	mg/l	1,5	<<1,5	
Svins	µg/l	10	<10	
Dzīvsudrabs	µg/l	1,0	<0,6	
Niķelis	µg/l	20	<10	
Nitrāti	mg/l	50	<<50	
Nitrīti	mg/l	0,5	<<0,05	
Pesticīdi, kopā	µg/l	0,5	<<0,5	
Poliaromātiskie ogļūdeņraži, kopā	µg/l	0,1	<<0,1	Noteikts tikai Rīgas un Daugavpils ūdensgūtnēm
Selēns	µg/l	10	<4	
Tetrahloretāns un trihloretāns	µg/l	10	<<10	Noteikts tikai Rīgas ūdensgūtnēm un Daugavpils ūdensgūtnei "Ziemeļi"
Trihalometāns, kopā	µg/l	100	<<100	
Vinilhlorīdi	µg/l	0,5	<<0,5	Noteikts tikai Rīgas ūdensgūtnēm
INDIKATORRĀDĪTĀJI				
Alumīnijs	µg/l	200	<<200	
Amonijs	mg/l	0,5	<<0,5	
Hlorīdi	mg/l	250	10–250	Lokālas izcelsmes paaugstināts hlorīdu saturs jūras ūdens vai sālsūdens ieplūšanas dēļ (dziļajos horizontos)
Elektrovadītspēja	µS/cm	2500	<1000	
pH		6,5–9,5	6,5–8,0	
Dzelzs	mg/l	0,2	5,0–12,0	Atšķirīgs dažādos horizontos
Mangāns	mg/l	0,05	līdz 0,2	Atšķirīgs dažādos horizontos
Oksidēšanās	mgO_2/l	5,0	<5,0	
Sulfāti	mg/l	250	<250	
Nātrijs	mg/l	200	<200	

7.3.6. BIOLOĢISKĀ PIESĀRŅOJUMA NOTEIKŠANA

Ūdens bioloģiskajās analīzēs nosaka gan organismus, kas dabiski atrodas dažādās ūdens ekosistēmās, gan arī tos, kurus analizē ūdens piesārņojuma pakāpes noteikšanai. Ar bioloģiskām analīžu metodēm var iegūt informāciju par ticamām pārmaiņām ūdens vidē, jo dzīvie organismi, uzturoties tajā visu savas dzīves laiku, ir pakļauti daudziem faktoriem un ir tieši liecinieki šo faktoru iedarbības efektam. Taču ar bioloģiskām analīžu metodēm nevar iegūt precīzus datus par piesārņotājvielām, to koncentrāciju, par ūdens piesārņojuma kopapjomu.

Bioloģiskai ūdens analīzei ļoti bieži par piesārņojuma rādītāju izmanto aļģes, kas kopā ar citiem ūdens augiem veido pamatu barības ķēdē ar visiem ūdens organismiem. Aļģes ir plaši izplatītas visās ūdenstilpēs, un to paraugu paņemšanas metodika ir ļoti vienkārša.

Lielās ūdenstilpēs (lielos ezeros, jūrā) augu planktona kopējās biomasas noteikšanai izmanto hlorofila koncentrāciju. Metodes pamatā ir planktona masas filtrēšana ar smalku membrānfiltru, ko šķīdina acetonā vai metanolā; un šķīduma zaļās krāsas intensitāti, kas ir proporcionāla hlorofila koncentrācijai, nosaka ar spektrofotometru vai fluorometru. Latvijā jūras piekrastes ūdeņos vasarā hlorofila koncentrācija ir 5–10 mg/l.

Mikrobioloģiskā analīze ir ļoti svarīgs ūdens higiēniskās izpētes posms, tās rezultātiem ir izšķiroša nozīme, izdarot ūdens sanitāro novērtējumu. Ūdens mikrobioloģisko kontroli izdara ik dienas ūdens ņemšanas vietās, dabiskās peldvietās, peldbaseinos, notekūdeņu attīrīšanas tehnoloģiskā procesa dažādos posmos, dzeramā ūdens centralizētās apgādes tīklā.

Patogēnos mikroorganismus no ķīmiskā piesārņojuma atšķir dažas īpatnības, kuru dēļ nav iespējams noteikt slimību ierosinātāju maksimāli pieļaujamo daudzumu. Pirmkārt, mikroorganismi nav izšķīduši ūdenī, bet atrodas tur daļiņu veidā – vai nu tieši suspendēti ūdenī, vai arī saistīti ar suspendētām daļiņām. Otrkārt, inficēšanās risks nav atkarīgs tikai no mikroorganismu vidējā daudzuma ūdenī. Varbūtība, ka slimības ierosinātāji iekļūs organismā un ierosinās infekciju, ir vienlīdz atkarīga gan no mikrobu iespiešanās spējas, gan no minimālās inficējošās devas, gan no cilvēka organisma imūnsistēmas aktivitātes. Ja inficēšanās notikusi, slimības ierosinātāji savairojas dzīvajā organismā. Dažas patogēnās baktērijas var vairoties arī uzturlīdzekļos vai dzērienos. Tas padara inficēšanās risku nepārtrauktu un pat to pastiprina, kas ir pilnīgi pretēji ķīmiskā piesārņojuma iedarbībai. Pretstatā vairumam ķīmisko vielu, patogēniem mikroorganismiem attiecība deva/efekts nav kumulatīva, tāpēc jau viena vienīga saskare ar mikrobiem var ierosināt slimību. Tomēr daži mikrobioloģiskie rādītāji tiek reglamentēti, lai noskaidrotu ūdens lietošanas bīstamības varbūtību.

Saprofītu baktēriju kopējā skaita (ūdens mikrobu skaita) analīzē nosaka mikroorganismu koloniju kopējo daudzumu 1 ml ūdens. Tas var būt ļoti plašās robežās – sākot no viena līdz simt tūkstošiem un vairāk.

Ūdens mikrobu skaitam ir svarīga salīdzinoša nozīme, pētot ūdenstilpes dažādās vietās un dažādā laikā. Dati par koloniju skaitu ir ļoti svarīgi, kontrolējot ūdens attīrīšanas ietaišu iedarbību vai novērtējot dažādu ūdens attīrīšanas paņēmienu efektivitāti. Kopējais baktēriju skaits ūdenī ir uzskatāms ūdens tīrības rādītājs, kas, pirmkārt, parāda, cik labvēlīgi ir apstākļi patogēno mikrobu dzīvotspējai. Protams, baktērijas pašas par sevi nevar būt noteicošais ūdens tīrības rādītājs. Tāpēc papildus jāņem vērā ūdens koliformu bakterioloģisko un fizikālķīmisko analīžu rezultāti.

Praksē galvenais ūdens mikrobioloģiskā piesārņojuma avots ir cilvēka fekālijas, kurās var būt zarnu infekciju ierosinātāji. Ūdens fekālā piesārņojuma rādītājs ir zarnu nūjiņa. Tās tiek izmantotas kā netiešs rādītājs piesārņojumam ar patogēnām baktērijām, jo zarnu nūjiņas liecina par

svaigu fekālo piesārņojumu, tās ir stabilas salīdzinājumā ar patogēnajām un ir viegli nosakāmas. Citi zarnu mikrofloras veidi (enterokoki, sporveidojošie anaerobi) šajā ziņā ir mazāk noderīgi.

Nozīmīgākie ūdens mikrobioloģiskās kvalitātes rādītāji ir kopējais koli baktēriju skaits un fekālo *Escherichia coli* skaits ūdens tilpuma vienībā. Zarnu nūjiņu daudzumu ūdenī raksturo ar kolititru vai koliindeksu. Koliindekss ir zarnu nūjiņu skaits vienā litrā ūdens. Ja koliindekss ir no 10 līdz 100, virszemes ūdens tiek uzskatīts par ļoti tīru, ja koliindekss ir 100–1000, ūdens ir tīrs, ja koliindekss ir līdz 10^5, ūdens ir mēreni piesārņots, bet, ja vairāk par 10^5, tad ūdens ir bakterioloģiski netīrs. Kolititrs ir ūdens tilpums, kurā ir atklāta viena zarnu nūjiņa. Šos rādītājus nosaka ar membrānu filtru metodi vai ar divfāzu raudzēšanas metodi.

Virszemes ūdeņos *Escherichia coli* optimālais skaits ir 1 tūkst./l, maksimālais skaits – 20 tūkst./l, kopējais koli baktēriju optimālais skaits – 5 tūkst./l, bet maksimālais – 100 tūkst./l. Latvijā mikrobioloģiskie normatīvi peldbaseinos ir norādīti MK noteikumos Nr. 26 "Noteikumi par higiēnas prasībām publiskas lietošanas peldbaseiniem" (pieņemti 18.01.2000., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 21.01.2000.) un peldvietās – MK noteikumos Nr. 300 "Peldvietu labiekārtošanas un higiēnas prasības" (pieņemti 11.08.1998., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 14.08.1998.). Šīs peldvietu higiēnas prasības paredz, ka peldvietai jābūt ar lēzenu, smilšainu gultni, lēnu straumi, bez akmeņiem un baļķiem. Šādā peldvietā peldsezonas laikā ūdens kvalitāte ir jāpārbauda regulāri, turklāt ne tikai pēc mikrobioloģiskiem, bet arī pēc fizikāliem un ķīmiskiem rādītājiem.

Enterobaktērijas ūdenī parasti nevairojas: dažām (*Streptococcus faecalis*) dzīves ilgums ir dažas dienas, citām (*Citrobacter, Enterobacter*) – nedēļas. Šos rādītājus izmanto, lai noteiktu fekālā piesārņojuma ilgumu.

Patogēnos vīrusus nosaka pēc šādas shēmas:

- ūdens parauga paņemšana;
- vīrusu koncentrēšana paraugā (adsorbcija un elūcija no mikroporu filtriem, alumīnija hidroksīda adsorbcija-precipitācija, polietilēnglikola hidroekstrakcija-dialīze);
- vīrusu identifikācija un kvantitatīvā noteikšana, inficējot šūnu kultūras vai laboratorijas dzīvniekus.

Līdztekus tiešajām virusoloģiskās analīzes metodēm, kas ir dārgas un sarežģītas, ir arī netiešās kontroles metodes, kurās izmanto indikatormikroorganismus. Pie šādiem indikatoriem pieder kolifāgi, kas cilvēkam nav patogēni. To nokļūšana vidē ir tāda pati kā enterovīrusiem, ūdenī tie nevairojas. Pēc fizikālķīmiskām īpašībām, izmēriem, uzbūves, rezistences spējām tie visvairāk līdzinās enterovīrusiem, tāpēc ir sastopami visur tur, kur ir enterovīrusi. Kolifāgu izdalīšanas metodes ir vienkāršas, tām nav vajadzīga dārga aparatūra un to analīze parasti aizņem ne vairāk kā divas dienas.

Kolifāgiem ir epidemioloģiska nozīme, ja runā par zarnu vīrusinfekcijām. Ūdenī starp enterovīrusu un kolifāgu daudzumu pastāv noteikta sakarība. Piemēram, to attiecība ir tieši proporcionāla saslimšanas iespējamībai ar A vīrushepatītu. Ļoti svarīga ir šīs metodes izmantošana centrālajās ūdensapgādes sistēmās, kuru ūdens avots ir virszemes ūdeņi. Vairāku valstu standartos kolifāgu daudzums noteikts kā adekvāts virusoloģiskās piesārņotības rādītājs.

Pašreiz ūdenī nav iespējams atklāt visus patogēnos mikroorganismus, kuri var izraisīt ar ūdeni pārnēsājamas slimības. Identifikācijas grūtības ir vairāku iemeslu dēļ. Pirmkārt, daudzas laboratorijas vēl nevar nodrošināt mikrobu izdalīšanu ar modernām mūsdienu analītiskām metodēm. Otrkārt, lai nodrošinātu drošu ūdens tīrību, tas jāpārbauda nepārtraukti, tomēr vēl nav izstrādātas nepārtrauktas mikroorganismu analīzes metodes. Atsevišķos gadījumos ir arī drošas analīžu metodes, bet tās ir ļoti darbietilpīgas, turklāt rezultātu iegūšanas laiks ir pārāk ilgs, lai efektīvi kontrolētu ūdens kvalitāti.

7.4. ŪDENS AIZSARDZĪBA

Cilvēcei atrodoties ļoti dinamiskā attīstības posmā, ūdens piesārņojuma problēma kļūst arvien nozīmīgāka un aktuālāka. Ūdens kvalitātes nodrošināšana ir visciešākā saistībā ar vides aizsardzību.

Piesārņojuma pārrobežu pārnese, ūdenstilpju eitrofikācija, zema dzeramā ūdens kvalitāte ir prioritāras daudzu pasaules reģionu un valstu vides aizsardzības politikas problēmas, kas skar gan pazemes, gan virszemes ūdens resursus.

Ūdens aizsardzība ietver gruntsūdeņu, artēzisko ūdeņu, upju, jūru, ezeru un citu sateces baseinu aizsardzību. Tā ir tehnisku, organizatorisku un juridisku pasākumu komplekss, kas nodrošina ūdenstilpju un ūdensgūtņu izmantošanu iedzīvotāju un dažādām tautsaimniecības vajadzībām (dzeramā ūdens ieguve, irigācija, rekreācija, ārstniecība, zvejniecība, rūpniecība). Ūdens aizsardzības politikas mērķis ir uzraudzīt kvalitatīvu notekūdeņu attīrīšanu un dzeramā ūdens ieguvi.

Ūdens aizsardzību iespējams risināt sadarbībā ar kaimiņvalstīm, izvietojot kontrolposteņus uz robežas, veicot ūdenskrātuvju attīrīšanu, ieviešot jaunas modernas tehnoloģijas ar minimālu ūdens patēriņu, ko var izmantot arī atgriezeniski pēc attīrīšanas vai ieviešot bezūdens tehnoloģiju.

7.4.1. PREVENTĪVĀS ŪDENS AIZSARDZĪBAS METODES

Preventīvās ūdens aizsardzības metodes ir tehniski, tehnoloģiski un administratīvi pasākumi, kas samazina sadzīves, lauksaimniecisko un rūpniecisko atkritumu apjomu un bīstamību dabas ūdeņos. Šie pasākumi paredz vides un ūdeņu aizsardzību, reglamentējošo un normatīvo aktu ievērošanu, piesārņoto vietu attīrīšanu, augšņu rekultivāciju. Preventīvās ūdens aizsardzības metodes salīdzinājumā ar ūdens piesārņojuma attīrīšanas metodēm ir relatīvi lētas un vienkāršas.

Ūdeņu piesārņošanu stipri samazina jaunu tautsaimniecības objektu izvietojuma plānošana un izvērtēšana. Izvēloties jauna objekta celtniecības vietu, sagatavojot projekta dokumentāciju, kā arī veicot potenciālā ūdens piesārņotāja rekonstrukciju, ļoti svarīgi ir ievērot visas normatīvo aktu prasības un noteikumus.

Naftas produktu objektu celtniecībā izmanto plastiskus apakšzemes rezervuārus, cauruļvadu un mezglu sistēmas, kas atbilst institūciju noteiktu standartu prasībām. Ja iekārtas izgatavotas no metāla, tad īpaša uzmanība tiek pievērsta šuvju un salaidumu stāvoklim visā ekspluatācijas laikā. Projektējot un būvējot degvielas uzpildes stacijas, jāparedz atgāzu savākšanas sistēma, ērta un droša transporta pārvietošanās, pārsūknēšanas operāciju drošība, degvielas uzpildīšana zem nojumes, teritorijas nokrišņu savākšana un to attīrīšanas iekārtas.

Naftas bāzes teritorija vienmēr ir nožogota un pārklāta ar ūdens necaurlaidīgu materiālu, kas ir ķīmiski inerts pret naftas produktiem. Parasti tas ir speciālas markas betons. Teritorijas lietus ūdeņu attīrīšana notiek lokālās iekārtās (eļļas un naftas ķērāji, flotācijas iekārtas), kas atrodas katrā objektā, kur ir naftas produkti – naftas produktu termināļi, bāzes, pārsūknēšanas estakādes, lokomotīvju depo, lauksaimniecības tehnikas mazgātuves, katlu mājas u.tml.

Sadzīves atkritumu izgāztuvju vietas izvēli nosaka to attālums līdz apdzīvotām vietām, ceļiem, dabas aizsardzības objektiem, rekreācijas zonām. Izgāztuves nedrīkst ierīkot vietās ar augstu gruntsūdens līmeni, ar ūdenscaurlaidīgiem iežiem, purvainās vietās. Parasti izgāztuves ierīko uz mālaina vai smilšmālu slāņa, papildus izveidojot mākslīgu pamatnes izolāciju, lai

novērstu filtrāta noplūšanu pazemes ūdeņos. Pamatnes segums ir vismaz pusmetru biezs. Hidroizolācijas materiāla (māls, izolācijas plēves, asfaltbetons, asfalts) izvēli nosaka atkritumu sastāvs, uzglabāšanas veids un ilgums. Ar grāvju un drenāžas palīdzību savāktie piesārņotie virsmas noteces un filtrāta ūdeņi tiek savākti un attīrīti. Izgāztuvju ekspluatācijas laikā notiek sistemātiska atkritumu sablīvēšana un pārklāšana ar augsni, tādējādi samazinot filtrāta apjomu, kā arī atkritumu caurskalošanu ar nokrišņiem. Izgāztuvju ekspluatācijas laikā, kā arī 20–30 gadus pēc to slēgšanas notiek pazemes ūdeņu monitorings.

Praktizē arī piesārņojuma samazināšanu zem gruntsūdens līmeņa, izmantojot ūdens necaurlaidīgu sienu, pazemes ūdeņu atsūknēšanu, betonēšanu. Šādas metodes ir ļoti dārgas un Latvijā netiek izmantotas. Viens no svarīgākajiem ūdeņu preventīvās aizsardzības pasākumiem ir atkritumu šķirošana, koncentrējot un izolējot bīstamos atkritumus. Otrs pasākums ir atkritumu bīstamības samazināšana gan ražošanā, gan uzglabāšanā (bīstamo izejvielu aizstāšana ar mazāk kaitīgām, bīstamo ražošanas blakusproduktu otrreizēja izmantošana, mazatlikuma tehnoloģijas ieviešana, bīstamo atkritumu neitralizācija).

Laukos preventīvie ūdeņu aizsardzības pasākumi galvenokārt ir saistīti ar agroķimikāliju noliktavām, kūtsmēslu un šķidrmēslu (vircas) glabātuvēm-krātuvēm. Noliktavas ierīko uz augsta pamata, izvēloties vietas, kas neapplūst. Agroķimikālijas uzglabā tikai hermētiskā iesaiņojumā. Noliktavu teritorijās iekārto kanalizācijas sistēmas un attīrīšanas iekārtas (bioloģiskie dīķi, neitralizācija). Pārkraušanas darbi notiek zem nojumes.

Arī organiskā mēslojuma uzglabāšanas pamatprasība ir nojumes. Šķidrmēslu krājbaseinu būvniecība ir finansiāli neizdevīga. Tāpēc blakus baseiniem atkarībā no lopu skaita un šķidrmēslu daudzuma ierīko pietiekami lielas lauksaimnieciski izmantojamas platības, kurās šķidrmēsli tiek iestrādāti.

Liela nozīme ir ūdens piesārņojuma normēšanai un kontrolei, pēc kā var spriest par notekūdeņu pieļaujamo iepludināšanu ūdenstilpēs, par sārņu ieplūšanu no citām valstīm un to samazināšanu. Latvijā ir spēkā MK noteikumi Nr. 34 "Noteikumi par piesārņojošo vielu emisiju ūdenī" (pieņemti 22.01.2002., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 30.01.2002.). Noteikumos ir divi ķīmisko vielu saraksti: īpaši bīstamu vielu un bīstamu vielu. Ūdens videi īpaši bīstamas ir ķīmiskās vielas, kas ir toksiskas, stabilas ūdens vidē un spēj uzkrāties dzīvajos organismos. Kā īpaši bīstamas vielu grupas ir noteiktas: halogēnsaturošie organiskie savienojumi, vielas, kas ūdenī var veidot halogēnsaturošus organiskos savienojumus, fosfororganiskie savienojumi, dzīvsudraba un kadmija ķīmiskie savienojumi, kancerogēnas vielas, naftas produkti. Ūdens videi bīstamo ķīmisko vielu emisijas negatīvā ietekme ir atkarīga no ūdeņu īpašībām, un tā var tikt ierobežota noteiktā platībā. Bīstamas ķīmiskas vielas var ātri pārveidoties par bioloģiski nekaitīgām (metāli, to savienojumi, organiskie silīcija savienojumi, cianīdi, fluorīdi).

Lai samazinātu notekūdeņu apjomu, svarīgi ir ieviest jaunas tehnoloģijas, kas ļauj ūdeni ražošanā izmantot daudzkārt. Notekūdeņu apjomu visvairāk samazina dalītā kanalizācijas sistēma – ražošanas notekūdeņi tiek attīrīti lokālās attīrīšanas iekārtās un tikai tad novadīti uz centrālajām attīrīšanas iekārtām. Tāpat atsevišķi tiek ierīkotas attīrīšanas iekārtas nokrišņu ūdeņiem un bioloģiskās attīrīšanas iekārtas sadzīves notekūdeņiem. Dalīta kanalizācijas sistēma novērš attīrīšanas iekārtu pārslogotību un līdz ar to arī samazina avāriju iespējamību un neattīrītu notekūdeņu noplūdi. Šāda dalīta kanalizācija, kur visi saimnieciskie ūdeņi ir nodalīti no fekālajiem, ir nepieciešama arī individuālajām mājām. Latvijā dalīta kanalizācijas sistēma ir ierīkota ļoti maz vietās, turklāt tikai daļēji.

Ūdeņu izkliedētā piesārņojuma samazināšana lauksaimniecībā ir saistīta ar agrotehnisko prasību un ekoloģiskās piesardzības ievērošanu, izmantojot laistīšanai attīrītos saimnieciskos

ūdeņus un fermu piena trauku skalojamos ūdeņus. Lai transportlīdzekļu (preču vilcienu, autofurgonu, kuģu) avārijas gadījumā novērstu piesārņojošu vielu noplūdi dabas ūdeņos, svarīgs ir vagonu, cisternu, tilpņu u.tml. tehniskais stāvoklis, to hermētiskums. Latvijā viens no svarīgākajiem preventīvās aizsardzības pasākumiem, ņemot vērā klimatiskos apstākļus, ir transporta kravu pārkraušana zem nojumēm.

Lai samazinātu piesārņojuma pārrobežu pārnesi, kopā ar kaimiņvalstīm jāveic virszemes un pazemes ūdeņu pierobežas teritoriju inventarizācija, lai varētu noskaidrot potenciāli bīstamos objektus un novērtēt to hidroģeoloģisko stāvokli. Pašlaik Latvijā ir svarīgi radīt pazemes un virszemes ūdeņu monitoringu, kas reģistrētu piesārņojuma masveida pārrobežu pārnesi.

Latvijā pieņemtais likums par piesārņojumu (LR likums "Par piesārņojumu" pieņemts 15.03.2001., publicēts *Latvijas Vēstnesī* 29.03.2001.) nosaka kompleksu pieeju visu veidu stacionāriem piesārņojuma avotiem. Pamatojoties uz šo likumu, izstrādātas gan notekūdeņu piesārņojuma robežvērtības un citas prasības emisijai no stacionāriem piesārņojuma avotiem (MK noteikumi Nr. 34; pieņemti 22.01.2002., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 30.01.2002.), gan arī prasības virszemes un pazemes ūdeņu kvalitātei (MK noteikumi Nr. 118; pieņemti 12.03.2002, publicēti *Latvijas Vēstnesī* 03.04.2002.). Taču likumā nav reglamentēta difūzā piesārņojuma ierobežošana, nav arī aplūkota piesārņojuma novēršana vai ūdens kvalitātes uzlabošana visā Latvijas upju sateces baseinā.

Lai atrisinātu šos jautājumus un saskaņotu Latvijas un Eiropas Savienības likumdošanu, ir pieņemts likums par ūdens apsaimniekošanu (LR likums "Ūdens apsaimniekošanas likums"; pieņemts 12.09.2002., publicēts *Latvijas Vēstnesī* 01.10.2002.). Likuma pamatmērķis ir līdz 2015. gada beigām visās ūdenstilpēs nodrošināt tajās noteikto pazemes un virszemes ūdeņu kvalitāti. Liela nozīme paredzēta sadarbībai ar kaimiņvalstīm. Likums prasa ievērot principu, ka ūdens lietotājiem pilnībā jāsedz ūdens resursu izmantošanas izmaksas. Saskaņā ar šo likumu ir izdoti noteikumi par pazemes ūdens resursu apzināšanas kārtību, antropogēno slodžu noteikšanu un kvalitātes kritērijiem (MK noteikumi Nr. 857; pieņemti 19.10.2004., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 22.10.2004.). Tajos norādīts, ka, sagatavojot upju baseinu apsaimniekošanas plānu, lai sasniegtu noteiktos vides kvalitātes mērķus, valsts ģeoloģijas dienesta teritoriālās struktūrvienības apzina pazemes ūdens resursus, izpēta antropogēno slodžu ietekmi uz pazemes ūdens objektiem un novērtē pazemes ūdens objektu kvalitāti un kvantitatīvo stāvokli.

7.4.2. ŪDENS PAŠATTĪRĪŠANĀS

Jebkura veida piesārņojums ūdenstilpē vai ūdensgūtnē nav stabils un pastāvīgs. Piesārņojuma fizikālķīmiskā struktūra, koncentrācija un īpašības ir pakļautas pārmaiņām gan laikā, gan telpā, un ūdens pakāpeniski atgūst savu iepriekšējo dabas nosacīto sastāvu un īpašības, t.i., notiek ūdens dabiskā pašattīrīšanās. Ūdeņu pašattīrīšanās ir visu piesārņotajos ūdeņos notiekošo dabas procesu kopums, kas atjauno ūdens sākotnējo sastāvu un īpašības. Piesārņoto ūdeņu pašattīrīšanos nodrošina ķīmiskie, bioķīmiskie un fizikālķīmiskie procesi. Hidrodinamiskie procesi (atšķaidīšanās, sajaukšanās, difūzija) samazina piesārņojošo vielu koncentrāciju ūdenī, taču nelikvidē to.

Ķīmiskie un bioķīmiskie procesi attiecīgi ir ķīmiskā oksidēšanās un bioķīmiskā oksidēšanās baktēriju klātbūtnē, bet fizikālķīmiskie procesi ir fotoķīmiskā oksidēšanās, līdzizgulsnēšanās, sorbcija. Ķīmiskā oksidēšanās ūdenī var notikt gan izšķīdušā skābekļa klātbūtnē, gan bez tā. Piesārņojuma bioķīmisko oksidēšanu katalizē fermenti. Noteicošais ūdeņu pašattīrīšanās faktors no sadzīves šķidrajiem atkritumiem ir organisko vielu bioķīmiska sadalīšanās. Sorbcija ir viens

no galvenajiem mijiedarbības veidiem starp piesārņojumu un ūdeni aptverošiem iežiem, kuri piesārņojošās vielas piesaista adsorbcijas un jonu apmaiņas ceļā.

Pašattīrīšanās intensitāte ir atkarīga no ūdens temperatūras, ūdeņraža jonu koncentrācijas, skābekļa daudzuma, apgaismojuma, mikroorganismu veidiem un daudzuma. Ūdens pašattīrīšanos veicina fitoplanktons un ūdensaugi, kas fotosintēzes procesā izdala skābekli, arī saules radiācija un piesārņojuma sajaukšanās ar galveno ūdens masu. Visintensīvāk pašattīrīšanās notiek tekošā ūdenī.

Mikroorganismu dabiskās selekcijas rezultātā ūdens pašattīrīšanās spējas ar laiku var pieaugt. Atkarībā no ūdens organiskā piesārņojuma pakāpes ūdenī atrodas dažādu sugu organismi. Šo sugu nomaiņa, mainoties ūdens vides ietekmei, notiek ļoti lēni. Polisaprobisko organismu atrašanās ūdenī ir ilglaicīgi piesārņota ūdens pazīme. Tomēr, no otras puses, polisaprobiskie organismi ūdenī nepārtraukti utilizē piesārņojumu, tādējādi sagatavojot ūdens vidi oksidēšanas procesiem un mezosaprobiskās un oligosaprobiskās floras un faunas attīstībai. Upēs labākais pierādījums par ūdens pašattīrīšanās procesu norisi ir pakāpeniska polisaprobisko organismu nomaiņa lejup pa straumi ar mezosaprobiskiem un oligosaprobiskiem organismiem.

7.4.3. NOTEKŪDEŅU ATTĪRĪŠANA

Pastāv vairāki ūdenstilpju un ūdensgūtņu piesārņojuma attīrīšanas veidi. Notekūdeņus pēc to izcelsmes iedala sadzīves saimnieciskajos (fekālie, pirts, virtuves, veļas mazgātuvju) un rūpnieciskajos. Lai prognozētu ūdenstilpju un pārējās vides sanitāro stāvokli pēc notekūdeņu ievadīšanas un lai sekotu ūdens attīrīšanas iekārtu darbībai, ir nepieciešama nepārtraukta to sastāva un apjoma kontrole.

Dažādu ķīmisko savienojumu pieļaujamā koncentrācija ūdenstilpēs, ko izmanto saimnieciskajām vajadzībām, tiek sagrupēta pēc kaitīgumu limitējoša – toksikoloģiskā, organoleptiskā un sanitārā – rādītāja. Toksikoloģiskais rādītājs raksturo maksimālo kaitīgās vielas koncentrāciju ūdenī, kas neizraisa veselības pasliktināšanos dzīvniekiem ilgstošā eksperimentā. Organoleptiskais rādītājs ir vielas maksimālā koncentrācija, kas nepārmaina ūdens garšu, smaržu un krāsu. Sanitārais rādītājs nosaka maksimālo vielas koncentrāciju, kas neietekmē ūdenstilpes pašattīrīšanās procesus, ūdens floru un faunu.

Laboratorisko kontroli, kas saistīta ar notekūdeņu ievadīšanas apstākļu reglamentēšanu ūdenstilpēs, uzsāk ar ūdenstilpes ūdens analīzi. Analīzes rezultātā iegūst datus par nepieciešamo notekūdeņu attīrīšanas pakāpi, par ūdens pašattīrīšanās procesiem, par iespējamo notekūdeņu un ūdenstilpes ūdens atšķaidīšanās un sajaukšanās pakāpi. Notekūdeņu attīrīšanas iekārtu ekspluatācijas laboratorisko kontroli nodrošina notekūdeņu sistemātiska analīze gan pirms, gan pēc attīrīšanas, gan atsevišķos notekūdeņu attīrīšanas posmos.

Analizējot notekūdeņus, jāzina kaitīguma specifiskās īpatnības, kas saistītas ar neattīrītu notekūdeņu ievadīšanu ūdenstilpēs. Sadzīves notekūdeņiem raksturīga liela duļķainība, maza caurspīdība, augsts bioķīmiskais skābekļa patēriņš, liels minerālvielu un organisko vielu daudzums, liels bakterioloģiskais piesārņojums (kolititrs 10^{-5}–10^{-7}, t.i., līdz desmit milj. mikrobu vienā ml ūdens).

Sadzīves notekūdeņiem nosaka organoleptiskos rādītājus, ūdens vides reakciju, duļķainību, sauso atlikumu, oksidējamību, sulfātu, hlorīdu, nitrītu, nitrātu, amonija, sērūdeņraža koncentrāciju, bioķīmisko skābekļa patēriņu un koliindeksu.

Rūpnieciskā ražošana saistīta ar apjomīgu ūdens patēriņu, kā arī ar notekūdeņu rašanos lielā daudzumā. Notekūdeņi ir piesārņoti ar organiskām un neorganiskām vielām gan izšķīdušā, gan koloīdu, gan rupji dispersu daļiņu veidā, kā arī var būt piesārņoti ar patogēniem mikroorganismiem.

Vairākumā gadījumu rūpnieciskie notekūdeņi satur toksiskus un kancerogēnus savienojumus. Tāpēc analīzē noskaidro ne tikai to ietekmi uz ūdenstilpes vispārējo sanitāro stāvokli un ūdens organoleptiskiem rādītājiem, bet arī iespējamo toksikoloģisko ietekmi. Varbūtējās toksiskās vielas notekūdeņos noskaidro, iepazīstoties ar rūpnieciskā objekta tehnoloģisko procesu, bet pēc tam nosakot to koncentrāciju ar jutīgām, selektīvām metodēm. Ķīmisko vielu nekaitīguma pakāpi novērtē, salīdzinot analīžu rezultātus ar atbilstošiem higiēniskiem kritērijiem.

Notekūdeņu attīrīšana ir ūdeņos esošo, apkārtējai videi kaitīgo vielu un organismu sadalīšana vai ūdens atdalīšana no tiem. Notekūdeņu attīrīšanai jānodrošina līdzsvars starp ūdeņos ieplūstošām piesārņojošām vielām un ūdens asimilācijas spējām. Sanitāro pasākumu un inženierbūvju kompleksu, kas nodrošina notekūdeņu savākšanu, transportēšanu līdz attīrīšanas ietaisēm, ūdens attīrīšanu un izvadīšanu dabas ūdeņos, sauc par kanalizāciju.

Notekūdeņu attīrīšanai izmanto mehāniskās, ķīmiskās, fizikālķīmiskās un bioloģiskās metodes.

7.4.3.1. Mehāniskā attīrīšana

Šīs metodes būtība ir notekūdeņu šķidrās un cietās fāzes atdalīšana izkāšot, nostādinot vai filtrējot bez ķīmisku reaģentu lietošanas (1. att.). Lai paātrinātu nostādināšanas vai filtrēšanas procesu, dažkārt izmanto koagulantus vai flokulantus. Parasti mehānisko attīrīšanu izmanto koncentrētu notekūdeņu attīrīšanai. Dažreiz suspendētu daļiņu nosēdumi rodas arī pēc notekūdeņu fizikālķīmiskās vai bioloģiskās attīrīšanas. Šādā gadījumā ir nepieciešama otrreizēja mehāniskā attīrīšana.

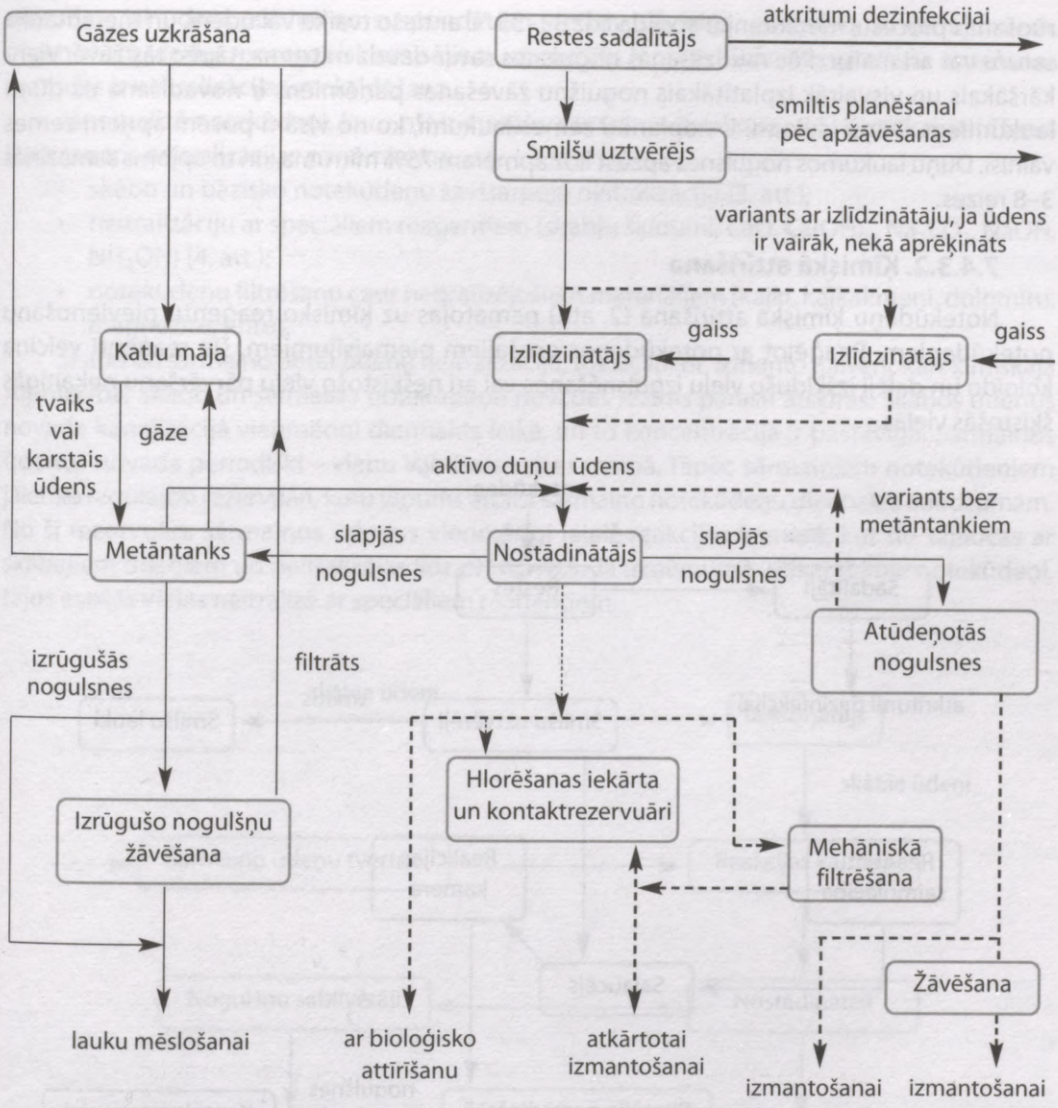
Notekūdeņu mehāniskajai attīrīšanai izmanto dažādas iekārtas: režģus, sietus, smilšu uztvērējus, tauku uztvērējus, eļļu un naftas uztvērējus, sveķu uztvērējus, nostādinātājus, filtrus, hidrociklonus, separatorus un nosēdcentrifūgas. Lielu (virs 5 mm) piesārņojošo daļiņu aizturēšanai lieto režģus, maza izmēra daļiņu aizturēšanai – tīklus un sietus. Smilšu uztvērējos minerālvielu daļiņas smaguma spēka ietekmē nogulsnējas rezervuāra dibenā, jo to blīvums ir lielāks par ūdens blīvumu.

Smilšu uztvērēji ir dažādi: horizontāli ar apļveida notekūdeņu kustību, kvadrātveida ar taisnvirziena notekūdeņu kustību un tangenciālie ar virpuļveida ūdens piltuvi. Tauku, eļļu, naftas un sveķu uztvērēji aiztur piesārņojumu, kas uzpeld notekūdeņu virspusē.

Nostādinātājus lieto gan notekūdeņu iepriekšējai attīrīšanai pirms ķīmiskās vai bioloģiskās attīrīšanas, gan arī kā patstāvīgas iekārtas, ja tikai mehāniskā piesārņojuma attīrīšana no notekūdeņiem ir pietiekama. Atbilstoši izmantošanai nostādinātājus iedala pirmējos un otrējos. Pirmējos nostādinātājus izvieto pirms notekūdeņu bioloģiskās apstrādes, otrējos – pēc bioloģiskās attīrīšanas. Pirmējie nostādinātāji nodrošina apmēram 30–50% lielu attīrīšanas pakāpi. Nostādinātājiem var būt dažāda konstrukcija – izšķir horizontālus, vertikālus un radiālus nostādinātājus.

Smalku, ūdenī disperģētu daļiņu aizturēšanai izmanto filtrus. Atkarībā no nepieciešamās attīrīšanas pakāpes un lietošanas apstākļiem izmanto dažādus filtru pildījumus – graudainos (piemēram, kvarca smiltis, granīta drumslas) vai peldošos (piemēram, putu polistirolu); izmanto arī sietveida filtrus un mikrofiltrus.

Metalurģisko rūpnīcu notekūdeņu dzidrināšanai izmanto spiediena vai atklātos hidrociklonus, kuru jauda ir vairākkārt lielāka nekā parastajiem nostādinātājiem. Separatorus izmanto gadījumos, kad nepieciešams utilizēt no notekūdeņiem atdalītās nogulsnes. Nosēdcentrifūgas izmanto, lai sadalītu no divām vai vairākām fāzēm sastāvošu neviendabīgu sistēmu.



1. attēls. Notekūdeņu mehāniskās attīrīšanas shēma

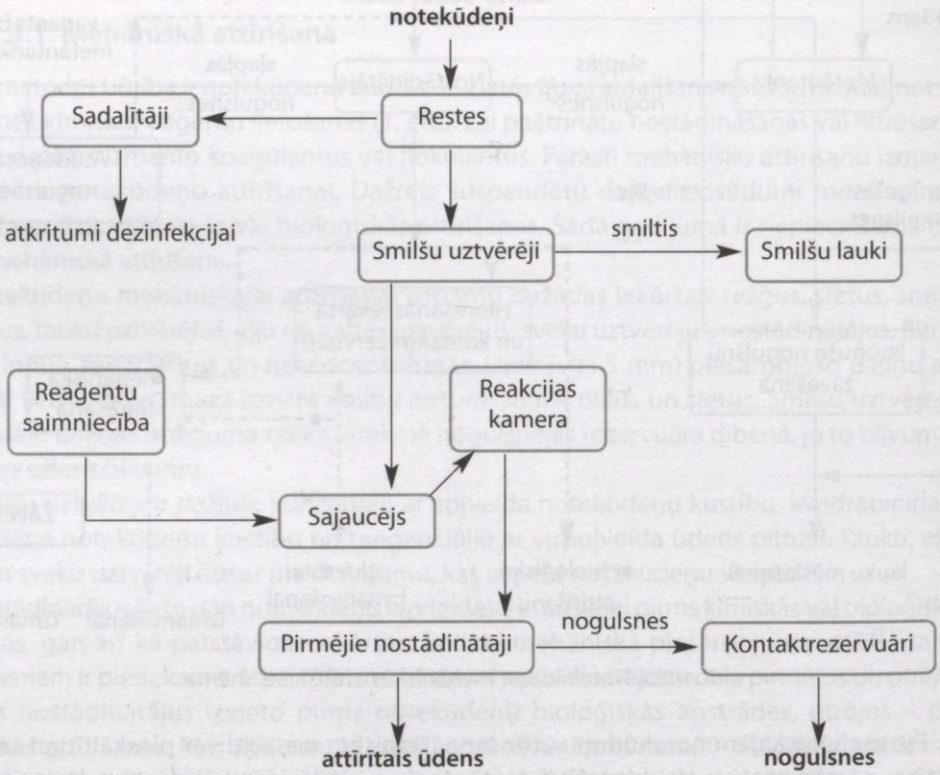
Pie mehāniskajām notekūdeņu attīrīšanas ietaisēm nosacīti var pieskaitīt arī septiķus, divstāvu nostādinātājus, dzidrinātājus, metāntankus, aktīvo dūņu laukumus, kaut gan tajos notiek nogulšņu anaerobās sadalīšanās procesi. Septiķi ir ietaises, kurās vienlaikus ar notekūdeņu dzidrināšanos un nogulšņu uzkrāšanos anaerobo mikroorganismu darbības rezultātā notiek izkritušo nogulšņu sadalīšanās. Divstāvu nostādinātāji ir dziļāki par septiķiem. Nogulsnes, kas sakrājas dūņu kamerā, anaerobo baktēriju darbības rezultātā rūgst, sašķeloties organiskajām vielām vispirms līdz taukskābēm, bet tālākā rūgšanas gaitā līdz vienkāršākām vielām – metānam, ogļskābei un sērūdeņradim. Šāds nostādinātājs nav izmantojams ziemā, jo zemā temperatūrā rūgšanas process notiek ļoti lēni vai nenotiek nemaz.

Arī metāntanki ir paredzēti nogulšņu raudzēšanai. Rūgšanas procesā gāzi savāc metāntanka augšējā daļā esošajā gāzu uztvērējā un novada tālākai sadedzināšanai. Lai paātrinātu

rūgšanas procesu, metāntanku apsilda līdz 33–35 °C ar tiešo tvaiku vai ūdeni, un metāntanka saturu var arī maisīt. Pēc raudzēšanas nogulsnes satur daudz mitruma, tāpēc tās žāvē. Vienkāršākais un visvairāk izplatītākais nogulšņu žāvēšanas paņēmiens ir novadīšana uz dūņu laukumiem. Dūņu laukumi ir noplanēti zemes laukumi, ko no visām pusēm apņem zemes valnīši. Dūņu laukumos nogulsnes apžūst līdz apmēram 75% mitruma, un to apjoms samazinās 3–8 reizes.

7.4.3.2. Ķīmiskā attīrīšana

Notekūdeņu ķīmiskā attīrīšana (2. att.) pamatojas uz ķīmisko reaģentu pievienošanu notekūdeņiem. Reaģējot ar notekūdeņos esošajiem piemaisījumiem, šie reaģenti veicina koloīdo un daļēji izšķīdušo vielu izgulsnēšanos vai arī nešķīstošo vielu pārvēršanu nekaitīgās šķīstošās vielās.



2. attēls. Notekūdeņu ķīmiskās attīrīšanas shēma

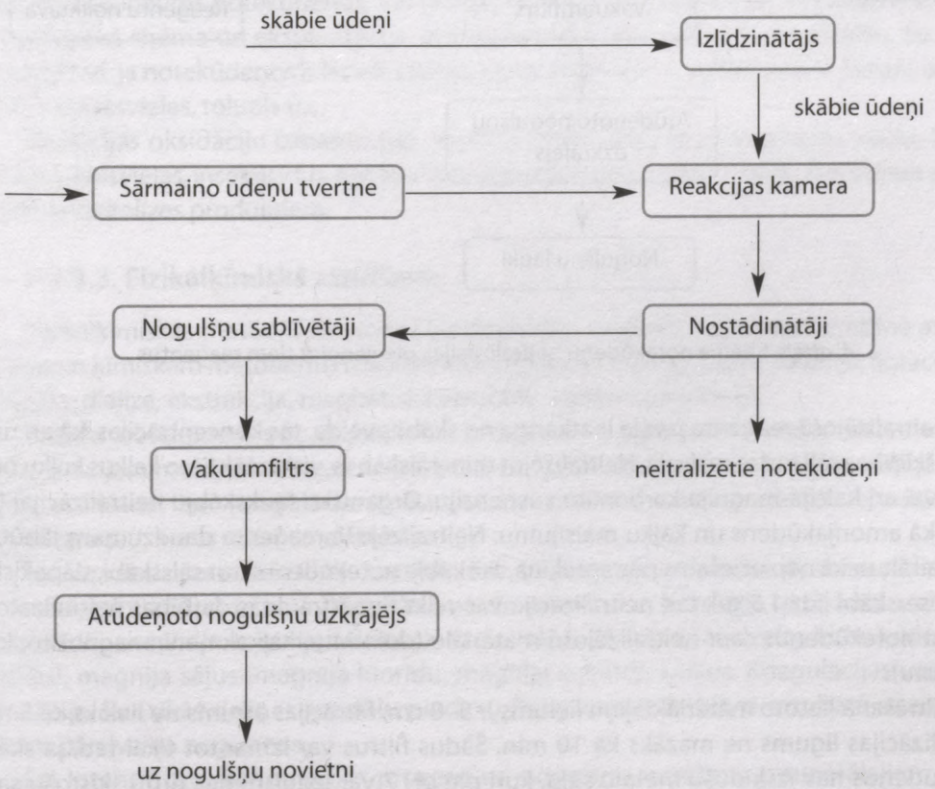
Ķīmisko attīrīšanu var lietot kā patstāvīgu metodi pirms rūpniecisko notekūdeņu padošanas noslēgtā ūdensapgādes sistēmā atkārtotai izmantošanai, kā arī pirms to izlaišanas ūdenskrātuvēs vai pilsētas kanalizācijas sistēmā. Ķīmisko metodi var izmantot arī kā pirms-attīrīšanu pirms bioloģiskās vai fizikālķīmiskās attīrīšanas. Ķīmiskā metode lietojama arī pēc-attīrīšanai, ja rūpnieciskie notekūdeņi jādezinficē, jādzidrina vai no tiem jāizdala dažādi komponenti. Rūpniecisko notekūdeņu lokālajā attīrīšanā visbiežāk izmanto tieši ķīmiskās

metodes, lai ūdeni attīrītu no suspendētām vielām, slāpekļa un fosfora savienojumiem, organiskām vielām, neorganiskiem sāļiem un metālu joniem. Galvenās ķīmiskās attīrīšanas metodes ir neitralizācija un oksidēšana.

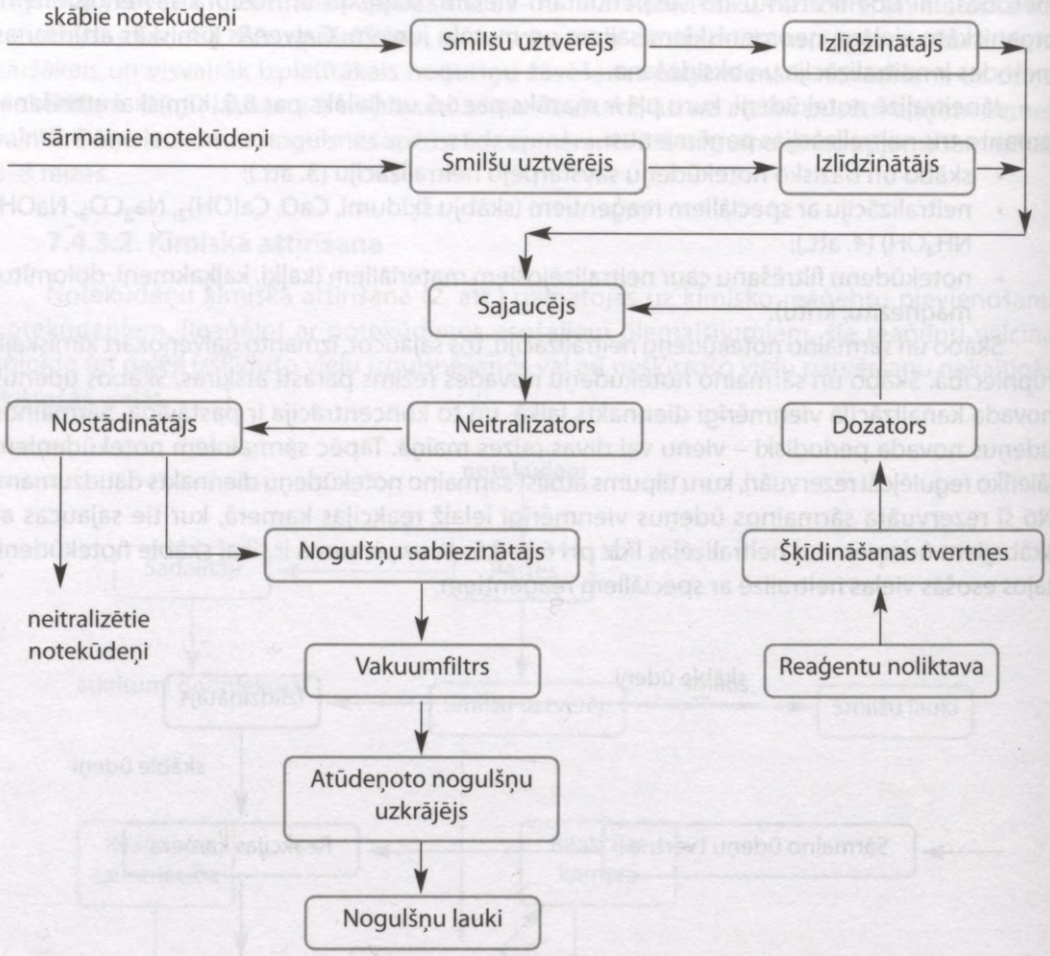
Jāneitralizē notekūdeņi, kuru pH ir mazāks par 6,5 un lielāks par 8,5. Ķīmiskai attīrīšanai izmanto trīs neitralizācijas paņēmienus:

- skābo un bāzisko notekūdeņu savstarpējo neitralizāciju (3. att.);
- neitralizāciju ar speciāliem reaģentiem (skābju šķīdumi, CaO, $Ca(OH)_2$, Na_2CO_3, NaOH, NH_4OH) (4. att.);
- notekūdeņu filtrēšanu caur neitralizējošiem materiāliem (kaļķi, kaļķakmeni, dolomītu, magnezītu, krītu).

Skābo un sārmaino notekūdeņu neitralizāciju, tos sajaucot, izmanto galvenokārt ķīmiskajā rūpniecībā. Skābo un sārmaino notekūdeņu novades režīms parasti atšķiras. Skābos ūdeņus novada kanalizācijā vienmērīgi diennakts laikā, un to koncentrācija ir pastāvīga. Sārmainos ūdeņus novada periodiski – vienu vai divas reizes maiņā. Tāpēc sārmainiem notekūdeņiem jāierīko regulējoši rezervuāri, kuru tilpums atbilst sārmaino notekūdeņu diennakts daudzumam. No šī rezervuāra sārmainos ūdeņus vienmērīgi ielaiž reakcijas kamerā, kur tie sajaucas ar skābajiem ūdeņiem un neitralizējas līdz pH 6,5–8,5. Ja uzņēmumā ir tikai skābie notekūdeņi, tajos esošās vielas neitralizē ar speciāliem reaģentiem.



3. attēls. Shēma sārmaino un skābo notekūdeņu neitralizēšanai, tos sajaucot



4. attēls. Shēma notekūdeņu neitralizācijai, pievienojot tiem reaģentus

Neitralizējošā reaģenta izvēle ir atkarīga no skābes veida, tās koncentrācijas, kā arī no tā, kādas šķīdības sāļi rodas reakcijā. Neitralizējot minerālskābes, visbiežāk lieto kaļķus kaļķu piena veidā vai arī kalcija-magnija karbonātu suspensiju. Organisko taukskābju neitralizācijai lieto tehniskā amonjakūdens un kaļķu maisījumu. Neitralizējošā reaģenta daudzumam jābūt par 10% vairāk, nekā nepieciešams pēc aprēķina. Ja skābie notekūdeņi satur sālsskābi, slāpekļskābi vai arī sērskābi līdz 1,5 g/l, tad neitralizāciju var veikt nepārtrauktas darbības neitralizatoros, filtrējot notekūdeņus caur neitralizējošu materiālu (dolomītu, kaļķakmeni, magnezītu, krītu, marmoru).

Filtrēšanā lietoto materiāldaļiņu lielums ir 3–8 cm, filtrācijas ātrums ne lielāks kā 5 m/st, neitralizācijas ilgums ne mazāks kā 10 min. Šādus filtrus var izmantot tikai tad, ja skābos notekūdeņos nav izšķīdušu metālu sāļu, kuri pie pH 7 var izgulsnēties grūti šķīstošu savienojumu veidā un aizsprostot filtra poras.

Oksidēšanu izmanto gadījumos, ja rūpnieciskos notekūdeņos ir toksiski piemaisījumi vai arī tādi savienojumi, kurus ir lietderīgi izdalīt no notekūdeņiem. Par oksidētājiem izmanto hloru,

kalcija vai nātrija hipohlorītu, hlorkaļķus, hlora dioksīdu, ozonu, tehnisko vai gaisa skābekli. Fenolus, krezolu vai cianīdus saturošu piemaisījumu oksidēšanai izmanto ūdeņraža peroksīdu, kālija permanganātu vai bihromātu.

Galvanisko cehu notekūdeņu oksidēšanai visizplatītākā metode ir to oksidēšana ar aktīvo hloru. Ja notekūdeņus apstrādā ar gāzveida hloru vai hlora dioksīdu, oksidēšanu veic absorberos, ja apstrādi veic ar hlora šķīdumiem, tos sajauc ar notekūdeņiem maisītājos vai kontakta aparātos, lai nodrošinātu labu reaģentu kontaktu.

Ar gaisa skābekli oksidē celulozes rūpniecības, naftas pārstrādes un naftas ķīmiskās rūpniecības notekūdeņus. Oksidēšanas reakcija notiek šķidrā fāzē, paaugstinātā temperatūrā un zem spiediena katalizatora grafīta klātbūtnē. Šādi apstākļi nodrošina pietiekamu oksidēšanas ātrumu un gandrīz simtprocentīgu attīrīšanas pakāpi.

Ozonu oksidēšanai izmanto gadījumos, ja notekūdeņi satur fenolu, ciklopentānu, tetraetilsvinu, naftēnskābes un sulfonaftēnskābes, cianīdus, krezolus, nejonogēnās vai virsmas anjonaktīvās vielas, naftu u.c. Ozonēšanas metodes priekšrocība ir tā, ka reakcijas rezultātā nerodas nešķīstoši sāļi un process ir viegli automatizējams.

Elektroķīmiskās oksidēšanas pamatā ir rūpniecisko notekūdeņu elektrolīze (anodā oksidēšana un katodā reducēšana). Elektroķīmisko apstrādi veic tad, ja notekūdeņu tilpums ir neliels, bet tiem ir augsta organisko un neorganisko piemaisījumu koncentrācija. Izmantojot elektroķīmisko attīrīšanas metodi, notekūdeņus nav nepieciešams iepriekš atšķaidīt, nepalielinās sāļu daudzums notekūdeņos, var utilizēt vērtīgus piemaisījumus. Metodei ir vienkārša tehnoloģiskā shēma un ekspluatācija, attīrīšanas ietaises aizņem mazu platību. Šo metodi izmanto tad, ja notekūdeņos ir fenoli, cianīdi, nitrosavienojumi, sulfīdi, amīni, ketoni, aldehīdi, spirti, azokrāsvielas, toluols u.c.

Radiācijas oksidāciju izmanto tad, ja notekūdeņi satur virsmas aktīvās vielas, fenolus, cianīdus, krāsvielas, insekticīdus, lignīnu. Radioķīmiskās pārvērtības notiek, šīm vielām reaģējot ar ūdens radiolīzes produktiem.

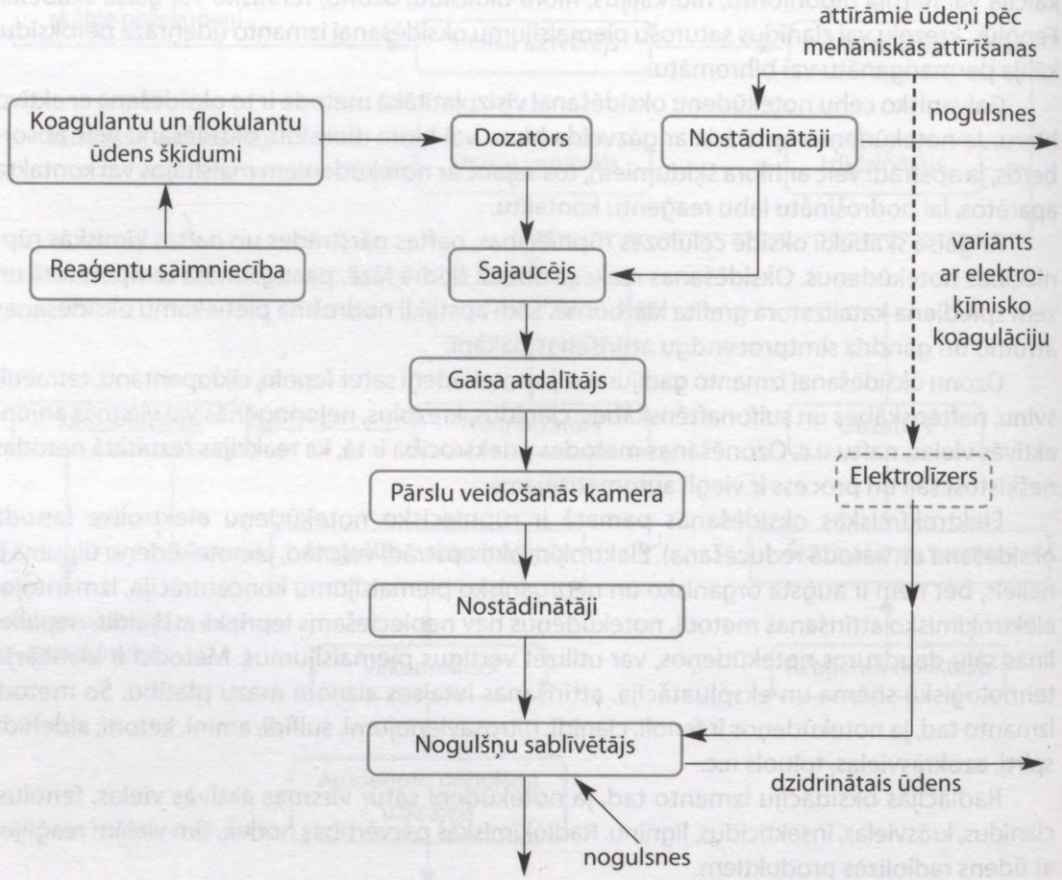
7.4.3.3. Fizikālķīmiskā attīrīšana

Fizikālķīmiskās metodes izmanto kā patstāvīgas metodes vai arī tās kombinē ar mehāniskām un ķīmiskām metodēm. Fizikālķīmiskās metodes ir koagulācija, sorbcija, flotācija, jonu apmaiņa, dialīze, ekstrakcija, magnētiskā apstrāde, elektrokoagulācija.

Daudzi notekūdeņi pēc mehāniskās attīrīšanas ir agregatīvi stabilas sistēmas (vājas koncentrācijas emulsijas vai suspensijas, kas satur 0,001–0,1 mm lielas koloīdas daļiņas). Šādu ūdeņu attīrīšanai lieto koagulāciju (5. att.), t.i., tiek noārdīta sistēmas stabilitāte, veidojas lieli daļiņu agregāti, kurus atdala mehāniski.

Lai rūpnieciskos notekūdeņus attīrītu līdz 10%, izmanto dažādus šķīdumveida koagulantus: alumīnija sāļus (alumīnija sulfātu, nātrija aluminātu, alumīnija oksihlorīdu, alumīnija polihlorīdu, alumīnija amonija alaunus), dzelzs sāļus (divvērtīgās dzelzs hidroksīdu, dzelzs hlorīdu), magnija sāļus (magnija hlorīdu, magnija sulfātu), kaļķus. Koagulācijas veids ir arī flokulācija, kur sīkās daļiņas speciālu piedevu flokulantu iedarbības rezultātā strauji veido irdenas pārslveida nogulsnes.

Lai intensificētu koagulācijas procesu un nogulšņu nosēšanos, minerālajiem koagulantiem pievieno organiskos (dabiskos vai sintētiskos) flokulantus 0,1–1% šķīdumu veidā. Parasti tie ir ciete, polivinilspirts, oksietilceluloze, poliakrilnitrīls, polietilēnamīns, olbaltumi, poliakrilamīds.



5. attēls. Shēma notekūdeņu fizikālķīmiskai attīrīšanai koagulācijas vai flokulācijas ceļā

Sorbcija ir efektīva metode ūdens attīrīšanai no organiskām vielām. To var izmantot kā patstāvīgu metodi vai kombinēt ar bioloģisko attīrīšanu. Sorbcijas metode ir noderīga tad, kad no vājas koncentrācijas daudzkomponenšu sistēmām jāizdala kāda izšķīdusi viela, ko utilizē, bet attīrīto ūdeni atkārtoti izmanto noslēgtā ūdens apritē. Sorbcijas metodi ieteicams izmantot, ja notekūdeņi satur aromātiskos savienojumus, neelektrolītus vai vājus elektrolītus, krāsvielas, nepiesātinātus savienojumus vai hidrofobus alifātiskos savienojumus. Par sorbentiem izmanto dažādus dabiskus vai mākslīgus porainos materiālus – aktīvo ogli, pelnus, koksa smalkumus, kūdru, silikagelu, alumogelu, aktīvos mālus u.c. Sorbcija var būt gan reģeneratīva, t.i., sorbētās vielas tiek utilizētas, gan destruktīva – sorbētās vielas tiek iznīcinātas. Lai izdalītu sorbēto vielu no sorbenta, izmanto ekstrakciju ar organiskiem šķīdinātājiem, atdestilēšanu ar ūdens tvaiku vai inertu gāzveida siltumnesēju. Sorbēto vielu var pakļaut ķīmiskām pārvērtībām, bet pēc tam desorbēt.

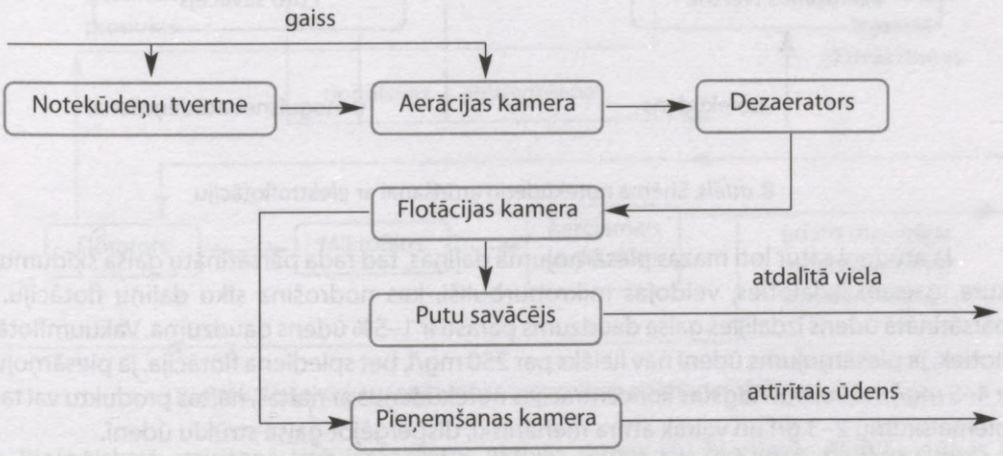
Ar jonu apmaiņas metodi no notekūdeņiem var atdalīt un utilizēt vērtīgus piemaisījumus (arsēna un fosfora savienojumus, hromu, cinku, varu, dzīvsudrabu un citus metālus), virsmaktīvas un radioaktīvas vielas. Apmaiņas procesa pamatā ir jonu apmaiņas reakcijas starp šķīdumā esošām vielām un cietās fāzes joniem (jonītiem). Lieto dabiskos un sintētiskos jonītus. Labāki rezultāti ir ar sintētiskajiem jonītiem – jonu apmaiņas sveķiem. Svarīgākās jonītu īpašības ir

uztveršanas un reģenerācijas spēja. Ja notekūdeņus attīra jonu filtros, tad notekūdeņos nedrīkst būt suspendētas daļiņas, jo tās var aizsprostot filtra poras. Ja attīrīšanai izmanto jonītu kolonas ar pseidoverdošu jonīta slāni, suspendētās daļiņas attīrīšanas procesu netraucē.

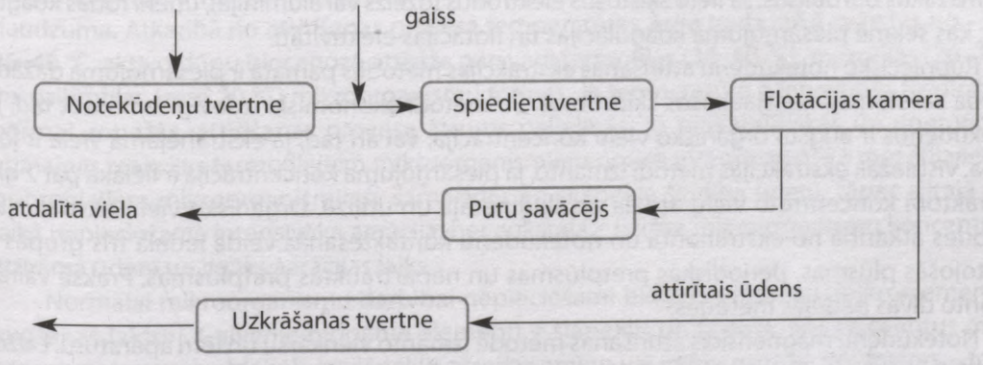
Elektrodialīzes procesu izmanto, lai attīrītu stipri mineralizētus notekūdeņus, laižot līdzstrāvu caur jonu apmaiņas membrānu. Jonu apmaiņas sveķus membrānās (anjonītu un katjonītu) saista termoplastiska polimēra saistviela. Elektrodialīzes metodi lieto, attīrot notekūdeņus, kuros sāļu saturs ir 3–8 g/l.

Flotācijai parasti pakļauj notekūdeņus, kuri satur virsmaktīvās vielas, naftu, naftas produktus, eļļas, šķiedrveida materiālus. Flotācijas procesā veidojas kompleksas daļiņas – gāzes (parasti gaisa) burbulīši. Šie kompleksi parasti uzpeld putu slāņu veidā un tiek atdalīti no apstrādājamā ūdens virsmas. Flotācijas procesā nozīme ir gāzes burbulīšu lielumam, daudzumam un sadalījumam apstrādājamā ūdenī, optimālais burbulīšu izmērs ir 10–200 μm.

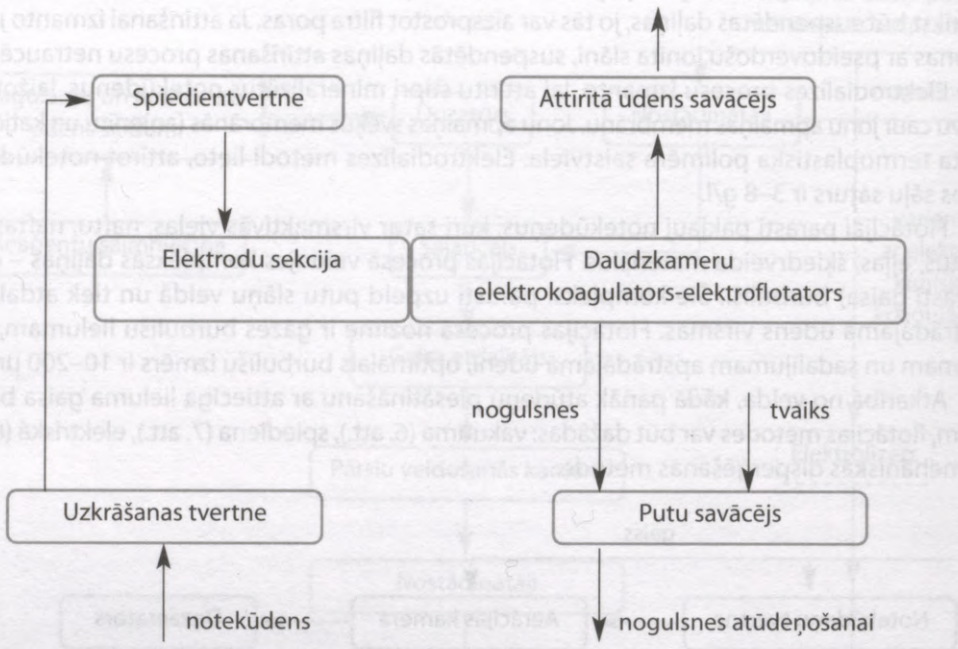
Atkarībā no veida, kādā panāk atūdeņu piesātināšanu ar attiecīga lieluma gaisa burbulīšiem, flotācijas metodes var būt dažādas: vakuuma (6. att.), spiediena (7. att.), elektriskā (8. att.) un mehāniskās disperģēšanas metode.



6. attēls. Shēma notekūdeņu attīrīšanai ar vakuumflotāciju



7. attēls. Shēma notekūdeņu attīrīšanai ar spiedienflotāciju



8. attēls. Shēma notekūdeņu attīrīšanai ar elektroflotāciju

Ja atūdeņi satur ļoti mazas piesārņojuma daļiņas, tad rada pārsātinātu gaisa šķīdumu, no kura, gaisam izdaloties, veidojas mikroburbulīši, kas nodrošina sīko daļiņu flotāciju. No pārsātinātā ūdens izdalījies gaisa daudzums parasti ir 1–5% ūdens daudzuma. Vakuumflotācija notiek, ja piesārņojums ūdenī nav lielāks par 250 mg/l, bet spiediena flotācija, ja piesārņojums ir 4–5 mg/l vai lielāks. Augstas koncentrācijas notekūdeņus ar naftas, naftas produktu vai tauku piemaisījumu 2–3 g/l un vairāk attīra mehāniski, disperģējot gaisa strūklu ūdenī.

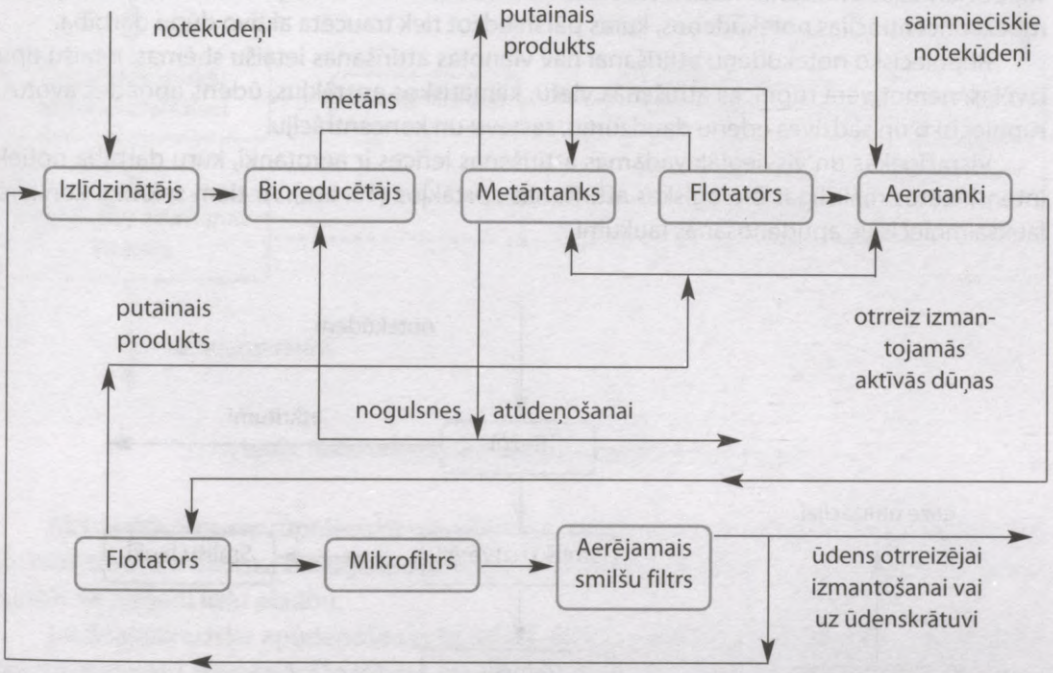
Elektroflotācijas pamatā ir piesārņojuma daļiņu uznešana šķidruma virspusē ar gāzes burbulīšiem, kas rodas ūdens elektrolīzes rezultātā (ūdeņradis, skābeklis); galvenā nozīme ir ūdeņraža burbulīšiem. Burbulīšu lielumu regulē, mainot elektroda formu – stiepļveida elektrods dod mazākus burbulīšus. Ja lieto šķīstošus elektrodus (dzelzs vai alumīnija), ūdenī rodas koagulanti, kas sekmē piesārņojuma koagulācijas un flotācijas efektivitāti.

Rūpniecisko notekūdeņu attīrīšanas ekstrakcijas metodes pamatā ir piesārņojuma dažāda šķīdība savstarpēji nesajaucošos šķidrumos. Šo metodi ekonomiski izdevīgi izmantot tad, ja notekūdeņos ir augsta organisko vielu koncentrācija, vai arī tad, ja ekstrahējamā viela ir ļoti dārga. Visbiežāk ekstrakcijas metodi izmanto, ja piesārņojuma koncentrācija ir lielāka par 2 g/l. Ekstraktorā koncentrēto vielu atdala no šķīdinātāja un utilizē. Organisko vielu ekstrakcijas metodes atkarībā no ekstrahenta un notekūdeņu kontaktēšanās veida iedala trīs grupās – krustojošās plūsmas, periodiskās pretplūsmas un nepārtrauktās pretplūsmas. Praksē vairāk izmanto divas pēdējās metodes.

Notekūdeņu magnētiskās attīrīšanas metodē izmanto vienkāršu un lētu aparatūru. Laižot notekūdeņus cauri magnētiskajam laukam, sāļu koncentrācija ūdenī un ūdens cietība nemainās, mainās tikai katlakmeni veidojošo sāļu kristalizācijas raksturs. Vēlāk, ūdeni sildot, šie sāļi neveido katlakmeni, bet gan sīkdispersas duļķes.

7.4.3.4. Bioloģiskā attīrīšana

Bioloģiskā attīrīšanas metode ir vislētākā un universālākā destruktīvā metode. Ar tās palīdzību var attīrīt organiskos un dažus neorganiskos piemaisījumus, tādēļ to lieto gan sadzīves, gan rūpniecisko, gan arī šo ūdeņu maisījuma attīrīšanai. Izmanto aerobo (skābekļa koncentrācija ūdenī ir vismaz 1 mg/l) un anaerobo bioloģisko attīrīšanu (9. att.), kā arī attīrīšanu ar ķīmiski saistītu skābekli.



9. attēls. Notekūdeņu anaerobās un aerobās attīrīšanas shēma

Bioloģiskajā attīrīšanā tiek izmantotas aktīvās dūņas vai bioplēve. Aktīvās dūņas ir amfotērs koloīds, kas sastāv no mikroorganismu kopuma ar minerāliem un organiskiem ieslēgumiem. Aktīvo dūņu bioplēve (biocinoze), kas veidojas attīrīšanas ietaisēs (no 10^8 līdz 10^{14} šūnu ar apm. 100 m^2 lielu virsmu 1 g sausās masas) aerobā vidē sastāv no liela baktēriju daudzuma. Atkarībā no attīrīšanas procesa temperatūras, kura gada laikā svārstās no –3 līdz 25–40 °C, aktīvo dūņu biocenozē attīstās pārsvarā termofilās (30–40 °C), mezofilās (20–30 °C) vai psihrofilās (zem 20 °C) mikroorganismu formas. Ja temperatūra paaugstinās fizioloģiskās normas robežās, attīrīšanas procesa ātrums palielinās, jo biokatalītiskās un enerģētiskās apmaiņas reakcijas termofilajiem mikroorganismiem notiek intensīvāk nekā mezofilajiem un psihrofilajiem mikroorganismiem, samazinās arī skābekļa šķīdība ūdenī. Tāpēc siltajā gada laikā nepieciešama intensīvāka aerācija, bet aukstajā – lielāka mikroorganismu koncentrācija attīrāmā ūdenī un ilgāks aerācijas laiks.

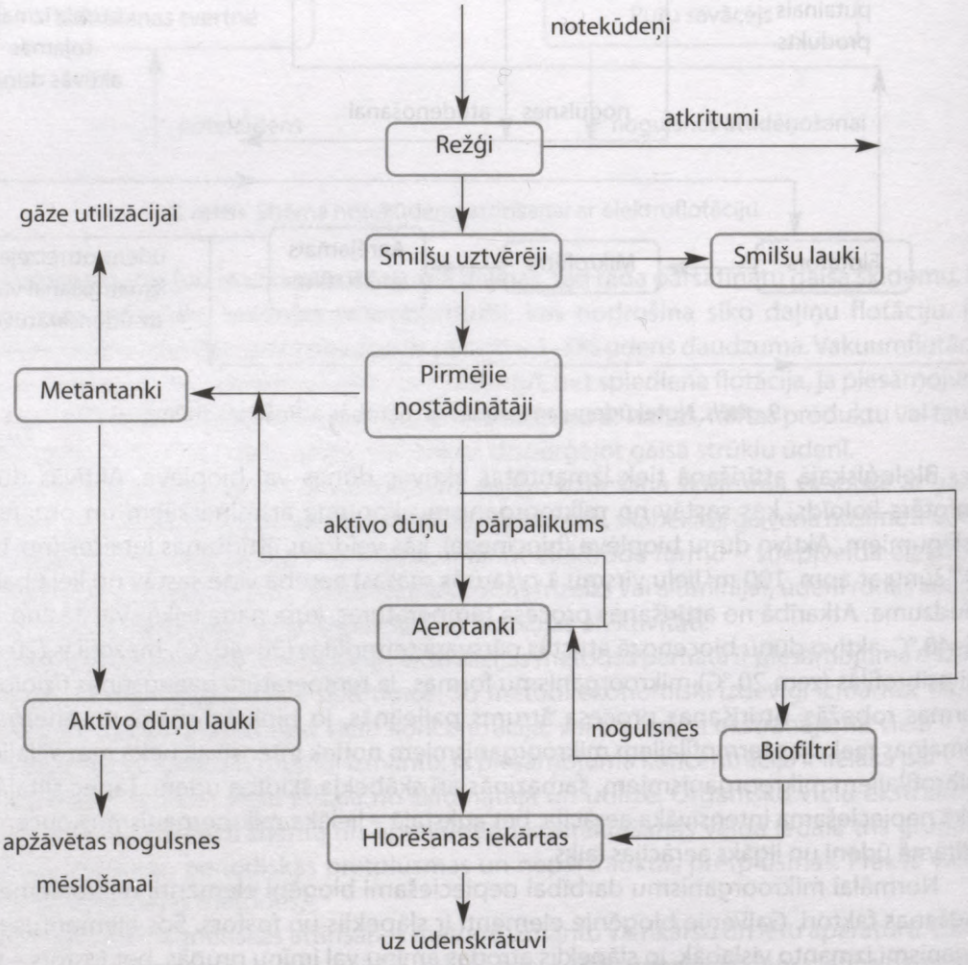
Normālai mikroorganismu darbībai nepieciešami biogēni elementi, mikroelementi un augšanas faktori. Galvenie biogēnie elementi ir slāpeklis un fosfors. Šos elementus mikroorganismi izmanto vislabāk, jo slāpeklis atrodas amīnu vai imīnu grupās, bet fosfors – fosforskābes sāļu veidā. Kā biogēnās piedevas izmanto dažādas ūdenī šķīstošas vielas – amonija sulfātu vai nitrātu, urīnvielu, amonjakūdeni, amofosu, nitrofosku, superfosfātu u.c. Kā biogēno

piedevu var izmantot arī sadzīves notekūdeņus. Mikroelementi varš, cinks, molibdēns, selēns, magnijs, kalcijs, natrijs, kālijs, dzelzs un sērs notekūdeņos parasti atrodas pietiekamā daudzumā. Optimālā pH vērtība bioloģiskajai attīrīšanai ir 6,5–7,5, taču dažreiz process notiek visai intensīvi arī pie pH 4–6, jo skābā vidē labi vairojas sēnes un raugi. Mikroorganismi arī paši spēj noteiktās robežās regulēt vides pH.

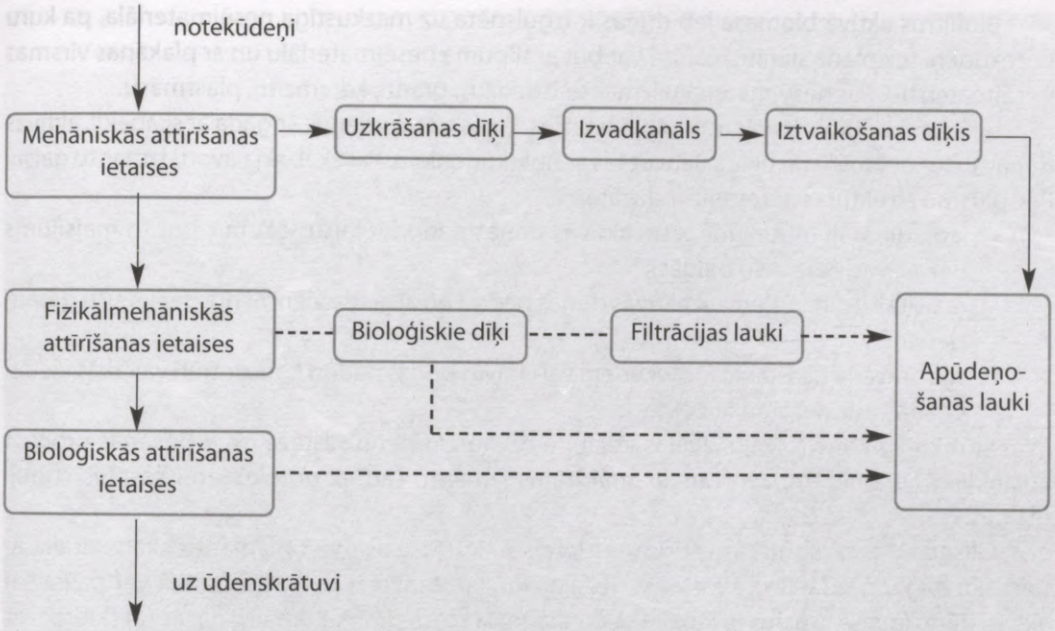
Atsevišķas attīrāmā ūdens ķīmiskās vielas vai to maisījumi var būt toksiski aktīvajām dūņām. Tāpēc normālas attīrīšanas ietaišu darbības nodrošināšanai nosaka ķīmisko vielu pieļaujamās robežkoncentrācijas notekūdeņos, kuras pārsniedzot tiek traucēta aktīvo dūņu darbība.

Rūpniecisko notekūdeņu attīrīšanai nav vienotas attīrīšanas ietaišu shēmas. Ietaišu tipu izvēlas, ņemot vērā rūpnīcas atrašanās vietu, klimatiskos apstākļus, ūdens apgādes avotus, rūpniecisko un sadzīves ūdeņu daudzumu, sastāvu un koncentrāciju.

Visražīgākās un visvieglāk vadāmās attīrīšanas ierīces ir aerotanki, kuru darbība notiek intensificētos mākslīgas bioloģiskas attīrīšanas apstākļos (10. att.). Ar tiem sekmīgi konkurē lauksaimnieciskie apūdeņošanas laukumi.



10. attēls. Notekūdeņu mākslīgās bioloģiskās attīrīšanas shēma



11. attēls. Notekūdeņu dabiskās bioloģiskās attīrīšanas shēma

Kā papildu ietaises rūpniecisko notekūdeņu pēcattīrīšanai izmanto arī bioloģiskos dīķus un biofiltrus. Tā ir dabiska bioloģiskā attīrīšana (11. att.). Šiem dīķiem ir neliela attīrīšanas spēja, turklāt tie aizņem lielu platību.

Lauksaimniecisko apūdeņošanas laukumu darbība pamatojas uz augsnes un augsnes mikroorganismu attīrošajām īpašībām, saules, gaisa, kā arī augu iedarbību. Notekūdeņu attīrīšanu, tos vienlaikus izmantojot lauksaimniecības kultūru apūdeņošanai un mēslošanai, veic ar kādu no šādiem paņēmieniem:

- pēc mehāniskās attīrīšanas notekūdeņus savāc uzkrāšanas dīķos, tad tos novada bioloģiskajos dīķos un pēc tam – uz lauksaimnieciskās apūdeņošanas laukiem;
- pēc mehāniskās attīrīšanas notekūdeņi uzreiz nonāk bioloģiskos dīķos, bet no tiem – apūdeņošanai;
- pēc mehāniskās, fizikālķīmiskās un bioloģiskās attīrīšanas notekūdeņus novada uz apūdeņošanas laukiem vai tieši ūdenstilpē.

Filtrēšanas lauki paredzēti notekūdeņu attīrīšanai bez augu līdzdalības. Tas stipri pamazina attīrīšanas efektivitāti. Filtrēšanas laukus izmanto par rezerves teritoriju laikā, kad nav laistīšanas sezona.

Bioloģiskie dīķi ir mākslīgas ūdenskrātuves, kurās notekūdeņi attīrās dabisku procesu rezultātā. Tos izmanto gan attīrīšanai, gan arī pēcattīrīšanai pēc bioloģiskās attīrīšanas. Dīķi var būt ar dabisko un ar mākslīgo aerāciju. Lietojot mākslīgo aerāciju, attīrīšanas process dīķos stipri palielinās. Visefektīvāk oksidēšanās process notiek vasarā, kad no dīķiem aizvadītais ūdens nesatur patogēno mikrofloru. Ziemā attīrīto ūdeni vēl papildus hlorē. Bioloģiskajos dīķos attīra organiskās sintēzes un naftas ķīmijas rūpnīcu notekūdeņus, kas satur naftu, parafīnus, fenolus un citus ķīmiskus savienojumus.

Biofiltros aktīvā biomasa jeb dūņas ir izgulsnēta uz mazkustīga nesējmateriāla, pa kuru notekūdeņi tek plānā slānītī. Biofiltri var būt ar tilpuma nesējmateriālu un ar plakanas virsmas nesējmateriālu. Par nesējmateriālu izmanto izdedžus, granti, keramzītu, plastmasu.

Aerotanki ir bioloģiskās attīrīšanas ietaises, kurās notekūdeņus apgādā ar skābekli, aktīvās dūņas uztur peldošā stāvoklī, sajaucot tās ar notekūdeņiem. Par skābekļa avotu izmanto gaisu. Pēc plūsmu struktūras aerotanki ir dažādi:

- izplūdinātāji (notekūdeni un aktīvās dūņas padod ietaišu sākumā, bet to maisījums tiek aizvadīts ietaišu beigās);
- maisītāji (notekūdeni un aktīvās dūņas padod un aizvada vienmērīgi gar ietaišu garensienām);
- starpposmu aerotanki (notekūdeni vai aktīvās dūņas padod koncentrēti vairākās vietās, bet aizvada aerotanka beigās).

Aerotanka konstrukciju izvēlas atkarībā no notekūdeņu sastāva un attīrīšanas procesa apstākļiem, piemēram, aerotankus-maisītājus izmanto tad, ja notekūdeņu sastāvs strauji mainās.

Oksitanki ir bioloģiskās attīrīšanas ietaises, kurās gaisa vietā izmanto skābekli vai ar skābekli bagātinātu gaisu. Oksitanks atšķiras no aerotanka ar to, ka oksitankā var palielināt aktīvo dūņu koncentrāciju, jo ir palielināta skābekļa masas apmaiņa starp gāzes un šķidro fāzi. Oksitankus visvairāk izmanto, attīrot naftas ķīmijas un koksa ķīmijas rūpnīcu notekūdeņus. Vēl izmanto iegremdētos biofiltrus, biotankus-biofiltrus un anaerobos biofiltrus.

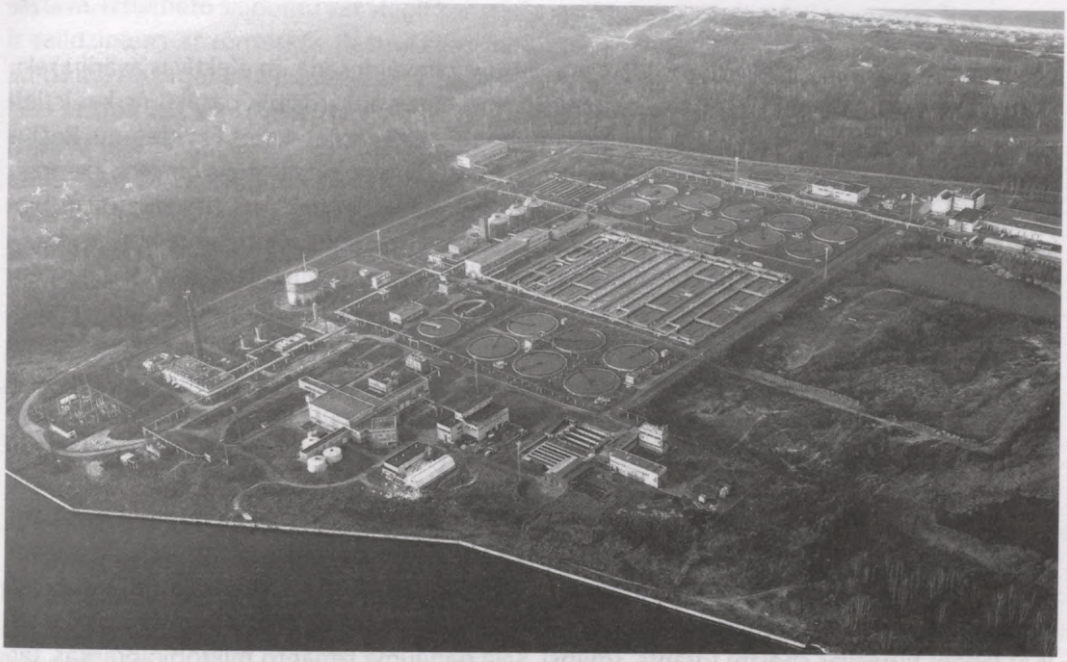
7.4.3.5. Pēcattīrīšana

Pēcattīrīšana ļauj attīrītos notekūdeņus atkārtoti izmantot rūpniecības uzņēmumu ūdens apritē, līdz ar to samazinot svaiga ūdens patēriņu, kā arī pilnīgi attīrīt visas kaitīgās vielas pirms notekūdeņu ievadīšanas ūdenskrātuvēs. Bioloģiski attīrīto notekūdeņu pēcattīrīšanai izmanto filtrus ar inertu pildmateriālu (kvarca smiltis, granīta šķembas, ogles, keramzīts). Lai pilnīgāk atdalītu organiskos piemaisījumus un piesātinātu ūdeni ar skābekli, cauri pildmateriālam pūš saspiestu gaisu. Izmanto arī bioloģiskos dīķus ar dabisko vai mākslīgo aerāciju. Ja paredzēta attīrīto notekūdeņu novadīšana ūdenskrātuvē, tad noteikti izdara dezinfekciju ar hlorēšanas metodi.

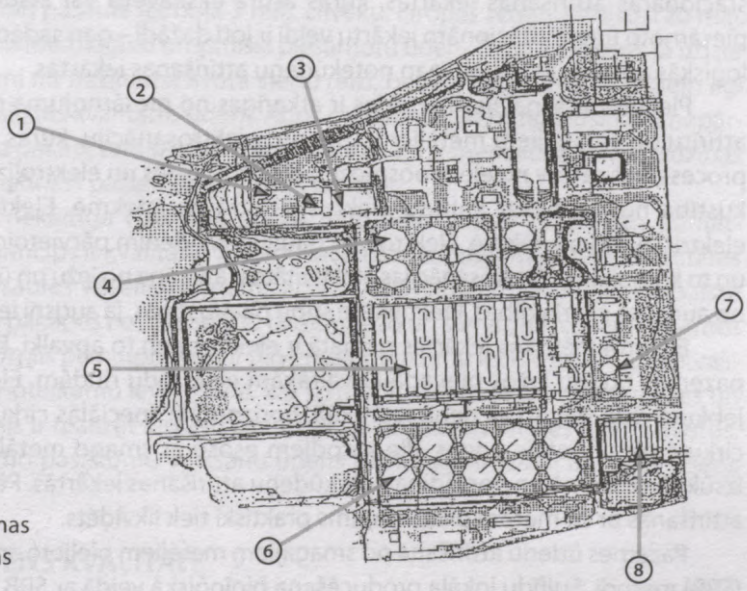
Latvijā labākas uzskaites un ūdens taupīšanas rezultātā kopš 1990. gada kopējais notekūdeņu daudzums ir samazināts divkārt, bet kopējais pilsētu sadzīves notekūdeņu apjoms – par 35%. Rīgas un Jūrmalas notekūdeņi tiek mehāniski un bioloģiski attīrīti notekūdeņu attīrīšanas kompleksā "Daugavgrīva" (12., 13. att).

Attīrīšanas ietaises sāka darboties 1991. gadā, un to projektētā ražība ir 350 000 m^3/dn. Pašreiz tiek attīrīti ap 200 000 m^3/dn.. 1995. gadā tika uzsākta ūdensapgādes un notekūdeņu attīrīšanas valsts programma Latvijas mazpilsētās "800+", kuras nosaukums norāda valstī vēl nepieciešamo notekūdeņu attīrīšanas iekārtu skaitu [13].

Patlaban valstī ir apmēram 600 notekūdeņu mehāniskās attīrīšanas iekārtu, 1000 bioloģiskās attīrīšanas un 10 ķīmiskās attīrīšanas iekārtu. Bez attīrīšanas novadīto notekūdeņu apjoms ir samazināts apmēram 4 reizes. Tomēr pagaidām attīrītajos notekūdeņos netiek nodrošināta visu nepieciešamo kvalitātes rādītāju noteikšana.



12. attēls. Notekūdeņu attīrīšanas komplekss "Daugavgrīva"



13. attēls. Notekūdeņu attīrīšanas kompleksa "Daugavgrīva" plāns

1 – pieņemšanas kamera;
2 – režģu ēka (mehāniskā attīrīšana, pirmā paraugu ņemšanas vieta);
3 – smilšu uztvērējs;
4 – pirmie nostādinātāji (otrā paraugu ņemšanas vieta);
5 – aerotanki (bioloģiskā attīrīšana);
6 – otrie nostādinātāji;
7 – metāntanki;
8 – kontaktrezervuārs (trešā paraugu ņemšanas vieta).

7.4.4. PAZEMES ŪDEŅU ATTĪRĪŠANA

Avārijas seku neatliekamās likvidācijas sistēmas pilnveidošana un efektīvas avāriju seku tālākas likvidācijas sistēmas radīšana jeb sanācija ir vienīgais aizsardzības pasākums, kas ir tieši vērsts uz pazemes ūdens stāvokļa atjaunošanu un tehnogēnās ietekmes likvidēšanu. Reālus rezultātus sanācija dod relatīvi nelielā laika posmā. Tas ir tehnoloģiski sarežģīts process, kas prasa lielus finansiālus izdevumus. Pazemes ūdeņu attīrīšana satur ģeoloģiskus, fizikālus, mikrobioloģiskus, hidrodinamiskus, datorizācijas, automatizācijas un daudzus citus aspektus.

Sanācijas mērķi var būt dažādi. Pirmkārt, pilnīga ūdeņu un vides attīrīšana, lai garantētu neierobežotu ūdens izmantošanu; otrkārt, daļēja attīrīšana līdz kādam noteiktam samazinātam, pieņemamam piesārņojuma līmenim; treškārt, piesārņojuma migrācijas aizkavēšana un ierobežošana; ceturtkārt, piesārņojuma avota likvidēšana. Tiek izstrādāti noteikumi un standarti, lai reglamentētu ūdeņu attīrīšanas pakāpi, t.i., līdz kādai piesārņojošo vielu koncentrācijai ūdeņi ir jāattīra. Pēc attīrīšanas noteiktu laika periodu tiek paredzēts vietējais ūdeņu monitorings.

Sanācijas tehnoloģija ir atkarīga no piesārņojošo vielu fizikālām un ķīmiskām īpašībām, ģeoloģiskiem un hidroģeoloģiskiem apstākļiem, kā arī no tehniskām un finansiālām iespējām.

Parasti izmanto divas sanācijas metodes – attīrīšanu *in situ* (uz vietas) un attīrīšanu *ex situ* (speciāli uzbūvētos stacionāros poligonos). Attīrīšanu *in situ* izdara tad, ja ūdeni saturošie ieži ir ar labām filtrācijas spējām (grants, smiltis). Šajā gadījumā izmanto mikrobioloģiskās, termiskās iztvaikošanas, hidrauliskās skalošanas, aerācijas metodes. Attīrīšanu *ex situ* izmanto tad, ja ūdeni saturošiem un aerācijas zonas iežiem ir sliktas filtrācijas spējas. Tādā gadījumā būvē stacionāras attīrīšanas iekārtas, kurās attīra ekskavēto vai atsūknēto grunts šķīdumu un piesārņoto ūdeni. Stacionāro iekārtu veidi ir ļoti dažādi – gan sadedzināšanas krāsnis, gan bioloģiskās attīrīšanas angāri, gan notekūdeņu attīrīšanas iekārtas.

Pielietotās sanācijas metodes ir atkarīgas no piesārņojuma rakstura. Lai gruntsūdeņus attīrītu no smagajiem metāliem, izmanto elektrosanāciju, kuras pamatā ir elektrokinētisks process, kas sastāv no elektroosmozes, elektroforēzes un elektrolīzes. Elektroosmoze ir ūdens kustība no anoda uz katodu elektriskās strāvas ietekmē. Elektroforēze ir daļiņu kustība elektriskā lauka ietekmē. Elektrolīzes gadījumā, ūdenim pārvietojoties, tiek pārnesti tikai joni un to kompleksi. Elektrosanācijas efektivitāte ir atkarīga no iežu un ūdeņu ķīmiskā sastāva, nevis no augsnes caurlaidības. Efektivitāte stipri paaugstinās, ja augsni iepriekš bagātina ar skābekli.

Elektrokinētiskās iekārtas pamatā ir elektrodi un to apvalki. Elektrisko strāvu piesārņoto pazemes ūdeņu iežos pievada ar vairākām elektrodu rindām. Elektrodus var ievietot iežos jebkurā dziļumā un virzienā (vertikāli, horizontāli) speciālās cirkulācijas sistēmās, pa kurām cirkulē piesārņotais ūdens. Pie katodiem esošo ar smago metālu joniem bagāto šķīdumu izsūknē virszemē un nostādina notekūdeņu attīrīšanas iekārtās. Pēc augsnes un gruntsūdeņu attīrīšanas ar šo metodi piesārņojums praktiski tiek likvidēts.

Pazemes ūdeņu attīrīšanā no smagajiem metāliem pielieto arī sulfātreducējošo baktēriju (SRB) metodi. Sulfīdu lokāla producēšana bioloģiskā veidā ar SRB tehnoloģiju pārvērš smago metālu jonus atbilstošos ūdenī nešķīstošos sulfīdos. Tādējādi tiek nodrošināts pilnīgs svina, vara, cinka, alumīnija, kadmija, arsēna un niķeļa inertums gruntsūdeņos. Šo tehnoloģiju var salīdzināt ar ķīmisko izgulsnēšanu.

Stipri piesārņotu iežu un ūdeņu attīrīšanā lieto arī citas metodes. Šķīdumu ekstrakcijas metode ir videi nekaitīgu un drošu bioloģiskās attīrīšanas šķīdumu pielietošana, ar kuru palīdzību var efektīvi likvidēt dažādas toksiskas vielas neatkarīgi no iežu tekstūras un ūdens

sastāva. Izsūknēto šķīdumu var viegli konstatēt, attīrīt un tālāk atkārtoti izmantot. Šis process ir salīdzināms ar termiskās destrukcijas metodi un sevišķi ērti pielietojams gruntsūdeņu attīrīšanā no organiskā piesārņojuma lielās koncentrācijās.

Termiskās destrukcijas metode balstīta uz augsnes piesārņotā ūdens tvaika atsūknēšanu kopā ar intensīvu gaisa papildināšanu. Ūdens tvaika atsūknēšana tiek veikta caur izraktām tranšejām. Lai nepieļautu vertikālu gaisa cirkulāciju, visa teritorija tiek pārklāta ar gaisnecaurlaidīgu plēvi, ko apber ar dažu desmit centimetru biezu zemes slāni. Piesārņotās gāzes sadedzina speciālā oksidācijas krāsnī.

Organisko vielu sadalīšanai izmanto arī mikrobioloģiskas metodes. Intensīva aerobo mikroorganismu darbība piesārņojošo organisko savienojumu noārdīšanai tiek nodrošināta ar gaisa padevi pazemē. Perspektīva var būt piesārņojuma likvidēšana ar kombinētām elektrokinētiskā efekta un mikrobioloģiskās apstrādes metodēm.

7.5. DZERAMAIS ŪDENS

Katru dienu ikvienam cilvēkam nepieciešami vismaz 2–3 litri dzeramā ūdens. Ir aprēķināts, ka zemeslodes iedzīvotāji ik dienas izdzer 12 miljonus tonnu ūdens [21]. Tīrs un kvalitatīvs dzeramais ūdens ir sabiedrības veselības ķīla, tāpēc galvenais mērķis dzeramā ūdens apgādē ir nodrošināt tā nekaitīgumu cilvēka veselībai. Sakarā ar globālās ekoloģiskās situācijas paslikināšanos, kas rada ūdens avotu kvalitātes pazemināšanos, kā arī sakarā ar ūdens patēriņa strauju pieaugumu dzeramā ūdens kvalitātes problēma kļūst arvien satraucošāka. Ik gadu dzeršanai nederīga ūdens lietošanas dēļ pasaulē iet bojā 3 milj. cilvēku. Eiropas reģionā dzīvo 120 milj. cilvēku, kas ir spiesti dzert mikrobioloģiski un ķīmiski piesārņotu ūdeni. Risks ir īslaicīgs, ja izdzer apšaubāmas kvalitātes ūdeni no nezināma avota vienu reizi, bet tas ir ilgstošs, ja gadiem ilgi dzeršanai lieto piesārņotu, sliktas kvalitātes ūdeni. Abos gadījumos jābūt nodrošinātai nepārtrauktai aizsardzībai, lai riska pakāpi samazinātu līdz minimumam. Jāņem vērā, ka aizsardzības pasākumi pret vienu risku nedrīkst palielināt otra riska pakāpi.

Sabiedrības veselībai nekaitīga dzeramā ūdens iegūšana balstās uz diviem pamatprincipiem. Pirmais pamatprincips ir kvalitātes prasību ievērošana. Ūdenim jāatbilst kvalitātes prasībām, kas noteiktas Pasaules Veselības organizācijas (PVO) nostādnēs. PVO neatbalsta pārāk stingras prasības riska pakāpes noteikšanā, jo tās ierobežo un samazina iespēju izmantot pieejamus ūdens resursus. Otrais pamatprincips ir higiēnas noteikumu ievērošana. Labas kvalitātes ūdens ieguvi garantē noteikumu ievērošana, kas izstrādāti ūdens ieguves, apstrādes un piegādes iekārtām. Galvenais ir realizēt iespēju izmantot vislabākās kvalitātes ūdens avotus, nodrošināt visu nepieciešamo pasākumu veikšanu ūdens avotu aizsardzībai un veikt ūdens dezinfekciju.

7.5.1. DZERAMĀ ŪDENS KVALITĀTE

Visoptimālāk dzeršanai ir izvēlēties avota ūdeni vai arī vāju dabisko minerālūdeni. Tādu minerālūdeni var lietot nebaidoties, ka kāda minerālviela tiks uzņemta pārmērīgā daudzumā. Dzeramā ūdens ieguvei izmanto ūdeni, kura sausais atlikums nepārsniedz 1 g/l, bet ūdeņus ar lielāku mineralizāciju parasti pieskaita pie minerālūdeņiem. Taču, ja konkrētajā vietā to nenosaka ģeoloģiskie apstākļi, lielāka sausā atlikuma koncentrācija liecina par ūdens antropogēnu piesārņojumu. Dzeramajam ūdenim jāatbilst virknei higiēnisku prasību. Tam jābūt ar patīkamu,

raksturīgu garšu, caurspīdīgam, bezkrāsainam, bez smakas un piegaršas, ar noteiktu temperatūru, kas dod atsvaidzinošu efektu.

Dzeramā ūdens temperatūrai ir nozīmīga fizioloģiska un higiēniska loma. Tā ir aktīvs faktors, kas ietekmē organisma funkcijas. Iedarbojoties uz centrālo nervu sistēmu caur mutes dobuma un kuņģa receptoriem, ūdens temperatūra, tāpat kā uztura temperatūra, izraisa dažādu cilvēka organisma sistēmu un orgānu darbībām noteiktas atbildes reakcijas (mainās atsevišķu orgānu un ķermeņa temperatūra, asinsspiediens, kuņģa sekrēcija u.c.). Vislabvēlīgākā dzeramā ūdens temperatūra ir 7–12 °C. Ūdenim, kura temperatūra ir lielāka par 15 °C, nav atsvaidzinoša efekta. Vēss ūdens pastiprina siekalu un kuņģa dziedzeru darbību un veicina rīkles un mutes dobuma gļotādas temperatūras pazemināšanos. Tāpēc karstā laikā atdzesēts ūdens vairāk atbilst organisma vajadzībām nekā silts ūdens. Taču ūdens temperatūra zem 5 °C ir kaitīga veselībai, jo traucē kuņģa sekrēciju, var izraisīt saaukstēšanos, īpaši tad, ja cilvēka ķermenis ir pārkarsis. Ļoti auksta ūdens dzeršana kopā ar karstu ēdienu izraisa pastiprinātu zobu emaljas bojāšanos.

Viena no svarīgākajām dzeramā ūdens organoleptiskajām īpašībām ir duļķainība. Duļķainība kavē dzeramā ūdens dezinficēšanu un veicina mikroorganismu vairošanos. Silīcija dioksīda un dūņu daļiņas, alumīnija un dzelzs hidroksīdu nogulsnes, mikroorganismi un planktons ir nevēlami dzeramajam ūdenim un var būt arī kaitīgi cilvēka organismam.

Dzeramā ūdens krāsainība var būt saistīta ar humusvielu vai dzelzs, cinka un mangāna kompleksu savienojumu atrašanos ūdenī. Dzeramā ūdens krāsainībai pirmām kārtām ir estētiska nozīme, taču tai var būt arī saistība ar toksisku hlororganisko savienojumu klātbūtni ūdenī.

Dzeramā ūdens ķīmiskajam un bakterioloģiskam sastāvam jābūt relatīvi pastāvīgam, bez indīgu vielu, radioaktīvā piesārņojuma, helmintu olu un patogēno mikroorganismu klātbūtnes, kas var izraisīt dažāda veida slimības.

Dzeramajā ūdenī lielākā vai mazākā daudzumā ir neorganiski savienojumi ar metāliem un citiem ķīmiskiem elementiem. Līdz noteiktai to koncentrācijai ūdenī tie uz dzīviem organismiem neiedarbojas kaitīgi. Taču atsevišķu ķīmisku elementu pārbagātība vai trūkums ilgstošā laika periodā var izraisīt dažādus veselības traucējumus.

Izvēloties ķīmiskās vielas, kuru koncentrācijas dzeramajā ūdenī ir jānormē, galvenā uzmanība jāvērš uz šo vielu potenciālo bīstamību cilvēka veselībai, uz to relatīvo izplatību un koncentrāciju ūdensgūtnēs. Šo koncentrāciju vērtību noteikšana balstās uz šādiem principiem:

- ķīmiskās vielas reglamentētā koncentrācija nerada veselības traucējumus patērētājam visā šā dzeramā ūdens lietošanas laikā;
- ūdens kvalitāte atbilst visiem izmantošanas veidiem sadzīvē, ieskaitot personisko higiēnu;
- koncentrācijas pārsniegšanas gadījumā nekavējoties jāgriežas pie kompetentām varas iestādēm, kas ir atbildīgas par sabiedrības veselību;
- ieteiktās koncentrācijas nenozīmē, ka nevajadzētu censties uzlabot ūdens kvalitāti vēl vairāk.

Īslaicīgas, relatīvi nenozīmīgas novirzes no rekomendētām robežkoncentrācijām vēl nenozīmē, ka ūdens nav lietojams. Izstrādājot nacionālos dzeramā ūdens standartus, tiek ņemti vērā katra reģiona ģeogrāfiskie, sociālekonomiskie un citi apstākļi. Visas ķīmiskās vielas dzeramajā ūdenī pēc to iedarbības uz cilvēka organismu var iedalīt trīs kategorijās:

- vielas, kas, sākot no noteiktas robežkoncentrācijas ūdenī, ir toksiskas un kurām ir hroniska vai akūta iedarbība; tādas ir, piemēram, dažādi metāli, nitrāti, cianīdi;

- vielas, kam ir kancerogēniska un mutagēniska iedarbība. Šīs vielas var būt bīstamas jebkurās koncentrācijās; turklāt, koncentrācijai pieaugot, risks palielinās. Tādas vielas ir nitrozoamīni, daži pesticīdi, dioksīni;
- esenciālie ķīmiskie elementi, kuri palielinātā vai arī pazeminātā koncentrācijā negatīvi ietekmē organisma funkcionēšanu, piemēram, jods, selēns, fluors, varš.

Katra ķīmiskā elementa dažādiem savienojumiem ir dažāda toksicitāte. Zināmos apstākļos neorganiskie savienojumi var konvertēties vairāk toksiskos savienojumos. Daudzi neorganiskie savienojumi ir kumulatīvas indes, un tie deponējas dzīvos organismos. Mainīties var arī to sinerģiskā iedarbība. Piemēram, dažu smago metālu toksiskā iedarbība pastiprinās, ja ūdenī zemā koncentrācijā ir arī selēns.

Apdzīvotās vietās, kuras apgādā ar mīkstu ūdeni (zema pH vērtība), dzeramajā ūdenī var pastiprināties kadmija, kā arī citu smago metālu migrācija, jo šāds ūdens lielākā mērā veicina ūdensapgādes sistēmas koroziju. Parasti kadmija koncentrācija dzeramajā ūdenī nepārsniedz 1 mg/l; tā ir nekaitīga. Amerikāņu zinātnieks *Schroeder H. A.* norāda uz augstāku saslimstību ar sirds un asinsvadu slimībām rajonos, kur lieto ūdeni ar zemu pH [17].

Arsēns ietilpst dzeramā ūdens sagatavošanā izmantojamo vielu piemaisījumu sastāvā. Ilgstoša dzeramā ūdens lietošana ar arsēna koncentrāciju, kas lielāka par 0,2 mg/l, palielina ādas vēža rašanās risku.

Hroniska saindēšanās ar dzīvsudrabu notiek, ja ilgi lieto dzeramo ūdeni, kurā dzīvsudraba sāļu vai organisko savienojumu koncentrācija pārsniedz pieļaujamo. Pirmās slimības pazīmes ir vājums, nogurums, miegainība, apātija, galvas reiboņi, pastiprināta siekalošanās, metāliska garša mutē. Vēlāk parādās CNS organisku bojājumu simptomi – krampji, locekļu trīcēšana, kas ar laiku pārņem visu ķermeni (t.s. dzīvsudraba tremors), kā arī paaugstināta psihoemocionāla nelīdzsvarotība (t.s. dzīvsudraba eretisms), kas izpaužas kā neveiklums, bailīgums, kaunīgums, atmiņas pavājināšanās, vispārēja nospiestība. Vairākumā valstu pieļaujamā dzīvsudraba koncentrācija dzeramajā ūdenī ir 1 μg/l.

Svina nokļūšana dzeramajā ūdenī ir saistīta ar tā migrāciju no nekvalitatīva ūdensvada cauruļu materiāla, kas satur svina savienojumus. Svinam ir kumulatīvas īpašības. Nokļūstot organismā, tas deponējas iekšējos orgānos un muskuļos, pēc tam arī kaulos trīsvērtīgā fosfāta veidā. Šis svina fosfāts dažādu iemeslu dēļ var pārvērsties par šķīstošu divvērtīgo fosfātu, un tādējādi svins nonāk asinīs. Sevišķi lielas pārmaiņas svins izraisa asinīs, kuņģa un zarnu traktā, nervu sistēmā, aknās, sirds un asinsvadu sistēmā, nierēs, endokrīnajā sistēmā. Var novērot svina nēsāšanu (paaugstināta svina koncentrācija asinīs un urīnā, svina apmale uz smaganām) un hronisku saindēšanos ar svinu, kas var norisināties dažādu simptomu kompleksu veidā: toksiskā anēmija (eritrocītu samazināšanās asinīs, hemoglobīna samazināšanās, polihromāzija, anizocitoze); kuņģa un zarnu sindroms (svina kolika, hroniskais spastiskais kolīts); svina polineirīts; svina encefalopātija. Svina maksimāli pieļaujamā koncentrācija dažādās valstīs tiek reglamentēta līdz 50 μg/l.*

Attīstīto valstu dzeramajā ūdenī tiek normēti dzīvsudrabs, svins, kadmijs, arsēns, kā arī daudzi citi ķīmiski elementi un ķīmiskas vielas. Latvijā bez jau minētajiem ķīmiskajiem elementiem nekaitīguma normas dzeramajā ūdenī ir norādītas MK noteikumos Nr. 235 "Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles

* Par ūdenstilpju piesārņojumu ar arsēnu, dzīvsudrabu, kadmiju un svinu aprakstīts iepriekš apakšnodaļā 7.2. Ūdens piesārņojums.

kārtība" (pieņemti 29.04.2003., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 30.05.2003.) arī boram, antimonam, hromam, niķelim, selēnam, nātrijam, varam, dzelzij, mangānam, alumīnijam.

Hroniska saindēšanās ar niķeli izraisa asinsspiediena pazemināšanos, CNS funkcionālus traucējumus, hipoacīdu un anacīdu gastrītu, leikopēniju, limfocitozi, monocitozi, aknu darbības traucējumus. Niķeļa toksiskā iedarbība tiek skaidrota ar dažādu fermentu dezaktivizēšanu.

Antimons ir inde, ar kuru hroniski saindējoties, rodas vielmaiņas, nervu sistēmas, sirdsdarbības traucējumi. Raksturīgākie hroniskas saindēšanās simptomi ir pastiprināta siekalošanās, nervozitāte, aizcietējums vai asiņaina caureja, vispārējs nespēks, novājēšana, leikocītu skaita palielināšanās, trombocītu skaita samazināšanās.

Dažādās valstīs dzelzs koncentrācija dzeramajā ūdenī tiek reglamentēta dažādi, taču – ne vairāk kā 0,3 mg/l. Augstākā koncentrācijā pie pH 7, kas raksturīgs centralizētas ūdensapgādes sistēmas dzeramajam ūdenim, divvērtīgās dzelzs sāļi ir nestabili un izkrīt nogulsnēs nešķīstoša trīsvērtīgās dzelzs hidroksīda veidā, kas nosēžas kā rūsa. Rūsa ūdens sadales sistēmā palēnina plūsmas ātrumu, paātrina dzelzsbaktēriju vairošanos, saīsina cauruļu ekspluatācijas laiku. Ūdens ar dzelzs koncentrāciju līdz 5 mg/l ir nekaitīgs cilvēka veselībai, bet tam ir nepatīkama piegarša un smaka.

Mangāna klātbūtne dzeramajā ūdenī ir nevēlama vairāku iemeslu dēļ. Koncentrācijā virs 0,15 mg/l mangāns piešķir ūdenim nepatīkamu piegaršu un smaku, veicina katlakmens veidošanos un duļķainību ūdensvada caurulēs. Koncentrācijā virs 1 mg/l mangāns spēcīgi krāso ūdeni. Mangāna koncentrāciju dzeramajā ūdenī parasti normē līdz 0,05 mg/l. Mangānu nosaka ar atomemisijas un atomabsorbcijas spektrometriskajām metodēm, taču visbiežāk fotometriski, oksidējot to ar kālija peroksīdsulfātu skābā vidē.

Galvenais alumīnija avots dzeramajā ūdenī ir koagulanti – vielas, kuras lieto ūdens sagatavošanas procesā. Pastāv sakarība starp alumīnija koncentrāciju dzeramajā ūdenī un saslimstības biežumu ar Alcheimera slimību. Alumīnija toksiskā iedarbība ir saistīta arī ar nieru darbības traucējumiem. Alumīnija koncentrācija dzeramajā ūdenī parasti tiek reglamentēta līdz 0,2 mg/l. Alumīniju dzeramajā ūdenī nosaka fotometriski, oksidējot skābā vidē pie pH 1,5 ar kālija peroksīdsulfātu.

Bora savienojumiem piemīt vispārēja toksiska iedarbība, to klātbūtnei palielinātā daudzumā dzeramajā ūdenī bieži ir sekundāra izcelsme (grauzēju un insektu indes, pesticīdi).

Latvijā dzelzs, mangāna un alumīnija nekaitīguma normas dzeramajā ūdenī līdz 2015. gadam ir atvieglotas, jo ir nepieciešams noteikts laiks dzeramā ūdens ieguves tehnoloģijas uzlabošanai, kas atbilstu ES direktīvu prasībām.

Cinka koncentrācija virszemes un pazemes ūdeņos parasti nepārsniedz attiecīgi 0,01 un 0,05 mg/l. Centralizētā ūdensapgādes sistēmā tā dažkārt var būt augstāka cinka migrēšanas rezultātā no ūdensvadu caurulēm. Cinka koncentrācija virs 5,0 mg/l piešķir ūdenim nevēlamu viskozu piegaršu, turklāt var parādīties opalescējoša, bet vārot – eļļaina plēvīte. Mikroelementus – cinku, varu, mangānu – cilvēka organisms pietiekamā daudzumā uzņem ar uzturu, tāpēc to reglamentēšana dzeramajā ūdenī notiek pēc ūdens organoleptiskajām īpašībām, ko uzskata par jūtīgāko rādītāju.

Dzeramajā ūdenī vara koncentrācija parasti ir daži mikrogrami litrā. Vara koncentrācija virs 3 mg/l padara ūdeni organoleptiski nederīgu dzeršanai, tas kairina kuņģa gļotādu. Varu, tāpat kā mangānu, parasti nosaka fotometriski, bet, ja jānosaka zemas koncentrācijas, izmanto atomemisijas spektrometriju.

Ar dzeramo ūdeni cilvēks uzņem līdz 85% no organismam nepieciešamā fluora. Zema fluorīdu koncentrācija ūdenī izraisa zobu kariesu, bet augsta – fluorozi. Smagos fluorozes gadījumos

novēro zobu emaljas hipoplāziju un pilnīgu zobu sabrukšanu. Krievu zinātnieki iesaka dzeramo ūdeni pēc fluorīdu satura klasificēt šādi [24]:

- ļoti zema fluorīdu koncentrācija – līdz 0,3 mg/l. Zobu kariess iedzīvotāju vidū ir 3–4 reizes biežāk sastopams nekā optimālā koncentrācijā; I pakāpes plankumaina zobu emalja sastopama 1–3 % iedzīvotāju;
- zema fluorīdu koncentrācija – 0,3–0,7 mg/l. Saslimstība ar zobu kariesu ir 2–3 reizes biežāka nekā iedzīvotājiem, kas lieto dzeramo ūdeni ar optimālu fluorīdu koncentrāciju; I pakāpes plankumainā emalja ir – 3–5% iedzīvotāju;
- optimālā fluorīdu koncentrācija – 0,7–1,1 mg/l. Zobu kariesa izplatība ir minimāla;
- paaugstināta, taču vēl pieļaujama fluorīdu koncentrācija – 1,1–1,5 mg/l. Saslimstība ar zobu kariesu ir minimāla, vieglas formas fluorozi novēro 20% iedzīvotāju;
- fluorīdu koncentrācija augstāka par pieļaujamo – 1,5–2 mg/l. Zobu kariesa izplatība – virs minimālās, vieglas formas fluoroze – līdz 30–40% iedzīvotāju;
- augsta fluorīdu koncentrācija – 2–6 mg/l. Zobu kariesa izplatība – virs minimālās, zobu fluoroze – 30–100% iedzīvotāju, daudziem smagā formā, bērniem var būt attīstības traucējumi un kaulu mineralizācija.

Latvijā virszemes ūdeņos fluorīdu koncentrācija parasti nepārsniedz 0,5 mg/l, bet dziļajos pazemes ūdeņos, kur notiek saskare ar fluorsaturošiem iežiem, koncentrācija var sasniegt 5 mg/l. Fluorīdu noteikšanai ūdenī izmanto kolorimetrisko metodi, kuras pamatā ir fluorīdu spēja sadalīt cirkonija nitrāta un nātrija alizarīnsulfonāta krāsvielu, mainot ūdens šķīduma krāsu no sārtas uz dzeltenu.

Jodīdu koncentrācija dažādos ūdeņos vidēji ir 10 mg/l. Tas ir ļoti maz no cilvēkam diennaktī nepieciešamā daudzuma – 150 mg/l. Galveno nepieciešamo joda daudzumu cilvēks uzņem ar augu un dzīvnieku produktiem. Tomēr zema jodīdu koncentrācija ūdenī nosaka arī zemu tā koncentrāciju augos un dzīvnieku organismos attiecīgajā apvidū un līdz ar to arī saslimšanu ar endēmisko kāksli. Tāpēc jodīdu koncentrācija ūdenī ir savdabīgs indikators endēmiskā kākšļa izplatībai. Jodīdu noteikšanas pamatā ir to oksidēšana ar bromūdeni līdz jodātiem. Pēc broma pārākuma iztvaicēšanas jodāti skābā vidē reakcijā ar kālija jodīdu izdala brīvu jodu, ko indikatora (cietes) klātbūtnē titrē ar nātrija hiposulfītu.

Līdzīga loma ir selēnam, kam ir ļoti liela nozīme organismam svarīgu funkciju nodrošināšanā. Mazās devās selēnam ir tāda pati iedarbība kā E vitamīnam, jo arī tam ir antioksidējošas īpašības. Latvijas augsnēs un ūdeņos selēna saturs ir zems. Līdz ar to tā daudzums ir zems arī augos, galvenokārt graudaugos, ko izmanto uzturā. Zems selēna daudzums organismā vairākkārt palielina risku saslimt ar ļaundabīgiem audzējiem, ar asinsrites sistēmas slimībām, kā arī pazemina organisma aizsardzības spēju pret vides riska faktoriem. Toksiskās devās selēns pēc savas iedarbības ir līdzīgs arsēnam. Reģionos, kur augsnē, zemes iežos un līdz ar to arī pazemes ūdeņos ir paaugstināts selēna saturs, iedzīvotājiem bieži rodas dzeltenīga ādas nokrāsa, zobu emaljas bojājumi, hroniski locītavu iekaisumi, anēmija, nagu slimības, plānprātība, nervu un gremošanas orgānu slimības.

Arī hromam ir būtiska nozīme. Palielinātās devās tam ir vispārēja toksiska iedarbība, it īpaši uz gremošanas traktu (iekaisumi, čūlas). Hromam piemīt arī sensibilizējošas īpašības.

Sliktas kvalitātes dzeramajam ūdenim ir raksturīga bagāta mikroflora. Patogēno un nosacīti patogēno mikrobu klātbūtne ūdenī var izraisīt visdažādākās slimības, sākot ar saaukstēšanos un beidzot ar onkoloģiskām slimībām. Dzeramajā ūdenī nedrīkst būt mikroorganismu un parazītu tādā daudzumā, kas ir bīstami cilvēka veselībai.

Dzeramā ūdens bakteriālais piesārņojums galvenokārt ir sekundārs. Ūdensapgādes tīkla stāvoklis korozijas un apaugšanas rezultātā, kā arī ekspluatācijas režīma pārkāpumi pasliktina bakterioloģiskos dzeramā ūdens kvalitātes rādītājus. Metāla korozijas produktu daļiņas, veicinot dažādu piesārņotāju agregāciju, ir laba vide dažādu mikroorganismu attīstībai. Īpaši nelabvēlīgi tas ietekmē dzeramā ūdens kvalitāti vasarā, kad tiek reģistrēts īpaši daudz piesārņotu ūdens paraugu.

Visjutīgākais un specifiskākais veids, kā novērtēt dzeramā ūdens mikrobioloģisko kvalitāti, ir fekālā piesārņojuma indikatormikroorganismu izmantošana. Enterobaktērijas ir viegli nosakāmas, un to dzīvotspēja ir tāda pati kā patogēnām baktērijām. Galvenie fekālā piesārņojuma indikatori ir zarnu nūjiņas *Escherichia coli* un citas koliformas, fekālie streptokoki, klostrīdiju sporas.

Parasti dzeramajā ūdenī normē *Escherichia coli*, koliformas, kopējo mikroorganismu koloniju skaitu, enterokokus. 100 ml dzeramā ūdens nedrīkst būt neviena *Escherichia coli* nūjiņa. MK noteikumi Nr. 235 "Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība" (pieņemti 29.04.2003., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 30.05.2003.) paredz mikrobioloģiskos rādītājus noteikt arī fasētajam (pudelēs, muciņās u.tml.) dzeramajam ūdenim. Fasētajam ūdenim prasības ir stingrākas, jo sakarā ar ūdens uzglabāšanu zināmu laiku, pirms tas nonāk līdz patērētājam, pastāv iespēja, ka ūdens mikrobioloģiskais sastāvs ir pasliktinājies. Tāpēc fasētajā ūdenī tiek normēta arī ļoti bīstamā zilā strutu nūjiņa *Pseudomonas aeruginosa*. Ūdenī nosaka patogēnās enterobaktērijas, ja pēc atkārtotas analīzes tajā tiek atklātas koliformas vai enterokoki.

Dzeramajā ūdenī normē arī citas enterobaktērijas. Zarnu traktam raksturīgās klostrīdijas *Clostridium perfringens* un to sporas analizē tad, ja ūdens ir no virszemes ūdensgūtnes un tas tiek attīrīts un dezinficēts. Enterobaktēriju producētais enterotoksīns atbrīvojas sporulācijas procesā un ir termostabils. Inficējošā deva ir augsta – 10^8.

Dzeramā ūdens parazitoloģiskie epidēmiskās aizsardzības rādītāji var būt lambliju cistas un helmintu olas. 50 litros ūdens parauga to nedrīkst būt.

Atbilstību dzeramā ūdens higiēniskajām prasībām nosaka, izdarot laboratorisku analīzi ar organoleptiskām, fizikālām, ķīmiskām, bakterioloģiskām, virusoloģiskām, radioloģiskām un hidrobioloģiskām analīžu metodēm. Latvijā pa ūdensvadu iedzīvotājiem piegādātā dzeramā ūdens regulāras pārbaudes veic ūdens piegādātājs, bet audita pārbaudes – valsts aģentūra "Sabiedrības veselības aģentūra". Rīgā dzeramā ūdens kvalitātes pārbaudes notiek ūdensapgādes pašvaldības uzņēmuma "Rīgas ūdens" laboratorijā. Atbilstošās laboratorijas ūdens kontroles analīzes veic dabiskiem virszemes un pazemes ūdens paraugiem, ūdens paraugiem dažādos tehniskās apstrādes posmos un sagatavotā dzeramā ūdens paraugiem pirms tā padeves centralizētā ūdensvada tīklā. Dzeramā ūdens kontroles grupa ik dienas dažādos pilsētas punktos pārbauda ūdens kvalitāti. Latvijā katru gadu notiek dzeramā ūdens starplaboratoriju testēšana, kurā piedalās ap 40 laboratoriju.

7.5.2. DZERAMĀ ŪDENS APGĀDES VEIDI

Ūdensapgāde ir visu pasākumu un tehnisko iekārtu kopums, kas nodrošina iedzīvotājus ar dzeramo ūdeni, ar iespēju lietot ūdeni saimnieciskām, higiēniskām, rekreācijas, ārstnieciskām vajadzībām (peldes, dušas, pirtis, veļas mazgātavas, kanalizācija, peldbaseini u.tml.), kā arī nodrošina ar ūdeni rūpniecisko un lausaimniecisko ražošanu.

Patērētāju apgāde ar dzeramo ūdeni notiek trīs veidos:

- centralizēta apgāde (ūdensvadu tīkls) – lielākoties pilsētās un lielākās apdzīvotās vietās;
- vietēja apgāde (šahtveida un cauruļveida akas) – lielākoties laukos;
- tirgus apgāde (fasētais ūdens).

Centralizēta ūdensapgāde nodrošina ūdens mehānisku ņemšanu no ūdensgūtnēm, tā attīrīšanu, dezinfekciju un centralizētu transportēšanu pa ūdensvadu tīklu zem spiediena līdz patērētājam. Vietējas ūdensapgādes gadījumā patērētāji ūdeni no tā ņemšanas vietas transportē individuāli. Ūdens patērētājiem, protams, ērtāka ir centralizētā apgāde, daļēji arī tirgus apgāde, ja tirgotājs nodrošina pudelēs pildītā ūdens transportēšanu uz patērētāja mājām. Centralizētā ūdensapgāde tiek uzskatīta arī par visdrošāko sanitāri epidemioloģiskā ziņā, jo sakarā ar salīdzinoši vislielāko šāda ūdens lietotāju skaitu, tā mikrobioloģiskajai kvalitātei valsts iestādes pievērš vislielāko uzmanību un veic stingru kontroli.

No brīža, kad ūdens nonāk ūdensvadu tīklā, dzeramā ūdens nekaitīgums un drošība ir atkarīga no pareizas ūdensapgādes sistēmas ekspluatācijas un sanitārā stāvokļa. Higiēniskā pamatprasība, kas tiek izvirzīta dzeramā ūdens apgādē lietotajiem materiāliem, ir ūdens kvalitātes saglabāšana saskaņā ar pastāvošo normatīvo dokumentu prasībām. Materiāliem ir jāatbilst šādām prasībām. Pirmkārt, cauruļu materiāli nedrīkst pasliktināt ūdens organoleptiskās īpašības; otrkārt, cauruļu ekspluatācijas procesā no materiāla ūdenī nedrīkst pāriet ķīmiskas vielas, bet, ja tās tomēr migrē, ķīmisko vielu koncentrācija nedrīkst pārsniegt pieņemtos higiēniskos normatīvus; treškārt, materiāli nedrīkst stimulējoši ietekmēt ūdens mikrofloru; ceturtkārt, jābūt garantētai efektīvai iespējai pašu materiālu dezinficēt.

Maģistrālās ūdensapgādes caurules parasti ir izgatavotas no tērauda, ielu ūdensvada cauruļu tīkls – no čuguna, bet savienojumu vietas apdarinātas ar cementa šķīdumiem. Iekšējās ūdensapgādes sistēmas ar retiem izņēmumiem tiek montētas no tērauda caurulēm.

Ūdensapgādes sistēmas caurulēm ir nepieciešama gan ārēja, gan iekšēja aizsardzība no korozijas. Ūdensvadu tīkla avāriju galvenais cēlonis ir cauruļu korozija. Avāriju dēļ tiek zaudēti vairāki desmiti procentu no ūdens daudzuma, kas nonāk ūdensvadu tīklā. Lielā mērā korozijas intensitāti ietekmē ķīmiskās vielas un to gala produkti, kas tiek izmantoti ūdens attīrīšanā un dezinfekcijā. Korozijas ātrumu var pārmainīt arī ūdenī esošie joni, kas ir dabiskajā ūdenī. Piemēram, koroziju pastiprina hlorīdu joni. Ūdensvados organisko un amonija savienojumu klātbūtnē vairojas dzelzs un sulfātreducējošās baktērijas, kas veicina cauruļu aizsērēšanu un intensificē korozijas procesus. Paaugstināta agresivitāte pret ūdensvadu metāla caurulēm ir optimālai fluorīdu koncentrācijai (0,7–1,2 mg/l) dzeramajā ūdenī. Mazāka fluorīdu koncentrācija ūdenī selektīvi iedarbojas uz baktērijām un pazemina ūdens korozijas spēju. Metāla cauruļu korozija pasliktina ūdens organoleptiskās īpašības – smaržu, garšu, krāsainību. Palielinās ūdens duļķainība, dzelzs, vara, cinka, alumīnija, mikroorganismu daudzums ūdenī. No dažādiem metālisko cauruļu pārklājumiem dzeramajā ūdenī var iekļūt toksiski ķīmiski elementi un vielas (kadmijs, arsēns, svins, azbests u.c.). Alumīnija migrācija ūdenī var būt saistīta ar leģēto cinka sakausējumu izmantošanu antikorozīvo vielu uzklāšanai uz cauruļu iekšējām sienām.

Parasti lielākajai daļai tērauda cauruļu nav nepieciešamās aizsardzības pret iekšējo un ārējo koroziju. Tās var sākt tecēt jau pēc dažiem gadiem, tādējādi izraisot avārijas. Čuguna caurules ārējā korozija skar mazāk, bet vidējo un lielo diametru cauruļu zemās kvalitātes dēļ to lietošana ir ierobežota. Ekspluatācijas laiku čuguna caurulēm samazina to iekšējais pārklājums, kas veicina nosēdumu veidošanos. No nemetāliskajām caurulēm arī dzelzbetona un azbestbetona caurulēm nav pietiekami augsta kvalitāte. Tās var izmantot tikai salīdzinoši zema ūdens spiediena gadījumā, un tās, tāpat kā keramikas caurules, savienojumu vietās ir grūti noblīvējamas. Pašreiz ūdensapgādes sistēmās plaši izmanto plastmasas un krāsaino metālu caurules. Šie materiāli ir kvalitatīvāki, bet arī daudz dārgāki.

Lai nodrošinātu ūdens kvalitāti vietējā dzeramā ūdens apgādē, vissvarīgākais ir pareiza ūdens ņemšanas vietas ierīkošana. Šahtveida akas rakšanai vietu izvēlas vismaz dažu desmit metru attālumā no potenciālā piesārņotāja (kūtis, vircas bedres, atejas, dzīvojamās mājas), ņemot vērā iespējamo pazemes ūdeņu plūsmas virzienu. Lai tajās nodrošinātu ūdens pieplūdi tikai no pazemes, aku ārējās sienas vismaz līdz 2–3 metru dziļumam izolē ar ūdensnecaurlaidīgu materiālu, bet akai visapkārt izveido slīpu betonētu laukumu nokrišņu novadīšanai. Visbiežāk par ūdensnecaurlaidīgu materiālu izmanto pusmetru biezu māla slāni.

Cauruļveida akas iedala seklās (līdz 10 m dziļumam) un dziļās (vairāki desmiti metru dziļas). Arī ap tām ierīko slīpus laukumus, lai novērstu gruntsūdeņu piesārņošanu. Dziļās cauruļveida akas bieži vien nožogo, nodrošinot piekļūšanu tikai konkrētām personām.

Apsekojot aku, vispirms raksturo tās atrašanās vietas apkārtni – reljefu, augsnes veidu, apbūves tuvumu, iespējamos piesārņojuma avotus. Lai precizētu piesārņojuma iemeslus, potenciālajā piesārņotājā (sausā ateja, vircas bedre) ielej 10 litru piesātinātu vārāmās sāls šķīdumu, rēķinot uz katriem desmit metriem līdz akai. Vienlaikus, kā arī ik pēc trim stundām 1–2 diennakšu laikā akas ūdenī kolorimetriski (ar sudraba nitrātu) vai organoleptiski nosaka hlorīdu koncentrāciju. Ja ūdens no piesārņojuma avota nokļūst akā, hlorīdu koncentrācija akas ūdenī pieaug un ūdens garša ir līdzīga jūras ūdenim. Tālāk raksturo akas veidu un uzbūvi (rakta, urbta, betona, koka), akas dziļumu, diennakts ūdens patēriņu, akas sienu stāvokli (plaisas, netīrumi, sēnītes, pelējumi), augsnes veidu pie akas ārējās sienas (māls, melnzeme, grants).

Akas debitu (D) nosaka, izsūknējot vai izsmeļot aku sausu, pēc tam pa stundām atzīmē ūdens līmeņa celšanos līdz sākotnējam. Piemēram, ja akā ar pusmetru lielu rādiusu (R) divu stundu laikā (L) ūdens līmenis paceļas par 1,2 m, tad ūdens tilpums (T) ir:

$$T = \pi \cdot R^2 \cdot h = 3{,}14 \cdot (0{,}5)^2 \cdot 1{,}2 = 0{,}942\ m^3,$$

kur

h – ūdens līmeņa pacelšanās augstums, m;

π – koeficients 3,14;

un debits (D) ir

$$D = \frac{T}{L} = \frac{0{,}942}{2} = 0{,}471\ m^3/st.$$

Tirgus apgādē parasti ir avotu ūdeņi un dažāda veida dabiskie minerālūdeņi. Latvijā šiem ūdeņiem ir noteiktas obligātas nekaitīguma un marķējuma prasības (MK noteikumi Nr. 35 pieņemti 23.01.2001., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 26.01.2001.). Šie noteikumi neattiecas uz minerālūdeņiem, kuri atzīti par zālēm vai kurus izmanto balneoloģijā. Avota ūdeni vai minerālūdeni, ko piegādā patērētājam, pilda hermētiski noslēdzamās tilpnēs (piemēram, pudelēs, konteineros, cisternās), kas nepieļauj iespēju tos viltot, bojāt vai piesārņot. Šo ūdeņu dezinficējoša apstrāde vai bakteriostatisku piedevu pievienošana tiem ir aizliegta. Marķējumā ir jānorāda nosaukums, ķīmiskais sastāvs, avota vai urbuma atrašanās vieta un dziļums, fasēšanas vieta u.tml., bet ir aizliegts norādīt avota ūdens vai minerālūdens ārstnieciskās un profilaktiskās indikācijas.

7.5.3. ŪDENSGŪTŅU PIESĀRŅOŠANAS RISKA SAMAZINĀŠANA

Ūdensapgādes avoti vai ūdensgūtnes ir gan pazemes ūdeņi, gan virszemes ūdeņi, un retos gadījumos arī atmosfēras nokrišņi. Piemēram, Amerikas Savienotajās Valstīs 100 milj. iedzīvotāju lieto ūdeni, kas ņemts un sagatavots dzeršanai no pazemes, bet 150 milj. iedzīvotāju tiek apgādāti ar dzeramo ūdeni no virszemes ūdensgūtnēm. Dažās pilsētās pasaulē (Ņujorka, Bostona, Lisabona) dzeramā ūdens sagatavošanai izmanto arī nokrišņus, t.i., atmosfēras ūdeni [15].

Galvenās higiēniskās prasības ūdens kvalitātei ir šādas:

- ūdens nedrīkst saturēt infekciju slimību ierosinātājus;
- ūdenī nedrīkst būt pārsniegts indīgu, veselībai bīstamu ķīmisku vielu koncentrācijas robežlielums;
- pēc ūdens sagatavošanas dzeršanai tam jāatbilst visiem reglamentētajiem kritērijiem.

Izvēloties ūdensgūtni un novērtējot tās kvalitāti, nepieciešama iepriekšēja vides sanitārā izpēte. Ūdens izmantošanas iespēja ir atkarīga no tā piesārņojuma pakāpes. Riska novērtējuma pamatā ir inženiertehniskais vai tehnoloģiskais riska novērtējums, iegūtie ekotoksikoloģiskie dati un piesārņojošo vielu īpašību pētījumi (eksperimentālie, epidemioloģiskie, vides piesārņojuma novērojumi).

Galvenie piesārņošanas riska samazināšanas pasākumi ūdensgūtņu aizsardzībā ir:

- piesārņoto vietu riska novērtēšana un sanācija, it īpaši vietās, kur notiek ūdens ņemšana dzeramā ūdens sagatavošanai;
- bīstamo ķīmisko un bioloģisko vielu apjoma samazināšana (bezatkritumu tehnoloģiju ieviešana, tehnoloģisko procesu automatizācija, ierīču, iekārtu, cauruļvadu tehniskā stāvokļa uzlabošana);
- signalizācijas, brīdināšanas un informēšanas sistēmas izveide;
- riska objektu apkalpojošā personāla atbilstoša kvalifikācija un atbildības līmenis;
- ātras reaģēšanas spēku sagatavotība (kvalifikācija, tehniskais aprīkojums) avārijas gadījumiem.

Viens no svarīgākiem faktoriem, kas samazina piesārņojuma risku, ir vietas un apkārtnes bīstamības apzināšana. Pazemes ūdensgūtņu piesārņošanas risku visvairāk ietekmē hidroģeoloģiskie apstākļi – gruntsūdens līmenis, ķīmiskais sastāvs, plūsmas virziens un ātrums, augsnes, augšējā grunts slāņa blīvums, viendabīgums, kā arī iežu caurlaidība, porainība un filtrācijas spēja.

Svarīgs ir arī reljefs, pēc kura daļēji var spriest par vietas ģeoloģisko un hidroģeoloģisko struktūru. Virszemes un pazemes ūdeņu plūsmas veido reljefu. Paugurainā teritorijā vēja ātrums, temperatūras un nokrišņu sadalījums būtiski pārmainās. Arī antropogēnais reljefs maina vietas jutīgumu pret piesārņojumu. Gruntsūdeņu līmeņa celšanos izraisa vaļņi, uzbērumi, dambji, turpretī grāvji, kanāli un karjeri pazemina gruntsūdens līmeni un pārnēsā piesārņojumu. Ezeru un upju piesārņotās gultnes var būt pazemes ūdeņu piesārņojuma avots, it īpaši, bagarējot ostu un upju grīvu gultnes.

Latvijā svarīgākie ūdeņu piesārņojuma riska samazināšanas virzieni ir likumdošanas sakārtošana atbilstoši Eiropas Savienības likumdošanas prasībām, riska samazināšanas vietējo programmu izstrāde, prioritāro bīstamo vielu noteikšana un to ierobežota lietošana, uzglabāšana un transportēšana, signalizācijas un brīdināšanas sistēmu ieviešana, kā arī speciālu apmācības kursu organizēšana par bezatkritumu tehnoloģijām, par avārijām un par risku veselībai [9].

Latvijā ir veikta teritorijas rajonēšana un kartēšana atkarībā no ģeoloģiskajiem un hidroģeoloģiskajiem apstākļiem. Taču nepieciešama tālāka kritēriju izstrāde un pazemes ūdeņiem īpaši bīstamo objektu atzīmēšana kartēs [10]. MK noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti Nr. 118 (pieņemti 12.03.2002., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 03.04.2002.) ūdensgūtņu virszemes ūdeņus iedala trīs kategorijās atbilstoši izmantotajām ūdens attīrīšanas metodēm, bet pazemes ūdeņu kvalitātes normatīvus piemēro pazemes ūdeņu horizontiem un to kompleksiem, kuros dzeramā ūdens vidējais ieguves apjoms pārsniedz 10 m^3 diennaktī.

Apsekojot ūdensgūtni, kas paredzēta dzeramā ūdens ieguvei, veic detalizētu ūdens ņemšanas vietas apsekošanu, lai noskaidrotu, kāds ir apkārtējās vides sanitārais stāvoklis, kas piesārņo ūdenstilpē ietekošās upes, kāds ir ūdens ņemšanas veids, kāds ir ūdens attīrīšanas iekārtu un ūdens pārvades tehniskais stāvoklis u.tml.

Ūdeņiem, kas ir dabiski labi aizsargāti pret piesārņošanu, vienmēr ir priekšroka to izmantošanā, jo pat viegli piesārņotu ūdeņu kvalitātes uzlabošana prasa sarežģītas un dārgas tehnoloģijas lietošanu. Piesārņojuma nokļūšana pazemes ūdeņu nesējslānī ir atkarīga no ūdens apjoma, no tā atjaunošanās ātruma, no tā slāņa biezuma, sastāva, caurlaidības, kurš atrodas virs ūdensnesējslāņa. Piesārņojuma atšķaidīšanos, tā filtrācijas un fiksācijas procesu nosaka pazemes ūdeņu pārvietošanās ātrums. Šie parametri ļauj noteikt laiku, kurā piesārņojums nokļūst pazemes ūdeņos, kā arī infiltrācijas ūdeņu dabiskās attīrīšanās efektivitāti. Tie arī pamato un precizē ūdensņemšanas vietas un aizsardzības joslu robežu izvēli.

Salīdzinot ar virszemes ūdeņiem, pazemes ūdeņiem ir daudz priekšrocību. Tie ir vienmērīgāk sadalīti teritorijā, labāk pasargāti no piesārņošanas un klimata ietekmes, to ķīmiskais sastāvs un pieplūde ir daudz pastāvīgāki. Tāpēc pazemes ūdeņu fizikālās, ķīmiskās un mikrobioloģiskās īpašības ļauj tos izmantot visdažādākajiem nolūkiem.

Ļoti svarīga ir dzeramā ūdens ņemšanas vietu aizsardzība, kuras pamatā ir ģeogrāfisku zonu izdalīšana ap ūdens ņemšanas vietu. Ūdens resursu saglabāšanos un to atjaunošanos nodrošina, bet ūdeņu piesārņošanu novērš noteiktās aizsargjoslas. Ūdensgūtnes aizsargjosla ir virszemes un pazemes teritorija ap ūdens ieguves urbumu vai ūdensgūtni. Aizsargjoslas lielumu, konfigurāciju un struktūru nosaka laika periods, kas nepieciešams, lai paspētu reaģēt uz negaidīta piesārņojuma gadījumiem. Tas nodrošina piesārņojuma pakāpi līdz pieļaujamai, pirms piesārņojums sasniedz ūdens ņemšanas vietu un tātad novērš jebkādu ūdensgūtnes piesārņojumu tās izmantošanas laikā.

Katrā aizsargjoslā ir noteikti atbilstoši saimnieciskās darbības ierobežojumi un prasības vides aizsardzībai. Šo prasību ievērošana samazina vajadzību pēc speciālas, sarežģītas ūdens sagatavošanas tehnoloģijas, turklāt vienkāršoto ūdens apstrādi padara efektīvāku, gandrīz līdz nemainīgai ūdens kvalitātes pakāpei. Attīrāmā ūdens ķīmiskā sastāva pārmaiņas vienmēr pazemina attīrīšanas kvalitāti, tāpēc apstrādes tehnoloģija katru reizi ir jāpielāgo.

Pirmajā jeb stingrā režīma joslā, kur atrodas ūdens ņemšanas vieta, sūkņu stacija un attīrīšanas iekārtas, aizliegta nepiederošu personu klātbūtne un jebkāda apbūve. Jebkuras citas darbības, izņemot ūdens ņemšanas vietas ekspluatācijai un sakopšanai nepieciešamās, ir aizliegtas. Šāda aizsardzība ir īpaši efektīva mikrobioloģiskā piesārņojuma novēršanai, līdz ar to pasargājot visa reģiona patērētāju iespēju inficēties ar slimību ierosinātājiem. Infekciju slimības epidēmijas gadījumā, tomēr izdara ūdens papildus dezinfekciju.

Pirmo aizsardzības joslu sauc arī par tiešās aizsardzības joslu. Parasti ap artēziskajiem urbumiem šīs joslas rādiuss atkarībā no apkārtnes reljefa, ūdens nesējslāņa dziļuma, ūdens plūsmas virziena un augsnes slāņu filtrēšanas spējas ir daži desmiti metru. Ap virszemes ūdensgūtnēm stāvošam ūdenim aizsargjoslas ir noteiktas visos virzienos no ūdens ņemšanas vietas,

lai aptvertu visu ūdenstilpi, bet tekošam ūdenim tās ir izstieptas vairākus kilometrus uz augšu pret straumi un vairākus simtus metru uz leju pa straumi atkarībā no diennakts vidējā ūdens patēriņa.

Latvijas MK noteikumi Nr. 43 "Aizsargjoslu ap ūdens ņemšanas vietām noteikšanas metodika" (pieņemti 20.01.2004., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 23.01.2004.) stingra režīma joslu ap virszemes ūdens ņemšanas vietu ūdenstecē nosaka ne mazāk kā 200 m uz augšu pret straumi un ne mazāk kā 100 m uz leju pa straumi akvatorijā, bet krastiem – ne mazāk kā 100 m platu sauszemes joslu. Stāvoša ūdens ūdenstilpē stingra režīma josla ir noteikta ne mazāk kā 100 m visos virzienos no ūdens ņemšanas vietas. Ap pazemes ūdens ņemšanas vietu stingra režīma aizsargjosla ir noteikta 10–50 m robežās atkarībā no ūdens horizonta aizsargātības pakāpes visos virzienos. Joslu sauszemes teritorijām jābūt nožogotām, noplanētām un apzaļumotām, bet akvatoriju teritorijām – norobežotām ar bojām.

Otrajā, tuvākajā jeb ierobežojumu aizsargjoslā ir noteikti zināmi ierobežojumi teritorijas izmantošanai rūpnieciskiem, lauksaimnieciskiem, kā arī rekreācijas nolūkiem. Tajā aizliegta neattīrītu notekūdeņu novadīšana ūdenstilpēs. Parasti joslas platums abpus upes krastiem tiek noteikts 2–3 km, joslas garums augšteces virzienā – 20–60 km, bet lejteces virzienā – 300–500 m atkarībā no upes jaudas, straumes ātruma un ūdens temperatūras. Ap mākslīgām ūdenskrātuvēm šās aizsargjoslas platums ir 2–3 km. Ap pazemes ūdensavotiem ierobežojumu josla aptver depresijas piltuves līniju. Tās robežas pazemes ūdensgūtnēm nosaka, pamatojoties uz piesārņojuma migrācijas riska pētījumiem gruntī. Dažreiz par kritēriju tuvākās joslas robežu noteikšanai izvēlas piesārņojuma nokļūšanas laiku līdz ūdens ņemšanas vietai.

Latvijā šo otro joslu sauc par bakterioloģiskās aizsardzības joslu, jo mikroorganismu dzīvotspējai un patogēnai iedarbībai pilnībā jāizzūd laikā, kas nepieciešams, lai piesārņotā ūdens plūsma no joslas ārējās robežas nonāktu līdz ūdens ņemšanas vietai. Pazemes ūdeņiem mikroorganismu izdzīvošanas laiks noteikts, vadoties pēc Latvijas klimatiskiem un ģeoloģiskiem apstākļiem. Tas ir 200 dienu, ja ūdeņi ir dabiski aizsargāti, t.i., izolējošā slāņa biezums virs ūdensnesējslāņa ir lielāks par 20 metriem (artēziskā ūdens horizonts), un 400 dienu, ja ūdeņi nav dabiski aizsargāti (gruntsūdens vai bezspiediena ūdens horizonts) [14]. Ūdenstilpē bakterioloģiskai aizsargjoslai jābūt 3–5 km platai atkarībā no valdošo vēju virziena akvatorijā un ne mazāk kā 500 m no ūdens ņemšanas vietas visos virzienos. Arī ūdenstecē šo aizsargjoslu no ūdens ņemšanas vietas abu krastu virzienos nosaka ne mazāk kā 500 m platu sauszemes joslu, bet virzienos gar krastu pa straumi un pret to – atkarībā no ūdens caurteces apjoma un straumes ātruma.

Trešās, tālākās aizsardzības joslas jeb ārējās joslas veidošana nepieciešama tikai tad, ja tā var stipri samazināt piesārņojuma risku. Šīs joslas nozīme un prasības tai dažādās valstīs ir dažādas: aizliegumi vai ierobežojumi dažādām darbībām ir atšķirīgi, dažās valstīs trešās joslas izveide nav obligāta. Tās lielumu nosaka gan pēc iespējamā piesārņojuma migrācijas riska laika līdz ūdens ņemšanas vietai (piemēram, Holandē tas ir 25 gadi), gan pēc attāluma (piemēram, Beļģijā 2 km), gan pēc reljefa (piemēram, Austrijā šo robežu veido ūdenssšķirtnes).

Latvijā trešo aizsardzības joslu sauc par ķīmiskās aizsardzības joslu. Pazemes ūdeņiem to nosaka, vadoties pēc apsvēruma, ka ķīmiskais piesārņojums nedrīkst sasniegt kādu no ūdensgūtnes urbumiem visā to ekspluatācijas laikā. Ķīmiskās aizsargjoslas ūdenstecē un ūdenstilpē tiek noteiktas tāpat kā attiecīgās bakterioloģiskās aizsargjoslas, taču ar nosacījumu, ka tās nav platākas par 5 km.

Bakterioloģiskajā un ķīmiskajā aizsargjoslā aizliegti jebkuri darbi, kas skar ūdensgūtnes un pastāv piesārņojuma risks. Šajās joslās aizliegta arī notekūdeņu krājbaseinu, izgāztuvju vai atkritumu pārstrādes objektu, naftas produktu, pesticīdu un minerālmēslu noliktavu, benzīna

uzpildes staciju un citu objektu izvietošana. Celtniecības darbi pieļaujami tikai tad, ja tos saskaņojušas un kontrolē Latvijas valsts pārvaldes un uzraudzības iestādes.

Bez tam bakterioloģiskajā aizsargjoslā aizliegts ierīkot kapsētas, lopu apglabāšanas vietas, asenizācijas laukus, filtrācijas un dūņu laukus, maģistrālos ceļus, naftas vadus; izvietot augsnes apūdeņošanas sistēmas, dažādus lauksaimniecības objektus, kas var izraisīt mikrobioloģisko piesārņojumu; izmantot pesticīdus, minerālmēslus un cita veida ķimikālijas; veikt mežu rūpniecisku izciršanu.

Virszemes ūdeņu aizsardzības principi pagaidām ir izstrādāti tikai nedaudzās valstīs. Aizsargjoslu aizsardzības papildu pasākumi ietver prasības notekūdeņu attīrīšanas pakāpei, ko ievada ūdensgūtnē, rīcības plānu avāriju gadījumos, kad ir notikusi pēkšņa ūdensgūtnes piesārņošana, kā arī uzraudzības un brīdināšanas monitoringu.

Uzraudzības monitoringa pamatā ir ķīmisko kontroles rādītāju mērīšana ar automatizētu ūdens paraugu ņemšanas ierīci ik pēc noteikta laika. Tas ļauj izdarīt papildu analīzes, ja ir konstatēts piesārņojums. Brīdināšanas sistēmas biodetektoru darbības pamatā ir dažādu organismu (augu, dzīvnieku, mikroorganismu) reakcija uz ūdens piesārņojumu. Ja kāds no kontroles rādītājiem liecina par ūdens piesārņošanu, uz vadības centru tiek pārraidīti dati, kas tiek novērtēti un ļauj izziņot trauksmes stāvokli. Ūdensgūtnes uzraudzība turpinās visu tās ekspluatācijas laiku.

7.5.4. DZERAMĀ ŪDENS IEGUVES TEHNOLOĢIJA

Galvenais ūdens apstrādes mērķis dzeramā ūdens ieguvē ir novērst jebkādu ķīmisku vai mikrobioloģisku piesārņojuma risku patērētāja veselībai. Ūdens sagatavošana lietošanai pastāv jau ļoti sen. Tādi dzeramā ūdens ieguves paņēmieni kā vārīšana, filtrēšana caur granti vai caur smiltīm tika lietoti jau Senajā Ēģiptē pirms 5500 gadiem. Par ūdens vārīšanu un citāda veida apstrādāšanu, pirms to lietot dzeršanai, rakstīja Hipokrats. 17., 18. un 19. gadsimtā, apstrādājot ūdeni ar dažādiem paņēmieniem, mēģināja samazināt saslimstību ar holeru un vēdertīfu. Lai samazinātu dzeramā ūdens duļķainību un bakteriālo piesārņojumu ūdensapgādes sistēmās, ūdeni filtrēja. Ūdens dezinfekciju ar hlorēšanas metodi pirmoreiz izdarīja 1908. gadā ASV.

Ūdens apstrādes tehnoloģiju, pirmkārt, nosaka ūdensgūtnes ūdens kvalitāte. Jo ūdens ir tīrāks, jo mazāk ūdens apstrādes stadiju ir jāveic. Otrkārt, ūdens apstrādes procesu ietekmē ūdens patērētāju skaits. Ja ūdeni lieto tikai neliels daudzums cilvēku, tad to parasti sagatavo lietošanas vietā, bet, ja ūdens tiek izmantots lielam skaitam iedzīvotāju, tad to sagatavo ūdens ņemšanas vietā vai ūdens transportēšanas un sadales sistēmā.

7.5.4.1. Attīrīšana

Dažāda veida dabas ūdeņi ar ļoti atšķirīgiem rādītājiem dzeramā ūdens apstrādes procesos tiek attīrīti no tajos izšķīdušām ķīmiskām vielām, suspendētām daļiņām un daļēji arī no patogēniem mikroorganismiem. Lai iegūtu augstas kvalitātes dzeramo ūdeni, lieto dažādus ūdens attīrīšanas paņēmienus atkarībā no ūdeņu, it īpaši no virszemes ūdeņu, īpašībām.

Pamatpaņēmieni dzeramā ūdens ieguvē ir izgulsnēšana, filtrēšana un dezinfekcija. Izgulsnēšanas mērķis ir samazināt ūdens duļķainību un krāsainību. Parasti to izdara ar koagulāciju. Par koagulantu visbiežāk lieto alumīnija sulfātu $Al_2(SO_4)_3$, kurš, reaģējot ar ūdenī esošajiem kalcija un magnija bikarbonātiem, veido alumīnija hidroksīda gelveidīgas, baltas pārslas ar lielu aktīvo virsmu. Tām izgulsnējoties, tiek aizrautas līdzi koloīdās daļiņas un liela daļa baktēriju:

$$Al_2(SO_4)_3 + 3Ca(HCO_3)_2 \rightarrow \underline{2Al(OH)_3} + 3CaSO_4 + 6CO_2$$

Šajā reakcijā nepieciešamā koagulanta deva galvenokārt ir atkarīga no pārejošās ūdens cietības. Ja deva ir par mazu, tad ūdens attīrīšana nav pietiekama, ja deva ir par lielu, tad ūdens iegūst skābu garšu. Jāņem vērā, ka alumīnija jona reglamentējošais kritērijs ūdenī ir toksicitāte.

Mīkstā ūdenī (pārejošā cietība zem 4–5°) koagulācija norit slikti, jo veidojas maz alumīnija hidroksīda pārslu. Tāpēc, lai paaugstinātu pārejošo cietību, ūdenim pirms koagulēšanas pievieno sodu vai kaļķi. Atkarībā no pārejošās cietības nepieciešamais koagulanta daudzums parasti ir 1–2 g uz desmit litriem ūdens. Alumīnija sulfāts ir efektīvs, lai izgulsnētu kadmiju, arsēnu un hromu.

Ūdens koagulācijai izmanto arī dzelzs hlorīdu $FeCl_3$ un dzelzs sulfātu $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Pēdējais ir daudzu metālapstrādes rūpniecības nozaru atkritumprodukts, tātad tas ir lēts. Dzelzs sulfāts ir piemērotāks aukstā gada laikā, kad reakcija ar alumīnija sulfātu notiek lēni un izveidojušās pārslas ir nelielas. Bez tam tas ir labāks ūdens attīrīšanai no augu krāsainām piesārņotājvielām un no dzīvsudraba sāļiem. Ūdens koagulāciju ar dzelzs sulfātu izdara oksidētāja klātbūtnē, jo koagulācija notiek ar trīsvērtīgo dzelzi. Ja par oksidētāju lieto hloru, tad to vienlaikus izmanto arī ūdens dezinfekcijai, ūdenim papildus pievienojot 10 mg aktīvā hlora uz katru litru. Pārslveida nogulsnes no ūdens atdala ar filtrēšanu, kurai parasti izmanto kvarca smiltis vai citus minerālus. Jo biezāks ir smilšu slānis, jo efektīvāka ir filtrācija. Optimālais mikrobioloģiskā piesārņojuma samazinājums pēc filtrācijas ir 1000 reižu. Pesticīdu aizturēšanai lieto granulētu aktīvo ogli, jonu apmaiņas sveķi efektīvi aiztur radioaktīvos savienojumus.

Virszemes ūdeņus attīra un dezinficē vienmēr, bet pazemes ūdeņus tikai tad, ja to kvalitāte neatbilst dzeramā ūdens normatīviem. Virszemes ūdeņu apstrādei pirms dezinfekcijas ir vairākas stadijas: oksidēšana, koagulācija, flokulācija, adsorbcija, filtrēšana caur kvarca smiltīm. Jo mazāks ir virszemes ūdens piesārņojums, jo mazāk attīrīšanas stadiju nepieciešams pielietot. Ja virszemes ūdens netiek pietiekami attīrīts no organiskām vielām, tad tas ir krāsains, ko patērētājs uztver kā netīru. Dezinfekcijas procesā tādā gadījumā var rasties veselībai kaitīgi blakusprodukti un ūdensvados radušajās ķīmisko savienojumu nogulsnēs vairojas mikroorganismi.

Virszemes ūdeņu apstrādi sāk ar oksidēšanu, kas samazina virszemes ūdeņu specifisko piegaršu, aromātu, daļēji sadala ūdenī esošās organiskās vielas par mazāk toksiskām un veicina ūdens dzidrināšanu. Oksidēšanai izmanto ūdenī izšķīdinātu hlora gāzi, citus hlora savienojumus, kālija permanganātu, ozonu u.c. Oksidēšanās metodes trūkums ir ļoti precīza oksidētāja devas noteikšana atkarībā no organisko vielu sastāva un daudzuma.

Hlorūdens vienmērīga sajaukšanās ar ūdeni un organisko piemaisījumu oksidēšanās notiek kontaktkamerā. Kontaktkameras procesa beigu posmā, t.i., pēc divām minūtēm, ūdenim pievieno koagulantu – alumīnija sulfāta šķīdumu. No divām līdztekus strādājošām kontaktkamerām ar hloru un koagulantu sajauktais ūdens ieplūst pārslu veidošanās kamerās, caur kurām ūdens izplūst aptuveni 20 minūtēs. Kontaktkamerā sākas, bet pārslu veidošanās kamerā beidzas ķīmiskās reakcijas, kas alumīnija sulfātu pārveido mazšķīstošajā alumīnija hidroksīdā. Ūdenī veidojas sīki alumīnija hidroksīda kristāli, kas apvienojas koagulācijas struktūrās – pārslās. Lielāko pārslu izmēri sasniedz vairākus milimetrus. No pārslu veidošanās kameras ūdens ieplūst nogulsnēšanas koridoros. Nostādināto ūdeni filtrē caur smilts slāni ar ātrumu 6 m/st.

Flokulācija ir ļoti strauja koloīdu daļiņu salipšana irdenu pārslu veidā. Šo ļoti straujo koagulāciju izraisa augstmolekulāras vielas. Dzeramā ūdens sagatavošanā izmanto tos pašus flokulantus, ko notekūdeņu attīrīšanā, visbiežāk poliakrilamīdu.

Adsorbcijas metodes pamatā ir piesārņojošo vielu molekulu koncentrēšanās un piesaiste uz adsorbenta virsmas. Adsorbenti var būt cietas vielas un šķidrumi. Dzeramā ūdens attīrīšanā par adsorbentu parasti lieto aktīvo ogli, kas slikti adsorbē ūdeni, bet viegli – organisko piesārņojumu. Šo procesu izdara speciālos aparātos – adsorberos. Metodes trūkums ir ogles nelielā sorbcijas kapacitāte, kuras dēļ ogles filtri ir bieži jāmaina, lai tos reģenerētu.

7.5.4.2. Dezinfekcija

Dzeramā ūdens ieguvē dezinfekcijai ir īpaša nozīme. Tās uzdevums ir likvidēt pēc ūdens attīrīšanas palikušo mikrobioloģisko piesārņojumu. Ļoti veca, simtgadīga, ūdens dezinfekcijas metode ir ūdens hlorēšana, ko izdara pēc filtrēšanas caur smilts slāni. Ūdens cauruļvadā, pa kuru ūdens tek uz tīrā ūdens rezervuāru, ūdenī otrreiz ievada izšķīdināto hlora gāzi tādā daudzumā, lai pēc noteikta kontaktlaika tīrā ūdens rezervuārā brīvā aktīvā hlora koncentrācija nebūtu mazāka par 0,2 mg/l un ne lielāka par 0,5 mg/l. Šī atlieku aktīvā hlora koncentrācija nodrošina ūdens baktericīdo efektu ūdensvada caurulēs un vienlaikus nepasliktina ūdens organoleptiskās īpašības (nav sajūtama hlora piegarša un smaka). Kontaktlaiks parasti ir apmēram pusstunda.

Mikroorganismu iznīcināšanas mehānismu nosaka hlora savienojumu raksturs, saskares ilgums (kontaktlaiks), temperatūra, pH un mikroorganismu daudzums. Hlorēšana ir efektīva un praktiska metode, likvidējot ciānbaktēriju toksīnus dzeramajā ūdenī, jo aļģu producēto toksīnu destrukcija ir atkarīga no pH. Liels hlorēšanas aģentu daudzums izraisa pH paaugstināšanos un aktivizē toksīnu destrukciju. Hlorēšanas tehnoloģija nav sarežģīta, izejvielas ir lētas un viegli pieejamas. Taču ar šo metodi nevar likvidēt virusoloģisko piesārņojumu un baktēriju sporu formas.

Ja dezinfekcijai izmanto spēcīgus ķīmiskus oksidētājus, ūdenī veidojas jauni veselībai kaitīgi blakusprodukti. Blakusproduktu veidošanās iespējama jau pirmajā dzeramā ūdens sagatavošanas procesa stadijā – oksidēšanā, ja par oksidētāju izmanto hloru. Hlorēšanas metodes lielākais trūkums ir tas, ka nepareiza hlora lietošana izraisa kancerogēno hlororganisko savienojumu rašanos dzeramajā ūdenī, lai gan amerikāņu zinātnieki uzskata, ka pagaidām nav pārliecinošu pierādījumu tam, ka hlorēta ūdens lietošana rada paaugstinātu risku saslimt ar onkoloģiskām slimībām [20].

Ūdens dezinfekcijai hlora vietā var izmantot ozonu, kas ir visstiprākais zināmais oksidētājs. Ozonēšana dzeramā ūdens ieguves procesā tiek izmantota ne tikai dezinfekcijai, bet arī garšas un smaržas uzlabošanai, atkrāsošanai, organisko vielu sadalīšanai, dzelzs un mangāna aizvadīšanai, koagulācijai, duļķainības un aļģu samazināšanai. Ozonēšana ir daudz dārgāka par hlorēšanu, jo tai nepieciešama sarežģītāka aparatūra.

Ozonam reaģējot ar dažādiem ūdenī esošiem organiskiem savienojumiem un humusvielām, veidojas daudzi citi organiski savienojumi (dažādi organiskie peroksīdi, nepiesātinātie aldehīdi, epoksīdi, ketoni, spirti, brīvie radikāļi), arī savienojumi, kas veicina sekundāros bioloģiskos procesus un kuriem piemīt hepatotoksiskas un kancerogēniskas īpašības. Ozonam reaģējot ar dzelzs un mangāna savienojumiem, rodas tumšas nogulsnes, kas, nonākot ūdensvada caurulēs, veicina to koroziju. Tāpēc pēc ozonēšanas ūdens noteikti jāfiltrē caur smilšu un aktivētās ogles filtriem. Lai nodrošinātu paliekošu dezinficējošu efektu ūdensapgādes sistēmā, pirms ozonētā ūdens padeves ūdensvada tīklā izdara papildu dezinfekciju ar hloru vai ar hloramīnu, jo ozons ātri sadalās un nenodrošina mikrobioloģisko rādītāju saglabāšanos normatīvu robežās. Ūdens dezinfekcija ar hlorēšanas vai ozonēšanas metodi vairākumā gadījumu novērš ūdens bakterioloģisko, bet ne virusoloģisko piesārņotību.

Neliela ūdens daudzuma dezinfekcijai visefektīvākais un nekaitīgākais paņēmiens ir ūdens vārīšana. Lai pārbaudītu, vai ūdens šādā veidā ir ticis dezinficēts, izdara vienkāršu kvalitatīvu analīzi. Divās mēģenēs katrā ieber apmēram 0,5 g nātrija hlorīda un vienā no tām pielej 10 ml pārbaudāmā ūdens, bet otrā – 10 ml centrālās apgādes ūdens. Krāna ūdens ir piesātināts ar gāzēm, tāpēc tajā novēro gāzu pūslīšu izdalīšanos, bet vārīts ūdens nav piesātināts ar gāzēm

un tāpēc, ja tas nav stāvējis ilgāk par diennakti, gāzu pūslīšu izdalīšanos nenovēro nemaz vai daudz mazāk nekā nevārītam ūdenim.

Dezinficēt var arī ar jonizējošo gamma starojumu un ar lielas intensitātes ultraskaņu. Viena no perspektīvākajām ūdens dezinfekcijas metodēm ir ūdens apstrāde ar ultravioleto starojumu. Šī metode ļauj iznīcināt visus mikroorganismus, taču tā nenodrošina dezinficējošo efektu pēc apstrādes. Ūdens dezinfekcijas efektivitāte ar šo metodi ir atkarīga no apstrādājamā ūdens piesārņojuma rakstura. Pagaidām to lieto tikai īpašos gadījumos, jo tā ir ļoti dārga.

Lielākajai daļai dzeramā ūdens sagatavošanas paņēmienu tomēr ir zināma veselības bīstamības riska pakāpe. Ūdens apstrādē visefektīvākā ir destilācija un dažādi membrānfiltrēšanas veidi (atgriezeniskās osmozes filtrēšana, nanofiltrēšana). Pārējās metodes likvidē tikai dažus piesārņojuma veidus. Atgriezeniskās jeb reversās osmozes filtrēšanu lieto jūras ūdens atsāļošanai. Nanofiltrēšanā izmanto membrānfiltrus, kuru vidējā caurlaidības spēja ir starp reverso osmozi un ultrafiltrēšanu. Nanofiltrēšana no ūdens nodala baktērijas, vīrusus, organiskās vielas. Lai nodrošinātu šās metodes augstu selektivitāti un produktivitāti un optimizētu filtru mazgāšanu, pirms filtrēšanas vienmēr jānoskaidro piesārņojošo neorganisko un organisko vielu saturs.

7.5.4.3. Ūdens ieguve ekstremālos apstākļos

Visizplatītākie dzeramā ūdens attīrīšanas un dezinficēšanas paņēmieni ekstrēmos apstākļos ir koagulācija un hlorēšana, jo tiem nav vajadzīga ne specifiska aparatūra un ķīmiski savienojumi, ne arī liels laika patēriņš un speciālas zināšanas. Ūdens koagulācijas un hlorēšanas laboratoriskajā kontrolē jānosaka nepieciešamā koagulanta un hlora deva, kas vajadzīga noteikta ūdens daudzuma attīrīšanai un dezinficēšanai, un aktīvā hlora atlikums, kas nodrošina dezinfekcijas efektivitāti.

Lai zinātu precīzu koagulanta devu, vispirms jānosaka ūdens pārejošā cietība. 100 ml ūdens parauga titrē ar 0,1 N HCl šķīduma indikatora metiloranža (2 pil.) klātbūtnē līdz krāsas maiņai – no dzeltenbrūnas līdz ļoti vājai sārtai nokrāsai. 1 ml 0,1N HCl atbilst 2,8 mg CaO. Viens grāds ūdens pārejošās cietības atbilst 10 mg CaO vienā litrā ūdens.

Ja pārejošā cietība ir lielāka par 4°, tad ūdens koagulācijas mēģinājumu izdara bez ūdens bāziskuma palielināšanas ar kaļķi vai sodu. Trijās vārglāzēs ielej pa 200 ml ūdens katrā. Pirmajā vārglāzē pielej 2 ml 1% alumīnija sulfāta šķīduma, otrajā – 3 ml un trešajā – 4 ml. Vārglāžu saturu apmēram vienu minūti ar stikla nūjiņu maisa, pēc tam 10 minūtes novēro koagulācijas gaitu. Ūdens attīrīšanai izvēlas tādu koagulanta devu, kas nodrošina pārslveida nogulšņu veidošanos un izgulsnēšanos glāzes dibenā. Ja koagulācija notiek ļoti ātri (ātrāk par 5 min.), tad koagulāciju turpina ar koagulanta devu, kas mazāka par 2 ml 1% $Al_2(SO_4)_3$, t.i., 20 mg uz 200 ml ūdens. Ja koagulācija nenotiek, koagulāciju turpina ar koagulanta devu, kas lielāka par 4 ml 1% $Al_2(SO_4)_3$, t.i., 40 mg uz 200 ml ūdens.

Ja pārejošā cietība ir mazāka par 4° un koagulācija notiek ar sīku, lēni nogulsnējošos pārslu veidošanos, tad katrā vārglāzē iepriekš pievieno 1% sodas šķīduma uz pusi mazākā daudzumā nekā paredzētais 1% koagulanta šķīduma daudzums. Piemēram, ja sīkas pārslas veidojas ar 3 ml 1% $Al_2(SO_4)_3$, tad iepriekš jāpielej 1,5 ml 1% Na_2CO_3 šķīduma.

Lai precīzāk noteiktu nepieciešamo koagulanta devu, alumīnija sulfāta daudzumu mēģinājumu koagulācijā pievieno atbilstoši ūdens pārejošai cietībai. Piemēram, ja pārejošā cietība ir 5°, tad pirmajā vārglāzē pielej 0,8 ml 1% $Al_2(SO_4)_3$ šķīduma uz katru cietības grādu, t.i., 0,8 ml x 5° = 4,0 ml; otrajā vārglāzē – par 0,8 ml mazāk, t.i., 4,0 ml – 0,8 ml = 3,2 ml; trešajā vārglāzē vēl par 0,8 ml mazāk, t.i., 3,2 ml – 0,8 ml = 2,4 ml.

Pēc tam, kad nepieciešamā koagulanta deva ir noteikta, izdara visa attīrāmā ūdens daudzuma koagulāciju. Nepieciešamo koagulanta daudzumu izšķīdina nelielā ūdens tilpumā un pielej visam pārējam ūdenim, maisot 5 minūtes. Tad ūdeni 4 stundas nostādina, un attīrīto ūdeni ar sifona vai sūkņa palīdzību pārlej tīrā traukā, kurā notiks ūdens tālāka sagatavošana dzeršanai – dezinfekcija. Jāņem vērā, ka zema ūdens temperatūra pasliktina koagulācijas procesu.

Ūdens dezinfekciju ekstrēmos gadījumos parasti izdara ar hlorēšanas metodi, par aktīvā hlora avotu izmantojot hlorkaļķi, kas ir dzēstu kaļķu $Ca(OH)_2$, kalcija hlorīda $CaCl_2$ un kalcija hipohlorīta $Ca(OCl)_2$ maisījums. Hlorkaļķa aktīvā daļa ir kalcija hipohlorīts, kas ūdenī veido hlorpaskābi

$$Ca(OCl)_2 + 2H_2O \rightarrow \underline{Ca(OH)_2} + 2HClO$$

Hlorēšanas procesā aktīvais hlors ūdenī var atrasties dažādās formās. Baktericīdo efektu galvenokārt nodrošina atomārais hlors, bet mazākā mērā – hipohlorīta jons ClO^-, kas rodas, hlorpaskābei disociējot ūdenī.

Hlorkaļķis ir balta pulverveida viela ar specifisku, asu smaku. To iegūst, piesātinot dzēstos kaļķus ar hlora gāzi. Svaigā hlorkaļķī ir 25–33% aktīvā hlora. Uzglabājot aktīvā hlora koncentrācija var stipri samazināties temperatūras, mitruma, gaismas un ogļskābās gāzes ietekmē. Hlorkaļķis nav derīgs ūdens dezinficēšanai, ja aktīvā hlora koncentrācija samazinājusies līdz 15%. Aktīvo hloru nosaka jodometriski, t.i., brīvo jodu, kas izdalās kālija jodīda KJ un aktīvā hlora reakcijā, titrē ar nātrija hiposulfītu (tiosulfātu) $Na_2S_2O_3$ indikatora (cietes) klātbūtnē.

Izmantojot hlorkaļķi, ūdens dezinfekciju var izdarīt ar diviem hlorēšanas paņēmieniem:

- hlorējot ar normālu devu (ņem vērā ūdens hlorpatēriņu);
- hlorējot ar palielinātu devu (hiperhlorēšana).

Pirmajā gadījumā hlorkaļķa devai ir jābūt tādā daudzumā, lai pēc hlorēšanas kontaktlaika (pustunda vasarā un 2 stundas ziemā) ūdenī aktīvā hlora koncentrācija būtu 0,2–0,5 mg/l. Šo devu nosaka, veicot izmēģinājumu hlorēšanu, kuras pamatā ir aktīvā hlora atlikuma kontrolanalīze dezinficētajā ūdenī. No higiēniskā viedokļa šis hlorēšanas paņēmiens ir labāks par hiperhlorēšanu, jo ūdenī mazāk veidojas hlororganisko savienojumu, mazāk ir iespēja pasliktināties garšai, kā arī nav nepieciešams veikt dehlorēšanu. Aktīvā hlora daudzums, kas nepieciešams dezinficēšanai, ir atkarīgs no ūdens kvalitātes un tā piesārņojuma pakāpes ar mikroorganismiem un organiskām vielām. Organisko vielu oksidēšanai ir nepieciešams daudz skābekļa un hlora, un tāpēc, lai nodrošinātu visu baktēriju iznīcināšanu, jāņem vairāk hlorkaļķa. Atkarībā no hlorkaļķī esošā aktīvā hlora koncentrācijas uz katru dezinficējamā ūdens litru parasti vajadzīgi 5–10 mg sausa hlorkaļķa. Hlorēšana ar normālu devu ir izmantojama tikai ūdenim ar zemu duļkainības un krāsainības pakāpi, jo pretējā gadījumā dezinfekcijas ilgums pagarinās un baktericīdā efektivitāte netiek nodrošināta.

Ja ūdens jādezinficē ātri, bez iepriekšējas attīrīšanas, vai arī, ja ir aizdomas par ūdens bakterioloģisku piesārņojumu, lieto otru ūdens hlorēšanas paņēmienu – hlorēšanu ar lielu aktīvā hlora devu (10–30 mg/l). Hlorēšanu ar lielu devu vai hiperhlorēšanu izdara ar 1 vai 5% hlorkaļķa šķīdumu, kura daudzumu nosaka, pamatojoties uz aktīvā hlora izraudzītās devas lielumu un aktīvā hlora koncentrāciju hlorkaļķī. Izraugoties hlora devu, jāņem vērā ūdenstilpes epidemioloģiskās bīstamības pakāpe un ūdens fizikālās īpašības. Hiperhlorēšanā aktīvā hlora kontakts ar ūdeni ir saīsināts līdz 15 minūtēm vasarā un 30 minūtēm ziemā. Tā kā aktīvā atlieku hlora daudzums pēc šāda kontaktlaika daudzkārt pārsniedz pieļaujamo (0,2–0,5 mg/l) un ūdenim ir hlora piegarša un smaka, hlora pārākumu samazina, ūdeni dehlorējot. Dehlorēšanu izdara ar nātrija hiposulfīta šķīdumu, līdz aktīvā hlora koncentrācija ūdenī nepārsniedz pieļaujamās robežās.

7.5.4.4. Dezinfekcijas efektivitātes pārbaude

Dzeramā ūdens dezinfekcijas efektivitātes novērtēšanai lieto netiešas metodes, izmantojot piesārņojuma indikatorus jeb lieciniekus. Lielai daļai ūdens pārnēsāto slimību ierosinātāju ir fekāla izcelsme, un tāpēc pārbaudes metožu pamatā ir tādu mikroorganismu noteikšana, kuri, visticamāk, liecina par šādu piesārņojumu. Šiem indikatoriem jābūt nekaitīgiem, viegli un ātri nosakāmiem, stabiliem dažādos fizikālos un ķīmiskos ūdens apstrādes procesos (filtrēšana, izgulsnēšana, neitralizēšana). Bez tam, lai varētu novērtēt ūdens apstrādes iedarbīgumu pret slimību ierosinātājiem, šo indikatoru īpašībām jābūt līdzīgām patogēno mikroorganismu īpašībām.

Šādi dzeramā ūdens attīrīšanas efektivitātes indikatori var būt dažu veidu enterobaktērijas. Vispāratzīts piesārņojuma indikators ir *Escherichia coli*. Par ūdens dezinfekcijas efektivitātes rādītājiem izmanto arī kopējo koliformu un sulfītus reducējošo *Clostridium* baktēriju klātbūtni, kuru dabiskās eksistences vide ir zarnu trakts. Koliformu esamība dzeramajā ūdenī var liecināt par neatbilstošu ūdens dezinfekciju, par dzeramā ūdens pēcapstrādes piesārņošanu vai arī par ideāliem apstākļiem ierosinātāju vairošanās spējai ūdensvadu caurulēs un rezervuāros.

Lai gan ne vienmēr koliformu klātbūtne dzeramajā ūdenī norāda uz fekālu piesārņojumu vai patogēniem mikroorganismiem, tā vēl joprojām daudzās valstīs tiek uzskatīta par centrālo dzeramā ūdensapgādes sistēmu mikrobioloģiskā piesārņojuma kritēriju. Fekālo koliformu atklāšana dzeramajā ūdenī ir pamats, lai izdarītu slēdzienu par ūdens iespējamo infekciozo bīstamību. Tālāk var uzsākt detalizētākus mikrobioloģiskos pētījumus, kam nepieciešamas speciālas analīžu metodes.

Ja ūdenī neatrod mikrobioloģiskā piesārņojuma lieciniekus, to var atzīt par atbilstošu normatīviem, tomēr paliek niecīga varbūtība, ka tas satur patogēnus mikroorganismus, visticamāk – vīrusus vai vienšūņus. Klasiskā ūdens bakterioloģiskā kontrole nenodrošina epidemioloģisku vērtējumu par patogēno vīrusu klātbūtni dzeramajā ūdenī. Kaut arī virusoloģiskās analīzes ir ļoti svarīgas, taču vairāku iemeslu dēļ tās reti izmanto mikrobioloģiskā piesārņojuma novērtēšanai. Tās ir darbietilpīgas, ilgstošas, ļoti dārgas un sarežģītas, turklāt daudzos gadījumos nedod vēlamos rezultātus, jo tām ir zema efektivitāte. Dzeramā ūdens kvalitātes novērtējums, izmantojot tradicionālos bakteriālos indikatorus, ne vienmēr ir drošs attiecībā uz vīrusu piesārņojumu, tāpēc epidēmiskā situācija bieži tiek nepareizi novērtēta. Koliindekss nekorelē ar vīrusu skaitu ūdenī. Kā indikatormikroorganismus dzeramā ūdens apstrādes novērtēšanai gadījumos, kad nav iespējami tieši virusoloģiskie pētījumi, lieto kolifāgus.

Pārāk vienkāršota dzeramā ūdens ieguves kontrole var sekmēt lambliozes un kriptosporidozes saslimšanu skaita pieaugumu. Tāpēc dzeramā ūdens sagatavošanas efektivitāti vērtē arī pēc parazitoloģiskiem kritērijiem. Piemēram, ASV dzeramā ūdens kvalitāti reglamentē ne tikai pēc minētiem bakterioloģiskiem rādītājiem, bet arī pēc galvenā rādītāja – lambliju cistu skaita.

7.5.5. DZERAMĀ ŪDENS APGĀDE LATVIJĀ

Dzeramā ūdens apgādes attīstībai padomju okupācijas laikā bija ekstensīvs raksturs. Pieaugošo dzeramā ūdens patēriņu galvenokārt nodrošināja, palielinot ūdens ņemšanas vietu skaitu, bet nepievēršot pietiekamu uzmanību esošās infrastruktūras uzlabošanai. Līdz ar to pašlaik ir samazinājusies urbumu jauda, novecojušie un nesakārtotie ūdensvadi bieži ir ūdens piesārņošanas avots, tādējādi tie nenodrošina ūdens ķīmisko un bakterioloģisko tīrību. Bez tam atdzelžošanas iekārtas darbojas slikti vai vispār nedarbojas un daudzos ūdensvadu tīklos ir samazinājusies dzeramā ūdens kvalitāte. Apmēram puse visa dzeramā ūdens patēriņa pēc ķīmiskajiem rādītājiem neatbilst higiēniskām prasībām, vairākumā gadījumu lielās dzelzs koncentrācijas dēļ, kas saistīta ar augsto dzelzs saturu pazemes ūdeņos. Savukārt no virszemes

ūdens avotiem iegūtajā dzeramajā ūdenī ir liela organisko vielu, dažreiz arī smago metālu koncentrācija. Šos rādītājus varēs tuvināt starptautiskajiem standartiem tad, kad visos dzeramā ūdens sagatavošanas objektos uzstādīs atdzelžošanas un ozonēšanas iekārtas.

Galvenais dzeramā ūdens apgādes avots ir pazemes ūdeņi, jo to kvalitāte ir daudz labāka nekā virszemes ūdeņiem. Latvijas laukos plaši izplatītajā vietējā ūdensapgādē izmanto galvenokārt gruntsūdeņus un nevis dziļos pazemes ūdeņus vai spiedienūdeņus.

Latvijā pazemes ūdeņus izmanto ne tikai dzeramā ūdens apgādei, bet arī dažāda veida minerālūdeņu ieguvei. Pēdējos izmanto gan uzturā, gan ārstniecībā, arī balneoloģijā. Hidroģeoloģiskos pētījumos ir noskaidrots, ka gandrīz visā Latvijas teritorijā dzeramā ūdens apgādi iespējams nodrošināt no pazemes ūdens avotiem.

Virszemes ūdeņus dzeramā ūdens ieguvei centrālajā apgādē līdz šim izmantoja četrās pilsētās – Rīgā, Olainē, Ventspilī un Daugavpilī. No 2001. gada arī Daugavpils tiek centralizēti apgādāta ar dzeramo ūdeni tikai no dziļajiem pazemes ūdeņiem, bet Rīgu jau tuvākajā nākotnē ieteikts apgādāt ar pazemes ūdeni lielākos apjomos. Ķīmiskā piesārņojuma dēļ no Daugavas ūdens nekad nebūs iespējams iegūt augstas kvalitātes dzeramo ūdeni, tāpēc Rīgai daudz izdevīgāk pāriet uz pilnīgu pazemes ūdeņu izmantošanu dzeramā ūdens sagatavošanā. Tas ir daudz lētāk, arī daudz drošāk un nekaitīgāk cilvēka veselībai [4].

Rīgai nepieciešamo dzeramo ūdens daudzumu (līdz 170 000 m^3 diennaktī) sagatavo no apkārtnē esošajiem virszemes un pazemes saldūdens krājumiem. Šim nolūkam izmanto Daugavas un Gaujas upju ūdeņus, dabiskās un ar infiltrāciju papildinātās gruntsūdeņu plūsmas Gaujas krastos un Mazā Baltezera apkārtnē, kā arī nedaudz artēziskos spiedienūdeņus.

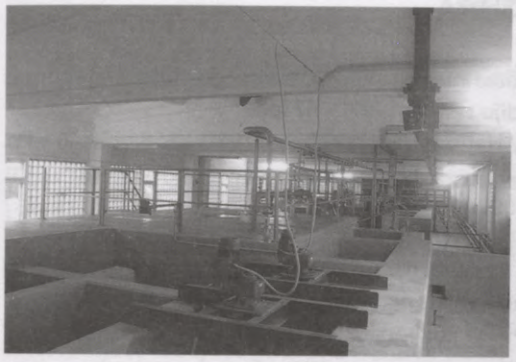
Zaķumuižas dzeramā ūdens ņemšanas vietā no 120 m dziļuma tiek iegūts ūdens ar ļoti zemu dzelzs saturu. Tiek uzskatīts, ka tas pēc analīžu rezultātiem ir ne tikai vislabākais dzeramais ūdens Latvijā, bet arī visgaršīgākais Eiropā. Latvijā pašreiz vēl netiek nodrošināta pazemes ūdeņu aizsardzība gadījumos, kad liela apjoma ieguve notiek gruntsūdens horizontā, kā tas ir Remberģu–Baltezera–Zaķmuižas reģionā, kurš ir unikāls pēc teicamas kvalitātes gruntsūdens resursu lieluma. Rīgas ūdensapgādē nav alternatīvas Remberģu–Baltezera–Zaķumuižas teritorijas pazemes ūdeņu izmantošanai.

Virszemes ūdeņu īpatsvars veido 46% no kopējā Rīgai piegādātā dzeramā ūdens daudzuma. Ūdenssūkņu stacija "Daugava" pašreiz ir Rīgas lielākais dzeramā ūdens sagatavošanas komplekss (14.–17. att.).

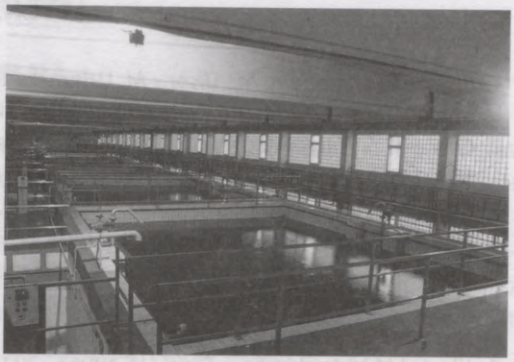
Ūdens tiek ņemts no Rīgas HES ūdenskrātuves ar dambī iebūvētas pirmā pacēluma sūkņu stacijas palīdzību un pa diviem 14 km gariem spiedvadiem pārsūknēts uz dzeramā ūdens sagatavošanas ietaisēm. Sākumā ūdeni oksidē ar hloru, samaisa ar koagulantiem kontaktkamerās, tālāk tas nonāk astoņos nostādinātājos, kuros notiek rupjāko mehānisko un bioloģisko piemaisījumu izgulsnēšanās. Otrajā apstrādes pakāpē ūdens tiek filtrēts caur 14 trīsslāņu kvarcsmilšu ātrfiltriem, pēc tam atkārtoti dezinficēts ar hloru. Filtrus regulāri skalo ar tīru ūdeni no ūdenstorņa, kura tilpums ir 800 m^3. Atsevišķos apstrādes procesu posmos par flokulantu tiek lietots poliakrilamīds un kā papildu dezinfekcijas līdzeklis – kālija permanganāts.

Dezinfekcijai pašreiz izmanto hlora gāzi, ko diemžēl paredzēts izmantot arī tuvākā nākotnē. Laboratoriskās analīzes liecina, ka atsevišķos gadījumos kaitīgo kancerogēno hlororganisko savienojumu koncentrācija dzeramajā ūdenī ir lielāka nekā citās valstīs. Daugavā pie ūdens ņemšanas vietām dzeramā ūdens ieguvei ir uzstādīti ūdens analizatori, kas automātiski apstādina ūdens padevi pilsētas ūdensvadā, ja konstatē ūdenī paaugstinātu toksisko vielu koncentrāciju, ko nav iespējams attīrīt.

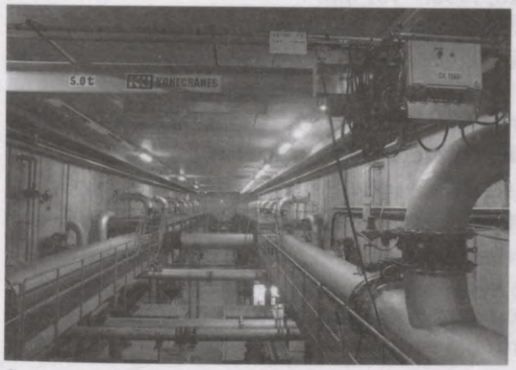
Daugavas ūdeņi ne vienreiz vien izraisījuši lielākas vai mazākas epidēmiskas saslimšanas. Daugavas ūdens kvalitāte ir zema un maz izpētīta, attīrīšanas un dezinfekcijas pasākumi ir ļoti dārgi.



1



2



3



4

14.–17. attēls. Ūdens attīrīšanas stacijas „Daugava" kontaktkameru zāle (1.), pirmais filtrbloks (2.), otrais filtrbloks (3.) un otrā pacēluma sūkņu mašīnzāle (4.).

Riska pakāpe ir daudz lielāka, nekā izmantojot pazemes ūdeņus. Acetoncianīdhidrona noplūde Daugavā, ko izraisīja avārija kādā Baltkrievijas rūpnīcā, tā saindēja Daugavas ūdeni, ka dzeramā ūdens ieguve kompleksā "Daugava" bija uz laiku jāpārtrauc. Daudzu Rīgas iedzīvotāju saslimšanu ar vīrushepatītu 1989. gadā saistīja ar nepilnīgo tehnoloģiju "Daugavas" dzeramā ūdens sagatavošanas kompleksā.

Kopš 2001. gada vasaras dzeramā ūdens sagatavošanas stacijā "Daugava" līdzšinējā upes ūdens nostādināšana, koagulācija un hlorēšana ir papildināta ar ūdens ozonēšanu un filtrēšanu caur ogļu filtriem, kas stipri uzlabo ūdens kvalitāti. Taču šie ogļu filtri, kuru cena ir vairāki miljoni latu, izietu no ierindas pēc celulozes rūpnīcas uzcelšanas Daugavas augštecē, ja celulozes balināšanai izmantotu hlora dioksīdu. Tas nozīmē, ka katru gadu Daugava tiktu papildus piesārņota ar 90 tonnām toksisku hlororganisku savienojumu, to skaitā ar cilvēka veselībai ļoti bīstamajiem dioksīniem (polihlordibenzodioksīniem) [5]. Kaut arī celulozes rūpnīca piesārņojuma līmeni Daugavā palielinātu tikai par 2%, taču tas būtu bīstami ne tikai aktīvās ogles filtriem, bet arī cilvēka veselībai. Celulozes rūpnīcas atkritumi ir kancerogēni savienojumi, tādēļ šis relatīvi nelielais piesārņojuma pieaugums varētu būtiski palielināt saslimstību ar onkoloģiskām slimībām Latvijā.

Nākotnē ir jāmeklē iespējas palielināt dziļo pazemes un gruntsūdeņu ņemšanas apjomu Rīgas apgādei ar dzeramo ūdeni. Vietās, kur tas ir ekonomiski izdevīgi, gruntsūdeņi ir jāpapildina, ierīkojot infiltrācijas baseinus. Pašlaik mākslīgā pazemes ūdens resursu papildināšanas sistēma ir izveidota divām Rīgas ūdensgūtnēm (pie mazā Baltezera un pie Gaujas Remberģos).

LITERATŪRA

1. *Bidēns S., Larsone A. M., Ulsons M.* Ūdens kvalitātes noteikšana. – Gēteborga; Rīga: Gēteborgas universitāte, LU Vides zinātnes un pārvaldes studiju centrs, 1997. – 67 lpp.
2. *Canby T. Y.* Water – Our Most Precios Resource // National Geographic. – 1980. –158. – Nr. 2. – Pp. 144–179.
3. *Dundurs J.* Vides veselība: Ūdens I. – Rīga: RSU, 2002. – 64 lpp.
4. *Dundurs J.* Vides veselība: Ūdens II. – Rīga: RSU, 2002. – 79 lpp.
5. *Grāvītis J.* Bezatkritumu ražošanas sistēmas koncepcija un Daugavas baseina attīstība // Konferences "Par tīru Daugavu" 2001. gada 11. novembra materiāli. – Rīga, 2002. – 6.–13. lpp.
6. Higiēna / Z. Lindbergas red. – Rīga: Zvaigzne, 1991. – 367 lpp.
7. *Kļaviņš M.* Vides ķīmija. – Rīga: LU, 1996. – 297 lpp.
8. *Kļaviņš M., Roska A.* Toksiskās vielas vidē. – Rīga: LU, 1998. – 161 lpp.
9. *Kokoreviča A.* Pazemes ūdeņu piesārņojuma riska samazināšana // Pazemes ūdeņu aizsardzība Latvijā / I. Semjonova red. – Rīga: Gandrs; LR Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 1997. – 105.–126. lpp.
10. *Kokoreviča A.* Riska novērtējums un samazināšana // Pazemes ūdeņu aizsardzība Latvijā / I. Semjonova red. – Rīga: Gandrs; LR Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 1997. – 287.–317. lpp.
11. Latvijas Vides indikatoru pārskats. – Rīga: Latvijas Vides aģentūra, 2001. – 124 lpp.
12. Latvijas vides pārskats '97. – Rīga: VKMC, 1998. – 102 lpp.
13. Latvijas vides pārskats '98. – Rīga: VKMC, 1999. – 98 lpp.
14. *Levins I., Prols J.* Ūdensgūtņu aizsargjoslu noteikšana // Pazemes ūdeņu aizsardzība Latvijā / I. Semjonova red. – Rīga: Gandrs; LR Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 1997. – 154.–159. lpp.
15. *Moeller D. W.* Environmental health. – London: Harvard University Press, 1992. – 332 p.
16. *Muceniece A., Ferdats A.* Virusoloģija. – Rīga: Zvaigzne, 1985. – 200 lpp.
17. *Schroeder H. A.* Role of trace elements in cardiovascular diseases // Medical Clinics of North America. – 1974. – 58. – Pp. 381–396.
18. *Steigens A.* Nākotne sākas šodien. – Rīga: Nordic, 1999. – 223 lpp.
19. *Thiel P. G.* Blooms of blue-green algae // Environmental medicine / Editor: L. Möller. – Stockholm: Joint Industrial Safety Council, 2000. – Pp. 90–102.
20. *White P. A., De Maribni D. M.* Water-borne mutagens // Environmental medicine / Editor L. Möller. – Stockholm: Joint Industrial Safety Council, 2000. – Pp. 102–123.
21. *Yassi A., Kjellstrom T., de Kok Th., Guidotti T. L.* Basic environmental health. – Oxford: University Press, 2001. – 441 p.
22. Гигиена / Под ред. Г. И. Румянцева. – Москва: ГЕОТАР–МЕД, 2000. – 607 с.
23. *Гончарук Е. И.* Гигиена воды // Руководство к лабораторным занятиям по коммунальной гигиене / Под ред. Е.И. Гончарука. – Москва: Медицина, 1990. – С. 50–129.
24. *Мазаев В. Т.* Гигиена воды и хозяйственно-питьевого водоснабжения // Коммунальная гигиена под ред. К. И. Акулова, К. А. Буштуевой. – Москва: Медицина, 1986. – С. 32–114.
25. *Тимаков В. Д., Левашев В. С., Борисов Л. В.* Микробиология. – Москва: Медицина, 1983. – 511 с.
26. *Жилевица А. В., Ринкужа Д. К., Виестурс У. Е.* Микроорганизмы и вирусы. – Рига: Зинатне, 1992. – 278 с.

PIELIKUMI

1. pielikums. GUDRONA DĪĶI INČUKALNĀ

Gudrona dīķi Inčukalnā ir uzskatāmi par savdabīgu leģendu vides jomā. Šīs kaitīgās vielas Rīgas pievārtē izgāztas un krātas gadu desmitiem, kļūdamas par apsūdzošu liecību vides politikai Latvijā.

Dīķus izveidoja laikā, kad nebija prasības šādu rīcību saskaņot ar vides aizsardzības institūcijām, t.i., 20. gadsimta 70. gadu sākumā. Dīķi tika izveidoti visnepiemērotākajā vietā, jo zemes virsslānī atrodas smiltis, tāpēc gudronam nav šķēršļu no gruntsūdeņiem nokļūt artēziskajos. Tādējādi gudrons nonācis pazemē jau apmēram 90 m dziļumā.

Sērskābais gudrons pieder pie smago naftas produktu frakcijas savienojumā ar sērskābi. Bīstamākais ir tas, ka šie ķīmiskie atkritumi šķīst ūdenī, atmosfēras nokrišņi tos atšķaida un pēc tam tie nonāk pazemē. Savukārt pazemes ūdeņiem arī ir sava dabiskā plūsma Gaujas virzienā, kā arī uz Remberģu ūdens ņemšanas vietu. Remberģos Rīgas vajadzībām ņem lielu daudzumu ūdens, kas pazemina tā līmeni pazemē. Savukārt uz Gaujas pusi virzās visi šā apvidus pazemes ūdeņi. Gudrona piesārņojuma virzība sasniedz aptuveni 30 m gadā. Gauju un Remberģus piesārņojums varētu sasniegt aptuveni desmit gados. Patlaban tas pavirzījies uz priekšu par pusotru kilometru. Tātad drīzumā pazemes ūdeņi sasniegs abus mērķus.

Pazemes ūdeņu temperatūra ir ļoti zema, dziļumā gandrīz nemaz nav skābekļa. Tātad pašattīrīšanās procesi pazemē norit apmēram desmittūkstoš reižu lēnāk nekā virszemes ūdeņos. Jāsāk būtu ar to, ka jāpārtrauc ķīmisko vielu nokļūšana artēziskajos ūdeņos. Ir divas iespējas, kā to izdarīt:

- veidot gudrona dīķa pārsegumu, lai nokrišņi tajā vairs nevarētu nokļūt;
- radīt speciālu tehnoloģiju, kā sērskābo gudronu pārstrādāt un izmantot par izejvielu, piemēram, celtniecībā, ceļu būvniecībā. Tas gan nebūs viegli, jo gudronam ir piejaukta sērskābe.

Ja sulfāti, kas ietilpst gudrona radītajā piesārņojumā, pārsniedz normu, tad ūdens kļūst neizmantojams. Turklāt sērskābe labi reaģē ar kaļkakmeni, kas ļoti lielā daudzumā atrodas iežos. Iežiem šķīstot, piesārņojuma nokļūšana zemes dziļumā paātrinās. Bez tam vēl ir arī otrs dīķis, kuru aizbēra, sastumjot ar buldozeriem virsū smiltis. Tas tagad gudrona pārstrādi un izmantošanu ir padarījis par neiespējamu. Vienīgais iespējamais veids ir piesārņojuma bioloģiska likvidēšana.

2. pielikums. VIRSMAS AKTĪVĀS VIELAS

Virsmas aktīvo vielu (VAV) ražošana un to plašais lietojums gan sadzīvē, gan rūpniecībā ir saistīts ar šo vielu nokļūšanu ūdensapgādes sistēmās. Ūdensavotos virsmas aktīvās vielas var nokļūt šādā veidā:

- ar saimnieciskiem notekūdeņiem;
- ar lietus "notekūdeņiem" no sintētisko mazgājamo līdzekļu ražošanas teritorijas, kā arī no teritorijām, kur VAV izmanto pesticīdu un minerālmēslu emulģēšanā;
- virszemes un pazemes ūdeņos VAV var nokļūt tad, ja tās izmanto naftas un gāzes ieguves rūpniecībā;
- pazemes ūdeņos VAV var nokļūt arī no notekūdeņiem, ja tos attīra pēc augsnes izmantošanas metodes.

VAV lielā koncentrācija komunālās saimniecības notekūdeņos stipri apgrūtina to bioloģisko attīrīšanu. Detergenti samazina notekūdeņu attīrīšanas efektivitāti no smagajiem metāliem, tādā veidā veicinot to nokļūšanu dzeramajā ūdenī.

20. gadsimta 60. gados ASV un Eiropas upēs noteikto detergentu koncentrācija bija 0,10–2,2 mg/l. Dažās upēs, kas bija piemērotas kuģu transportam, ilgstoši saglabājās t.s. putu sliede. Daudzās valstīs t.s. cieto detergentu ražošana tika nomainīta ar t.s. mīksto detergentu ražošanu (ar bioloģisko noārdīšanos līdz 80%), un rezultātā detergentu līmenis ūdenstilpēs samazinājās līdz 0,05–0,09 mg/l. Iedzīvotāju blīvums un lauksaimniecības attīstība lielā mērā nosaka detergentu koncentrāciju ūdenstilpēs.

VAV koncentrācija ūdenī ir nozīmīgs rādītājs ūdens kvalitātes noteikšanā. Turklāt tas arī veicina citu nešķīstošu indīgo vielu šķīdību un nokļūšanu ūdenstilpēs. Piemēram, notiek dažādu eļļu, naftas produktu, ogļūdeņražu, kancerogēno un citu vielu nokļūšana ūdenstilpēs.

Detergenti aizkavē ūdens pašattīrīšanos no naftas produktiem, palēnina kancerogēno vielu noārdīšanos, nomāc skābekļa izmantojamību bioķīmiskos procesos. VAV samērā lēni noārdās ūdens vidē, it īpaši ziemas periodā, un izplatās vairāku simtu kilometru attālumā no piesārņotājavota.

Ūdensapgādes avoti var tikt piesārņoti ne tikai ar VAV, bet arī ar kompleksiem fosfātu savienojumiem, kas ietilpst sintētisko mazgājamo līdzekļu sastāvā.

VAV iedarbība uz ūdens saprofītu mikrofloru bieži ir divējāda. Stimulējot vairošanos, notiek detergentu biodegradācija, jo tie tiek izmantoti par mikroorganismu barības substrātu. Ūdens mikrofloras attīstības stimulācijai ir dažāda higiēniska nozīme atkarībā no konkrētiem apstākļiem. Saprofītu attīstība ūdenstilpē var sekmēt ūdens pašattīrīšanos no organiskā piesārņojuma, bet šo pašu mikroorganismu savairošanās dzeramajā ūdenī negatīvi ietekmē tā kvalitāti. Patogēno mikrobu augšanas stimulācija visos gadījumos ir vērtējama negatīvi.

Ja ūdenstilpe, kas satur VAV, tiek izmantota par dzeramā ūdens avotu, tad pēc tās apstrādes ar reaģentiem var veidoties vielas ar citām fizikālķīmiskām īpašībām un toksisku ietekmi uz dzīviem organismiem.

Dažas VAV pat sliekšņa koncentrācijā spēj ūdenim piešķirt smaku, daudzas no tām saista skābekli. Detergenti izraisa primāras pārmaiņas ūdenstilpē sakarā ar to tiešo ietekmi uz dabas ūdeņiem. Šīs pārmaiņas var būt par iemeslu terciārām izmaiņām, kas ir saistītas ar kompleksām pārmaiņām ūdenstilpju mikroorganismu un apkārtējās vides attiecībās.

Pat neliela VAV koncentrācija ūdenstilpē var nozīmīgi iespaidot smago metālu sorbcijas un reaktivitātes īpašības, kas var izraisīt kļūdas šo metālu daudzuma noteikšanā ūdenī. Kopīga VAV un agroķimikāliju atrašanās ūdenī kavē slāpekļa minerālvielu transformāciju – samazinās

nitrifikācijas process un pārmainās bioloģiskais pašattīrīšanas process. Ūdenī detergenti adsorbējas uz ūdenstilpju dibenā esošajām vielām.

Visi minētie dati pārliecinoši rāda, kādas var būt sekas VAV izmantošanai un to nokļūšanai ūdenī.

Ūdensavotu aizsardzībā no piesārņošanas ar VAV ir iespējama vairākos veidos:

- sintezējot tādas VAV, kas ir vairāk "mīkstas", spējīgas bioloģiski oksidēties;
- pilnveidojot ražošanas tehnoloģiskos procesus, lai samazinātu notekūdeņu daudzumu, kas tiek ieplūdināts ūdenstilpēs;
- izstrādājot tādas metodes, kas ļautu efektīvi apstrādāt notekūdeņus, lai tos varētu atkārtoti izmantot tehnoloģiskos procesos.

Efektīvai notekūdeņu attīrīšanai no VAV jāizmanto gan bioloģiskās, gan arī fizikālķīmiskās attīrīšanas metodes.



8. nodaļa

BIOLOĢISKIE RISKA FAKTORI VIDĒ

Dagmāra Sprūdža

8.1. BIOLOĢISKIE PIESĀRŅOTĀJI

Bioloģiskie piesārņotāji, atšķirībā no ķīmiskiem piesārņotājiem, ir dzīvas būtnes vai to produkti. Tie ir bioloģiski aģenti – mikroorganismi (vienas šūnas vai bezšūnu organismi, kas spēj vairoties vai pārnest ģenētisko materiālu), ģenētiski pārveidoti mikroorganismi, šūnu kultūras, cilvēka endoparazīti, kas var ierosināt infekcijas slimības vai izraisīt invāziju, alerģiju, veselības traucējumus vai saindēšanos, vai kuru dēļ cilvēks var kļūt par slimības ierosinātāja nēsātāju, arī vienšūnu organismi, daži zemākie augi.

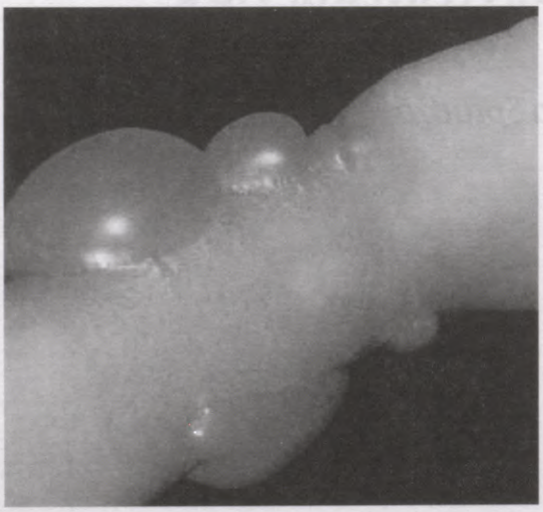
Bioloģiskos piesārņotājus var iedalīt 2 grupās:

1) dzīvie bioloģiskie aģenti – baktērijas, mikroskopiskās sēnes, vīrusi, riketsijas, hlamīdijas, endoparazīti (*Ascaris*), sīki mikroskopiski organismi, cilvēka vai dzīvnieku šūnu kultūras, prioni un citi infekciozi aģenti;
2) dzīvo bioloģisko aģentu produkti, kas var izraisīt toksiskas vai alerģiskas slimības – mikotoksīni, endotoksīni, mugurkaulnieku olbaltumi, ergosterols, 1,3–glikonāti u.c.

Potenciālu bioloģisko kaitējumu var radīt zemākie augi (ķērpji, papardes, aļģes) un daži bezmugurkaulnieki (protozoji, šistosomas) [8, 12, 18].

Pasaulē vairāki tūkstoši miljoni cilvēku ir pakļauti bioloģiskā piesārņojuma kaitīgumam. Ir zināmi apmēram 200 bioloģisko aģentu, kas izraisa infekcijas slimības, audzējus, alerģiskas un toksiskas reakcijas. Slimības, kas radušās, iedarbojoties bioloģiskam aģentam, ir samērā plaši aprakstītas, bet tā klātbūtne maz atpazīta, jo bioloģiskajam piesārņojumam bieži ir nelielas intensitātes iedarbība, bet ilga ekspozīcija. Tiek pieļauts, ka populācijas biobīstamības (t. sk. aroda bīstamības) risks varētu būt vairākiem simtiem miljonu cilvēku pasaulē.

Bioloģiskie aģenti var būt gan dabiskas, gan antropogēnas izcelsmes. Dabiskas izcelsmes bioloģiskie aģenti ir mikroorganismi un to metabolisma vai sadalīšanās produkti, sīki mikroskopiski parazīti, kas var piesārņot **ūdeņus, pārtiku, iekštelpu un āra gaisu** un līdz ar to ietekmēt cilvēku veselību. Pie dabiskas izcelsmes bioloģiskajiem aģentiem var pieskaitīt arī augus, no kuriem, tos sadalot, griežot, pļaujot vai saberžot, izdalās dažādas indīgas vielas – alkoloīdi, steroīdi, ciānskābes savienojumi (piemēram, no šķēpzāles – ciānūdeņražskābe, no augļu kauliņiem – amigdalīns, no graudiem – klavīni, aflatoksīni, lizergīnskābe, no latvāņiem – fotokumarīns, no velnābola un dekoratīvā auga "eņģeļtaures"– atropīns un tam līdzīgi savienojumi) (1. att.) [10].



1. attēls. Latvāņu sulas izraisīts ādas apdegums

Bioloģiskie aģenti var būt arī dažu kukaiņu (ērču, vaboļu), rāpuļu (čūsku), krupju, ūdens dzīvnieku (medūzu, zivju) indes, kas ātri izraisa lokālus audu un kapilāru

endotēlija bojājumus, kā arī sēņu (mušmiru, bisīšu) neirotoksiskas un gremošanas sistēmu kairinošas vielas – muskarīns, psilocibīns, amatoksīns u.c. [10].

Antropogēnas izcelsmes bioloģiskie aģenti ir cilvēku radīti ārstniecības līdzekļi (piemēram, antibiotikas), vakcīnas, šūnu kultūras.

Ūdens bioloģiskajam piesārņojumam raksturīga paaugstināta dažādu mikroorganismu (baktēriju, vīrusu, parazītu) un aļģu klātbūtne. Dzeramā ūdens bioloģiskais piesārņojums galvenokārt rodas no sadzīves notekūdeņu (kanalizācijas) ieplūšanas tajā un labvēlīgiem mikroorganismu savairošanās apstākļiem. Visbiežāk ūdenī sastopamās patogēnās enterobaktērijas pieder pie *Salmonella, Shigella* un *Escherichia* ģintīm. Ūdenstilpēs piesārņojumu var radīt ne tikai sadzīves, bet arī rūpnieciskie un lauksaimnieciskie notekūdeņi, kas bagāti ar organiskām vielām un tādējādi veicina dažādu mikroorganismu (baktēriju, vīrusu), zarnu trakta parazītu un aļģu savairošanos. Ūdenstilpēs plaši ir izplatītas zilaļģes (*Cyanophyta*) un zaļaļģes (*Chlorophyta*), kuras savairojas t.s. ūdens ziedēšanas laikā, un to toksīni (citotoksīni, biotoksīni) var izraisīt cilvēku un dzīvnieku saindēšanos, alerģiskas reakcijas, pat nāvi [8, 10]. (Sīkāka informācija 7. nodaļā "Ūdens kā ekoloģiska vide".)

Viens no **pārtikas** piesārņojuma izplatītākajiem veidiem ir bioloģiskais piesārņojums. Nozīme ir tieši mikrobioloģiskā piesārņojuma ietekmei uz sabiedrības veselību, jo mikroorganismi gan tieša kontakta ceļā, gan ar pārnešanas faktoru palīdzību viegli nokļūst un vairojas dažādos pārtikas produktos, dzīvnieku gremošanas traktā un cilvēka organismā. Pārtiku var piesārņot baktērijas, parazīti, mikroskopiskās sēnes, mikotoksīni u.c. Pārtikas piesārņojums ar bioloģiskiem aģentiem var izpausties divējādi: pirmkārt, bioloģiskais aģents var izraisīt akūtu efektu, kas izpaužas kā slikta dūša, caureja, reibonis, nespēks, nogurums, tahikardija, nāve; otrkārt, pastāv bioloģiskā aģenta hroniska ekspozīcija, kad tā iedarbība parādās ilgākā laika periodā kā aknu, nieru bojājumi, alerģija, leikopēnija, vēzis.

Dažas baktērijas var kļūt par pārtikas, īpaši piena produktu un olu, bioloģiskiem piesārņotājaģentiem. Salmonellu dzimtas baktērijas (*Salmonella typhimurium*) ir īpaši izturīgas ārējā vidē: olās tās saglabājas apm. 3 nedēļas, ūdenī – līdz 72 dienām, saldētā gaļā var pat vairoties. Salmonellas ierosina slimību salmonelozi, kam raksturīga slikta dūša, vemšana, caureja (5–10 reizes diennaktī) ar gļotām, paaugstināta temperatūra [10].

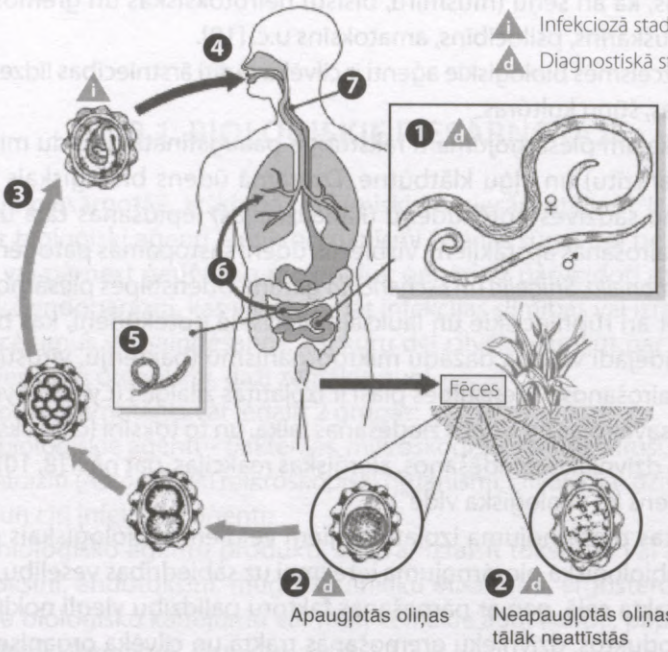
Bioloģiskie aģenti gaļas produktos var būt parazītiskie tārpi – lenteņi (*Cestoidea*), trihīnas (*Trichinella spiralis*), finnas (*Finnas*), kas parazitē noteiktu sugu dzīvniekos. Nonākot kontaktā ar jēlu gaļu vai ēdot termiski nepietiekami apstrādātu gaļu, šie parazītiskie tārpi var izraisīt cestodozes. *Ascaris lumbricoides* aprites cikls parādīts 2. attēlā.

Viens no pārtikas (graudu, miltu, riekstu) izplatītākajiem piesārņotājiem ir *Fusarium, Aspergillus, Penicillium* ģints sēņu mikotoksīni – trihotecīns, zearalenons, ohratoksīns, aflatoksīns, fumonisīns. Ziņas par saindēšanos ar mikotoksīniem atrodamas jau pirms 5000 gadiem; "ergotisms" (ādu kairinošs efekts, kas pāriet gangrēnā) aprakstīts Vecajā Derībā [10].

Piemērs.

Pēc Otrā pasaules kara bij. PSRS no bojātiem miltiem ceptas maizes saindējās aptuveni viens miljons cilvēku.

1988. g. Indijā apm. 50 000 cilvēku ziņoja par īpatnējas garšas (līdzīgas košļājamai gumijai) maizi, kas izraisīja reiboni, sliktu dūšu u.c. simptomus. Pētījumos noskaidrojās, ka miltos bijis mikotoksīns – deoksinivalenols (5–10 ppm koncentrācijā) [10].



2. attēls. *Ascaris lumbricoides* aprites cikls

Pārtikas saindēšanas avoti var būt arī bakteriālie endotoksīni un eksotoksīni. Endotoksīnu avots parasti ir gramnegatīvās baktērijas, bet eksotoksīnus producē grampozitīvās baktērijas (īpaši *Staphylococcus aureus*), kā arī pelējumi un aļģes. Smagu saindēšanos (botulismu), kam raksturīga apgrūtināta rīšana un elpošana, kā arī locekļu paralīze, izraisa baktērijas *Clostridium botulinum* toksīni, tās iznākums bieži vien ir letāls [8, 10, 12].

Par piesārņojumu ar baktērijām, parazītiem un citiem bioloģiskiem aģentiem dzīvnieku izcelsmes uzturlīdzekļos (gaļā, pienā, zivīs, olās) sk. 11. nodaļā "Uztura higiēna".

Āra un iekštelpu **gaisā** sastopami dažādi bioloģiskie piesārņotāji, kas ar neapbruņotu aci nav redzami un bieži vien izplatās ar putekļiem no āra uz iekštelpām un otrādi. Biežāk sastopamie iekštelpu gaisa bioloģiskie piesārņotāji ir:

- mikroorganismi (baktērijas un vīrusi);
- mikroskopiskās sēnes;
- putekļu ērcīte, sīkkukaiņu vai dzīvnieku (piemēram, tarakānu, peļu, žurku u.c.) daļas;
- dzīvnieku izcelsmes piesārņotāji (spalvas, epidermas un matu daļiņas u.c.);
- ziedputekšņi [5, 12].

Mikrobioloģiskais piesārņojums gaisā svārstās gan dažādos gadalaiku, gan diennakts periodos, gan pilsētās vai lauku teritorijās. (Sīkāka informācija 6. nodaļā "Gaiss kā ekoloģiska vide".)

Iekštelpās ir vairāki apstākļi, kas veicina bioloģisko piesārņotāju koncentrācijas palielināšanos – netīra nekopta vide, palielināts mitrums, kas bieži vien sastopams apdzīvojamās pagrabtelpās un vannas istabās, telpās, kurās lieto gaisa kondicionētājus vai mitrinātājus (ilgstoši netīrītus), kā arī telpās ar mīkstu grīdas segumu.

Iekštelpu un āra bioloģisko piesārņotāju izraisītie efekti bieži vien ir atkarīgi no personas individuālās jutības un uzņēmības. Bioloģiskie piesārņotāji var izraisīt:

- alerģiskas reakcijas (acu asarošanu, šķaudīšanu, t.s. tekošu degunu un aizliktu degunu, niezēšanu, klepu, apgrūtinātu elpošanu);
- galvassāpes, nogurumu;
- infekcijas slimības, ko izraisa baktēriju un vīrusu izplatīšanās telpās, it īpaši iekštelpās ar cirkulējošu ventilācijas sistēmu (piemēram, leģionāru slimība, gripa, tuberkuloze);
- toksiskas reakcijas, kas izpaužas kā centrālās nervu, imūnsistēmas un gremošanas traucējumi.

Ļoti svarīga problēma ir āra gaisa piesārņojums ar bērzu, lazdu, alkšņu, vītolu un dažu augu (vīgriežu) ziedputekšņiem, kurus vējš iznēsā ļoti plašā apkārtnē, jo tie var izraisīt alerģiskas reakcijas. Viena bērza spurdze satur 5,5 miljonus ziedputekšņu daļiņu. Lielākai daļai augu ziedputekšņu izmērs ir 10–100 μm, un tie paliek elpceļu augšējā daļā, tomēr pietiekami liels skaits smalkās frakcijas (<10 μm) ziedputekšņu nonāk alveolās.

Rīgā pēdējos gados tiek reģistrēts gaisa piesārņojums ar ziedputekšņiem. 2004. gada pavasarī Rīgas gaisā konstatēja 500 mg/m^3 lielu bērzu ziedputekšņu koncentrāciju. Polinoze – ziedputekšņu izraisīta alerģiska slimība – konstatēta 150–200 tūkstošiem cilvēku.

Āra gaisā bioloģiskie aģenti (alergēni) nokļūst arī no industriālās darbības, piemēram, graudu, sojas un citu pupu pārstrādē radušies putekļi [5, 9, 13, 14, 17].

Piemērs.
Imūnpatoloģiskais pētījums, kas veikts Barselonā, parādīja, ka imūnkompetento šūnu (CD3 un CD8) skaits samazinājies sojas pupu putekļu izraisītās astmas slimniekiem. Pētnieki uzskata, ka paaugstinātais IgE līmenis 24 gadījumos ir izraisījis anafilaktisku reakciju [10].

Augsnes mikroorganismiem ir liela nozīme augsnes pašattīrīšanās un tīrības uzturēšanas procesā. Tomēr daži augsnē mītoši mikroorganismi var būt infekciju ierosinātāji, piemēram, nūjiņveida baktērija *Clostridium tetani* ierosina stingumkrampjus (tetānu). Šīs baktērijas dārzu un tīrumu augsnē, kas mēslota ar kūtsmēsliem, var saglabāties gadu desmitiem ilgi. Vēdertīfu ierosinātāja nūjiņa *Salmonella typhi* augsnē saglabājas divas nedēļas, bet mēra ierosinātāja mikroorganisms *Pasteurella pestis* – pat gadu desmitus. (Sīkāka informācija 10. nodaļā "Apdzīvotu vietu vide".)

8.2. MIKROBIOLOĢISKĀ PIESĀRŅOJUMA RAKSTUROJUMS

Mikroorganismi galvenokārt ir vienšūnas organismi. Pie tiem pieder baktērijas, aktinomicētes, mikroskopiskās sēnes, aļģes, vienšūņi un vīrusi. Mikroorganismi spēj sintezēt dažādas bioloģiski aktīvas vielas – aminoskābes, fermentus, antibiotikas, vitamīnus u.c. Raugu un baktēriju ierosinātos rūgšanas procesus plaši izmanto spirta rūpniecībā un dažādu piena produktu ieguvē. Vienlaikus ar mikroorganismiem, kuru vielmaiņas norises un produktus cilvēki var izmantot savā labā, ir arī parazītiski mikroorganismi – infekciju slimību ierosinātāji. Kaut gan patogēnie mikroorganismi veido tikai nelielu daļu mikroorganismu populācijas, uzmanība tiek pievērsta tiem, kas negatīvi ietekmē cilvēkus, augus un dzīvniekus. Daži mikroorganismi veido sporas, un tās var būt alerģisku reakciju izraisītājas.

Mikroorganismus iedala divās kategorijās:

- **prokarioti** – organismi, kam nav šūnas kodola un DNS nav atdalīta no citoplazmas. Tie ir relatīvi mazi (apm. 1 μm diametrā), un to kodolam nav membrānas. Pie tiem pieder

spirohetas (*Leptospira, Borrelia)*, baktērijas bez šūnu sienas (*Mycoplasma)*, rigīdo šūnu baktērijas (*Mycobacterium, Actinomyces, Nocardia, Streptomyces)*, intracelulārie parazīti (*Rickettsia, Coxiella, Chlamidia)*, gramnegatīvās un grampozitīvās aerobās un anaerobās baktērijas (*Staphylococcus, Bacillus, Neisseria, Brucella, Legionella, Salmonella, Pseudomonas);*

- **eikarioti** – organismi, kam ir ar membrānu atdalīts kodols un mitohondriji. Mikrobiālos eikariotus iedala 3 grupās: aļģes, protozoji (*Giardia, Trypanosoma, Toxoplasma, Plasmodium*), mikroskopiskās sēnes (*Histoplasma, Aspergillus, Cryptococcus, Coccidioides).*

Prokarioti un eikarioti ir organismi, kam ir visi nepieciešamie enzīmi pastāvīgai replikācijai, kā arī bioloģiskas sastāvdaļas, lai ražotu metabolisko enerģiju. Šīs īpašības tos atšķir no vīrusiem, kas ir pilnībā atkarīgi no saimnieka šūnām [8, 12].

Toksīni un mikotoksīni – mikroskopisko sēņu ražotas vielas – var būt par bioloģiskā piesārņojuma aģentiem. 1888. gadā tika pierādīts, ka difterijas baciļi producē indīgu vielu – toksīnu. Kopš tā laika tie atklāti ļoti daudziem mikroorganismiem. Toksīnus iedala endotoksīnos un eksotoksīnos. Endotoksīni ir mikrobiālās šūnas sastāvdaļa, kas izdalās vidē tikai tad, kad šūna iet bojā vai notiek tās līze. Eksotoksīnus baktērijas producē to augšanas laikā. Eksotoksīni nav tik stabili kā endotoksīni, tomēr tie parasti ir toksiskāki. Bakteriālo endotoksīnu avots gandrīz vienmēr ir gramnegatīvās baktērijas. Eksotoksīnus turpretī producē grampozitīvās baktērijas, izņemot *Shigella dysenteriae* un *Vibrio cholerae,* kā arī pelējumi un aļģes. Toksīnu aktīvā daļa ir alkaloīdi – lizergīnskābes atvasinājumi un klavīni. Šīm vielām ir plaša spektra iedarbība: tās izraisa muskuļu kontrakciju, darbojas kā serotonīna antagonisti, stimulē hipotalāma darbību, ir halucinogēni. Par bīstamākajiem mikotoksīniem uzskata aflatoksīnus, jo tiem ir kancerogēniska iedarbība un augsts toksiskums. Visbīstamākos aflatoksīnus producē sēnes *Aspergillus, Fusarium, Cladosporium* un *Penicillum.*

Toksīnus izdala arī aļģes – fotoautotrofi zemākie organismi, kas mīt galvenokārt ūdenī. Aļģu toksīnu iedarbībai raksturīga akūta hepatotoksikoze, neirotoksikoze, gremošanas orgānu darbības traucējumi, alerģiskas reakcijas. Tipisks aļģu neirotoksīns ir saksitoksīns, kas ir toksiskāks par kobras indi. Saindēšanās var notikt, izmantojot ūdeni no eitroficētām ūdenstilpnēm.

Arī citus bioloģiskus faktorus, piemēram, putekšņus, putekļu ērcītes, urīna olbaltumus, dzīvnieku izdalījumus, čūsku indi, var pieskaitīt pie bioloģiskajiem aģentiem.

Vīrusi ir vismazākie infekciozie aģenti (to diametrs ir 20–300 nm), kas var replicēties tikai saimnieka šūnās.

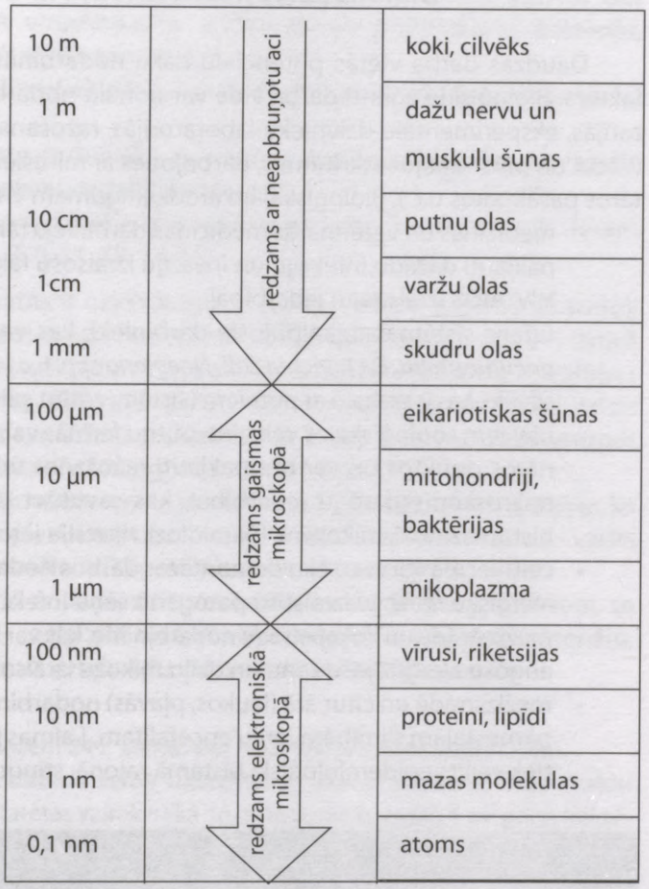
Literatūrā ir dati par ļoti maziem aģentiem, kam ir vīrusiem līdzīga uzbūve. Tie var izraisīt deģeneratīvas slimības cilvēkiem un dzīvniekiem, piemēram, aitu un kazu centrālās nervu sistēmas slimību "*scrapie*" (transmisīva spongioformas encefalopātija) izraisa tieši šāds aģents; tropisko slimību "*morbus kuru kuru*" (encefalīta forma) un Kreicfelda–Jakoba slimību izraisa līdzīgs aģents.

Mikroorganismi apkārtējā vidē veido t.s. **mikrobu aerosolus.** Tie ir aerodispersas sistēmas, kuru gāzveida vidi veido gaiss, bet disperso fāzi – dažādas cietas vielas vai šķidruma daļiņas (baktērijas, sēnes, vīrusi, riketsijas).

Galvenais mikrobu aerosolu avots ir cilvēki un dzīvnieki, kuri apkārtējā vidē izdala mikroorganismus pilienu aerosolu veidā.

Mikrobu aerosolus var iedalīt:

- **dabiskos,** kurus rada cilvēki, dzīvnieki, zeme, atkritumi, un
- **mākslīgos,** kas rodas, izsmidzinot sausu vai šķidru mikroorganismus saturošu materiālu (piemēram, vakcīnu, antibiotiku aerosoli).



3. attēls. Dažādu bioloģisko aģentu salīdzinošie izmēri

Pilienu mikrobu aerosoli pieder pie aerodispersas sistēmas, kas rodas, slimam cilvēkam vai dzīvniekam gaisā izdalot mikroorganismus ar siekalām, gļotām, eksudātiem vai citiem organisma šķidrumiem.

Putekļu (sausie) mikrobu aerosoli ir aerodispersas sistēmas, kas rodas dabiski vai mākslīgi (sadzīves putekļi, kas piesārņoti ar mikroorganismiem, vakcīnas u.c.).

Šķidrie mikrobu aerosoli var būt dabiski un mākslīgi. Tie sastāv no atsevišķiem mikroorganismiem un tos aptverošiem dažādas izcelsmes šķidrumu konglomerātiem.

Mikrobu aerosola daļiņu lielums var būt ļoti dažāds: baktēriju lielums ir 0,4–10 µm, vīrusu un riketsiju lielums – 0,001–0,5 µm (3. att.).

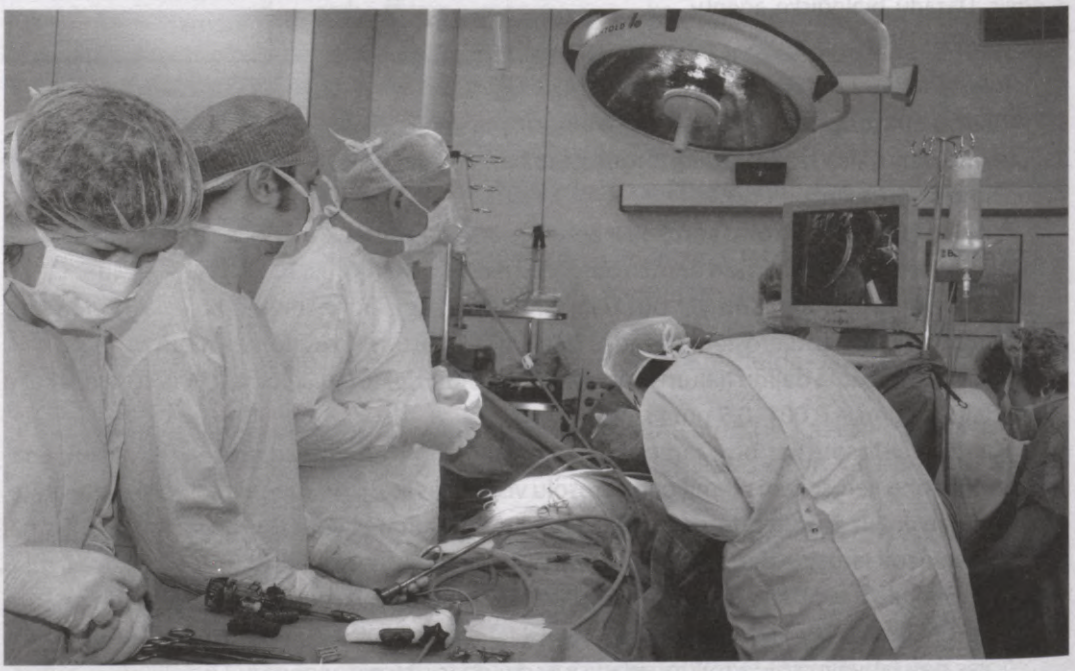
Mikrobu aerosolā var būt gan mikroorganismi, gan to darbības produkti (toksīni, anatoksīni). Mikrobu aerosoliem piemīt gan aerosolu vispārējās īpašības, gan arī bioloģiskā aktivitāte, no kuras galvenā ir patogenitāte un spēja ierosināt imunitātes veidošanos makroorganismā. Mikrobu aerosoli ierosina daudzas pilienu vai putekļu infekcijas slimības (gripu, masalas, tularēmiju, tuberkulozi u.c.), kā arī brūču infekcijas. Novājinātus mikroorganismu celmus izmanto slimību profilaksei [7, 8, 11, 12, 17].

Gaiss nav labvēlīga vide mikroorganismu dzīvības uzturēšanai, tādēļ lielākā daļa mikroorganismu, it īpaši patogēnie mikroorganismi, gaisā ātri zaudē dzīvotspēju.

8.3. POTENCIĀLI BĪSTAMĀS DARBA VIETAS

Daudzās darba vietās potenciālu risku nodarbināto veselībai rada bioloģiskais riska faktors. Bioloģiskie aģenti darba vidē var nonākt nodarbinātā apzinātas rīcības dēļ (laboratorijās, eksperimentālo dzīvnieku laboratorijās, ražošanas procesos) un neapzināti/patvaļīgi (vācot un pārstrādājot atkritumus, darbojoties ar mirušiem dzīvniekiem, veicot dažādus sanitāros pasākumus u.c.). Bioloģiskajam arodkaitīgumam visvairāk ir pakļauti:

- medicīnas un veterinārās medicīnas darbinieki (ārsti, māsas, laboranti u.c.), kas var tikt pakļauti dažādu infekciju un invāziju izraisošu faktoru (B un C hepatīta, tuberkulozes, HIV/AIDS izraisītāju) iedarbībai;
- ūdens sistēmas apkalpojošie darbinieki, kas var tikt pakļauti baktēriju (*Legionella pneumophilia, Escherichia coli, Naegleria spp. u.c.)* iedarbībai;
- cilvēki, kas ir saskarē ar putniem (vistām, zosīm, pīlēm, papagaiļiem, baložiem) u.c. dzīvniekiem zooloģiskajos veikalos, putnu fermās vai putnu mājās, laboratorijās un veterinārās punktos un var tikt pakļauti ražošanas telpu mikrobu aerosola, baktēriju vai mikroskopisko sēņu iedarbībai, kas savukārt var izraisīt saslimšanu ar brucelozi, histoplazmozi, mikozēm, hlamidiozi, riketsiju ierosinātām u.c. slimībām;
- celtniecībā vai vecu ēku demontāžas darbos nodarbinātie, kas var būt pakļauti dažādu alerģisku reakciju izraisošu patogēno sēņu infekcijai, Q drudzim;
- mežizstrādē un kokapstrādē nodarbinātie, kas var būt pakļauti endotoksīnu, uz koksnes augošu alerģizējošu sēņu un dziļo mikožu izraisošo sēņu ietekmei;
- mežizstrādē un citur ārā (laukos, pļavās) nodarbinātie cilvēki, kas var būt pakļauti ērču pārnestajām slimībām (ērču encefalītam, Laimas boreliozei) un trakumsērgai, ja darbs tiek veikts epidemioloģiski bīstamā rajonā, stingumkrampjiem;



4. attēls. Bioloģiskiem riska faktoriem pakļauti ir medicīnas darbinieki

- kanalizācijas notekūdeņu un komposta sistēmu apkalpojošie cilvēki, kas var būt pakļauti zarnu baktēriju, A vīrushepatīta, endotoksīnus producējošo baktēriju, parazitāro protozoju un alerģizējošo sēņu iedarbībai;
- mikrobioloģiskajā rūpniecībā nodarbinātie, kas pakļauti rūpniecisko mikroorganismu ietekmei;
- gaisa kondicionētāju remonta darbinieki, kas var tikt pakļauti baktērijas *Legionella pneumophilia* u.c. mikroorganismu iedarbības riskam;
- subtropu un tropu zemēs nodarbinātie (piemēram, jūrnieki), kas ir pakļauti riskam saslimt ar dzelteno drudzi [1, 7, 8, 11, 12, 14, 15].

Medicīnas darbiniekiem C hepatīts ir uzskatāms par jaunu, bet ļoti būtisku un strauji augošu bioloģiskā riska problēmu. Pēc Latvijas Hepatīta biedrības datiem, aptuveni 3 % aktīvā C hepatīta slimnieku ir inficējušies, nejauši sadūroties. Šā iemesla dēļ Latvijā veselības aprūpes darbiniekiem, kas slimo ar C hepatītu, tiek nodrošināts valsts atbalsts: ir izstrādāta valsts budžeta programma, kuras mērķis ir samazināt saslimstību ar C hepatītu veselības aprūpes nodarbināto vidū un veicināt saslimušo cilvēku atgriešanos darbā [23].

Latvijā neviens no HIV/AIDS gadījumiem nav reģistrēts kā arodslimība, tomēr jāuzsver, ka veselības aprūpē nodarbinātie pieder pie riska grupas. Latvijā ir AIDS Profilakses centrs – valsts institūcija, kas vada un koordinē Nacionālo AIDS profilakses programmu [21].

Lauksaimniecībā un mežizstrādē nodarbinātie var inficēties ar mikroorganismiem, to sporām, toksīniem dažādos veidos – ieelpojot bioaerosolus, norijot piesārņotu materiālu, mikroorganismiem tieši iedarbojoties uz veselu ādu vai gļotādu vai iekļūstot brūcē.

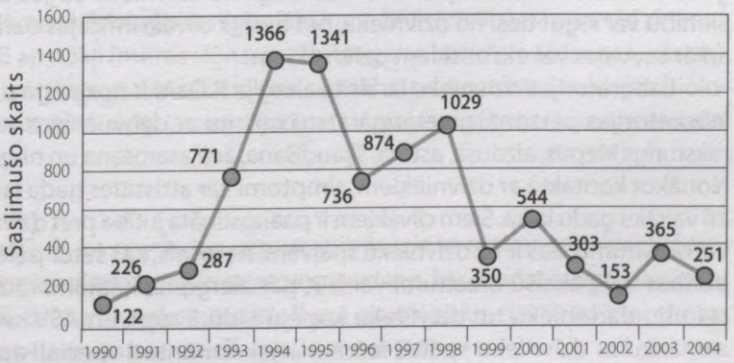
Piemērs.

No 150 pasaulē pazīstamām zoonozēm 24 ir atzītas par riska faktoru laukstrādniekiem.

Somijā kokzāģētavās, kur notiek dažāda veida kokapstrāde (koku mizošana, zāģu skaidu aizvākšana, dēļu tāfelēšana), konstatētas vairāk nekā 16 dažādu sēņu sugas: 1 m^3 gaisa baktēriju daudzums sasniedzis 6 400 šūnu, 2 800 šūnu mikroskopisko sēņu, bet kontroles grupā – 220 baktēriju šūnu/1 m^3, 670 sēņu šūnu/ 1 m^3.

Šveicē ik gadu apmēram 100 maiznīcās nodarbināto konstatē alerģiju, alerģisko bronhītu vai rinītu, kuri radušies, ieelpojot bioaerosolu, kas satur kviešu miltu putekļus, amilāzi, fitāzi vai citus putekļus ar lielu molekulsvaru.

Lopkopības fermās un dārzkopībā nodarbinātajiem slimības var izraisīt bioloģiskie aģenti, kas atrodami uz augiem, dzīvniekiem, augsnē. Situācijās, kad darbs tiek veikts mežos un pļavās, kur iespējams kontakts ar ērcēm, tās pieskaitāmas pie bioloģiskajiem riska faktoriem. Latvijā



5. attēls. Saslimstība ar ērču encefalītu Latvijā (1990–2004)

30% pārbaudīto ērču ir inficētas ar vīrusu, kas izraisa ērču encefalītu. Ērču aktivitāte parasti sākas martā vai aprīlī (kad zemes temperatūra sasniedz aptuveni 5 °C) un beidzas rudenī. Ērču encefalītu izraisa vīruss, kas cilvēka organismā var nokļūt pēc ērču koduma [21].

Cilvēki, kas strādā ar labību un lopbarību, kā arī fermeri ir pakļauti dažādu parazitāro slimību riskam (piemēram, ehinokokozei vai toksoplazmozei). Cilvēki, kas apstrādā dzīvnieku produktus, var saslimt ar bakteriālām ādas slimībām no piesārņotām dzīvnieku ādām, inficēt nobrāzumus no piesārņotām zivīm, vēžveidīgajiem. Inficēti tītari, zosis, vistas, pīles vai izkārnījumu piesārņotais gaiss (aerosols) var izraisīt putnkopjiem bakteriālu infekciju *Chlamydia psittaci*. Lauksaimniecībā nodarbinātiem bieži rodas alerģiski vai respiratori traucējumi, kurus izraisa *Penicillum, Aspergillus* un *Fusarium* mikotoksīni un labības noliktavās mītošo gramnegatīvo baktēriju endotoksīni. Alerģiju var izraisīt kombinētās lopbarības sastāvā ietilpstošie augu un dzīvnieku produkti:

- graudaugi,
- eļļas augu sēklu pārstrādes atlikumi,
- gaļas, kaulu vai zivju milti,
- minerālvielas (sāls, krīts, gliemežnīcas),
- mikroelementi (dzelzs, cinks, varš, mangāns, kobalts, jods),
- bioloģiski aktīvas vielas (vitamīni, fermenti, antibiotikas, antioksidanti),
- pretstresa piedevas [2,3].

Piemērs.

Latvijas putnu fabrikās veiktie pētījumi parādīja, ka tajās ir jaukti organiski putekļi, kas satur 70% proteīna, 7–10 % spalvu, pūku, atkritumu daļiņu, sēņu, mikrobu, kombikorma un tā piedevu, putekļu. Putnu fabrikās putekļu koncentrācija svārstās plašās robežās: jaunputnu novietnēs – 5,0–15,5 mg/m^3, rūpniecisko putnu novietnēs, turot tos uz pakaišiem, – 11,5–84,5 mg/m^3, turot putnus būros – 3,0–48,2 mg/m^3, putnu ķeršanā un telpu uzkopšanā – 150–400 mg/m^3, inkubatoros pie cāļu šķirošanas – 6,0–49,0 mg/m^3 [2].

Ir daudz profesiju, kurās strādājot cilvēki tiek pakļauti dzīvnieku izcelsmes alergēnu un infekciozu aģentu vai to toksīnu ietekmei. Tie ir:

- veterinārārsti;
- zooloģisko dārzu, muzeju, zooveikalu darbinieki;
- laboratorijas dzīvnieku kopēji un zinātniskie darbinieki, kuri eksperimentē ar laboratorijas dzīvniekiem;
- dzīvnieku produktu apstrādes darbinieki.

Strādājot ar dzīvniekiem, jāņem vērā to daba – agresivitāte, tendence kost vai skrāpēt, normālā flora, dabiskie dzīvnieku ektoparazīti vai endoparazīti, zoonozes un iespējamo alergēnu izdalīšanās. Infekcijas risks ir atkarīgs no dzīvnieku sugas un ģeogrāfiskās lokalizācijas. Slimību var iegūt tieši no dzīvnieka, bet biežāk cilvēki inficējas darba vidē. Daži cilvēki kontaktē arī ar savvaļas vai eksotiskiem dzīvniekiem.

Laboratorijas dzīvnieku izraisītā alerģija (LDzA) ir nozīmīga un bieži sastopama problēma laboratorijas personāla, veterinārārstu un citu ar dzīvniekiem strādājošu cilvēku vidū. LDzA raksturīgs klepus, aizdusa, astma, šķaudīšana, acu asarošana un niezēšana, ādas izsitumi un nieze. Nonākot kontaktā ar dzīvniekiem, simptomi var attīstīties gada laikā, bet to attīstība var notikt arī vairāku gadu laikā. Šiem cilvēkiem ir paaugstināta jutība pret dzīvnieku urīnu, serumu, siekalām vai olbaltumu, kas ir uz dzīvnieku spalvām. Aerosols, kas satur pelējuma sēņu sporas, dzīvnieku barības vai pakaišu olbaltumi var būt par alergēnu. Pētījumi rāda, ka LDzA prevalence laboratoriju darbinieku un dzīvnieku kopēju vidū Eiropā un ASV svārstās starp 11 un 30 %. Lai samazinātu dzīvnieku spalvu ietekmi, tiek izmantoti speciāli aparāti, piemēram, elektriskie



6. attēls. Bioloģiskiem riska faktoriem pakļauti arī atkritumu saimniecības darbinieki

skuvekļi ar spalvu vakuumveida piesaisti. Laboratorijās nodarbinātiem visvairāk izplatītās arodslimības pēdējo 50 gadu laikā ir zoonozes. Vairākumu no tām ierosina vīrusi un baktērijas [12, 25].

Iemesli, kuru dēļ visbiežāk rodas infekcija:

- dzīvnieku kodumi vai skrāpējumi;
- inficētas adatas vai skalpeļi;
- infekciozs aerosols, kas veidojas no izelpotā gaisa vai pakaišiem;
- kontakts ar inficētiem audiem un šūnām histoloģisku un homogenizēšanas procedūru laikā, manipulācijas ar šūnu kultūrām.

Kontakts ar inficētiem dzīvniekiem, inficētu savvaļas dzīvnieku ķeršana un izmantošana palielina eksponēto cilvēku skaitu.

Bioloģisko faktoru ietekme uz dažādu profesiju cilvēkiem ir samērā labi izpētīta. Turpretī bioloģiskā kaitīguma pazīšana un identificēšana dažās citās situācijās, kā, piemēram, biroju telpās un nerūpnieciskās darbavietās, nav tik vienkārša. No ēkām atkarīga slimība (ĒAS) ir klīniski diagnosticēta slimība vienam vai vairākiem ēkas iedzīvotājiem atšķirībā no slimo ēku sindroma (SĒS), kad ēkas iedzīvotāju nespecifiskos simptomus nevar saistīt ar kādu noteiktu identificētu cēloni. Ir noskaidrots, ka ĒAS, tāpat kā infekciju un hipersensitīvās slimības, ir saistītas ar bioloģiskiem kaitīguma faktoriem, kaut arī bioloģisko materiālu loma ĒAS attīstībā nav precīzi zināma.

Telpās var veidoties īpaši apstākļi (mitras sienas, netīrītas gaisa kondicionēšanas iekārtas), kas veicina mikroorganismu augšanu, savairošanos un uzkrāšanos. Rezultātā veidojas bioloģiskus aģentus saturošs aerosols, kas kaitīgi ietekmē jutīgus un uzņēmīgus cilvēkus, kas atrodas šādās telpās [16].

Piemērs.

Somijas speciālisti konstatējuši, ka cilvēki, kas uzturas mitrās telpās, sūdzas par elpceļu kairinājumu. No mitro telpu sienām tika izdalīta *Streptomyces anulatus,* kas producē slāpekļa oksīdu (NO). NO vājina imunitāti, izraisa alveolu epiteliālo šūnu citotoksisku efektu un ir nozīmīgs iekaisuma mediators daudzu respiratoro slimību patoģenēzē [16].

8.4. BIOLOĢISKO AĢENTU IEDARBĪBA UZ ORGANISMU

Ļoti svarīga nozīme ir tam, ka putekļu mikrobu aerosoli, kuru daļiņu izmērs ir mazāks par 0,1 µm un kuriem ir izteikta bioloģiskā aktivitāte, iekļūst alveolās un bronhiolās un izraisa infekcioza procesa attīstību.

Infekcija ir vispārējs termins, ko lieto mikroorganismu (piemēram, baktēriju, protozoju) un multicelulāru organismu kūniņveida formu (piemēram, helmintu) invāzijas gadījumā. Indivīdus, kas ir inficēti, bet neuzrāda nekādus slimības simptomus, sauc par nēsātājiem. Tie var būt par infekcijas avotu darba biedriem, it īpaši, ja aģents tiek pārnēsāts mikrobu aerosola ceļā (masalas, tuberkuloze).

Infekciju, kas iekļūst cilvēka organismā no apkārtējās vides, sauc par **eksogēno infekciju.** Aģenti var iekļūt cilvēka organismā ieelpojot, tieša vai netieša kontakta ceļā, penetrējot vai caur gremošanas traktu. Rezultāts ir atkarīgs no aģenta virulences, inficēšanās ceļa, saimnieka imunitātes un veselības stāvokļa.

Mikrobu aerosols var izraisīt:

- imunoloģiskas pārmaiņas (pazeminātu ādas aizsargspēju un baktericīdās īpašības, nomāktu leikocītu fagocitāro funkciju, biogēno amīnu, bēta un gamma globulīnu daudzuma palielināšanos asinīs u.c.);
- alerģiskas slimības (ekzēmu, nātreni, konjunktivītu, blefarokonjunktivītu);
- respiratoriskās sistēmas orgānu traucējumus (rinosinusopātiju, bronhiālo astmu u.c.)
- kontaktdermatītus;
- sēņu slimības (mikozi, kandidozi, histoplazmozi, toksoplazmozi, trihofītiju, mikrosporiju u.c.);
- parazitārās slimības (ehinokokozi);
- bakteriālās ādas slimības (*Chlamydia psittaci*).

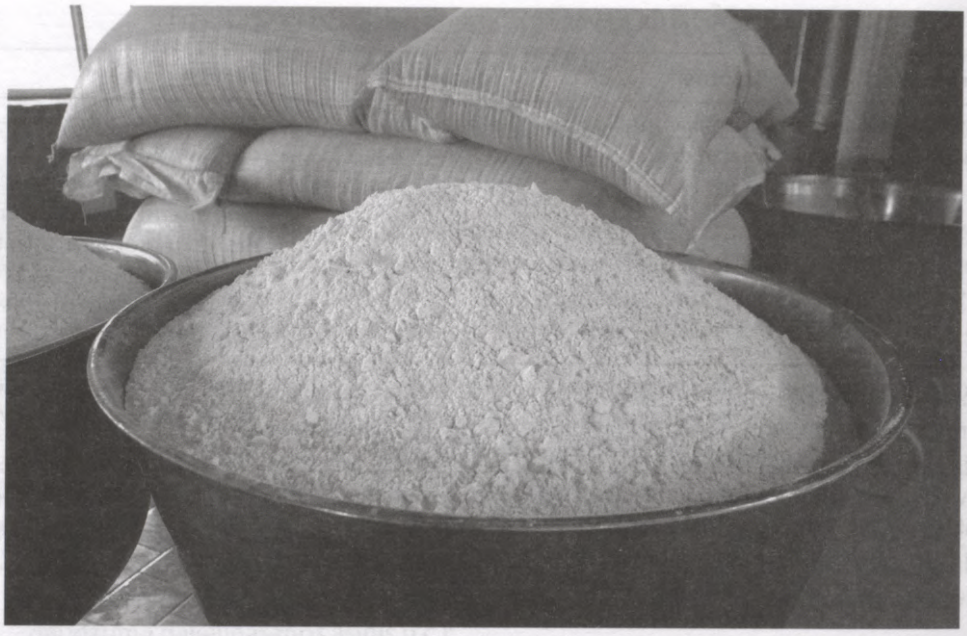
Nozīmīgākās 20. gadsimta 90. gados iegūtās infekcijas slimības: vīrushepatīti, cilvēka imūndeficīta vīrusa izraisīta slimība (AIDS), tuberkuloze un citas mikobaktēriju ierosinātas slimības. Tuvākā nākotnē var sagaidīt tādas ārkārtējas slimības kā, piemēram, *Coccidioidomycosis, Cryptosporidiosis*, hantavīrusa plaušu sindroms un pret antibiotikām rezistentas bakteriālas slimības. Cilvēku dzīvē par gluži ierastām kļuvušas tādas infekcijas kā SARS, putnu gripa, Sibīrijas mēris u.tml. Tiek prognozēts, ka tuvākā nākotnē zinātnieki izpētīs līdz šim mazāk pazīstamus vīrusus, jo to ierosinātu slimību izplatīšanās kļuvusi par "jaunu normu". Piemēram, t.s. ielejas vīruss – slimība, ko pārnēsā moskīti un kas izraisa asiņošanu un encefalītu; "usutu" – Āfrikas izcelsmes vīruss, kas kopš 2001. gada Vīnē nogalinājis 30% melno strazdu; "krūmāju tīfs", ko pārnēsā ērcītes un kas pazīstams arī ar nosaukumu "cucungamuši drudzis", "lisa vīruss", kas izraisa trakumsērgai līdzīgu slimību, moskītu pārnēsātais Čandipuras vīruss – lielas encefalīta epidēmijas izraisītājs Indijā [3, 4, 7, 9, 20].

Pašreiz zināšanas par augu putekļu izraisīto slimību patoģenēzi nav pietiekamas. **Augu un dzīvnieku valsts putekļu** izraisītā iedarbība apkopota 1. tabulā. Astmatisku bronhītu, astmu, elpceļu iekaisumu ar drudzi konstatē lauksaimniecības produktu apstrādes un noliktavu strādniekiem, kam ir kontakts ar graudaugu, linu, kokvilnas, kaņepju, tabakas, cukurniedru putekļiem. Garšvielu produkcijas, koka, tējas, džutas putekļi izraisa lakrimāciju un konjunktīvas iekaisumu. Ādas urtikārija, eritēma, niezēšana, dermatīts ir tabakas putekļu un dažu koka putekļu ekspozīcijas rezultāts. Īpaši jutīgi pret augu valsts putekļiem ir cilvēki, kas pirmo reizi nonāk kontaktā ar šiem putekļiem. Bez tam darba vidē, kur ir liela augu putekļu (korķa, koka, miltu, cukura, kokvilnas) koncentrācija, pastāv uguns un eksplozijas bīstamība [12].

1. tabula. Augu un dzīvnieku izcelsmes putekļu izraisītā iedarbība

Putekļu avots	Ražotne	Reakcija	Slimība
Malti vai sasmalcināti graudi un klijas	Dzirnavas, noliktavas, maiznīcas	Kairinājums, imūnsistēmas reakcija (I tips)	Alerģisks rinīts, hronisks rinīts, bronhiālā astma, CNSLD (*chronic nonspecific lung diseases*), kas apvieno hronisku bronhītu, astmu, emfizēmu un hroniskas obstruktīvas plaušu slimības
Koki, īpaši eksotiskie	Saplākšņu ražošana, mēbeļu industrija, koku virpošana	Kairinājums, imūnsistēmas reakcija, vēzis	Alerģisks rinīts, bronhiālā astma, CNSLD, deguna vai deguna dobuma vēzis
Dzīvnieku āda, mati, spalvas, zvīņas	Lauksaimniecība, dzīvnieku fermas, eksperimentālo dzīvnieku laboratorijas, kažokādu ražotnes	Imūnsistēmas reakcija (I tips)	Alerģisks rinīts, bronhiālā astma, dermatīts
Fermenti (proteāzes)	Farmaceitiskā rūpniecība, mazgāšanas līdzekļu ražošana, pārtikas un dzērienu ražošana	Imūnsistēmas reakcija (I tips), kairinājums	Alerģisks rinīts, hronisks rinīts, bronhiālā astma, dermatīts
Siens, salmi, graudaugi	Lauksaimniecība, cukura rūpniecība, graudu apstrāde	Imūnsistēmas reakcija (III tips), kairinājums	T.s. fermeru slimība, bagasoze, alerģisks alveolīts, difūza fibroze
Vistu, zosu, baložu ekskrementi	Putnkopība, zooloģiskie dārzi	Imūnsistēmas reakcija (III tips), kairinājums	Alerģisks alveolīts, difūza fibroze
Kokvilnas, linu, kaņepju, džutas apstrāde	Kokvilnas, linu aušana, apstrāde	Ilgstošs kairinājums, imūnsistēmas reakcija, histamīna atbrīvošanās	Bisinoze, CNSLD

Līdz šim lielāka uzmanība tikusi pievērsta infekcijas slimībām, kas var rasties pēc kontakta ar kaitīgiem bioloģiskiem faktoriem darba vietās, bet mazāka – alerģiskām slimībām vai toksiskām reakcijām. Latvijā saskaņā ar MK noteikumiem Nr. 908 "Arodslimību izmeklēšanas un uzskaites kārtība" (pieņemts 06.11.2006.) par bioloģisko faktoru izraisītām arodslimībām var tikt atzītas infekcijas un parazitārās slimības atbilstoši slimību izraisītājiem, ar kuriem nodarbinātais var kontaktēties darba vidē, veicot darba pienākumus. Papildus tam bioloģiskie aģenti var izraisīt arī alerģiskās slimības – konjunktivītu, rinītu, bronhiālo astmu, eksogēno alerģisko alveolītu u.c. Bioloģisko faktoru izraisītas arodslimības Latvijā parādītas 2. tabulā. Toksiskās un alerģiskās reakcijas bieži vien netiek reģistrētas kā arodslimības, jo nodarbinātie ar akūtiem veselības traucējumiem pēc palīdzības vēršas pie saviem ģimenes ārstiem, nevis arodslimību ārstiem.



7. attēls. Bioloģiskā riska faktoram pakļauti darbinieki, kam ir saskare ar miltu putekļiem

2. tabula. Bioloģisko faktoru izraisītas arodslimības Latvijā (2000.–2004. gads)

Gads	Pirmreizējo arodslimnieku skaits uz 100 000 nodarbinātajiem*	Pirmreizējo arodslimnieku skaits	Pirmreizējo arodslimnieku skaits ar aroda infekcijām**
2000	25,5	232	12
2001	35,5	332	13
2002	45,9	433	21
2003	56,9	554	43
2004	78,5	786	33

* Autoru aprēķini, ņemot vērā Valsts darba inspekcijas datus (pirmreizējo arodslimnieku skaits) un Centrālās statistikas pārvaldes datus (nodarbināto skaits).

** Infekcijas slimības klasificētas atbilstoši Starptautiskās slimību klasifikācijas 10. versijai (A00–B99).

Piemērs.

Šveicē katru gadu

>100 personām konstatē alerģiju no miltu putekļiem;

> 50 cilvēku spiesti mainīt darbu, jo nepanes miltu putekļus.

Zviedrijā veiktajā aptaujā 28% cilvēku (n = 2 226) konstatēta astma, bronhīti un rinīti, ko izraisa miltu putekļi.

Zviedrijā miltu putekļiem arodekspozīcijas robežvērtība (AER) ir 3 mg/m^3 [13].

8.5. BIOLOĢISKĀ RISKA FAKTORA NOVĒRTĒŠANA DARBA VIETĀS

Bioloģisko aģentu identificēšanai izmanto šādus indikatorus:

- **kopējās ainas indikatori** – kopējais mikroorganismu skaits (piemēram, nosaka baktērijas vai sēnes);
- **grupu indikatori** – novērtē mikroorganismu (baktēriju, sēņu u.c.) kā homogēnu bioloģisko aģentu vai no tiem iegūtu produktu (piemēram, endotoksīni vai eksotoksīni) grupas (piemēram, nosaka grampozitīvās vai gramnegatīvās baktērijas, *Enterobact. riaceae*);
- **specifiskie indikatori** – tiek norādīti un noteikti specifiski bioloģiskie aģenti vai ģintis, kas ir tieši saistītas ar konkrētām darba vietām vai veidiem (piemēram, nosaka *Staphylococcus spp.* vai *Coli* baktērijas);
- **individuālie indikatori** – paredzēti specifiskām problēmām, kas konstatētas saistībā ar konkrētiem bioloģiskiem aģentiem, var veikt individuālu sugu izpēti (piemēram, nosaka *Pseudomonas aeruginosa*, *Chlamydia psittaci*).

Ar bioloģiskiem aģentiem saistītā riska novērtēšanā ietilpst parauga paņemšana, lai šos aģentus identificētu kā bioaerosolus vai kā virsmas piesārņotājus. Var arī veikt bioloģisko aģentu produktu, komponentu vai metabolītu daudzuma mērīšanu, jo to koncentrācija var atspoguļot kopējo mikrobioloģisko ainu.

Izdala 3 bioloģisko aģentu mērīšanas metodes:

A) metodes, kas uzrāda bioloģisko aģentu (kas var veidot kolonijas) vai/un kultivējamo mikroorganismu kopējo skaitu;

B) metodes, kas uzrāda no bioloģiskiem aģentiem radušos šūnu elementus (piemēram, endotoksīnu, glukonātu noteikšana);

C) metodes, kas izsaka skaitliskās vienībās gan primāros, gan sekundāros metabolītus (piemēram, mikotoksīnu noteikšana) [1, 19].

Bioaerosoliem atšķirībā no ķīmiskām vielām ir grūti noteikt saistību starp bioloģiskā aģenta devu/ekspozīciju un efektu. Līdz ar to aroda ekspozīcijas robežvērtības (AER), kas varētu būt par atskaites kritēriju, ir noteiktas tikai dažiem mikrobu aerosoliem (piemēram, putnu fermu bioaerosolam noteikta aroda ekspozīcijas robežvērtība) [2].

Piemērs.

Mikrobu aerosola galveno masu veido: baktērijas – 82–89%, sēnes – 11–17,5%, aktinomicētes – 0,5%.

Mikrobu aerosola AER putnu fabrikā noteikta $5x10^4$ šūnas /m^3, turklāt *Aspergillus* un *Candida* attiecīgi ne vairāk kā 20,0 un 0,4% no kopējā sēņu skaita, *Salmonella* ne vairāk kā 0,1%, zarnu nūjiņas un hemolītiskie celmi ne vairāk kā 0,02% no kopējā baktēriju skaita [2].

Bioloģiskā aģenta noteikšana ir lietderīga, jo sniedz informāciju par tā raksturu, ļauj noteikt piesārņojuma avotus, dezinficējošā līdzekļa efektivitāti, ražošanas procesā veikto pārmaiņu rezultātus, dod iespēju analizēt vai salīdzināt specifiskas situācijas pirms un pēc sūdzību vai patoloģijas rašanās.

A) Bioloģisko aģentu paraugu ņemšanas metodes

Metodes ir paredzētas paraugu ņemšanai, mikroorganismu atdalīšanai un tālākai kultivēšanai. Tās var klasificēt pēc paraugu ņemšanas vai pēc parauga apstrādes veida. Izšķir vairākas metodes:

- **Sedimentācijas (dabiskās nosēdināšanas) metode.** Gaisā esošos bioloģiskos aģentus savāc uz horizontālas barotnes (agars uz Petri plates vai *RODAC* plates), izmantojot to nosēšanās spēju gravitācijas ietekmē. Plates novietojot, jāizvairās no pastiprinātas gaisa plūsmas. Lielāka izmēra daļiņas var parādīties lielākā skaitā. Šī nav kvantitatīva metode, paraugs netiek ņemts attiecībā pret kādu noteiktu pieņemtu gaisā esošu daļiņu daudzumu, un savstarpēja paraugu salīdzināšana ir apgrūtināta. Metode gan kvalitatīvā, gan kvantitatīvā izteiksmē ir izmantojama aptuvena mikrobioloģiskā piesārņojuma noteikšanai.
- **Trieciena (impakta) metode.** Tās pamatā ir vakuuma sūkņa izmantošana: iesūktais gaiss izplūst caur atveri un tiek virzīts uz barotni, ar kuru ir pārklāta plate (agars uz Petri vai *RODAC* plates vai uz priekšmetstikliņa). Daži paraugu savācēji savāc daļiņas uz vienas virsmas, citi tās šķiro pēc lieluma (atbilstošs aerodinamiskais diametrs) uz secīgi izvietotām virsmām (kaskādveida impaktori). Impakta paraugu savācēji ir režģveida (*Casella*), viena etapa impaktori (SAS), 1, 2 un 6 etapu impaktori. Samērā plaši tiek lietots Krotova aparāts vai Andersena impaktors, kas noteiktā laika vienībā ļauj izsūkt lielāku pētāmā gaisa daudzumu caur nelielu atvērumu. Iesūkšanas jauda var būt dažāda – no 10 līdz 180 l/min.
  Pēc tam, kad paraugi ir paņemti, ņemot vērā nosakāmo bioloģisko aģentu raksturu, plates tiek turētas atbilstošā temperatūrā, un notiek minēto aģentu augšana, iedarbības punktā veidojot kolonijas. Kolonijas saskaita un aprēķina, cik koloniju veidojošu vienību (KVV) ir 1 m^3 gaisa. Lai veiktu specifisku bioloģiskā aģenta noteikšanu, to pārsēj uz identisku vidi. Mikroorganismu kopējā skaita (KVV) noteikšanai izmanto gaļas peptona agara barotni, inkubācija 48 st.; hemolītisko mikroorganismu noteikšanai – asins agara barotni, inkubācija 24 st. (37 °C) + 24 st. (istabas t °C); sēņu daudzuma noteikšanai – Saburo barotni, inkubācija 5 diennaktis. Pēc tam izmanto identifikācijas reakcijas, pētī morfoloģiju vai veic specifisku krāsošanu. Kad bioloģiskais aģents ir identificēts, pārbauda, vai tas ir iekļauts MK Noteikumu Nr. 189 1. pielikuma sarakstā un, vadoties pēc riska pakāpes, klasificē aģentu kādā no četrām riska grupām.
- **Centrifugēšanas metode.** Impakta veida paraugu savācēji izmanto centrifūgas spēku, lai atdalītu daļiņas no iesūktā gaisa plūsmas. Savācēji darbojas, izveidojot virpuli, kurā daļiņas ar pietiekamu inerci nosēžas uz barotnes.
- **Skalošanas metode.** Pārbaudāmais gaiss izplūst cauri noteiktam šķidrumam. Pēc tam viena šķidruma vienība tiek ievietota atbilstošā barotnē un notiek kultivēšana, saskaitīšana un identifikācija. Otrai šķidruma vienībai pievieno fluorescējošu krāsvielu, filtrē un veic visu mikroorganismu saskaitīšanu ar epifluorescences mikroskopijas metodi tieši uz filtra.
- **Filtrācijas metode.** Gaiss tiek sūkts caur filtrācijas vidi, kurā nosēžas daļiņas. Visbiežāk lietotais filtra veids ir polikarbonāta membrāna, no kuras daļiņas ir viegli noņemamas vai noskalojamas. Pēc tam iegūtā masa tiek ievietota specifiskās barotnēs. Līdzīga procedūra ir veicama, lai noteiktu putekļu sastāvā esošo bioloģisko aģentu skaitu un tos identificētu. Noteiktu putekļu svara vienību iegūst, spēcīgi saskalojot fizioloģisko šķīdumu, kura sastāvā ir 0,01% *Tween 80*. Pēc tam noteiktu apjomu uzsēj uz speciālām barotnēm, veic kultivēšanu, skaitīšanu, identifikāciju; rezultātu izsaka KVV/1 m^3.
  Standartā EN 13098 apkopoti noteikumi par mikroorganismu un endotoksīnu noteikšanu gaisā.

- **Virsmu paraugi.** Metodi izmanto, lai noteiktu bioloģisko aģentu skaitu uz dažādām virsmām. To izmanto pārtikas rūpniecībā, pārbaudot dezinfekcijas līdzekļu efektivitāti, novērtējot bioloģisko aģentu klātbūtni uz medicīnas instrumentiem, gaisa vadu iekšienē u.c. Paraugu ņemšana notiek ar vates tamponiem vai ar attiecīgas barotnes RODAC plati, kontaktējot tieši ar atbilstošo virsmu [1].

B) Metodes, kas uzrāda šūnu elementu klātbūtni

Šīs metodes uzrāda mikroorganismu šūnu struktūru elementus, kas varētu radīt veselības traucējumus. Kā šūnu elementi ir izdalāmi endotoksīni, glukonāti un ergosterols.

Endotoksīni – termostabili lipopolisaharīdi ar lielu molekulāro masu, kas ir gramnegatīvu baktēriju ārējās membrānas komponenti. Endotoksīni var izraisīt ļoti spēcīgus iekaisuma procesus, drudzi, bronhītu u.c. Bīstami ir endotoksīni, kas izplatās pa gaisu. Galvenais putekļu avots, kas veicina endotoksīnu veidošanos, ir materiāli, kuros ir baktērijas vai dzīvnieku izdalījumi (piemēram, lopkopības industrijā, kokvilnas, cukurniedru apstrādē, alus ražošanā, atkritumu un notekūdeņu saimniecībā u.c.). Endotoksīnu AER ir 200 ng/m^3.

Glukonāti parāda sēņu piesārņojumu gaisā. Tas atrodas visu filamentozo sēņu šūnu sienu sastāvā un tiek uzskatīts par elpceļu slimību, it īpaši hronisku slimību, kas saistītas ar ilgstošu organisko putekļu iedarbību, iespējamo cēloni. Metodes pamatā ir gaisa paraugu ņemšana uz celulozes acetāta filtriem un turpmāka to analīze.

Ergosterols – saprofīto sēņu membrānas pamatkomponents, kas tiek izmantots kā sēņu piesārņojuma biomarķieris. Noteikšanai izmanto hromatogrāfiskas metodes.

C) Metabolītu aplēses metodes

Adenozīna trifosfāta (ATP) kā primārā metabolīta analīze, ko var izmantot kā mikroorganismu vitālās aktivitātes marķieri. Pastāv saistība starp ATP līmeni un mikrobu skaitu. Bieži izmanto vienlaikus ar paraugu ņemšanu no virsmām.

Mikotoksīni – sēņu izcelsmes sekundārie metabolīti ar zemu molekulāro masu, tie rodas graudaugos. Mikotoksīni negatīvi iedarbojas uz gremošanas orgāniem un nervu sistēmu. Svarīgākie mikotoksīni ir aflatoksīni, ohratoksīns A, trikocitīni un fuminosīni. Darba vietās, kur apstrādā zemesriekstus, pistācijas, kukurūzu, gaisā var būt augsta mikotoksīnu koncentrācija. Mikotoksīnu noteikšanai izmanto hromatogrāfiskas metodes, kā arī noteikto šūnu kultūras citotoksiskumu [1].

Mikrobioloģiskās sintēzes rūpniecībā tiek lietoti dažādi mikroorganismi: baktērijas, rauga un pelējuma sēnes, ar kuru palīdzību iegūst antibiotikas, aminoskābes, vitamīnus, fermentus, bioloģiskos augu aizsardzības līdzekļus u.c. vielas. Modernajā lauksaimniecībā un lopkopībā lieto biopreparātus, kuru ieguvei izmantoti gan dzīvie mikroorganismi, gan savienojumi, kas ir mikroorganismu metabolisma produkti. Tos izmanto par augu aizsardzības līdzekļiem, kā arī lopu piebarošanai (olbaltumu un vitamīnu koncentrāts).

Rūpnieciskie mikroorganismi – producenti un producenta bioloģiskie produkti – nonāk gan darba vidē un var ietekmēt nodarbināto veselību, gan apkārtējā vidē un var izraisīt rūpnīcas tuvumā dzīvojošo cilvēku saslimšanu. Mikrobioloģiskās sintēzes procesā veidojas arī dažādi rūpnieciskie mikroorganismu atkritumi – gāzveida, kas piesārņo darba vides un apkārtējo gaisu, un šķidrie, kas nonāk ūdenskrātuvēs un augsnē.

Tādēļ nepieciešami normatīvi, kas ierobežo mikroorganismu aerosola koncentrāciju dažādās vidēs.

Rūpniecisko mikroorganismu normēšanai darba vides gaisā jāievēro šādi nosacījumi:

- jānorāda mikroorganisma producenta nosaukums un mikroorganismu skaits 1 g gatavā produkta;
- jānorāda ziņas par kultivēšanas apstākļiem un gatavā produkta lietošanu;
- jānosaka vidējā virulentā deva (perorāli ievadīta deva, kas izraisa letālu efektu 50% dzīvnieku);
- jānosaka diseminācija iekšējos orgānos;
- jānosaka sliekšņa deva, mikroorganismus ieelpojot;
- jānosaka alergēna deva.

Hroniskā eksperimentā jānovērtē mikroorganismu celmu vai preparāta gatavo formu iedarbība uz organismu, tos ieelpojot. Svarīgi ir noteikt, vai šādā ceļa iekļuvušie mikroorganismi vai to produkti neizraisa alerģiju, disbakteriozi (gremošanas sistēmas traucējumi, caureja), ādas slimības, respiratorās sistēmas slimības.

Zinātnieki ir pētījuši darba apstākļus antibiotiku ražošanas tehnoloģisko procesu dažādos etapos un pierādījuši, ka nelabvēlīgi darba apstākļi novēroti žāvēšanas, malšanas, sajaukšanas ar pildvielām un preparātu fasēšanas operācijās. Antibiotiku (ampicilīna, oleandomicīna, streptomicīna, tetraciklīna grupas preparāti) aerosola koncentrācijas darba vidē var svārstīties no 1 līdz 200 mg/m^3, kas stipri pārsniedz pieļaujamās aroda ekspozīcijas robežvērtības – 0,1 mg/m^3 [9, 15, 24].

Lai izvairītos no bioloģisko faktoru izraisītām slimībām, regulāri jākontrolē ražotņu darba vides gaiss, izmeši, darbinieku un iedzīvotāju veselība, iedzīvotāju dzīves vietas, lai tās būtu pietiekamā distancē no mikrobioloģiskām ražotnēm.

Latvijā pašreiz nav spēkā normatīvie lielumi, kas nosaka pieļaujamo mikrobioloģiskā piesārņojuma līmeni. Mikrobioloģiskā piesārņojuma novērtējumam biroju u.c. līdzīgās telpās var izmantot šādus rekomendējamus lielumus: dzīvojamo telpu gaisā vasaras/rudens periodā līdz 2500 koloniju veidojošās vienības (KVV); hemolītisko mikroorganismu skaits – līdz 36; sēņu daudzums – 500; ziemas periodā kopējais mikrobu skaits – līdz 7000 KVV; hemolītisko mikroorganismu skaits – līdz 124 [26].

Lai aizsargātu personas, kam ir saskare ar bioloģiskiem aģentiem, ir pieņemti MK noteikumi Nr. 189 (21.05.2002.) "Darba aizsardzības prasības, saskaroties ar bioloģiskām vielām". Noteikumi izstrādāti, balstoties uz ES direktīvu 2000/54EC "Par darbinieku aizsardzību pret draudiem, kas saistīti ar pakļaušanu bioloģisku aģentu iedarbībai darba vietā".

Saskaņā ar MK noteikumiem bioloģiskos aģentus pēc to spējas izraisīt veselības traucējumus klasificē 4 riska grupās (3. tab.).

Ja, klasificējot bioloģisko aģentu, rodas šaubas, kurā riska grupā tas iekļaujams, to iekļauj grupā ar visaugstāko riska pakāpi, lai nepakļautu nodarbinātos neparedzētam riskam. MK noteikumu 1. pielikumā dota 2., 3. un 4. grupas bioloģisko aģentu klasifikācija. Saraksts sastādīts saskaņā ar visjaunāko taksonomiju.

Noteikumu ievērošanu kontrolē Valsts darba inspekcija, Valsts sanitārā inspekcija un Vides valsts inspekcija, bet darba devējs nodrošina riska novērtēšanu uzņēmumā.

Lai noteiktu ar bioloģiskā aģenta iedarbību saistīto risku, jāveic:

1) teorētiska riska faktora noteikšana (visas vispārējās zinātniskās informācijas apkopošana, iekļaujot epidemioloģiskos datus, noteikto virulences pakāpi, iekļūšanas ceļus organismā, iespējamās infekcijas smaguma pakāpi, izplatīšanās iespējas, iespējamos ārstniecības un profilakses pasākumus u.c.);

2) riskam pakļauto darba vietu un nodarbināto ekspozīcijas novērtēšana (darba vietas apraksts, inficētā materiāla iznīcināšanas iespējas, ekspozīcijas biežums, iekļūšanas ceļi organismā, nodarbināto cilvēku zināšanas par iespējamo risku, bioloģiskā aģenta ekspozīcijas līmeņa noteikšana).

3. tabula. Bioloģisko aģentu riska grupas

Riska grupa	Inficēšanās risks	Iespēja izplatīties sabiedrībā	Efektīva profilakse vai ārstēšana
I	Slimības izraisīšana ir maz ticama	Nav (nav saistāma ar cilvēka slimību)	Iespējama, bet parasti nav nepieciešama
II	Spēj izraisīt slimību un apdraud nodarbinātos	Maz ticama (slimība reti mēdz būt smaga)	Iespējama
III	Spēj izraisīt smagu cilvēka slimību un nopietni apdraud nodarbinātos	Iespējama (spēj izraisīt smagu vai letālu slimību)	Iespējama
IV	Izraisa smagu cilvēka slimību un ir sevišķi bīstams nodarbinātajiem	Ļoti iespējama (spēj izraisīt smagu vai letālu slimību)	Pieejamie profilakses vai ārstniecības pasākumi nav efektīvi

Ja darbs saistīts ar vairākiem bioloģiskiem aģentiem, jānovērtē risks, ņemot vērā visus darbā lietotos bioloģiskos aģentus.

Risku novērtē ne retāk kā reizi gadā, kā arī gadījumā, ja darbā notikušas pārmaiņas (darbā iesaistīti jauni bioloģiskie aģenti, darba apstākļu pasliktināšanās, darbinieku saslimšana), kas var ietekmēt darba drošību un nodarbināto cilvēku veselību. Svarīgi ir periodiski atkārtot riska novērtēšanu, lai pārliecinātos, vai riska novēršanas plāns un veiktie pasākumi ir bijuši efektīvi.

Darba devēja pienākumi ir:

- noteikt **darba vietas,** kurās nodarbinātie cilvēki ir vai var tikt pakļauti bioloģisko aģentu ietekmei;
- noteikt **nodarbinātos cilvēkus,** kas ir vai var tikt pakļauti bioloģisko aģentu ietekmei;
- noteikt **pasākumus,** kas jāveic, lai novērstu vai mazinātu bioloģisko aģentu radīto risku līdz iespējami zemākam līmenim (samazināts nodarbināto skaits, kolektīvie un individuālie darba aizsardzības pasākumi, periodiskas un nepārtrauktas kontroles metodes bioloģisko aģentu noteikšanai darba vidē, atkritumu ātra un droša aizvākšana, dezinfekcija, dezinsekcija, deratizācija u.c.); atkritumu apsaimniekošanas kārtību nosaka "Atkritumu apsaimniekošanas likums" (pieņemts 14.12.2000.) un ar to saistītie normatīvie akti;
- pēc uzraudzības un kontroles institūciju pieprasījuma sniegt informāciju, kā arī nodrošināt pieejamību materiāliem par bioloģiskā aģenta riska novērtēšanu uzņēmumā;
- ja iespējams, bīstamos bioloģiskos aģentus (minēti 1. pielikumā) aizstāt ar mazāk bīstamiem;



8. attēls. Bioloģiskās bīstamības piktogramma

- strādājošie jāinformē par bioloģisko bīstamību, lai viņi pazītu bīstamības brīdinājuma zīmi un zinātu tās nozīmi (8. att.);
- jāizstrādā ārkārtas situācijas plāns (jānosaka pasākumi, kas veicami nejaušas ekspozīcijas gadījumā, un dekontaminācija); rīcības plānam jāatrodas līdzās darba/zinātniskajam protokolam un ar to ir jāiepazīstas praksē [1].

Bioloģisko paraugu transportēšanai jāpievērš īpaša uzmanība, jo tā ir saistīta ar potenciālu infekcijas risku darbiniekam, kas to pārvadā, sabiedrībai kopumā, parauga saņēmējam.

Tiek izdalītas 3 situācijas.

1. Iekšējā transportēšana (no parauga ņemšanas brīža līdz brīdim, kad tas nonāk laboratorijā). Mēģenes vēlams ievietot drošības turētājos, kurus ievieto transportēšanas konteinerā; ieteicams izraudzīties tādu transportēšanas maršrutu, kas izslēgtu kontakta iespējas ar pacientiem un apmeklētājiem, izmantojot medicīnas personālam paredzētos liftus un gaiteņus; transportējot paraugus pa autoceļiem, konteineriem jābūt hermētiski noslēgtiem, transportlīdzekļa vadītājam jābūt informētam par pārvadājamo materiālu; konteineram jābūt marķētam ar bioloģiskās bīstamības zīmi.

2. Saņemšana un atvēršana jānodrošina tā, lai skaidri būtu identificēts paraugu saņemšanas punkts un norāde, ka tā ir vienīgā vieta, kur paraugus drīkst nodot; saņēmējam jābūt informētam par paraugu izcelsmi un skaitu; saņēmējlaboratorijai jāizveido saņemšanas sistēma (lodziņš, apmācīta persona u.c.).

3. Pasta sūtījumi. Bioloģisko aģentu pārsūtīšanu veic saskaņā ar PVO rekomendācijām; paraugiem paredzētajam iepakojumam jābūt no izturīga necaurlaidīga materiāla trīs kārtām. Iepakojuma ārmalā jābūt piestiprinātai veidlapai ar informatīvām ziņām par paraugu. Divi citi veidlapas eksemplāri paredzēti – viens nosūtītājlaboratorijai, otrs – saņēmējlaboratorijai.

Jebkuram darbiniekam, kas nonāk kontaktā ar bioloģisko faktoru, ir jāapzinās specifiskais risks. Darba devējam jārūpējas par darbinieku izglītošanu, kā arī medicīnisko monitoringu vai profilaktisko terapiju nepieciešamības gadījumā. Strādājošiem ir nepieciešama informācija par infekciozo aģentu, tā izplatību, uzkrāšanos, pārnešanas ceļiem, inkubācijas periodu un kontroles metodēm. Lai gan vairāk ar darbu saistītās infekcijas slimības var izraisīt patogēnie mikroorganismi, zināšanas par to kaitīgumu, praktiskie un profilaktiskie pasākumi lielā mērā ir samazinājuši slimību incidenci.

Darba devējam jānodrošina, lai nodarbinātie cilvēki riska zonā neēstu, nedzertu un nesmēķētu, jo pretējā gadījumā varētu rasties risks, ka infekciozie aģenti nonāk cilvēku organismā caur muti. Jābūt iespējai darba vietā nomazgāt un dezinficēt rokas, kā arī nepieciešamības gadījumā izmazgāt acis. Darba vietās jānodrošina tīrs ūdens dzeršanai, ēdiena gatavošanai, produktu un virtuves piederumu mazgāšanai, dušām un personāla telpām. Dzeramā ūdens apgādes sistēmai ir jābūt konstruētai tādā veidā, lai to varētu uzturēt labā higiēniskā stāvoklī, tai ir jābūt slēgtai un aprīkotai ar krānu. Tehnisko ūdeņu (rūpniecības vajadzībām, ugunsdzēšanai paredzēto) atverēm ir jābūt marķētām, lai skaidri varētu redzēt, ka ūdens nav drošs un to nedrīkst dzert. Darbinieki jānodrošina ar aizsargapģērbu un nepieciešamajiem individuālajiem aizsardzības līdzekļiem, kas jāuzglabā un jātīra atbilstoši noteikumiem. Ja nav iespējams aizsargapģērbu un individuālos aizsardzības līdzekļus dezinficēt, tie jāiznīcina, lai neradītu inficēšanās risku. Visus izdevumus, kas saistīti ar aizsargapģērba un individuālo aizsardzības līdzekļu apkopi, sedz darba devējs [1, 12].

8.6. NODARBINĀTO CILVĒKU SARAKSTS

Ja darba vidē pastāv risks strādājošiem saskarties ar bioloģiskiem aģentiem, darba devējam jānodrošina nodarbināto personu saraksta sastādīšana. Tajā norāda darbiniekus, kam varētu būt saskare ar 3. vai 4. grupas bioloģiskiem aģentiem, informāciju par veicamo darbu, bioloģisko aģentu, negadījumu uzskaiti. Šis saraksts jāuzglabā vēl 10 gadus pēc tam, kad cilvēki ir pārtraukuši darbu ar bioloģiskiem aģentiem, pēc tam tos nodod arhīvā. Noteiktos gadījumos (ja bioloģiskie aģenti izraisa paliekošas vai latentas infekcijas, ja ir garš inkubācijas periods, ja veselības traucējums atkārtojas u.c.) dokumenti jāuzglabā pat 45 gadus.

8.7. UZRAUDZĪBAS UN KONTROLES INSTITŪCIJU INFORMĒŠANA

Darba devējam nepieciešamības gadījumā uzraudzības un kontroles institūciju oficiāliem pārstāvjiem jānodrošina informācijas pieejamība.

Ja darba devējs apzinātā nolūkā gatavojas darbā izmantot 2., 3. vai 4. grupas bioloģiskos aģentus, vismaz 30 dienas pirms darba uzsākšanas jāsniedz Valsts darba inspekcijai t.s. pirmreizējais paziņojums, bet t.s. atkārtotais paziņojums jāsniedz gadījumā, ja mainījusies sākotnējā informācija.

Ķīmiskām laboratorijām šie paziņojumi nav jāsniedz, kaut gan izmēģinājumi un analīzes tajās notiek ar paraugiem, kuros bieži ir infekciozie aģenti. Tāpat nav jāsniedz paziņojums par darbu, kas tiek veikts ar inficētiem pacientiem vai dzīvniekiem. Izņēmums ir gadījumi, kad izmantotais materiāls satur vai var saturēt 4. grupas aģentus. Līdz ar to vairākumā gadījumu pirmreizējais paziņojums attiecas galvenokārt uz tām darbībām, kas tiek veiktas mikrobioloģijas, virusoloģijas, mikoloģijas, parazitoloģijas vai šūnu kultūru laboratorijā ar ģenētiski pārveidotiem organismiem, ar tīši inficētiem dzīvniekiem, kā arī rūpniecības nozarēs, kur izmanto 2., 3. vai 4. grupas aģentus [1].

8.8. DARBA AIZSARDZĪBAS PRASĪBAS ĀRSTNIECĪBAS IESTĀDĒS UN VETERINĀRĀS APRŪPES IESTĀDĒS

Ārstniecības un veterinārās aprūpes iestādēs riska novērtēšanas procesā jāņem vērā iespējamo bioloģisko aģentu klātbūtne cilvēkos vai dzīvniekos, kā arī no tiem ņemtajos materiālos un paraugos. Riska faktori jānovērtē katrā atsevišķā darbības etapā. Piemēram, pacienta pieņemšana klīnikā, operācija, biopsija, paraugu transportēšana, laboratorijas izmeklējumi, atkritumu apsaimniekošana.

Šādos gadījumos tiek pielietoti t.s. universālie piesardzības pasākumi, saskaņā ar kuriem jāievēro pastāvīga pašaizsardzība, izvēloties drošas darba metodes un ievērojot pamatprincipu – strādāt ar visiem paraugiem tā, it kā tie būtu infekciozi.

Universālie piesardzības pasākumi ir pamata stratēģija aroda riska novēršanai attiecībā uz visiem mikroorganismiem, kas izplatās ar asinīm. Nav riskantu pacientu, bet ir riskantas darbības un procedūras, tāpēc ir nepieciešams, lai

- viss personāls būtu informēts par piesardzības pasākumiem;
- viss personāls zinātu iemeslus, kuru dēļ ir jārīkojas norādītajā veidā;
- darbiniekiem būtu atbilstošas zināšanas un tie atbilstoši izturētos.

Universālie piesardzības pasākumi.

1. Vakcinācija (aktīva imunizācija)

Ārstniecības iestāžu darbinieki var tikt pakļauti daudzu bioloģisko aģentu (baktēriju, sēņu, vīrusu) radītam riskam. Pašreiz ir pieejamas vakcīnas, kas padara iespējamu ārstēšanos vai izsargāšanos no saslimšanas. Jāvakcinējas tiem nodarbinātiem, kas darba pienākumus veic vidē, kurā ir tiešs vai netiešs kontakts ar inficētu personu asinīm un citiem organisma šķidrumiem vai izdalījumiem (piemēram, vakcīna pret B hepatītu).

2. Personiskās higiēnas normas

Uzsākot darbu, jāpārliecinās vai nav brūces vai ievainojumi uz rokām. Ja tādi ir, tie jānosedz ar necaurlaidīgu plāksteri. Ja nav iespējams ievainojumus nosegt, tiešs kontakts ar pacientiem nav pieļaujams. Uzsākot un pabeidzot darbu, kā arī pēc jebkura darba uzdevuma veikšanas, kurā ir bijis iespējams kontakts ar infekciozu materiālu, rūpīgi jānomazgā rokas ar ūdeni un ziepēm. Īpašās situācijās jāizmanto dezinficējošie līdzekļi. Darba laikā nedrīkst ēst, dzert, smēķēt. Nedrīkst pipetēt ar muti.

3. Barjerveida aizsardzības elementi

Ja darbinieki var nonākt tiešā kontaktā ar pacientu asinīm un organisma šķidrumiem, vienmēr jāizmanto piemēroti barjerveida aizsardzības elementi. Kontakts var notikt tiešā veidā, darbojoties ar instrumentiem vai diagnostikas nolūkiem paņemtiem materiāliem, kā arī veicot invazīvas procedūras.

Barjerveida aizsardzības elementi ir cimdi, maskas, virsvalki.

Cimdi obligāti jālieto šādos gadījumos:

- ja nodarbinātam ir nesadzijuši, strutojoši vai sulojoši ievainojumi, grieztas brūces, ādas savainojumi u.c.;

- ja tiek veiktas darbības ar asinīm, organisma šķidrumiem, audiem;
- ja ir kontakts ar slimu ādu vai gļotādu;
- veicot darbības ar priekšmetiem, instrumentiem, materiāliem, uz kuriem nonākušas asinis;
- veicot invazīvas darbības.

Maskas, acu aizsargi, virsvalki jālieto gadījumos, kad iespējams kontakts ar asinīm vai organisma šķidrumiem, lai izslēgtu to nokļūšanu uz acu konjunktīvas, mutē, degunā vai izšļakstīšanos uz apģērba.

4. Uzmanīga apiešanās ar asiem un smailiem priekšmetiem

Jāveic piesardzības pasākumi, lai līdz minimumam samazinātu personāla savainošanos saduroties vai sagriežoties. Piesardzīgi jārīkojas ar asiem materiāliem, adatām un šļircēm to izmantošanas laikā, kā arī veicot to iznīcināšanu. Izlietotie priekšmeti jāievieto piemērotos konteineros ar drošības aizvākojumu, lai novērstu to pazušanu. Jāizvairās no konteineru pārpildīšanas. Medicīnas personāls, kas veic darbības ar asiem priekšmetiem, atbild arī par to iznīcināšanu [1].

5. Pareiza instrumentu un virsmu dezinfekcija un sterilizācija

Dezinfekcija

Veicot jebkura veida dezinfekciju, jāzina dezinficējošā līdzekļa iedarbības mehānisms, koncentrācija, kontakta ilgums ar dezinficējamo virsmu, iznīcināmo mikroorganismu suga un daudzums. Dezinfekcijas līdzeklim jābūt ar plašu iedarbības spektru, jāiedarbojas ātri un neatgriezeniski, jābūt maksimāli noturīgam pret fizikālo faktoru iedarbību, tas nedrīkst bojāt dezinficējamos priekšmetus un tam nedrīkst būt traucējošs aromāts.

Daudzi dezinficējošie līdzekļi ir ļoti toksiski, tādēļ jāievēro piesardzības pasākumi, etiķetē un datu drošības lapā norādītā lietošanas instrukcija. Iegādājoties dezinfekcijas līdzekļus, vienmēr jāpieprasa no piegādātāja datu drošības lapas.

Organisko vielu klātbūtne samazina dezinfekcijas līdzekļu efektivitāti, tādēļ dezinficējamiem priekšmetiem, instrumentiem un virsmām jābūt tīriem.

Nepieciešams sagatavot dezinfekcijas līdzekļu lietošanas instrukcijas, kurās jānorāda līdzekļa nosaukums, koncentrācija, uz kādiem mikroorganismiem tas iedarbojas.

4. tabulā uzrādīti ķīmiskie produkti, kurus parasti izmanto par dezinfekcijas līdzekļiem.

Sterilizācija

Sterilizācijā tiek iznīcināti visi bioloģiskie aģenti, arī baktēriju sporas, kas var būt kādā no materiāliem. Sterilizācijas veidi var būt dažādi:

- sterilizācija mitrā karstumā zem spiediena – autoklavēšana (20 minūtes 121 °C temperatūrā);
- sterilizācija sausā karstumā (2 h, 170 °C temperatūrā);
- jonizējošā radiācija (šūnu iznīcināšana);
- sterilizācija ar ķīmisko vielu tvaikiem (formaldehīda tvaiki 30–80 °C temperatūrā);
- sterilizācija ar etilēna oksīdu (etilēna oksīda autoklāvi; veic īpaši kvalificēts personāls).

4. tabula. Plaši izmantojamie dezinfekcijas līdzekļi

	Veids	Koncentrācija	Iedarbība	Darbības mehānisms	Priekšrocības	Trūkumi	Iedarbība uz cilvēku
1	Spirti (metanols, izopropanols)	60–90%	B, F, V	Proteīnu denaturācija	Neatstāj traipus, nekairina	Inaktivē organiskās vielas	Toksiski, kairinoši ādai, gļotādām,viegli uzliesmojoši
2	4-vērtīgā amonija savienojumi	0,4–1,6%	B*, F, V*	Paaugstināta šūnu caurlaidība	Lēti	Nedarbojas uz visām gramnegatīvām baktērijām, inaktivē organiskas vielas	Kairinoši, toksiski, korozīvi ādai, gļotādām
3	Fenola savienojumi	0,4–0,5%	B, F, V	Proteīnu denaturācija	Lēti	Toksiski, korozīvi, veido atkritumus	Kairinoši saskarē ar ādu un gļotādām, rada apdegumus
4	Jodoforms	75 ppm	B, F, V, T	Proteīnu jodācija un oksidācija	Stabils, reziduāla iedarbība	Dārgi, inaktivē organiskās vielas	Kairinoši saskarē ar ādu un gļotādām
5	Glutāraldehīds	2,0%	B, F, V, T, E	Proteīnu savstarpēja krustošanās	Nav korozīvs, to neietekmē citi savienojumi	Kairinoši izgarojumi, toksisks	Toksisks ieelpojot, norijot kairinošs, var radīt apdegumus, sensibilizāciju
6	Hipohlorīds	500 ppm	B, F, V, T	Enzīmu inaktivācija	Lēts	Toksisks, korozīvs, inaktivē organiskas vielas	Toksisks, kairina ādu un gļotādas
7	Ūdeņraža peroksīds	3%	B, F, V, T, E	Brīvo radikāļu veidošana	Stabils	Korozīvs, dārgs	Toksisks, kairina ādu, un gļotādas, korozīvs, eksplozīvs

Piezīme: F – fungicīds; B – baktericīds; V – iedarbojas uz vīrusiem; T – iznīcina tuberkulozes mikobaktēriju; E – sporocīds.

* ierobežota efektivitāte

8.9. IZOLĀCIJAS PAKĀPES

Laboratorijās un telpās, kurās ir iespējams inficēties ar 2., 3. vai 4. grupas bioloģiskiem aģentiem, nosaka drošības jeb izolācijas pakāpi atbilstoši riska pakāpei. Ir 4 izolācijas pakāpes.

Strādājot ar 1. grupas bioloģiskiem aģentiem vai dzīvām novājinātām vakcīnām, jāievēro vispārējie darba aizsardzības principi (virsvalku lietošana, roku mazgāšana, aizliegts ēst, dzert un smēķēt darba vietā u.c.).

Veicot darbu ar 2. grupas bioloģiskiem aģentiem, jāievēro vismaz 2. izolācijas pakāpe. Ir zināmi tādi šās grupas patogēni, kas var izraisīt smagas slimības, ja netiek ievērota piesardzība, veicot samērā vienkāršas manipulācijas (spēcīga maisīšana, stereotipisku suspensiju gatavošana, centrifūgas atvēršana u.c.). Bez tam daži šās grupas aģenti var izraisīt infekciju, iekļūstot organismā caur veselu gļotādu vai ādu. Tāpēc, strādājot ar šiem aģentiem, ir attaisnojama papildu kontroles pasākumu ievērošana. Piemēram, strādājot ar *Chlamydia* vai *Clostridium,* obligāti jālieto bioloģiskās drošības kabīnes.

Laboratorijās, kuru darbības mērķis nav saistīts ar bioloģisko aģentu kultivēšanu vai vākšanu, bet kur strādā ar materiāliem, kuros ir iespējama 2., 3. vai 4. grupas bioloģisko aģentu klātbūtne, nodrošina atbilstošu izolācijas pakāpi. Ja nodarbojas ar bioloģisko aģentu skrīningu, kas ietilpst 3. grupā, bet tos neatrod, piemēro 2. izolācijas pakāpi, bet, ja tiek konstatēts aģents, tad pāriet uz augstākā līmeņa izolācijas pakāpi.

Laboratorijas tiek iedalītas 4 bioloģiskās drošības līmeņos ar atbilstošu izolācijas pakāpi, nodrošinot tajās noteiktu laboratorijas tehnikas, iekārtu un drošības līdzekļu lietošanu.

Dzīvnieku turēšanas vietām tiek izvirzītas līdzīgas prasības, īpašu uzmanību pievēršot aizsardzībai pret izmantoto sugu hroniskām vai apslēptām infekcijām. Vivārijos un citās dzīvnieku turēšanas vietās nodarbinātie saskaras ar dzīvnieku izdalījumiem, ādu, spalvām, kas var būt sensibilizācijas izraisītāji un nozīmīgs papildu riska faktors.

Zemāku izolācijas pakāpi par bioloģiskā aģenta grupai atbilstošo izmanto gadījumos, ja aģents ir mazvirulents (piemēram, *Escherichia coli k12* vai novājināto vakcīnu suga *M. bovis BCG* suga).

Darbā ar parazītiem nav nepieciešams piemērot atsevišķus izolācijas pasākumus tajos parazītu dzīves cikla posmos, kuros tie nespēj izraisīt infekciju.

Izstrādājot rūpniecisku ražotņu, ēku un darba procesu drošības sistēmas, jāņem vērā iespējamās sekas, kādas var rasties cilvēka veselībai saistībā ar attiecīgā bioloģiskā aģenta rūpniecisku izmantošanu. Biotehnoloģijas procesos, kas ir saistīti ar pārtikas produktu un dzērienu ražošanu, galvenokārt izmanto 1. grupā klasificētus aģentus, kas reti izraisa cilvēku saslimšanu. Farmaceitiskajā rūpniecībā var tikt izmantoti 2., 3. vai 4. grupas aģenti, un tad ir svarīgi nesajaukt t.s. labas ražošanas prakses pasākumus ar atbilstošiem izolācijas pakāpes pasākumiem, kas nodrošina darbinieku darba drošību un veselības aizsardzību.

Ja bioloģiskais aģents nav iekļauts MK noteikumu 1. pielikumā un to nevar precīzi klasificēt, bet ir aizdomas, ka tas var izraisīt smagus veselības traucējumus, darba vietā jānodrošina atbilstoša izolācijas pakāpe [1, 6, 7].

Ja darba vietā iespējama saskare ar bioloģiskiem aģentiem, normatīvajos aktos noteiktajā kārtībā veic nodarbināto obligātās veselības pārbaudes atbilstoši MK noteikumiem Nr. 527 "Kārtība, kādā veicama obligātā veselības pārbaude" (pieņemti 08.06.2004.). Ja noskaidrojas, ka pastāv risks cilvēku veselībai un drošībai, ko izraisa bioloģiskie aģenti, pret kuriem ir vakcīna ar pierādītu iedarbību, darba devēja obligāts pienākums ir vakcinēt visus nodarbinātos cilvēkus.

Vakcinācijas kārtība ir noteikta MK Noteikumos Nr. 330 "Vakcinācijas noteikumi" (26.09.2000.). Visbiežāk iesaka vakcinēties pret šādām slimībām:

- B hepatītu,
- ērču encefalītu,
- trakumsērgu,
- dzelteno drudzi.

8.10. NODARBINĀTO CILVĒKU INFORMĒŠANA, APMĀCĪŠANA, KONSULTĒŠANA UN LĪDZDALĪBA

Strādājošo apmācības un informēšanas galvenais mērķis ir novērst risku, kas var rasties, veicot darba pienākumus. Šo mērķu sasniegšanai ir jāietver:

- bioloģiskā riska cēloņu un veidu izskaidrojums;
- nodarbināto un viņu pārstāvju loma riska apzināšanā;
- informācija par iespējamiem veselības traucējumiem vai atklātajiem trūkumiem;
- informācija par likumiem, normatīvajiem dokumentiem darba aizsardzības jomā.

Darba devējs nodrošina strādājošo un viņu pārstāvju apmācību par bioloģiskiem aģentiem atbilstoši darba specifikai un informē par:

- iespējamiem draudiem veselībai;
- darba aizsardzības pasākumiem, lai nepieļautu bioloģiskā aģenta iedarbību;
- higiēnas prasībām;
- aizsardzības līdzekļu un aizsargapģērba lietošanu;
- nodarbināto rīcību negadījumu laikā, kā arī rīcību, lai negadījumus atvairītu [1, 7].

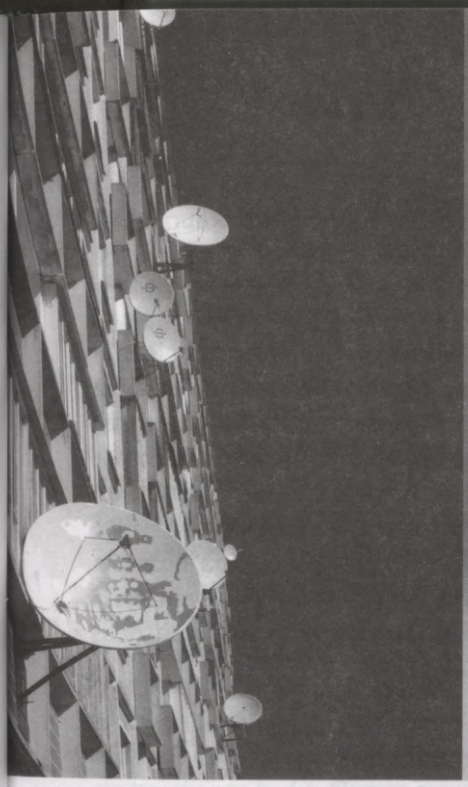
Informācijā, ko darba devējs sniedz nodarbinātajiem, kas strādā ar bioloģiskiem aģentiem, jābūt īpašam paskaidrojumam par veselības pārbaužu organizāciju, riska novērtēšanas rezultātiem un īstenotajiem pasākumiem trūkumu novēršanā.

Darba devējam jānodrošina nodarbināto mācības pirms darba uzsākšanas un katru reizi, kad nozīmīgi mainās darba vide vai darba organizācija.

LITERATŪRA

1. Ar bioloģisko aģentu iedarbību saistīto darba vides risku novērtēšanas un novēršanas vadlīnijas. – Rīga: LM, 2003.
2. *Eglīte M.* Putnkopju alerģiskās slimības. – Rīga: Zinātne, 1990. – 170. lpp.
3. *Eglīte M.* Darba medicīna. – Rīga, 2000.– 466.–490; 553.; 556.–564. lpp.
4. *Baķe M. Ā., Sprūdža D., Dundurs J. u.c.* Gaisa piesārņojuma veselības risks medicīnas darbiniekiem // AML/RSU Zinātniskie Raksti. – Rīga: RSU, 2000. – 24.–29. lpp.
5. Biological Pollutants in Your Home, IAQ Publications // *www.cpsc.gov* /cpscpub/ pubs/425.html
6. Darba higiēna. – Rīga: LR Labklājības ministrija, 2003. – 143.–155. lpp.
7. Darba apstākļi un veselība darbā. – Rīga: LR Labklājības ministrija, 2003. – 77.–79. lpp.
8. Encyclopedia of occupational health and safety. – Geneva: ILO, 1996.

9. Environmental health criteria for vegetable dusts: cotton, flax, soft hemp and sisal. – Geneva: WHO, 1998.
10. Environmental medicine (Editor L. Möller). – Stockholm: Fälth and Häslen, 2000. – Pp.73–76; 90–96; 248–272.
11. Ergonomika darbā. – Rīga: LR Labklājības ministrija, 2003. – 126.–127.lpp.
12. Fundamentals of industrial hygiene (Editors B. Plog, J. Niland, P. Quinlan). – Itasca, Illinois: National Safety Council, 1996. – Pp. 403–444.
13. Indoor air quality: Biological contaminants // World Health Organization report, WHO Regional Publications, European Seria Nr. 31.– Geneva: WHO, 1990.
14. Indoor air quality in office buildings: a technical guide / Editor J. McDonell.– Canada, 1995. – Pp. 45–54.
15. *Izrailietis Ļ., Trahtenbergs I.* Darba higiēna.– Rīga: Zvaigzne, 1978. – 231 lpp.
16. *Jussila J., Ruotsalainen M.* Nitric oxide production in human alveolar type epithelial cells induced by IFN or *Streptomyces anulatus*. – Helsinki: Nordtox/Nordems, 1998. – P. 203.
17. *Kļaviņš M., Roska A.* Toksiskās vielas vidē. – Rīga: LR VARAM, 1998. – 40.–45.lpp.
18. *Macher J.* Bioaerosols: Assessment and control. – Cincinnati, OH: ACGIH, 1999.
19. MK noteikumi Nr. 189 "Darba aizsardzības prasības, saskaroties ar bioloģiskajām vielām". – 21.05.2002.
20. Occupational respiratory diseases from vegetable dusts: Early detection and control: Document OCH. – Geneva: WHO, 1979.
21. *Oslands O., Behmane M., Jakobsena B. u.c.* Dzīves apstākļi Latvijā. – Rīga: LR Valsts Statistikas komiteja, 1996. – 352 lpp.
22. *www.apollo.lv/portal/articles/16051.*
23. *www.hepatits.lv*
24. *Гапочко К. Г., Мисников О. П, Раевский К. К.* Средства и методы изучения микробных аэрозолей. – Ленинград: Медицина, 1985.
25. *Баке М. Я., Лусе И. Ю., Спруджа Д. Р. и др.* Факторы риска здоровья медицинских работников // Мед. труда и пром. экол. – Москва: РАМН, 2002. – 3. – С. 28–33.
26. Санитарная микробиология и вирусология. – Москва, 1987.





9. nodaļa

VIDES FIZIKĀLAIS PIESĀRŅOJUMS

Jānis Dundurs

Visraksturīgākie vides fizikālie piesārņotāji ir troksnis, vibrācija, nejonizējošais elektromagnētisko lauku (EML) starojums un jonizējošais starojums. No tiem lielā mērā ir atkarīga cilvēku labsajūta, veselība un darbaspējas. Šiem vides faktoriem var būt dabiska izcelsme (piemēram, pērkons, putnu čivināšana, zemestrīces, Visuma elektromagnētiskie lauki, kosmiskie stari, radioaktīvas vielas), vai arī tie radušies cilvēka darbības rezultātā (piemēram, rūpniecība, diskotēkas, transportlīdzekļi, radiosakari, medicīniskas iekārtas, atomelektrostacijas).

Vides trokšņa piesārņojuma un jonizējošā starojuma ietekme uz cilvēku visumā ir izzināta un aizsardzības pasākumi izstrādāti pagājušajā gadsimtā, turpretī vibrācijas un nejonizējošā EML starojuma iedarbības mehānisms vēl nav pilnīgi noskaidrots un līdz ar to arī aizsardzības pasākumu kompleksa izstrādāšana, it īpaši sadzīvē, nav pabeigta.

9.1. TROKSNIS

No daudziem vides dabiskiem un antropogēniskiem faktoriem, kas ietekmē cilvēka veselību, visizplatītākais un visagresīvākais ir troksnis. Pagājušajā gadsimtā to pat uzskatīja par 20. gadsimta mēri. Eiropā apmēram 170 milj. iedzīvotāju dzīvo vietās, kur troksnis nopietni traucē viņu dzīvi. Paaugstināta trokšņa dēļ sabiedrība katru gadu zaudē 0,2–2% nacionālā kopprodukta. ASV ir apmēram 11 milj. pieaugušo un 3 milj. bērnu, kuru vājdzirdības cēlonis ir troksnis. Divās trešdaļās gadījumu pilnīga kurluma iestāšanās saistīta ar troksni darba vidē [20].

9.1.1. TROKŠŅA FIZIKĀLAIS UN FIZIOLOĢISKAIS RAKSTUROJUMS

Troksnis ir jebkura nepatīkama un nevēlama skaņa vai haotisks skaņu sakopojums, kas pārtrauc klusumu, traucē dzirdēt vajadzīgo informāciju, izraisa nelabvēlīgu iedarbību uz cilvēka organismu, pamazina darbaspējas. Kā fizikāla parādība skaņas ir elastīgas vides mehāniskas svārstības dzirdamo frekvenču diapazonā, bet kā fizioloģiska parādība skaņas ir sajūta, ko uztver dzirdes orgāns, iedarbojoties uz to skaņas viļņiem.

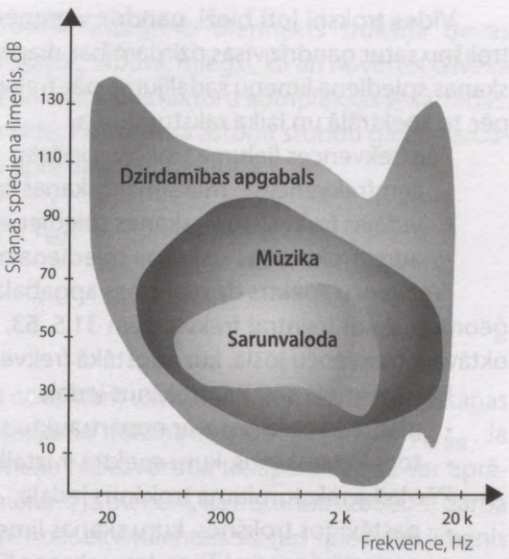
Skaņas viļņi rodas vienmēr, kad elastīgā vidē ir kāds svārstošs ķermenis, vai arī elastīgas vides (gāzveida, šķidras vai cietas) daļiņas svārstās kāda spēka ietekmē. Svārstību biežumu jeb frekvenci f mērī hercos (Hz). Ne visas svārstības dzirdes orgāns uztver kā fizioloģisku skaņas sajūtu. Cilvēka auss var uztvert tikai tās svārstības, kuru biežums ir no16 līdz 16 000 sekundē. Svārstības ar frekvenci līdz 16 Hz sauc par infraskaņu, bet ar frekvenci virs 16 000 Hz – par ultraskaņu. Salīdzināšanai – klavieru skaņu frekvenču diapazons ir no 27,5 Hz zemākai skaņai līdz 4186 Hz augstākai skaņai. Cilvēka auss nav vienādi jutīga pret visu frekvenču skaņām dzirdamības apgabalā. Visjutīgākais cilvēka dzirdes orgāns ir frekvenču diapazonā 2–5 kHz, bet vismazāk jutīgs – ļoti zemu un ļoti augstu frekvenču diapazonā (1. att.).

Skaņas var būt vienkāršas, kas sastāv no vienas sinusoidālas svārstības, un saliktas, kurām raksturīgas dažādu frekvenču svārstības. Skaņas viļņus, kas pārvietojas gaisā, sauc par gaisa vides skaņu. Vides apgabalu, kurā pārvietojas skaņas viļņi, sauc par skaņas lauku. Skaņas viļņa garums ir attālums, ko mēra skaņas viļņa izplatīšanās virzienā, starp diviem tuvākiem skaņas

lauka punktiem, kuros vides daļiņu svārstību fāze ir vienāda. Skaņas izplatības ātrums *c* izotropā vidē ir viļņu garuma λ un frekvences f reizinājums:

$$c = \lambda \cdot f$$

Gaisa vidē skaņas ātrums 20 °C temperatūrā ir 344 m/s (1238 km/st.). Skaņas viļņiem pārvietojoties, izplatās skaņas enerģija. Skaņas enerģijas plūsmas jaudas blīvums I mainās ļoti plašās robežās – no 10 W/m^2 līdz 10^{-13} W/m^2.



1. attēls. Skaņu dzirdamība atkarībā no frekvences

Vides fizikālā stāvokļa pārmaiņa skaņas laukā tiek raksturota ar skaņas spiedienu. Skaņas spiediens *p* ir starpības vidēji kvadrātiskais lielums starp spiedieniem skaņas un bezskaņas laukā. Skaņas spiedienu, kas mainās laikā no 0 līdz maksimālai vērtībai (amplitūda), izsaka nevis kā momentānu vērtību, bet gan kā vidēju kvadrātisku vērtību svārstības laikā (periodā). Skaņas spiediena mērvienība ir N/m^2 jeb Pa (paskāls). Tāpat kā skaņas enerģija, arī skaņas spiediena lielums mainās ļoti plašā diapazonā – no 2×10^2 līdz 2×10^{-5} Pa, t.i., desmit milj. reižu. Trokšņa raksturošanai izmantot šādus stipri atšķirīgus absolūtos lielumus nav ērti. Cilvēka dzirdes orgāns spēj atšķirt skaņas spiediena absolūto vērtību maiņu reižu skaitu, nevis to starpību. Tāpēc troksni raksturo nevis ar absolūtu lielumu, t.i., skaņas spiedienu, bet gan ar skaņas spiediena līmeni *L*, t.i., ar noteikta skaņas spiediena *p* attiecību pret dzirdamības sliekšņa skaņas spiedienu $p_0 = 2 \times 10^{-5}$ Pa, ko mērī dB (decibelos) un aprēķina pēc formulas:

$$L = 20 \lg \frac{p}{p_0}$$

Skaņas spiediena līmeņa novērtēšanai izmanto decibelu skalu (no 0 līdz 140 dB). Skaņas spiediena līmeņi dažādās vietās un dažādiem trokšņa avotiem parādīti 1.–4. tabulā [4, 5].

1. tabula. Trokšņa avotu skaņas spiediena līmeņi

Objekts vai avots	Skaņas spiediena līmenis, dB
Dzirdamības slieksnis	0
Guļamistaba	25
Sarunvaloda	60
Centrālā iela	85–90
Popmūzika	110
Reaktīvās lidmašīnas dzinējs (50 m attālumā)	125

Vides troksni ļoti bieži, gandrīz vienmēr, pilnībā raksturot ir sarežģīti [15]. Lielākā daļa trokšņu satur gandrīz visas dzirdamības diapazona frekvenču skaņas, taču atšķiras pēc dažādu skaņas spiediena līmeņu sadalījuma pēc frekvencēm un to pārmaiņām laikā. Trokšņus klasificē pēc to spektrālā un laika raksturojuma.

Pēc frekvences lieluma trokšņus iedala:

- zemfrekvences – maksimālu skaņas spiedienu frekvenču joslā zem 300 Hz;
- vidējas frekvences – skaņas spiediena maksimumu frekvenču joslā no 300 līdz 800 Hz;
- augstfrekvences – skaņas spiediena maksimumu frekvenču joslā virs 800 Hz.

Frekvenču spektrs dzirdamības apgabalā ir sadalīts deviņās joslās jeb oktāvās ar vidējām ģeometriskām (centra) frekvencēm 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz. Tātad oktāva ir frekvenču josla, kur augstākā frekvence ir divreiz lielāka par zemāko.

Pēc spektrālā sastāva trokšņus iedala:

- platjoslu trokšņos – ar nepārtrauktu spektru, kura platums ir lielāks par vienu oktāvu;
- tonālos trokšņos, kuru spektrā ir izteikti dzirdami atsevišķi toņi.

Pēc laika raksturojuma trokšņus iedala:

- pastāvīgos trokšņos, kuru skaņas līmenis laikā neizmainās vairāk par 5 dB;
- nepastāvīgos trokšņos, kuru skaņas līmenis laikā mainās vairāk par 5 dB.

Piemēram, pastāvīgu troksni rada nepārtraukti darbojošās sūknēšanas, kompresoru un ventilācijas iekārtas.

Nepastāvīgs troksnis var būt:

- mainīgs, kad skaņas līmenis nepārtraukti mainās;
- pārtraukts, kad skaņas līmenis strauji krīt līdz fona līmenim, turklāt intervāli, kuru laikā skaņas līmenis ir pastāvīgs un pārsniedz fona līmeni, ir lielāki par vienu sekundi;
- impulsveidīgs, kas sastāv no viena vai vairākiem spēcīgiem skaņu signāliem, kuru ilgums ir mazāks par 1 sekundi.

Nepastāvīgam troksnim atbilst transporta kustības troksnis, pārtrauktam troksnim – periodiski strādājošu agregātu (saldētavu, liftu) troksnis. Impulsveidīgie trokšņi ir pneimatiskā āmura, presēšanas iekārtu radītie trokšņi, durvju aizciršana u.tml.

Lai novērtētu troksni, ņem vērā cilvēka dzirdes orgāna īpatnības, uztverot dažādu frekvenču skaņas. Trokšņus mērī, izsvarojot skaņas pēc frekvencēm dažādās skalās (A – izsvarošana pie salīdzinoši zemiem skaņas spiediena līmeņiem, B – izsvarošana pie vidējiem, C – izsvarošana pie augstiem skaņas spiediena līmeņiem atbilstoši cilvēka auss jutībai). Piemēram, frekvenču A izsvarošanas pamatā ir skaņas spiediena līmenis 40 dB pie 1 kHz. Novērtēšanas metodes ir atkarīgas no trokšņa rakstura. Pastāvīgu troksni vērtē ar skaņas spiediena līmeni decibelos frekvenču oktāvu joslās. Nepastāvīga trokšņa vērtēšanai, kā arī pastāvīga trokšņa orientējošai vērtēšanai izmanto t.s. skaņas līmeni – kopējo skaņas spiediena A izsvaroto līmeni L_{pA}. Bez tam nepastāvīgu troksni novērtē arī ar maksimālo A izsvaroto skaņas spiediena līmeni L_{Amax}, kas atbilst skaņas līmenim, kas ir pārsniedzis 1% mērīšanas laika intervāla.

Visbiežāk nepastāvīgus trokšņus novērtē ar ekvivalentiem skaņas līmeņiem, ko iegūst, ja skaņas spiediena līmeņus integrē laikā. Pēc enerģijas ekvivalentais nepārtrauktais skaņas spiediena līmenis $L_{Aekv.}$ nepastāvīgam troksnim ir pastāvīga platjoslas neimpulsīva trokšņa skaņas līmenis, kuram ir tāds pats vidēji kvadrātiskais skaņas spiediens, kāds ir konkrētajam nepastāvīgajam troksnim noteiktā laika periodā. Ar ekvivalento līmeni ir saistīta trokšņa deva D, kuras novērtēšanā ņem vērā arī trokšņa ekspozīcijas laiku T, t.i., iespējamo kumulatīvo iedarbību ilgstošā laika periodā. Trokšņa deva uzrāda enerģijas daudzumu, kas pārnests uz cilvēka organismu, un tādējādi tas var būt trokšņa iedarbību raksturojošs lielums.

Šāda pieeja trokšņa novērtēšanā ļauj noteikt integrēto diennakts trokšņa devas raksturojumu, ņemot vērā visas cilvēka darbības (darbs, atpūta, miegs), kā arī novērtēt cilvēka veselības stāvokļa atkarību no summārā trokšņa un citu vides faktoru kompleksās iedarbības.

Parasti trokšņa devu nosaka un vērtē darba vidē. Pieļaujamā astoņu stundu garas darbadienas trokšņa deva $D_{8st.}$ ir konstants lielums, ko aprēķina pēc formulas:

$$D_{8st} = p_{8st.}^2 \cdot T_{8st.},$$

kur

$p_{8st.}$ – skaņas spiediens darba laikā (Pa);

$T_{8st.}$ – darba dienas ilgums (s).

Pieļaujamā darba dienas trokšņa deva atbilst noteiktam ekvivalentam A izsvarotam skaņas spiediena līmenim, ko sauc par darba dienas pieļaujamo trokšņa ekspozīcijas līmeni $L_{Ex\ 8st}$. Ja darba dienas pieļaujamā trokšņa ekspozīcijas līmeņa robežvērtība tiek pārsniegta, var aprēķināt atļauto trokšņa ekspozīcijas ilgumu $T_{atļ.}$ Piemēram, ja pieņem, ka 8 stundu (28800 s) darba dienai $L_{Ex8st} = 87$ dB(A) (atbilst p = 0,447 Pa) un izmērītais ekvivalentais skaņas spiediena līmenis $L_{Aekv.} = 96$ dB(A) (atbilst p = 1,262 Pa), tad

$$T_{atļ.} = \frac{0{,}447^2 \cdot 28800}{1{,}262^2} = 3613\ \text{s} \approx 1\ \text{stunda}$$

9.1.2. TROKŠŅA AVOTI

Vides trokšņi var būt iekšēji un ārēji. Iekšējie trokšņa avoti ir inženieriekārtas, tehnoloģiskās un sanitārtehniskās iekārtas, kā arī citi trokšņa avoti, kas saistīti ar sadzīvi. Pie iekšējiem trokšņa avotiem darba vidē pieskaitāmi visi trokšņa avoti, kas raksturīgi ražošanai (virpošanas darbgaldi, atskaldāmie āmuri, urbjmašīnas, transportieri, sūkņi, centrifūgas, pneimatiskie instrumenti, traktori, konveijeri, kompresori). Ārējie trokšņa avoti ir transports, rūpniecības un enerģētiskie uzņēmumi, kā arī dažādi trokšņa avoti, kas saistīti ar sadzīvi (stadioni, sporta laukumi, estrādes).

Trokšņa līmenis dzīvokļos ir atkarīgs no mājas izvietojuma attiecībā pret pilsētas trokšņu avotiem, telpu iekšējā plānojuma, ēkas konstrukcijas, skaņas izolācijas, ēkās esošajām publiskajām iestādēm. Troksnis, kas radies staigājot, dejojot, pārvietojot mēbeles u.tml., tiek pārnests uz mājas būvkonstrukcijām un izplatās pa ēku kā struktūrtroksnis. Tam par cēloni ir būvkonstrukciju labā skaņas vadītspēja. Ja sanitārtehniskās iekārtas ir ierīkotas bez atbilstošas skaņas un vibroizolācijas iekārtas pagrabtelpās, mājas pamatā rodas skaņu frekvenču svārstības, kas izplatās pa ēku sienām, radot dzīvokļos troksni. Daudzstāvu ēkās liftu iekārtu radītais troksnis izplatās ne tikai pa gaisu šahtās un kāpņu telpās, bet galvenokārt pa ēkas konstrukcijām. Inženieriekārtas un sanitārtehniskas iekārtas (lifti, ūdenssūkņi, atkritumvadi, ventilācija) dzīvokļos var radīt troksni līdz pat 45–60 dB. Dažādu sadzīves trokšņu skaņas līmeņi doti 2. tabulā.

Visizplatītākais no ārējiem trokšņa avotiem ir transports: 60% visu sūdzību, kas tiek saņemtas, ir par pilsētas trokšņiem.

Pēc spektrālā raksturojuma transporta troksnis atbilst zemas un vidējas frekvences troksnim un var izplatīties samērā lielā attālumā no tā avota. Transporta trokšņa līmeni nosaka transportplūsmas intensitāte, ātrums un sastāva raksturs. Trokšņa raksturojums transportplūsmām dažādas kategorijas ielās un ceļos ir dažāds, tas mainās 73–83 dB diapazonā.

2. tabula. Dažādu trokšņu avotu skaņas līmeņi dzīvokļos

Trokšņa avots	Skaņas līmenis, dB
Putekļsūcējs	75
Veļas mazgājamā mašīna	68
Ledusskapis	42
Klavierspēle	80
Bērnu raudas	78

Liela ietekme uz pilsētas trokšņa režīmu ir dzelzceļam. Trokšņa avoti ir ne tikai paši dzelzceļa pievadi, bet arī dzelzceļa pieturas, stacijas, iekraušanas un izkraušanas operācijas, depo u.tml. Skaņas līmenis blakus esošajās teritorijās var sasniegt 85 dB. Trokšņa režīmu lielā mērā nosaka arī lidlauku tuvums. Aviācijas troksnis rada nelabvēlīgu iedarbību uz iedzīvotāju pašsajūtu pat 10–20 km attālumā no lidlauka. Ļoti bieži liels arēja trokšņa avots var būt rūpniecības uzņēmums. Ārējā trokšņa orientējošie līmeņi dažiem rūpniecības uzņēmumiem atspoguļoti 3. tabulā.

3. tabula. Rūpniecības uzņēmumu radītie trokšņa līmeņi

Trokšņa avots	Skaņas līmenis, dB
Mašīnbūves uzņēmumi	līdz 80
Metalurģijas cehi	90–100
Aušanas cehi	līdz 90
Kompresorstacijas	90–100

Dzīvojamos masīvos ļoti izplatīti ir iekškvartālu trokšņu avoti. Šo avotu trokšņu raksturojums dots 4. tabulā.

4. tabula. Iekškvartālu trokšņu avotu raksturojums

Trokšņa avots	Skaņas līmenis, dB
Atkritumu izvešanas automašīna	71
Preču izkraušana un iekraušana	70
Bērnu rotaļas	74
Sporta spēles	58–76

9.1.3. TROKŠŅA IETEKME UZ CILVĒKA VESELĪBU

Cilvēks dzīvo visdažādāko trokšņu un skaņu pasaulē. Daļa no tiem ir nepieciešami un derīgi signāli, kas ļauj sazināties, pareizi orientēties apkārtējā vidē, piedalīties darba procesā. Turpretī citi traucē, uztrauc, kaitina un pat nodara ļaunumu veselībai. Cilvēka atbildes reakcija uz troksni ir atkarīga no daudziem kairinošiem un kavējošiem procesiem centrālajā nervu sistēmā (CNS). Milzīgais galvas smadzeņu garozā nonākušais skaņas signālu daudzums izraisa nemieru, bailes, priekšlaicīgu nogurumu, kas savukārt nelabvēlīgi iedarbojas uz veselības stāvokli. Troksnis var nebūt etioloģiski saistīts ar kādu noteiktu veselības traucējumu, bet tas var palielināt uzņēmību pret slimību vispār, izraisot organismā dažādas fizioloģiskas, somatiskas un psiholoģiskas pārmaiņas. Trokšņa iedarbība kaitē ne tikai dzirdei, tā ietekmē organismu kopumā [9, 18]. Trokšņa iedarbība uz cilvēku izpaužas plašā diapazonā: no subjektīvas uzbudinātības līdz objektīvām, patoloģiskām pārmaiņām dzirdes orgānā, CNS, asinsrites, endokrīnā, gremošanas sistēmā un citur. Troksnis iedarbojas uz visiem cilvēka orgāniem un sistēmām.

Dzirdamās, akustiskās enerģijas kaitīgā iedarbība izpaužas kā

- sarunvalodas uztveršanas traucējumi;
- uzbudināmība, nemiers, bezmiegs, uzmanības novēršana;
- izmaiņas fizioloģiskajās reakcijās, kas raksturīgas cilvēkam, reaģējot uz stresa signāliem, un nav specifiskas trokšņa iedarbībai;
- ietekme uz psihisko un somatisko veselību;
- ietekme uz darba spējām;
- pastāvīgs vai pārejošs dzirdes zudums.

Cilvēki troksni pirmām kārtām uztver tīri subjektīvi. Nozīmīga loma ir katra indivīda attieksmei pret trokšņa avotu, kā arī tajā iekļauto informāciju. Trokšņa subjektīvā uztvere ir atkarīga no trokšņa fizikālās struktūras un cilvēka psihofizioloģiskām īpatnībām. Trokšņa līmenis un laika faktors ir noteicošie iedzīvotāju sūdzībās. Francijā kādā aptaujā iedzīvotāji kā otru nelabvēlīgāko vides faktoru aiz gaisa piesārņojuma minēja troksni. Trešdaļa aptaujāto par galveno trokšņa avotu nosauca transportu, bet ceturtdaļa aptaujāto – ēku iekšējos trokšņa avotus (komunikācijas, kaimiņi) [1].

Iedzīvotāju attieksme pret troksni nav viennozīmīga. Ļoti jutīgi ir 30% cilvēku, 60% cilvēku ir normāla jutība, bet nejutīgi pret troksni ir 10% cilvēku. Cilvēki, kas ir vairāk jutīgi pret troksni, spēj labāk atšķirt dažādus trokšņus, aktīvāk reaģē uz tiem un lēnāk adaptējas trokšņainā vidē. Neapmierinātība ar troksni kā traucējošu un veselību pasliktinošu faktoru iedzīvotāju vidū ir plaši izplatīta [7, 16, 17]. Uzskata, ka līdz pat 60% iedzīvotāju sūdzas par pārmērīgu troksni viņu dzīvesvietā [14].

Troksnis ir viens no visspēcīgākajiem uzbudinātājiem nakts laikā. Trokšņa ietekmē cilvēks ar grūtībām aizmieg, bieži pamostas, miegs kļūst virspusējs, pārtraukts, pēc pamošanās cilvēks nejūtas atpūties. Ja skaņas līmenis ir 40 dB(A), miegs ir ļoti sekls, bet pie 50 dB(A) aizmigšanas periods pagarinās par vienu stundu, dziļā miega laiks (mierīga miega ilguma attiecība pret kopējo miega ilgumu) samazinās par 30%. Klusos dzīvojamos rajonos, kur troksnis nepārsniedz 30–35 dB(A), cilvēks iemieg 20 minūšu laikā, turklāt miegs ir dziļš (82%). Spāņu zinātnieki ir konstatējuši, ka apkārtnes troksnis traucē iemigt 40% iedzīvotāju, 49% iedzīvotāju ir miega traucējumi naktī, turklāt 24% par iemeslu min transportu [10]. Franču zinātnieki uzskata, ka troksnis arī studentu vidū ir viens no miega traucējumus veicinošiem faktoriem [13].

Troksnis pa dzirdes analizatora ceļiem nonāk galvas smadzenēs un iedarbojas uz dažādiem to centriem, pārmainot augstākās nervu darbības procesu normālās savstarpējās

sakarības. Pārmainās arī reflektoriskās reakcijas, rodas patoloģiski fāžu stāvokļi. Stiprs troksnis, vairāk nekā 120 dB(A), ir kaitīgs smadzeņu šūnām. Trokšņa radītie CNS traucējumi pamazina uzmanību un darbaspējas, it īpaši garīgās. Ja trokšņa līmenis ir lielāks par 60 dB(A), samazinās informācijas pārneses ātrums, īslaicīgās atmiņas apjoms un garīgo darbaspēju kvalitatīvie un kvantitatīvie rādītāji, kvalitatīvi pārmainās reakcija uz dažādām dzīves situācijām. Troksnis var izraisīt paaugstinātu uzbudinātību, galvassāpes, bezmiegu, atmiņas pavājināšanos, uzmanības samazināšanos. Troksnis negatīvi ietekmē bērnu kognitīvo attīstību – pavājina lasāmvielas saprašanu un pasliktina atmiņu, kā arī var veicināt pastāvīgi paaugstināta asinsspiediena attīstību. Ja trokšņa ekspozīcija ir īslaicīga, tad kognitīvās attīstības traucējumi ir atgriezeniski [6, 18].

Starp stresu un troksni pastāv noteikta saistība. Cilvēkam, kas apzinās trokšņa ietekmi un līdz ar to producē negatīvas subjektīvās izjūtas, pat zems trokšņa līmenis var radīt vispārēju ietekmi un izraisīt vieglu stresu [17]. Psiholoģisko un fizioloģisko pakļaušanos akustiskajam stresam ietekmē miega raksturs, fiziskās aktivitātes līmenis, stresa situāciju skaits dienas laikā, nervu un fiziskā pārpūle, kā arī smēķēšana un alkohols. Stress izjauc bioloģiskā pulksteņa ritmu, veicina kuņģa un zarnu čūlu, infarkta, ļaundabīgu audzēju un citu slimību rašanos.

Normālas, beztrokšņa atpūtas trūkuma dēļ dabiskais nogurums pēc darba dienas neizzūd, bet pakāpeniski pāriet hroniskā, kas var veicināt, piemēram, hipertoniskās slimības vai CNS traucējumu rašanos. Troksnis izraisa negatīvas pārmaiņas asinsrites sistēmā, kas izpaužas kā sāpes sirds apvidū, pulsa pārmaiņas, kapilāru spazmas, kā arī hipotonija vai hipertonija atkarībā no dažādu cilvēku individuālā jutīguma. Pulss var būt paātrināts vai palēnināts, arteriālais spiediens – paaugstināts vai pazemināts, pārmainās elektrokardiogramma. Ilgstošs, nepastāvīgs, pārtraukts troksnis ar izteiktu tonalitāti ir daudz nelabvēlīgāks cilvēka veselībai nekā īslaicīgs, nepārtraukts troksnis ar vienādu intensitātes līmeni visā frekvenču spektrā. Iedzīvotājiem, kuri uzskata vidējas intensitātes troksni par traucējošu un kaitinošu, subjektīvās izjūtas ir saistītas ar asinsspiediena paaugstināšanos [11, 12]. Literatūrā ir norādes, ka 55 pētījumos apmēram 80% gadījumu konstatēta likumsakarība starp troksni un asinspiedienu [3]. Pastāv arī sakarības starp trokšņa līmeni un CNS, asinsrites sistēmas slimībām, dzīves ilgumu trokšņainos pilsētu apstākļos. Iedzīvotājiem, kas desmit gadu dzīvojuši rajonā, kur pastāvīgais trokšņa līmenis bijis vismaz 70 dB(A), novēro strauju slimību skaita pieaugumu.

Pastāvīga trokšņa iedarbība izraisa kuņģa sekretoriskās un motoriskās funkcijas traucējumus, kas var būt par gastrīta un čūlas slimības cēloni. Tumšas un skaļas telpas, kuru sienas nav pietiekami izolētas pret ārējo troksni, ir palielināts riska faktors imunitātes pavājināšanai [8].

Mūsdienu pilsētu apstākļos cilvēka dzirdes analizatora darbība saistīta ar lielu sasprindzinājumu, jo transporta un sadzīves trokšņu fons maskē vajadzīgos skaņas signālus. Tieši tādēļ nepieciešams noteikt dzirdes orgāna piemērošanās spējas, no vienas puses, un trokšņa nekaitīgos līmeņus, t.i., līmeņus, kuru iedarbība nerada dzirdes funkcijas traucējumus, no otras puses.

Atbilstošas intensitātes un frekvences skaņas viļņi ir dzirdes orgāna specifiskie ierosinātāji. Trokšņa kaitīgā iedarbība sākumā izpaužas kā stabila dzirdes pavājināšanās pret skaņām ar noteiktu frekvenci, dažkārt tā var progresēt līdz kurlumam. Dzirdes pazemināšanās ir pārejoša, ja trokšņa līmenis nav augsts un tā iedarbība ir īslaicīga.

Transporta troksnis būtiski ietekmē dzirdes aparāta funkcionālo stāvokli. Eksperimentos noskaidrots, ka divu stundu ilga zemas frekvences vai transporta trokšņu ekspozīcija pat pie neliela skaņas līmeņa (65 dB(A)) izraisa dzirdes pavājināšanos vairāk par 10 dB(A). Ja trokšņa līmenis ir 80 dB(A), dzirdes orgāna jutība zemo, vidējo un augsto frekvenču joslā samazinās par 17–25 dB(A). Skaņu, kas ir stiprāka par 140 dB(A), cilvēka auss sajūt kā sāpes, turklāt augstāko frekvenču skaņas izraisa lielākus dzirdes bojājumus.

Ilglaicīga augstas intensitātes skaņas iedarbība var izraisīt neatgriezenisku dzirdes pavājināšanos, kuru parasti raksturo ar dzirdamības sliekšņa pastāvīgas novirzes lielumu. Neatgriezenisku dzirdes pavājināšanos izraisa trokšņa līmenis, sākot no 75 dB(A), ja ekspozīcijas laiks ir ļoti ilgs. Trokšņa intensitātei palielinoties, neatgriezeniska vājdzirdība iestājas pēc īsāka ekspozīcijas laika [19].

9.1.4. AIZSARDZĪBA PRET TROKSNI

Cilvēka paša spēja kontrolēt trokšņa iedarbību ir viens no svarīgākajiem nelabvēlīgo seku novēršanas veidiem. Spējai kontrolēt troksni ir tieša saistība ar sūdzību samazināšanos par traucējumiem un veselības stāvokļa pasliktināšanos. Kādā pētījumā, kad trokšņa līmenis bija 65–70 dB, 90% respondentu izjuta trokšņa traucējošo ietekmi un saistīja to ar trokšņa nelabvēlīgo iedarbību uz veselību. Turpretī tie respondenti, kas spēja troksni kontrolēt, minimāli saistīja to ar veselības traucējumiem, un tikai 3–10% izteica neapmierinātību par troksni [2].

Prettrokšņa pasākumu pamatā ir valstisku reglamentējošu dokumentu (likumdošanas aktu, standartu, tehnisko normatīvu, noteikumu u.c.) izstrādāšana, kā arī sabiedrības izglītošana šajā jomā. Lai novērstu nelabvēlīgo trokšņa ietekmi uz cilvēka veselību, izšķiroša nozīme ir skaņas pieļaujamo līmeņu higiēniskajiem normatīviem, kas ir pamatā dažādu pasākumu izstrādāšanai prettrokšņu aizsardzība. Higiēniskās normēšanas mērķis ir novērst funkcionālas pārmaiņas un slimības, pārmērīgu noguruma rašanos un darbaspēju samazināšanos īslaicīgas vai ilgstošas trokšņa ekspozīcijas vidē. Trokšņa reglamentācijas galvenais princips, veicot plašus pētījumus laboratorijās un dabiskos apstākļos ar dažādām (pēc dzimuma, vecuma, profesijas) iedzīvotāju grupām, ir normu medicīnisks pamatojums, bet nevis tehniskie un ekonomiskie aspekti. Pieļaujamais trokšņa līmenis ir tāds, kas neizraisa nelabvēlīgas pārmaiņas fizioloģiskajās reakcijās un nepasliktina pašsajūtu visjutīgākajiem cilvēkiem. Pastāvīga trokšņa normējamie parametri ir skaņas spiediena līmeņi deviņās oktāvu joslās un kopējie A izsvarotie skaņas spiediena līmeņi. Nepastāvīga trokšņa normējamie parametri ir ekvivalentie A izsvarotie skaņas spiediena līmeņi un maksimālie A izsvarotie skaņas spiediena līmeņi.

Starptautiskajā praksē ieviests vērtējuma līmenis L_r (angļu valodā *rating level*), kura pamatā ir A izsvarotais ekvivalentais nepārtrauktais skaņas spiediena līmenis $L_{Aekv.}$:

$$L_r = L_{Aekv.} + K_i + K_t + K_T + K_s$$

kur

K_i – trokšņa impulsivitātes labojums;

K_t – trokšņa tonalitātes labojums;

K_T – trokšņa diennakts laika labojums;

K_s – akustiskās situācijas labojums.

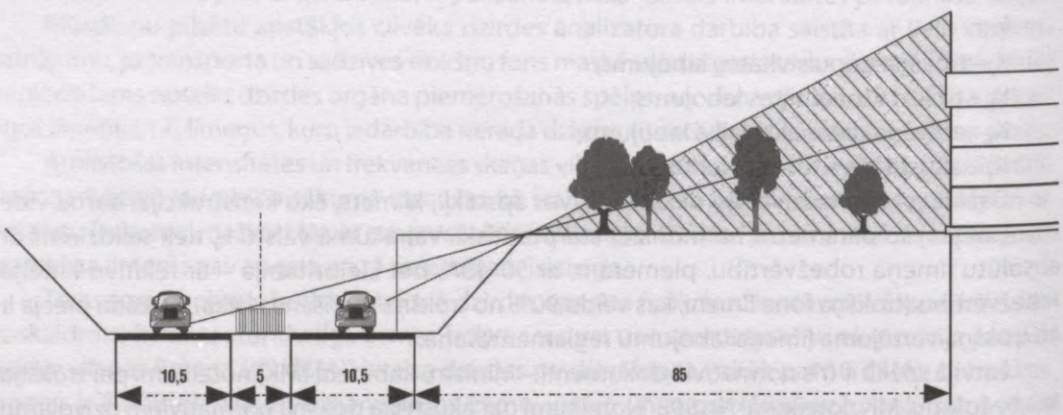
Dažādu valstu iedzīvotāju dažādie dzīves apstākļi, klimats, ēku konstrukcija, darba vide u.tml. neļauj šo parametru harmonizēt starptautiski. Vairākumā valstu L_r tiek salīdzināts ar absolūtu līmeņa robežvērtību, piemēram, ar 50 dBA, bet Lielbritānijā – ar relatīvu līmeņa robežvērtību (trokšņa fona līmeni, kas veido 90% no trokšņa mērīšanas laika). Dažāda pieeja ir arī trokšņa vērtējuma līmeņa labojumu reglamentēšanā.

Latvijā spēkā ir trīs normatīvie dokumenti – Ministru kabineta (MK) noteikumi par trokšņa ierobežošanu. MK noteikumi Nr. 598 "Noteikumi par akustiskā trokšņa normatīviem dzīvojamo un publisko ēku telpās" (pieņemti 13.07.2004., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 20.07.2004.) nosaka akustiskā trokšņa pieļaujamos normatīvus dienā, vakarā un naktī, lai nodrošinātu cilvēku

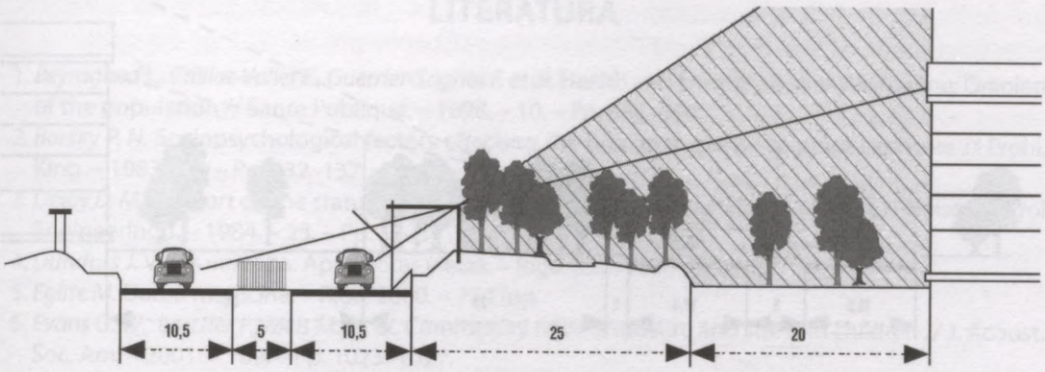
aizsardzību pret trokšņa nelabvēlīgo iedarbību telpās. MK noteikumi Nr. 66 "Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret darba vides trokšņa radīto risku" (pieņemti 04.02.2003. publicēti *Latvijas Vēstnesī* 07.02.2003.). attiecas uz darba vidi un nosaka ekspozīcijas līmeņa robežvērtību $L_{Ex,8st.}$, zemākās un augstākās trokšņa ekspozīcijas darbības vērtības un attiecīgos t.s. pīķa skaņas spiedienus $p_{pīķa}$, kā arī pieļaujamos trokšņa ekspozīcijas ilgumus $T_{pieļ.}$. Trešā dokumenta – MK noteikumi Nr. 597 "Vides trokšņa novērtēšanas kārtība" (pieņemti 13.07.2004., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 20.07.2004.) – mērķis ir novērst vai samazināt vides trokšņa radītās kaitīgās sekas un diskomfortu, kā arī nodrošināt rīcības plānu izstrādi trokšņa samazināšanai.

Cīņai ar troksni nepieciešama skaņas un vibroizolācijas uzlabošana, transporta kustības racionāla organizācija, uzlabotas konstrukcijas dzīvojamo māju būvniecība, modernu trokšņa mērīšanas laboratoriju izveidošana utt. Prettrokšņa pasākumus iedala aizsardzības pasākumos no trokšņa ārējiem un no iekšējiem avotiem. Aizsardzība no trokšņa ārējiem avotiem ietver trokšņa avotu reglamentēšanu un to izvietošanas nosacījumus apdzīvotās vietās, teritoriālu pārtraukumu nodrošināšanu starp dzīvojamo zonu un trokšņu avotiem, ekranizējošu iekārtu un trokšņa aizsargājošo zaļo zonu ierīkošanu, ceļu seguma uzlabošanu, dzīvojamo un sabiedrisko ēku aizsardzības konstruktīvo pasākumu izstrādāšanu. Liela nozīme ir transporta plūsmu regulēšanai apdzīvotās vietās. Dažādas nozīmes ielu un ceļu racionāla sadalīšana ļauj samazināt trokšņa intensitāti dzīvojamo masīvu teritorijās un ēkās. Šā mērķa sasniegšanai ierīko transporta vienvirziena kustību, ierobežo smagā transporta kustību naktī, izveido apvedceļus tranzīttransporta plūsmām. Teritoriālie pārtraukumi dod iespēju samazināt trokšņa līmeni dzīvojamos mikrorajonos. Starp rūpniecības objektiem un dzīvojamām mājām nodrošina sanitārās aizsardzības zonas 50 m līdz pat 3000 m platumā atkarībā no trokšņa avota. Dzīvojamos masīvus izvieto vismaz 100 m attālumā no dzelzceļa, jūras un upju ostām, bet no ātrgaitas maģistrālēm – vismaz 50 m attālumā. Atkarībā no lidostu kategorijas, skrejceļu virziena un lidojumu trasēm attālums no apdzīvotas teritorijas līdz lidostu robežām var būt robežās no 1 km līdz 30 km. Sporta laukumam līdz dzīvojamās mājas jābūt vismaz 25 m attālumā.

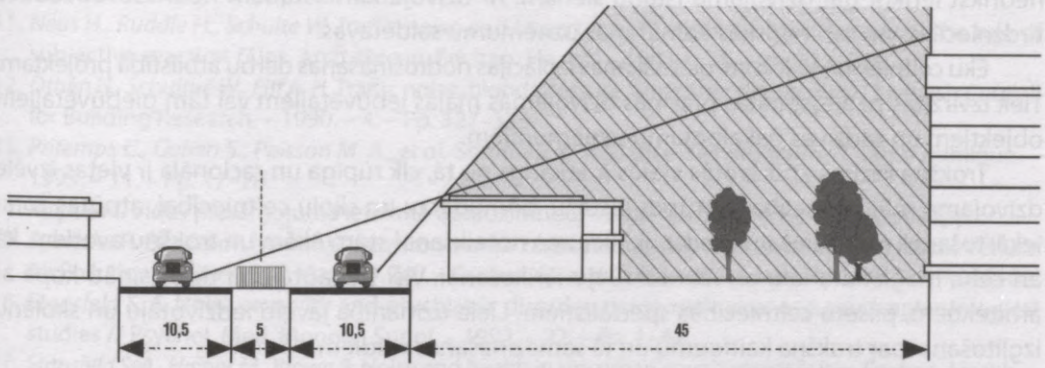
Pret ārējiem trokšņu avotiem efektīvi ir dažāda veida šķēršļi – ekrāni skaņu viļņu izplatīšanās ceļā. Tie var būt dabiski, taču arvien biežāk tiek lietoti mākslīgie ekrāni. Šādas funkcijas var veikt ceļu padziļinājumu sānu nogāzes (2. att.), transporta maģistrāļu un rūpniecisko teritoriju nožogojumi (3. att.), dažādas nozīmes būves (4. att.).



2. attēls. Transporta trokšņa ekranizēšana ar ceļa padziļinājuma sānu nogāzēm



3. attēls. Transporta trokšņa ekranizēšana ar ceļu nožogojumiem



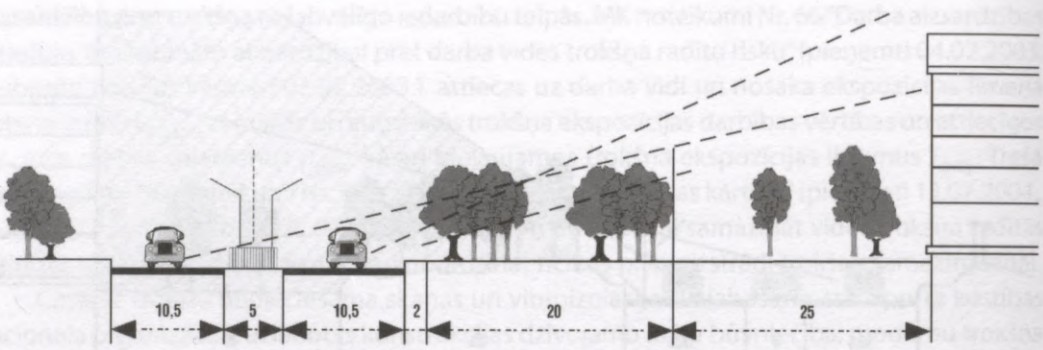
4. attēls. Transporta trokšņa ekranizēšana ar dažādas nozīmes celtnēm

Visos gadījumos dzīvojamo mikrorajonu aizsardzība tiek efektīvi nodrošināta, ja ekranizēšanas leņķis, kas ierobežo skaņas viļņu izplatību, pārklāj aizsargājamās ēkas. Daudzos gadījumos ekrāna funkcijas veic dzīvojamās mājas, tādēļ īpaša uzmanība jāpievērš to plānošanai un konstruktīvām īpatnībām. Šajās mājās guļamistabas, pēc iespējas arī citas dzīvojamās telpas nedrīkst orientēt trokšņa avotu virzienā.

Trokšņa intensitātes mazināšanu mikrorajonu teritorijās un dzīvojamās mājās veicina racionāla zaļās zonas ierīkošana. Šajā ziņā visefektīvākie ir kombinētie koku un krūmu stādījumi, kas veido ekranizējošo barjeru lapotnes augstumā (5. att.).

Divu vai trīs rindu stādījumi nodrošina trokšņa samazināšanos par 15–20 dBA, pie tam visnozīmīgākā trokšņa samazināšanās notiek stādījumu pirmajos desmit metros. Ieteicamais stādījumu blīvums ir ne mazāks par 80–90%. Zināmu trokšņu samazināšanos var panākt, izmantojot ēku vertikālo apzaļošanu.

Iekšējo trokšņu samazināšanu dzīvojamās mājās var panākt ar konstruktīviem risinājumiem, vienlaikus izvēršot plašu aģitāciju par elektroakustikas un citu trokšņus radošu ierīču saprātīgu lietošanu. Liftu un atkritumu šahtas nedrīkst būt blakus dzīvojamo telpu sienām. Ieteicams vannas istabas, virtuves un tualetes apvienot atsevišķos blokos, tādējādi novēršot to



5. attēls. Prettrokšņa ekrāns no kombinētām koku un krūmu stādījumu joslām

robežošanos ar kaimiņdzīvokļu dzīvojamām telpām. Ūdensvada un kanalizācijas caurules nedrīkst ierīkot gar dzīvojamo istabu sienām. Ar dzīvojamām istabām nedrīkst robežoties tirdzniecības un sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumu saldētavas.

Ēku celtniecībā tiek kontrolēta skaņas izolācijas nodrošināšanas darbu atbilstība projektam. Tiek izvirzītas paaugstinātas prasības dzīvojamās mājās iebūvētajiem vai tām piebūvētajiem objektiem un sadzīves pakalpojumu uzņēmumiem.

Trokšņa režīms apdzīvotās vietās ir atkarīgs no tā, cik rūpīga un racionāla ir vietas izvēle dzīvojamo māju, veselības aprūpes iestāžu, bērnudārzu un skolu celtniecībai, atpūtas zonu iekārtošanai, nepieciešamo teritoriju lieluma noteikšanai starp ēkām un trokšņu avotiem, kā arī ceļu, maģistrālo ielu un iebrauktuvju ierīkošanai. Visi šie jautājumi tiek risināti kopā ar arhitektiem, pilsētu celtniecības speciālistiem. Liela uzmanība jāveltī iedzīvotāju un skolēnu izglītošanai par trokšņa kaitīgumu un tā samazināšanas veidiem.

Darba vidē preventīvie prettrokšņa pasākumi ir:

- trokšņa samazināšana pašos ražošanas līdzekļos (tehnoloģijas modernizēšana, iecentrēšana, precīzu detaļu lietošana, metāla detaļu aizvietošana ar plastmasas detaļām, amortizējošu paliktņu izmantošana utt.);
- trokšņa samazināšana tā pārvadē uz cilvēku, ko panāk ar trokšņa avota izolēšanu (pārklāšana ar skaņas izolācijas apvalku, pārvietošana lielākā attālumā vai citās telpās, aizsargekrānu ierīkošana, apzaļumošana), ar trokšņa absorbciju (porainu, skaņu absorbējošu materiālu lietošana darba telpu iekārtošanā), ar trokšņa slāpēšanu (elektroakustisku un aerodinamisku klusinātāju pielietošana), kā arī ar individuālo aizsardzības līdzekļu lietošanu (ausu ieliktņi no elastīga materiāla, antifoni, ķiveres, kas trokšņa līmeni samazina 2–16 reizes);
- racionāla darba režīma organizācija (darbadienas ilguma samazināšana, darba pārtraukumi beztrokšņa vidē, gaismas signālu pielietošana strādājošā sagatavošanai pārtrauktam troksnim, aģitācija, izglītošana, sodu uzlikšana par individuālo aizsardzības līdzekļu nelietošanu);
- regulāras medicīniskās apskates.

LITERATŪRA

1. *Beyragued L., Caillat-Vallet E., Guerrier-Sagnes F. et al.* Health and environment in Villerbanne: Opinion of the population // Sante Publique. – 1998. – 10. – Pp. 385–399.
2. *Borsky P. N.* Sociopsychological factors effecting the human response to noise exposure // Probl. King. – 1983. – 8. – Pp. 132–137.
3. *Dejoy D. M.* A report on the status of research on the cardiovascular effects of noise // Noise Control Engineering J. – 1984. – 23. – Pp. 32–39 .
4. *Dundurs J.* Vides veselība. Apdzīvotas vietas. – Rīga: RSU, 2000. – 88 lpp.
5. *Eglīte M.* Darba medicīna. – Rīga, 2000. – 704 lpp.
6. *Evans G. W., Larcher P., Meis M., et al.* Community noise exposure and stress in children // J. Acoust. Soc. Am. – 2001. – 109. – Pp. 1023–1027.
7. *Fidell S.* Nation–wide urban noise survey // J. Accoust. Am. – 1978. – 64. – Pp. 1023–1027.
8. *Fiedler K.* Housing and Health // Gesundheitswesen. – 1998. – 60. – Pp. 656–660.
9. *Lipsomb D. M., Rocttger R. W.* Noise and public health // Public Health Rev. – 1976. – 5.– Pp. 67–96.
10. *Llopis Gonzalez A., Garsia Garsia A. M., Garsia Rodriguez A.* Sleep changes by environmental noise // Gac. Sanit. 1989. – 3. – Pp. 421–426.
11. *Neus H., Ruddle H., Schulte W.* Traffic noise and hypertension: epidemiological study of the rule of subjective reaction // Int. Arch. Occup. Environ. Health. – 1983. – 51. – Pp. 223–229.
12. *Othen H., Schulthe W., Eiff A. H.* Traffic noise, blood pressure, and other risk factors // Swedish Counsil for Building Research. – 1990. – 4. – Pp. 327–335.
13. *Pritemps C., Cohen S., Poisson M. A., et al.* Sommeil et Vigilance des etudiants // Sante Publique. – 1999. – 11. – Pp. 17–28.
14. *Raipulis J.* Vides piesārņojuma ietekme uz iedzimtību. – Rīga: Vērmaņparks, 1999. – 302 lpp.
15. *Rylander* R. Effects on humans of environmental noise particularly from road traffic // Motor Vehicle Air Pollution / Editors. D. T. Mage, O. Zali. – Geneva: ES and Canton of Geneva, WHO, 1992. – Pp. 63–83.
16. *Stansfeld S. A.* Noise sensivity and psychiatric disorder: epidemiological and psychophysiological studies // Psychol. Med. Monogr. Suppl. – 1992. – 22. – Pp. 1–44.
17. *Stansfeld S. A., Haines M., Brown B.* Noise and health in the urban environment // Rev. Environ. Health. – 2000. – 15. – Pp. 43–82.
18. *Susan L., Staples P. D.* Public policy and environment noise: modeling exposure or understanding effects // Am. J. Pub. Health. – 1997. –12. – Pp. 2063–2067.
19. *Yassi A., Kjellstrom T., de Kok Th., Guidotti T. L.* Basic environmental health. – Oxford: University Press, 2001. – 441 p.
20. Гигиена / Под ред. Г. И. Румянцева. – 2-е издание. – Москва: ГЕОТАР–МЕД, 2000. – 607 с.

9.2. VIBRĀCIJA

Urbanizācijas un tehnikas progresa dēļ vibrācija vidē kļuvusi par jaunu, veselībai bīstamu antropogēnisku fizikālo faktoru [17]. Vibrācija var būt gan vēlama, gan nevēlama. Cilvēku priecē vibrācija, kas rodas skrienot, dejojot vai braucot pa līdzenu ceļu, taču viņu pārņem netīkamas izjūtas, braucot kravas automašīnā pa sliktu ceļu vai strādājot ar stipri vibrējošiem darbarīkiem. Ar kaitīgu vibrāciju ir saistīta ne vien rūpnieciskā ražošana un transportlīdzekļi, bet tā ir novērojama arī dzīvojamo masīvu teritorijās un būvēs. Celtnes, kas atrodas tuvu autoceļiem un dzelzceļam, ir pakļautas pastiprinātai vibrācijai. Vibrācija ēku konstrukcijās tiek pārnesta uz tajās esošajiem cilvēkiem, izraisot diskomfortu, ilgstošas un pastāvīgas vibrācijas gadījumā – arī veselības traucējumus.

Īpaši aktuāla vibrācijas problēma ir lielpilsētās, kurās ir izveidota pazemes sabiedriskā transportsistēma. Ņemot vērā neatrisināto ielu satiksmes problēmu Rīgā un plānojot jau tuvākajā nākotnē izveidot pilsētai ekonomiski izdevīgo pazemes tramvaju, šāda problēma var rasties arī pie mums. Vislabvēlīgākie apstākļi vibrācijas izplatībai vidē rodas, izmantojot sabiedrisko transportu seklos pazemes tuneļos, kas atrodas zem dzīvojamiem rajoniem. Pieredze rāda, ka vibrācija uz tuvākajām celtnēm iedarbojas vairāku desmitu metru rādiusā no tuneļa.

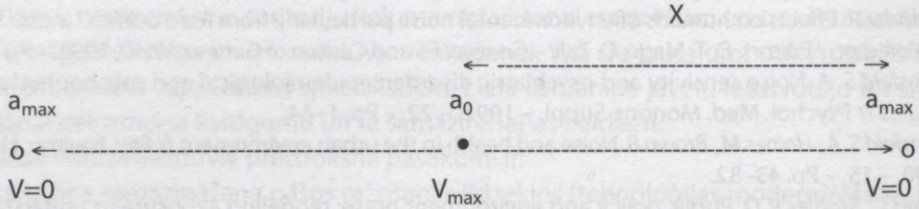
9.2.1. VIBRĀCIJAS FIZIKĀLAIS UN FIZIOLOĢISKAIS RAKSTUROJUMS

Vibrācija ir elastīgās vides daļiņu mehāniskās svārstības un to kustība laikā t (s). Tai ir noteikta frekvence f (Hz) un svārstību amplitūda jeb maksimālā novirze no līdzsvara stāvokļa X (m), kas ir proporcionāla vibrācijas enerģijai. Vibrācijas pilnīgākai raksturošanai izmanto frekvences un amplitūdas atvasinājumus – vibroātrumu V (m/s) un vibropaātrinājumu a (m/s^2):

$$V = 2\pi \cdot f \cdot X = \frac{dX}{dt}$$

$$a = (2\pi \cdot f)^2 \cdot X = \frac{d2X}{dt^2}$$

Šie parametri – *V* un a – raksturo svārstībā esošo daļiņu maksimālo kustības ātrumu un paātrinājumu, bet *X* – maksimālo novirzi no līdzsvara stāvokļa (6. att.).



6. attēls. Materiāla punkta svārstību novirze, ātrums un paātrinājums

Daļiņas kustības ātrums maksimālas novirzes gadījumā ir nulle. Kustības ātrums ir maksimāls, kad daļiņa sasniedz līdzsvara stāvokli, t.i., kad novirze līdzinās nullei. Tā kā daļiņas ātrums ir mainīgs, tā pārvietojas ar paātrinājumu, kas ir proporcionāls tās novirzei, bet ar pretēju zīmi, t.i., tuvojoties maksimālai novirzei, daļiņas ātrums palēninās, bet paātrinās līdzsvara stāvokļa virzienā. Šajā stāvoklī, kad daļiņas ātrums ir maksimāls, paātrinājums līdzinās nullei, pirms tas atkal kļūst negatīvs. Vibrācijas izplatību nosaka enerģijas pārnese starp svārstīgajām daļiņām. Šī enerģija jebkurā laika momentā ir proporcionāla vibrācijas ātruma vai paātrinājuma kvadrātam, pēc kura var spriest par vibrācijas intensitāti. Tā kā vibroātrumi un vibropaātrinājumi mainās no 0 līdz maksimumam, to novērtēšanai lieto nevis momentānās maksimālās, bet gan vidēji kvadrātiskās vērtības. Visbiežāk izmanto vibropaātrinājuma vidējo kvadrātisko vērtību RMS (angļu valodā – *root mean square*) jeb ekvivalento vibropaātrinājumu a_{eq}, ko mērīšanas laikā T iegūst, izmantojot vienādojumu:

$$RMS = a_{eq} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T a^2\,(t)dt}$$

Ļoti svarīgs vibrācijas rādītājs ir formas faktors FF, kas ir maksimālā acumirklīgā paātrinājuma jeb t.s. pīķa vērtības attiecība pret vidējo kvadrātisko vērtību. FF raksturo impulsa vai triecienveida svārstības un nosaka šādas vibrācijas bīstamības pakāpi: jo tas ir lielāks, jo vibrācijas iedarbība uz organismu ir kaitīgāka.

Cilvēks sajūt vibroātrumus, kas savstarpēji atšķiras 10 000 reižu, tāpēc pēc analoģijas ar troksni vibrācijas intensitāti var novērtēt kā vibroātruma līmeni L_v vai vibropaātrinājuma līmeni L_a, ko mērī decibelos (dB). Par vibroātruma slieksni V_0 pieņemts ātrums $5 \cdot 10^{-8}$ m/s, bet par vibropaātrinājuma slieksni $a_0 - 3 \cdot 10^{-4}$ m/s^2, līdzīgi kā skaņas sliekšņa spiedienam. Pēdējā laikā starptautiskajā praksē vibropaātrinājuma līmeņa aprēķināšanai izmanto vibropaātrinājumu ar sliekšņa vērtību 10^{-6} m/s^2:

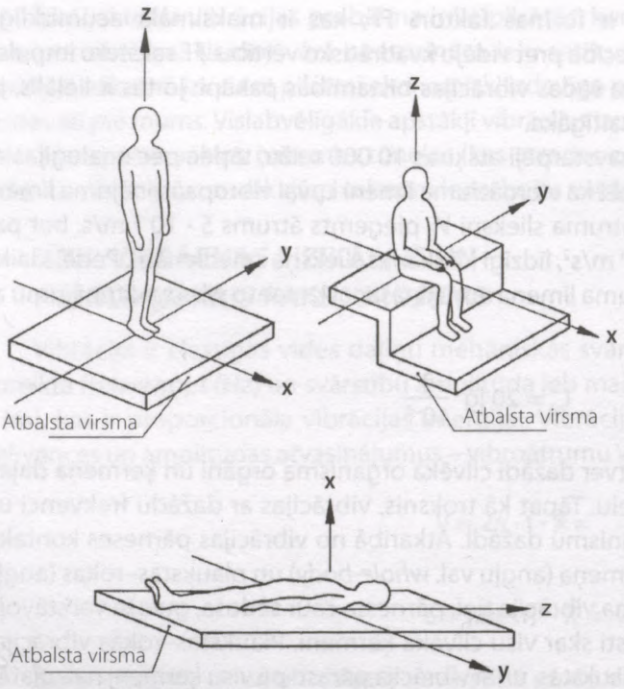
$$L_a = 20 \lg \frac{a}{10^{-6}}$$

Atšķirībā no skaņas, vibrāciju uztver dažādi cilvēka organisma orgāni un ķermeņa daļas, kas ir kontaktā ar cietu vai šķidru vielu. Tāpat kā troksnis, vibrācijas ar dažādu frekvenci un intensitāti iedarbojas uz cilvēka organismu dažādi. Atkarībā no vibrācijas pārneses kontaktvietas uz organismu to iedala visa ķermeņa (angļu val. *whole-body*) un plaukstas–rokas (angļu val. *hand–arm*) vibrācijās. Visa ķermeņa vibrācija tiek pārnesta caur sēdoša, guloša vai stāvoša cilvēka atbalsta virsmām, un tā parasti skar visu cilvēka ķermeni. Plaukstas–rokas vibrācijas pārneses kontaktvirsma visbiežāk ir plaukstas, un šī vibrācija parasti pa visu ķermeni neizplatās; taču jāņem vērā, ka, jo mazāka ir vibrācijas frekvence un lielāka intensitāte, jo tālāk no tās pielikšanas punkta vibrācija izplatās. Strādājot ar spēcīgi vibrējošu instrumentu, vibrācija caur rokām var nonākt un kaitīgi iedarboties uz galvas, skausta un iekšējo orgānu audiem.

Darba un sadzīves apstākļos nozīme ir t.s. traucējošajai vibrācijai, kas samazina darba, it īpaši garīgā darba, un atpūtas efektivitāti. Vibrācija tiek uztverta ar nervgaļiem ādas virsmā. Cilvēks sajūt vibrāciju no herca desmitdaļām līdz 800 Hz. Vibrācija ar lielāku frekvenci un pietiekami lielu intensitāti var izraisīt siltuma sajūtu. Mehānisko svārstību iedarbība ir atkarīga no cilvēka ķermeņa biomehāniskās reakcijas. Cilvēka ķermenis kopumā un tā atsevišķās daļas nav vienādi jutīgas pret visu frekvenču vibrācijām. Cilvēka ķermeni vienkāršoti var aplūkot kā biomehānisku sistēmu, kas sastāv no daudzām daļām, kurām katrai ir sava masa, elastība un amortizācijas īpašības. Ja kāda ķermeņa daļa ar noteiktu pašsvārstību frekvenci tiek pakļauta vibrācijai ar līdzīgu frekvenci, tā rezonē, t.i., svārstību amplitūda ievērojami palielinās un rezultātā attiecīgajā orgānā vai loceklī var notikt patoloģiskas pārmaiņas. Tātad ķermenis ir mehānisko svārstību sistēma ar kopēju rezonansi un atsevišķu orgānu rezonansi, kas nosaka daudzu vibrācijas bioloģisko efektu sakarību ar frekvenču lielumiem.

Cilvēka ķermenis nav simetrisks, tāpēc bioloģiskais efekts ir atkarīgs arī no vibrācijas iedarbības virziena (7. att.). Vibrācijas pārvadi nosaka trīs ortogonālas asis: X ass (krūtis–mugura), Y ass (no viena sāna uz otru sānu) un Z ass (kājas–galva jeb ass longitudinālā virzienā). X un Y asu virzienus sauc arī par laterāliem virzieniem. Cilvēka ķermeņa kopējā un atsevišķu daļu pašsvārstību frekvence mainās atkarībā no ķermeņa stāvokļa. Stāvošs un gulošs cilvēks ir jutīgāks pret vibrāciju longitudinālā jeb gareniskā virzienā, bet sēdošs – visos virzienos. Gulošam cilvēkam laterālās vibrācijas dažreiz var būt pat patīkamas.

Vibrācijas ietekme uz veselību un labsajūtu, uztveri un kustībām ir atkarīga no vibrācijas frekvences un virziena. Vibrācijas iespējamo kaitējumu cilvēka veselībai var novērtēt, izmantojot normējamos parametrus – vibropaātrinājuma, vibroātruma un vibronovirzes vidēji kvadrātiskos lielumus vai to līmeņus frekvenču oktāvās vai trešdaļoktāvu joslās. Starptautiskajā



7. attēls. Cilvēku ietekmējošo mehānisko vibrāciju pamatcentrisko koordinātu sistēmu virzieni (x ass: muguras–krūtis; y ass: no viena sāna uz otru; z ass: pēdas–sēžamvieta–galva)

praksē biežāk pielieto frekvenču izsvarošanu (izvērtēšanu). Mērot vibrāciju noteiktas ortogonālās ass virzienā, tās intensitāte tiek mērīta visās frekvencēs, pret kurām cilvēka ķermenis ir jutīgs. Frekvences, pret kurām cilvēka ķermenis ir jutīgāks, tiek izsvarotas vairāk nekā tās, pret kurām ķermenis ir mazāk jutīgs.

Dažādām vibrācijas asīm piemēro dažādus frekvenču izsvarojumus. Lai novērtētu zemas frekvences vibrācijas ietekmi uz vibrācijas slimības izcelsmi, izmanto speciālu frekvenču izsvarošanu. To veic ar mēraparātā ievietotiem izsvarošanas filtriem visa ķermeņa vibrācijai 0–80 Hz frekvenču diapazonā, bet plaukstas–rokas vibrācijai – 8–1000 Hz frekvenču diapazonā.

9.2.2. VIBRĀCIJAS AVOTI

Vibrācijas avoti, kas ietekmē cilvēka organismu, var būt dažādi. Ikdienā cilvēks ir pakļauts vibrācijām, piemēram, pārvietojoties transportlīdzekļos (vilcienos, lidmašīnās, automašīnās). Daudzi cilvēki ir pakļauti vibrācijām darba vidē, ko izraisa vibrējoši darba instrumenti, tehnoloģiskās iekārtas, transporta tehnoloģiskās platformas. Cilvēka ķermenim nozīmīgas var būt vibrācijas, kas no apkārtējās vides pa grunti tiek pārnestas uz ēku konstrukcijām. Vairākumā gadījumu dažādu avotu vibrācijai ir plašs frekvenču spektrs, kas atšķiras ar dažādas intensitātes frekvencēm un dažādām vibrācijas enerģijas pārmaiņām laikā.

Vibrācijas avoti ir dzīvojamo un sabiedrisko ēku inženiertehniskās iekārtas, rūpnieciskas iekārtas (piemēram, cilindru kompresori, pneimatiskie āmuri, būvniecības mašīnas), transportlīdzekļi (piemēram, smagās kravas automašīnas, tramvaji, vilcieni), kas rada lielu dinamisku slodzi. Tās sekas ir vibrācijas izplatīšanās gruntī un ēku konstrukcijās. Vibrācijas samazināšanās atkarībā no attāluma līdz avotam nav monotona, tā ir atkarīga no vibrācijas pārneses faktoriem (piemēram, tramvaja sliedēm, grunts, celtņu pamatiem, ēku celtniecības konstrukcijām). Vibrāciju spektrālajā sastāvā galvenokārt ir oktāvu joslas ar vidējām ģeometriskām frekvencēm 31,5 un 63 Hz. Šīs vibrācijas bieži ir arī par iemeslu troksnim telpās.

Darba vidē plaukstas–rokas vibrāciju strādājošiem rada ar roku vadāmie, rotējošie vai triecieninstrumenti (piemēram, pneimatiskie kalti, blietēšanas vibroierīces, triecienskrūvgrieži, naglu pistoles, zāģi). Visa ķermeņa vibrācijas avoti ir dažādi transportlīdzekļi un tehnoloģiskas pārvietojamas iekārtas (piemēram, lauksaimniecības mašīnas, kravas automašīnas, dažādi pārvietojami pacēlāji, buldozeri), kā arī stacionāri novietotas vibrējošas tehnoloģiskas iekārtas (piemēram, turbīnvirpas, štancēšanas preses, rotējoši ķīmiskie reaktori).

9.2.3. VIBRĀCIJAS IETEKME UZ CILVĒKA VESELĪBU

Vibrācijas bioloģiskā iedarbība uz organismu un tā daļām atkarībā no vibrācijas intensitātes un frekvences var būt gan pozitīva, gan negatīva. Fizioterapeitiskos nolūkos, lai uzlabotu asinsriti audos, novērstu trofikas pārmaiņas un uzlabotu CNS funkcionālo stāvokli, izmanto vietēju mazas intensitātes vibrācijas iedarbību uz nelielu ķermeņa daļu. Veselības traucējumus var izraisīt noteiktas intensitātes vibrācija – uz visu ķermeni ar frekvenci līdz 80 Hz, bet uz rokām – ar frekvenci līdz pat 2000 Hz.

Vispārēja ķermeņa vibrācija var izraisīt gan pastāvīgus organisma bojājumus, gan nervu sistēmas traucējumus. Turklāt orgānu svārstību intensitāti palielina rezonanses efekts. Sēdošam cilvēkam ķermeņa rezonanse, ko izraisījusi vibrācija un kas izpaužas kā nepatīkamas subjektīvas sajūtas, rodas, ja frekvence ir 4–6 Hz, bet stāvošam cilvēkam – 5–12 Hz [15]. Ilgstoša vibrācija ar 30 Hz lielu frekvenci, kas ir iekšējās auss vestibulārā aparāta endolimfas pašsvārstību frekvence, izraisa sliktu dūšu. Uztveres spējas samazina vibrācija ar frekvenču diapazonu 25–40 Hz un 60–90 Hz [14]. Gados vecāki cilvēki pret vibrāciju parasti ir mazāk jutīgi. Sievietēm, lietojot vibrējošas mājsaimniecības elektroierīces, biežāk nekā vīriešiem uztūkst un sāp rokas.

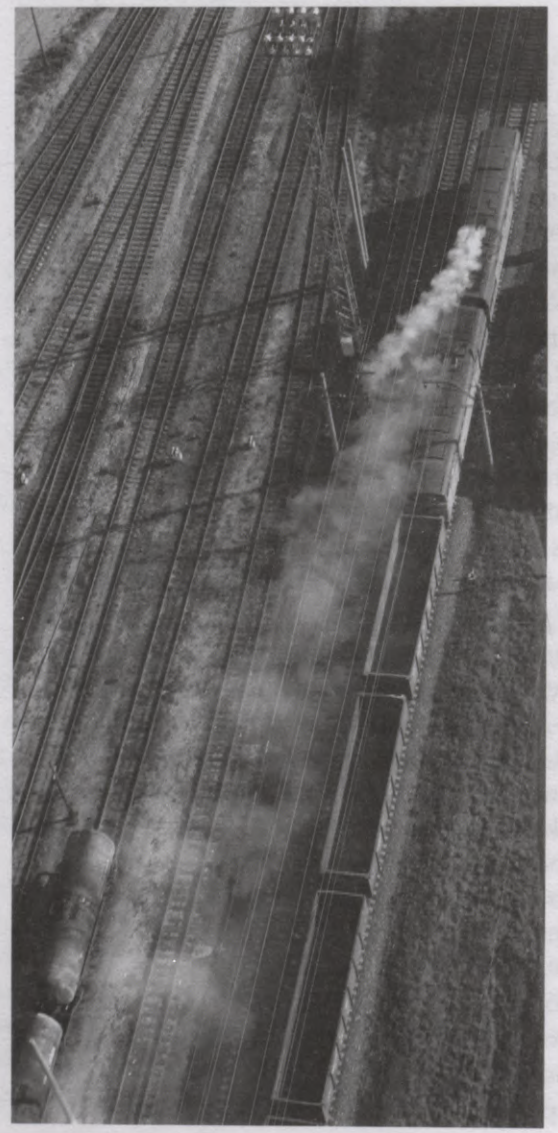
Vibrācija ar frekvenci, kas mazāka par 0,5 Hz, var izraisīt nelabvēlīgu ietekmi, diskomfortu un kustību traucējumus. Taču biežāk tā izraisa t.s. jūras slimību (kinetozi), galvenokārt cilvēkam stāvot vai sēžot [1]. Slimības simptomu parādīšanās varbūtība palielinās līdz ar vibrācijas ekspozīcijas pagarināšanos. Tomēr, vibrācijai iedarbojoties ilgstoši, jutība pret vibrāciju samazinās, t.i., notiek adaptācija. Dažkārt tā saglabājas, tāpēc slimības rašanās nākotnē līdzīgos apstākļos var nenotikt. Ir pierādījumi, ka ķermeņa griešanās un šūpošanās veicina slimības simptomus. Zemās frekvencēs visas ķermeņa daļu kustības tiecas būt līdzīgas, tomēr bieži notiek nejaušas galvas kustības. Kustības traucējumus var samazināt, ja šādas galvas kustības ierobežo, izmantojot galvas atbalsta virsmu, kas kustas līdz ar sēdekli [7].

Ilgstoša vibrācija izraisa reiboni, galvassāpes, redzes traucējumus, sirds mazspēju, asinsizplūdumus, zarnu asiņošanu. Šie bioloģiskie efekti ir saistīti arī ar rezonējošās frekvences vibrāciju. Piemēram, vibrācija ar frekvenci 60–70 Hz izraisa acu ābolu rezonansi, radot redzes apmiglošanos. Vairākums bioloģisko efektu ir atgriezeniski. Tie izzūd tad, kad vibrācijas ekspozīcija tiek pārtraukta; to bieži novēro jūrniekiem, kravas automašīnu šoferiem un traktoristiem [8]. Biodinamiskajos un epidemioloģiskajos pētījumos noskaidrots, ka ilgstoša augstas intensitātes vibrācija ir veselības pasliktināšanās riska faktors. Galvenokārt tiek skarti mugurkaula jostas skriemeļi un ar tiem saistītā nervu sistēmas daļa. Radušies vielmaiņas traucējumi un citi faktori (ķermeņa poza, zema gaisa temperatūra, caurvējš) var pastiprināt deģenerācijas procesu skriemeļos [6, 11, 12, 13].

Dažkārt vibrācijas apstākļi var radīt diskomfortu, bet citkārt tie var būt patīkami un stimulējoši. Sagaidāmais komforts un tolerance ir ļoti atšķirīgi transportlīdzekļos un ēkās. Kā piemēru var minēt vibrācijas lielumus, kas dod aptuvenu priekšstatu par sagaidāmo reakciju transportlīdzekļos: diskomforta nav, ja vibropaātrinājums ir mazāks par 0,315 m/s^2, nelielu

diskomfortu rada 0,315–0,63 m/s², jūtamu – 0,5–1 m/s², bet izteiktu diskomfortu rada vibrācija, kas lielāka par 1,25 m/s². Tomēr jāņem vērā, ka reakcija uz dažādiem vibrācijas lielumiem ir atkarīga no ceļojuma ilguma, darbības (lasīšanas, ēšanas, rakstīšanas) un citiem faktoriem (trokšņa, temperatūras, pašsajūtas) [2, 3]. Vibrācija dzīvojamās telpās cilvēkus ietekmē nelabvēlīgi. Ēku strukturālā vibrācija ir sajūtama, tā var pasliktināt dzīves apstākļus, pamazināt darbaspējas. Daudzu valstu pieredze liecina, ka cilvēku sūdzības sadzīves situācijās galvenokārt rodas tad, ja vibrācijas lielums tikai mazliet pārsniedz uztveres slieksni – apmēram 0,003 m/s², ja frekvence ir 1 Hz jeb ja uztveršanas sliekšņa mediāna ir 0,015 m/s² [9,16]. Uztveres slieksnis nedaudz samazinās, ja vibrācijas ilgums pieaug līdz vienai sekundei, un ļoti nedaudz, ja ilgums arī turpmāk palielinās. Lai gan uztveres slieksnis, palielinoties ilgumam, būtiski nesamazinās, vibrācijas radītās sajūtas sliekšņa vērtībā var turpināt pastiprināties [10].

Lielpilsētu rūpnieciskie uzņēmumi un transports ir viens no galvenajiem vibrodiskomforta iemesliem dzīvokļos. Mazas intensitātes vibrācijas iedarbība kā telpu faktors līdz šim ir izpētīta nepietiekami. Precīzu vibrācijas iedarbības fizioloģisko kritēriju trūkums noteicis pastiprinātu interesi par subjektīvām reakcijām (pašsajūtu, darbaspējām, atpūtu, miegu), kuras tiek uzskatītas par zemfrekvenču svārstību iedarbības integrālu rādītāju. Vibrācijas nelabvēlīgas iedarbības pakāpe ir atkarīga no vibrācijas intensitātes (svārstību avota attāluma), diennakts laika, cilvēka vecuma, dzīvesveida un veselības stāvokļa. Kādā pētījumā konstatēts, ka vibrācija dzīvojamās mājās, kas atradās 20 m attālumā no vibrācijas avota, izraisīja 73% iedzīvotāju sūdzības, bet mājā, kas bija 40 m attālumā, svārstības sajuta tikai 17% iedzīvotāju [4]. 26% aptaujāto iedzīvotāju sūdzējās par nelielām, 11% – par jūtamām, 8% – par lielām neērtībām, bet pārējie 55% neizjuta nekādu diskomfortu. Sakarā ar jaunu metro līniju celtniecību arī Krievijā (Maskavā) tika izdarīta līdzīga aptauja. Regulāri atkārtojošies grīdas, mēbeļu, sienu satricinājumi (apmēram ik pēc 2 minūtēm) iedzīvotājos izraisīja negatīvu reakciju, sākot no neliela nemiera līdz pat spēcīgam uzbudinājumam, miega traucējumiem un nepieciešamībai pastiprināti lietot sedatīvos medikamentus [18]. Pārbaudot iedzīvotājus, kas bija pakļauti regulārām sliežu transporta vibrācijām, ko sajuta dzīvojamās telpās, tika atklātas atsevišķu organisma sistēmu funkcionālā stāvokļa objektīvas fizioloģiskas pārmaiņas. Neilga (apmēram pusotra



gada) vibrācijas ekspozīcija izraisīja funkcionālus traucējumus CNS, kas izpaudās astēniskā, astenoveģetatīvā sindroma un neirastēnijas formā. Pēc 7 gadu vibrācijas ietekmes galvenokārt tika konstatēti asinsrites sistēmas traucējumi. Šie dati liecina par vibrācijas higiēniskās normēšanas nepieciešamību, lai veicinātu tehnisko un plānošanas pasākumu izstrādi vibrācijas mazināšanai apdzīvotās vietās.

Ilgstoša vibrācijas iedarbība uz rokām var izraisīt pārmaiņas plaukstas un apakšdelma asinsvados, nervos, muskuļos un kaulos, kuru dēļ cilvēkam rodas trofiski plecu joslas muskuļu traucējumi, sāpes rokās, parestēzija, samazinās pirkstu jutība. Plaukstas-rokas daļā jutība visos ortogonālo asu virzienos ir vienāda, un tā ir maksimāla 12–16 Hz frekvenču diapazonā. Kaitīgās iedarbības efektu pastiprina nelabvēlīgs mikroklimats (pazemināta temperatūra, palielināta gaisa kustība, caurvējš).

Kopumā var teikt, ka, jo zemāka ir frekvence un augstāka intensitāte, jo dziļāk cilvēka ķermenī vibrācija nonāk, izraisot patoloģiskas pārmaiņas iekšējo orgānu darbībā; cilvēks var saslimt arī ar vibrācijas slimību. Krievijā tā ir viena no izplatītākajām arodslimībām [19]. Visbīstamākā ir vibrācija 16–250 Hz frekvenču diapazonā. Vibrācijas slimībai ir raksturīgas patoloģiskas pārmaiņas gan nervu sistēmā, gan asinsrites sistēmā, gan balsta un kustību aparātā un iekšējos orgānos. Vibrācijas slimības patoģenēze ir ļoti sarežģīta [5].

9.2.4. AIZSARDZĪBA PRET VIBRĀCIJU

Vibrācija gan gruntī, gan būvkonstrukcijās izplatās ar relatīvi nelielu intensitātes samazināšanos, tāpēc ir nepieciešami efektīvi pasākumi, lai mazinātu vai arī izolētu vibrācijas avotu dinamisko slodzi. Tiek veikti pasākumi, kas samazina vibrācijas avota dinamiskās slodzes vai arī samazina šo slodžu pārnesi, izolējot vibrācijas avotu. Vibrācijas intensitātes samazināšanos var panākt ar racionālu iekārtu izvietojumu ēkā. Iekārtas, kas rada ievērojamu dinamisku slodzi, ieteicams izvietot pagrabstāvos vai uz atsevišķiem pamatiem, kas nav saistīti ar celtnes karkasu. Ja iekārtu izvieto uz pārsegumiem, vēlams to novietot iespējami tālāk no aizsargājamiem objektiem. Ja ar norādītajām metodēm nevar pietiekami samazināt mašīnu radīto vibrāciju un troksni, tad nepieciešams uzlabot šo mašīnu vibroizolāciju.

Agregātu vibroizolēšanu panāk, novietojot tos uz īpašiem vibroizolatoriem (elastīgiem elementiem ar mazu cietību), pielietojot speciālus ieliktņus (lokanus elementus) to savienošanai ar caurulēm un citām komunikācijām, cauruļu un komunikāciju kontaktā ar ēkas konstrukcijām izmantojot mīkstas blīves. Agregātiem ar griešanās ātrumu virs 1800 apgr./min ieteicami atsperu vibroizolatori, bet agregātiem ar griešanās ātrumu zem 1800 apgr./min pieļaujami gumijas vibroizolatori. Tērauda vibroizolatori ir efektīvi pie zemfrekvenču vibrāciju pārneses, taču pie dzirdes diapazona frekvencēm tie atsperu elementu rezonanses dēļ nepietiekami dzēš vibrāciju. Tāpēc zem atsperēm uz pamata izvieto10–20 mm biezus gumijas vai korķa paliktņus.

Agregātus ar dinamiskām slodzēm (piemēram, ventilatorus, kompresorus, sūkņus) cieši nostiprina pie smagas betona plāksnes vai metāla rāmja, kas balstās uz vibroizolatoriem. Ieteicams, lai plāksnēm būtu lielāka masa nekā izolējamam agregātam. Plāksne pazemina vibrācijas avota smaguma centru, nodrošina tā stingru iecentrējumu ar pārvadu un samazina svārstību amplitūdu.

Ēku aizsardzību no dzelzceļa transporta kustības radītās vibrācijas parasti nodrošina, izvietojot ēkas noteiktā attālumā no dzelzceļa. Lai nodrošinātu ēku vibroizolāciju, izmanto arī īpašus pneimatiskos vibroizolatorus.

Darba vidē pretvibrācijas pasākumus iedala organizatoriski tehniskajos (iekārtu un instrumentu modernizēšana, vibroizolēšana), sanitāri higiēniskajos (vibrācijas pieļaujamo parametru reglamentēšana, individuālo aizsardzības līdzekļu lietošana, citu nelabvēlīgo faktoru samazināšana), ārstnieciski profilaktiskajos (vingrošana, masāža, vitamīnterapija, medicīniskās apskates) [5].

Aizsardzībai pret vibrācijas iedarbību nozīme ir tās reglamentēšanai. Latvijā pašlaik ir spēkā divi MK noteikumi: Nr. 341 "Noteikumi par pieļaujamiem vibrācijas lielumiem dzīvojamo un publisko ēku telpās" (pieņemti 25.06.2003., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 27.06.2003.) un Nr. 284 "Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret vibrācijas radīto risku darba vidē" (pieņemti 13.04.2004., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 16.04.2004.). Pirmajos noteikumos ir dotas pieļaujamās robežvērtības dažādās ēkās gan vibropaātrinājumam 1/3 oktāvu frekvenču joslās, gan arī izsvarotajam vibropaātrinājumam, bet otrajos – darba vides standartizētā 8 stundu laika perioda visa ķermeņa, kā arī plaukstas–rokas vibrācijas ekspozīciju vērtības izsvarotajam vibropaātrinājumam.

LITERATŪRA

1. *Benson A. J.* Motion sickness // Vertigo / Editors Dix M. R., Hood J. S. – John Wiley, 1984. – Pp. 391–426.
2. *Corbridge C., Griffin M. J.* Vibration and comfort: vertical and lateral motion in the range 0,5 to 5 Hz // Ergonomics. – 1986. – 29. – Pp. 249–272.
3. *Corbridge C., Griffin M. J.* Effects of vertical vibration on passenger activities writing and drinking // Ergonomics. – 1991. – 34. – Pp. 1313–1332.
4. *Dundurs J.* Vides veselība: Apdzīvotas vietas. – Rīga: RSU, 2000. – 88 lpp.
5. *Eglīte M.* Darba medicīna. – Rīga, 2000. – 704 lpp.
6. *Hulshof C. T. J., Veldhyzen V. A. N., Zanten O. B. A.* Whole-body vibration and low-back pain // Int. Arch. Occup. Environm. Health. – 1987. – 59. – Pp. 205–220.
7. *Lawther A., Griffin M. J.* Prediction of the incidence of motion sickness from the magnitude, frequency and duration of vertical oscillation // J. Acoustical Society of America. – 1987. – 82. – Pp. 957–966.
8. *Malerbi B.* Vibration // Waldron H. A. Occupational health practice. – London: Butterworth–Heinemann Ltd, 1993. – Pp. 101–112.
9. *Okada A., Yamashita T., Fukuda K.* City vibration and its threshold limits // Environmental Research. – 1971. – 4. – Pp. 471–477.
10. *Parsons K. C., Griffin M. J.* Whole-body vibration perception thresholds // Journal of sound and vibration. – 1988. – 121. – Pp. 237–258.
11. *Sandover J.* Dynamic loading as a possible source of low-back disorders // Spine. – 1983. – 8. – Pp. 652–658.
12. *Sandover J.* Behaviour of the spine under shock and vibration: A review // Clinical Biomechanics. – 1988. – 3. – Pp. 249–256.
13. *Seidel H., Heide R.* Long-term effects of whole-body vibration // Int. Arch. Occup. Environm. Health. – 1986. – 58. –Pp. 1–26
14. *Shoenberger R. W., Hariss C. S.* Psychophysical assesment of whole-body vibration // Human Factors. – 1971. – 13. – Pp. 41–50.

15. *Shoenberger R. W.* Subjective response to very low-frequency vibration // Aviation, Space and Environmental Medicine. – 1975. – 46. – Pp. 785–790.
16. *Splittgerber H.* Untersuchungen über die Wahrnehmungsschwelle des Menschen bei einwirkenden mechanischen Schwingungen // Gesudheitsingenieur. – 1972. – Heft 4. – 93. – Ss. 113–118.
17. *Yassi A., Kjellstrom T., de Kok Th., Guidotti T. L.* Basic environmental health. – Oxford: University Press, 2001. – 441 p.
18. *Карагодина И. Л.* Гигиеническое значение физических факторов в условиях населенных мест // Коммунальная гигиена / Под ред. К. И. Акулова, К. А. Бештуевой. – Москва: Медицина, 1986. – С. 349–415.
19. Научные основы гигиенического нормирования факторов окружающей среды // Гигиена / Под ред. Г. И. Румянцева. – 2-е издание. – Москва: ГЕОТАР–МЕД, 2000. – С. 309–360.

9.3. NEJONIZĒJOŠAIS ELEKTROMAGNĒTISKO LAUKU STAROJUMS

Pēdējā pusgadsimta laikā ir radies jauns nozīmīgs vides riska faktors – antropogēniskas izcelsmes nejonizējošais elektromagnētiskais starojums. Pie nejonizējošā starojuma pieskaita elektromagnētiskos (EM) viļņus, sākot ar ultravioleto radiāciju pie viļņu garuma 100 nm un beidzot ar ekstremāli zemu frekvenču un statiskajiem elektromagnētiskajiem laukiem. Nodaļā par gaisu jau aplūkojām ultravioletā, redzamā un infrasarkanā starojuma nozīmi un ietekmi uz cilvēka organismu, tāpēc šajā nodaļā runāsim tikai par EM viļņiem, kuri ir garāki par 10^{-3} m (mikroviļņi, radioviļņi, subradioviļņi un ekstrēmi zemu frekvenču viļņi), t.i., par elektromagnētiskajiem laukiem (EML).

Dabā pastāv dažādu diapazonu elektromagnētiskie viļņi, arī radioviļņi, veidojot samērā pastāvīgu dabisko fonu. Antropogēnisko nejonizējošās radiācijas avotu skaita un jaudas



pieaugums izveido papildu mākslīgo elektromagnētisko lauku, kas noteiktos apstākļos var nelabvēlīgi ietekmēt cilvēku veselību. Plaša televīzijas, radio un radiolokācijas izmantošana, augstsprieguma līniju tīkla paplašināšana ir izraisījusi samērā lielu nejonizējošā elektromagnētiskā starojuma līmeņa pieaugumu vidē. Summārā elektromagnētiskā lauka spriegums dažādās zemeslodes vietās salīdzinājumā ar dabisko fonu ir palielinājies no 100 līdz 10 000 reižu. Plaši tiek ieviestas dažādas nozīmes tehnoloģijas, kurās izmanto superaugstfrekvences viļņus, mainīgos un impulsveida magnētiskos laukus, medicīniskās iekārtas, vizuālās informācijas atspoguļošanas līdzekļus, kuri veidoti uz elektronstaru cauruļu bāzes (datoru monitori, televizori), sadzīves elektroierīces, rūpnieciskas elektroiekārtas, individuālie sakaru līdzekļi (mobilie telefoni), kuri rada elektromagnētiskos laukus.

Evolūcijas progresa mērogā šo milzīgo elektromagnētiskā starojuma pieaugumu var uzskatīt kā acumirklīgu lēcienu ar grūti paredzamām bioloģiskām sekām. Pēdējos gados zinātniskajā un publicistiskajā literatūrā parādās termini "magnētiskais zirnekļa tīkls", "elektromagnētiskais smogs", "vides elektromagnētiskais piesārņojums", kas atspoguļo jauno ekoloģisko situāciju uz Zemes, EML ietekmi uz cilvēci un visiem biosfēras elementiem [20]. Tādēļ pašlaik nejonizējošā elektromagnētiskā starojuma problēmas medicīniskie, bioloģiskie, higiēniskie un ekoloģiskie aspekti ir īpaši aktuāli.

9.3.1. ELEKTROMAGNĒTISKĀ STAROJUMA FIZIKĀLAIS RAKSTUROJUMS

EM starojums jeb radiācija ir enerģijas pārneses forma, kam piemīt divējāda daba – viļņveida un korpuskulārā, t.i., enerģija tiek pārnesta vienlaikus gan elektromagnētisku viļņu, gan fotonu plūsmas veidā. Elektromagnētiskais starojums ir periodiski mainīgs telpā, kurā elektriskais un magnētiskais lauks ir savstarpēji saistīti, turklāt viena lauka pārmaiņas izraisa otra lauka pārmaiņas, un tie pārnes enerģiju lielā attālumā.

EM starojumu raksturo viļņu garums λ, kura mērvienība ir metrs (m), un svārstību biežums jeb frekvence f, kuras mērvienība ir hercs (Hz). Tie saistīti sakarībā

$$\lambda = \frac{c}{f},$$

kur

c – EM viļņu izplatīšanās ātrums (m/s).

EM viļņu izplatīšanās ātrums vakuumā ir 300 000 km/s. Elektromagnētiskais spektrs ir starojums frekvenču diapazonā no 0 Hz līdz 10^{22} Hz. Elektromagnētisko viļņu svārstību frekvenci nosaka avota svārstību frekvence, kas izplatīšanās laikā nemainās. EM starojums var būt jonizējošs un nejonizējošs. Nejonizējošais starojums piemīt EM viļņiem, kuru garums ir lielāks par 100 nm (fotonu enerģija mazāka par 12,4 eV) un kuru frekvence ir mazāka par 3 PHz ($3 \cdot 10^{15}$ Hz). EM viļņus, kam piemīt neliela enerģija un kuri līdz ar to nespēj jonizēt eksponēto vielu, var iedalīt divos nosacīti lielos diapazonos: optiskajā diapazonā (λ līdz 10^{-3} m, *f* līdz 300 GHz) un mikroviļņu, radioviļņu, subradioviļņu un statisko lauku diapazonā jeb EML diapazonā (λ lielāks par 10^{-3} m līdz pat ∞; *f* mazāka par 300 GHz līdz pat 0). EML sīkāk iedala virs-superaugstfrekvences (VSAF), superaugstfrekvences (SAF), ultraaugstfrekvences (UAF), ļoti augstas frekvences (ĻAF), augstfrekvences (AF), vidējas frekvences (VF), zemfrekvences (ZF) un ekstremāli zemas frekvences (EZF) EML (5. tab.).

5. tabula. Elektromagnētiskā lauka nomenklatūra

Frekvence • Nosaukums pēc frekvences	Viļņu garums	Nosaukums pēc viļņu garuma
300–30 GHz • virssuperaugstfrekvences (VSAF)	10^{-3}–10^{-2} m	milimetru mikroviļņi
30–3 GHz • superaugstfrekvences (SAF)	10^{-2}–10^{-1} m	mikroviļņi (centimetru viļņi)
3 GHz– 300 MHz • ultraaugstfrekvences (UAF)	10^{-1}–1 m	ultraīsie viļņi (decimetru viļņi)
300– 30 MHz • ļoti augstas frekvences (ĻAF)	1–10 m	īsie metru viļņi
30– 3 MHz • augstfrekvences (AF)	10–10^2 m	īsie dekametru viļņi
3 MHz– 300 kHz • vidējas frekvences (VF)	10^2–10^3 m	vidējie viļņi (hektometru viļņi)
300– 30 kHz • zemfrekvences (ZF)	10^3–10^4 m	garie viļņi (kilometru viļņi)
30– 3 kHz • ļoti zemas frekvences (ĻZF)	10^4–10^5 m	ļoti garie viļņi
3 kHz – 300 Hz • subradiofrekvences (SF)	10^5–10^6 m	subradiofrekvenču viļņi
300 – 0 Hz • ekstremāli zemas frekvences (EZF)	10^6 – ∞ m	ekstrēmi zemas frekvences viļņi

Elektromagnētisko lauku raksturo elektriskā lauka spriegums E, kura mērvienība ir V/m, un magnētiskā lauka spriegums H, kura mērvienība ir A/m. Abu spriegumu vērtības mainās laikā pēc vienādas likumības, un attiecības starp to acumirklīgām vērtībām paliek nemainīgas. Magnētisko lauku raksturo arī ar magnētisko indukcijas plūsmas blīvumu B, ko izsaka gausos (Gs) jeb teslās (1 T = 10^4 Gs). Vakuumā magnētiskais spriegums ir vienāds ar magnētisko indukciju.

Svarīga EML īpatnība ir tā iedalījums t.s. tālajā un tuvējā zonā. Tuvējā jeb indukcijas zonā, kur attālums no starojuma avota ir mazāks par viļņa garumu, EML uzskata par kvazistatistisku, un tā intensitāte līdz ar attālumu strauji samazinās apgriezti proporcionāli attāluma kvadrātam. Indukcijas zonā elektromagnētiskais vilnis vēl nav izveidojies, tādēļ EML raksturošanai mainīga elektriskā lauka E un mainīga magnētiskā lauka H mērīšana notiek atsevišķi. Tālajā zonā elektromagnētiskais vilnis ir izveidojies, un EML intensitāte samazinās apgriezti proporcionāli attālumam līdz starojuma avotam.

Praksē elektromagnētiskā lauka novērtēšanai izmanto jēdzienu – enerģijas plūsmas jaudas blīvums S. Tas ir enerģijas daudzums, kas plūst caur virsmu, kuras laukums ir viena vienība, un ir perpendikulārs elektromagnētiskās enerģijas izplatīšanās virzienam. Enerģijas plūsmas jaudas blīvuma mērvienība ir W/m^2. ZF, VF un AF EM lauku raksturo ar elektriskā lauka spriegumu, bet UAF, SAF, VSAF – ar enerģijas plūsmas jaudas blīvumu.

9.3.2. NEJONIZĒJOŠĀ EML STAROJUMA AVOTI

EML cilvēka sadzīves vidē rada gan dabiski, gan mākslīgi avoti. Dabiskie avoti ir Zemes elektriskais un magnētiskais lauks, zvaigžņu un Saules radioviļņi, atmosfērā notiekošie procesi (svārstības jonosferā, zibens lādiņi). Dabisko elektrisko lauku veido negatīvo lādiņu pārsvars Zemes virsmas tuvumā, tā spriegums parasti ir 100–500 V/m. Negaisa mākoņi var spriegumu palielināt līdz vairākiem simtiem kV/m.

Zemes magnētisko lauku veido pastāvīgais jeb pamata lauks (99%) un mainīgais lauks (1%). Pastāvīgo lauku nosaka procesi, kas notiek Zemes šķidrajā metāliskajā kodolā. Tas orientēts uz Zemes magnētiskajiem poliem, kuri nesakrīt ar ģeogrāfiskajiem poliem. Vislielākais pastāvīgā magnētiskā lauka spriegums H ir polu apvidū (55,7 A/m), magnētiskā ekvatora virzienā tas samazinās līdz 33,4 A/m. Procesi jonosfērā un magnētiskajā sfērā rada mainīgu magnētisko lauku ļoti plašā frekvenču diapazonā (10^{-5}–10^{2} Hz), kura spriegums ir dažas simtdaļas A/m. Dabiskajiem radioviļņiem ir plašs frekvenču diapazons, bet niecīga intensitāte. To summārā iedarbība uz bioloģiskiem objektiem ir neliela.

Arī cilvēks ir vāja EML avots (EML enerģijas plūsmas jaudas blīvums S = 0,003 W/m^2). Ja cilvēka ķermeņa kopējais virsmas laukums ir 1,8 m^2, tad kopējā starojuma lielums ir 0,0054 W/m^2.

Mākslīgi radīto EML avotus iedala divās lielās grupās. Izšķir iekārtas, kas speciāli radītas EML enerģijas izstarošanai, un aparātus, kas nav paredzēti EM enerģijas izstarošanai, bet, tā kā tos darbina elektrība, rodas EML parazītstarojums.

Atbilstoši starptautiskajai klasifikācijai EML antropogēniskos avotus pēc to ģenerējošās frekvences iedala divās grupās. Pirmajā grupā ir avoti, kas ģenerē ekstremāli zemas un subradiofrekvences (0–3 KHz) EML. Otrajā grupā ir avoti, kas ģenerē EML radioviļņu un mikroviļņu diapazonā (3 KHz–300 GHz). Pirmajā grupā ietilpst visas ražošanas, pārvades un sadales sistēmas (elektropārvades gaisa līnijas, transformatoru apakšstacijas, elektrostacijas, elektroinstalācijas sistēma, dažādas kabeļu sistēmas, sadzīves un biroju elektrotehnika un elektroniskā tehnika, u.tml.), elektrotransports un tā infrastruktūra. Elektromagnētiskos laukus ar 50 Hz frekvenci rada transformatoru apakšstacijas, elektropārvadlīnijas, kā arī elektriskās strāvas ierīces, ko izmanto sadzīvē (gludekļi, ledusskapji un bārdas skujamaparāti, televizori, radioaparāti, matu žāvējamie aparāti, videodispleju termināli, personālie datori, tramvaji, trolejbusi, u.tml.) [11].

Elektropārvadlīniju (EPL) tuvumā (līdz 40 m attālumam) EML lielums parasti ir 500–20000 V/m atkarībā no EPL sprieguma (elektriskais lauks) un slodzes (magnētiskais lauks), no līnijas augstuma, attāluma starp vadiem, vides reljefa, augu valsts un citiem apstākļiem. Elektrotransports ģenerē spēcīgu magnētisko lauku 0–1 KHz diapazonā. Magnētiskais lauks transportam, kas darbojas ar līdzstrāvu, var sasniegt 75 μT, bet tā vidējais lielums ir 20 μT. Dzīvokļos elektriskais lauks *E* parasti ir 5–80 V/m, lai gan atsevišķos gadījumos, piemēram, personālā datora neiezemēta monitora elektriskais lauks var būt 150–170 V/m, kas tomēr nav bīstami. Apmēram 200 V/m liels elektriskā lauka spriegums var būt lieljaudas elektroierīču tiešā tuvumā (līdz 0,1 m). Dzīvokļos dažādu elektroierīču tuvumā magnētiskās indukcijas plūsmas blīvums *S* ir lielāks par dažās valstīs (ASV, Zviedrija) ieteicamo pieļaujamo lielumu 0,2 μT, kas noteikts, pētot zemu frekvenču EML ietekmi leikozes izraisīšanā pie hroniskas ekspozīcijas. Piemēram, S ir lielāks par 0,2 μT 0,25 m attālumā no ieslēgta gludekļa roktura, 0,4 m attālumā no elektroplīts durtiņām, 1,1 m attālumā no televizora ekrāna [21].

Pēdējos gados sadzīvē tiek izmantoti plaša frekvenču spektra elektromagnētiskā starojuma avoti, resp., videodispleju termināli (VDT) un personālie datori (PD). Pētījumu rezultāti par to potenciālo iedarbību uz cilvēka organismu ir diezgan satraucoši – lauku līmenis ir samērā augsts, bet lauku sadalījums – nevienmērīgs un neviendabīgs [20]. Pēc Elektromagnētiskās drošības centra datiem, tikai 15% VDT atbilst Zviedrijas stingro standartu prasībām, 31% šīm prasībām atbilst daļēji, bet 54% monitoru pilnīgi neatbilst vispārpieņemtajām starptautiskajām EM drošības prasībām, tādēļ nepieciešama lietotāja un visu apkārtējo cilvēku (līdz 2,5 m ap terminālu) papildu aizsardzība.

Īpašu vietu ieņem EML avoti, kas atrodas ārpus dzīvokļiem, bet ietekmē tos cauru diennakti. Tādi avoti ir elektroapgādes sadales kārba, elektrokabelis pie dzīvojamās istabas ārējās sienas, kas 90% apdzīvojamās platības izraisa magnētisko lauka līmeni virs 0,2 μT.

Ir arī EML avoti, kas atšķiras ar daudz lielāku dažādību gan pēc to nozīmes, gan pēc to izstarošanas režīma. Nozīmīgākie ir funkcionālie raidītāji, kuri pārraida un uztver informāciju. Bez tam šajā grupā ietilpst dažādas tehnoloģiskās iekārtas, kas izmanto UAF izstarojumu, mainīgo un impulsveida magnētisko lauku, terapeitiskās un diagnostiskās iekārtas (20 MHz līdz 3 GHz), mikroviļņu krāsnis, mobilie telefoni, monitori, televizori u.tml.

Iekārtas, kas ģenerē EML ar frekvenci virs 3 KHz, tiek izmantotas gan stacionārā, gan mobilā veidā. Pēc to jaudas tās iedala 4 grupās: mazas jaudas (līdz 100 W), vidējas jaudas (0,1–10 kW), lielas jaudas (10 kW līdz 1 MW) un superjaudas iekārtas (virs 1 MW). Galvenie elektromagnētisko lauku enerģijas starojuma avoti vidē ir radio, televīzijas un radiolokācijas staciju antenu iekārtas, kas darbojas plašā frekvenču diapazonā no 9 KHz līdz 1000 MHz; to jauda sasniedz 1–2 MW [27].

Garo, vidējo un īso viļņu diapazonā darbojas radiosakaru un radioraidītāju stacijas, metru viļņu diapazonā – telecentri un teleretranslatori, ultraīso un mikroviļņu diapazonā – radiolokācijas stacijas, radionavigācijas, radioastronomijas sistēmas, satelītelekomunikācijas sistēmas, mobilie telefoni, mikroviļņu krāsnis.

Radiostaciju antenu elektromagnētiskais starojums ir vērsts noteiktā virzienā. Televīzijas antenas zemes virsmas tiešā tuvumā nodrošina enerģijas intensitāti visos virzienos. Plaši tiek izmantotas televīzijas retranslācijas stacijas, kuru antenu iekārtas ir analoģiskas telecentru sistēmām. Radiolokācijas iekārtām arī ir antenu sistēmas ar noteikta virziena starojumu. Elektromagnētiskās enerģijas starojumu avoti apdzīvotās vietās var būt arī rūpnieciskas un pētnieciskas nozīmes augstfrekvenču iekārtas.

Mūsu dienās plaši izmanto mobilo radiotelefonu sakarus, kuru darbības pamatā ir teritorijas dalīšana zonās. Zonas centrā, kuras rādiuss ir 0,5–10 km, atrodas tā saucamās bāzes stacijas, kas uztur sakarus starp radiotelefoniem. Bāzes staciju antenas ierīko 15–100 m augstumā speciālos torņos vai arī uz daudzstāvu māju jumtiem. To galvenā elektromagnētiskā enerģija tiek izkliedēta šaurā staru kūlī, kas virzīts prom no antenas izvietošanas vietas (1. pielikums).

Elektromagnētisko lauku, kuru frekvence ir virs 3 KHz, intensitāte dažādiem objektiem dota 6. tabulā [4].

9.3.3. NEJONIZĒJOŠĀ EML STAROJUMA IEDARBĪBA

Problēma, kas saistīta ar elektromagnētiskā lauka iedarbību uz cilvēka organismu, katru gadu kļūst arvien nozīmīgāka sakarā ar to, ka palielinās avotu skaits un starojuma jauda. EM viļņi ir bioloģiski aktīvi, t.i., dzīvie organismi reaģē uz tiem. Cilvēkam nav īpaša maņu orgāna to sajušanai, izņemot optisko diapazonu (gaisma); cilvēks EML sajūt pastarpināti.

Organisma darbību nodrošina virkne dažādu sarežģītu procesu un mehānismu, arī šūnu un ārpussūnu elektromagnētiskā informācija un bioelektriskā regulācija. Tehnogēnisko elektromagnētisko vidi var uzskatīt par traucējošu faktoru attiecībā pret cilvēka organisma darbību un pārējām bioloģiskām ekosistēmām. Starp dzīvo dabu un tehnisko līdzekļu EML avotiem veidojas bioelektromagnētiskās savienojamības jeb savstarpējās iedarbības problēma.

6. tabula. Dažādas frekvences (3 KHz līdz 300 GHz) EML avotu raksturīgākie parametri

Starojuma avots	Starojuma frekvence	Attālums no starojuma avota	Lauka intensitāte	Avota jauda
Garo viļņu radiostacijas	130–285 KHz	300 m	90 V/m	1,8 MW
Vidējo viļņu radiostacijas	415–1606,5 KHz	50–1000 m	450–0,2 V/m	1,8 MW
Īso viļņu radiostacijas	3,95–26,1 MHz	50–400 m	121–2 V/m	750 KW
Telecentri	47–68 MHz 174 MHz 470–890 MHz	1500 m	2–10 V/m	–
Mobilie telefoni	20 MHz – 2 GHz	0,1 m	300 V/m	–
Apsardzes sistēmas	0,9 GHz–10 GHz	Sistēmas darbības zonā	zem 2 mW/m^2	–
Stacionārie radiolokatori	1–10 GHz	100–1000 m	0,1–10 mW/m^2	

Eksperimentālie dati liecina par augstu EML bioloģisko aktivitāti visos frekvenču diapazonos. Pie pietiekami augsta EML līmeņa ekspozīcijas mūsdienu zinātne atzīst siltumiedarbības mehānismu, bet pie zemiem līmeņiem runā tikai par iedarbības informatīvo raksturu. EML iedarbojas uz audiem nespecifiski – izraisa to sasilšanu, bet pietiekami augstas intensitātes EML var pat izraisīt apdegumus. Audos un orgānos pastiprinās asinsrite, kas tos pasargā no pārmērīgas sasilšanas. EML bioloģiskā aktivitāte pieaug līdz ar viļņu garuma saīsināšanos: dziļāk organismā iespiežas un absorbējas UAF viļņi, bet īsākie viļņi – SAF un VSAF – absorbējas zemādā un ādā. Bioloģiskais efekts ir atkarīgs arī no audu termoregulācijas spējas. Ķermeņa daļas ar nepietiekami attīstītu asinsapgādi ir jutīgākas pret vietējo pārkaršanu. Jo sliktāka ir audu termoregulācija, jo lielāka ir iespēja, ka attiecīgie orgāni pārkarsīs un tiks bojāti. Sevišķi jutīgi pret EML nespecifisko iedarbību ir acis, urīnpūslis, žultspūslis, nervu sistēma, sēklinieki [2, 22].

Parasti cilvēks nav pakļauts augstas intensitātes EML iedarbībai, tomēr EML specifiskā iedarbība izpaužas jau zemā intensitātē. EML plašā frekvenču diapazonā var uzskatīt par vāju nervu sistēmas kairinātāju. Dažos gadījumos EML var izraisīt galvas smadzeņu struktūras bioelektriskās aktivitātes pārmaiņas [3]. Uzskata, ka hroniska EML ekspozīcija ietekmē cilvēka organisma darbību. Visjutīgāk uz EML reaģē centrālā nervu sistēma, imūnsistēma un asinsrites sistēma, kā arī hormonālā un reproduktīvā sistēma. Turklāt EML kaitīgā iedarbība piemīt abām lauka sastāvdaļām – gan elektriskajam laukam, gan magnētiskajam laukam. Minētās orgānu sistēmas jāuzskata par kritiskām un jāņem vērā, novērtējot EML iedarbības risku.

Pētījumi ar kukaiņiem parādīja, ka EML iedarbība var izraisīt pārmaiņas to informatīvajās attiecībās, var radīt tīri fizisku ietekmi uz ķermeņa uzbūvi un darbību, var pārmainīt dažas fizioloģiskās reakcijas (vielmaiņu, augšanu, attīstību), kā arī ietekmēt organismu gēnu līmenī. Gan spēcīgs, gan vājš EML ietekmē daudzas augu morfoloģiskās, fizioloģiskās, bioķīmiskās un biofizikālās īpašības, taču nav pārliecinošu datu par ģenētiskām pārmaiņām. Vairumā pētījumu konstatēts liels dažādu mikroorganismu jutīgums pret relatīvi zemu EML starojumu. Tomēr

izraisītie efekti, pārmaiņu virziens un lielums nav saistīti vai arī ir ļoti vāji saistīti ar eksponējošo EML parametriem. Eksperimentos ar dzīvniekiem noskaidrots, ka regulāra elektromagnētiskā lauka iedarbība izraisa pārmaiņas CNS (sākotnēju ierosināmību, kavēšanas procesu), asinsrites sistēmā (pulsa paātrināšanos, pārmaiņas elektrokardiogrammā), asins morfoloģiskajā sastāvā (leikocītu, retikulocītu, eozinofilu skaita samazināšanos), vienlaikus arī endokrīnās sistēmas funkcionālus traucējumus, vielmaiņas traucējumus, distrofiskas pārmaiņas smadzenēs, aknās, liesā un sēkliniekos [22].

Eksperimentālos pētījumos konstatēts, ka vājas intensitātes EML ietekmē CNS nervu šūnu līmenī, pārmainās augstākā nervu darbība, pasliktinās atmiņa. Īpaši jutīga pret EML iedarbību ir embrionālā nervu sistēma [23, 25]. Pētījumā iegūtie dati pierāda, ka ilgstošs, zemas intensitātes EML ar 50 Hz frekvenci izjauc imunitātes regulējošus mehānismus [24]. Pētījumos ar brīvprātīgajiem, izmantojot speciālu metodiku, tika parādīts, ka EML īslaicīgā darbā ar videodispleju terminālu var pastiprināt organisma regulējošo sistēmu sasprindzinājumu [19].

Pēdējā laikā veikti pētījumi par hroniskas EML ekspozīcijas izraisītajiem vēlīnajiem efektiem (leikozi, smadzeņu un krūts dziedzeru audzējiem, neirodeģeneratīvām slimībām). Pirms desmit gadiem tika izteikta doma, ka elektropārvadlīniju radītais īpaši zemas frekvences (EZF) elektromagnētiskais lauks, iespējams, ir fizikāls kancerogēns. Dānijā veiktais epidemioloģiskais pētījums [13] liecina, ka 50 Hz elektriskās maiņstrāvas radītais EML nav onkoloģisku slimību izraisītājs. Netika arī atrasti pierādījumi, ka tas ir riska faktors asinsrites sistēmas slimībām [10]. Taču ļoti plašā Zviedrijas zinātnieku epidemioloģiskā pētījumā, balstoties uz rūpīgu statistisko apstrādi, tika konstatēts, ka pastāv saistība starp vēža izplatību iedzīvotāju vidū, it īpaši leikēmiju bērniem, un elektropārvadlīniju radīto magnētisko lauku [8]. Somijā, apsekojot vairāk nekā 100 000 bērnu, kas dzīvo līdz puskilometra attālumā no elektropārvadlīnijām, kuru spriegums ir 110–400 kV, pētnieki nonāca pie secinājuma, ka magnētiskie lauki līdz 0,2 μT, visticamāk, nerada onkoloģiskas slimības bērniem [16]. Bet, ja magnētiskā lauka līmenis ir augstāks (>0,3 μT), audzēju attīstības iespēja palielinās. Uz to norāda arī citi pētnieki [14].

Ar EML ekspozīciju saistīta vēl cita aktuāla problēma – neirodeģeneratīvu slimību un neiroloģisku traucējumu attīstība. Pie šīs iespējamās patoloģijas mūsu dienās pieskaita depresīvo sindromu, amiotrofisko laterālsklerozi [10], Parkinsona slimību [17] un Alcheimera slimību [14].

EML izraisīts vēlīns bioloģiskais efekts ir organisma priekšlaicīga novecošanās [26]. Klīnisko un eksperimentālo pētījumu datu analīze liecina, ka cilvēkiem, kuriem bijis ilgstošs kontakts ar EML, attīstās priekšlaicīgas organisma novecošanas sindroms, kura pazīmes ir atmiņas pasliktināšanās, darbaspēju pazemināšanās, polipatoloģija, imunoloģiskās reaktivitātes un adaptēšanās spējas pazemināšanās, priekšlaicīgi lipīdu maiņas traucējumi, disulfīdgrupu progresējoša uzkrāšanās, reproduktīvo funkciju traucējumi.

Pētījumu par ģenētiskām sekām, ko varētu izraisīt EML, ir ļoti maz, turklāt to iespējamība epidemioloģiskos pētījumos pagaidām nav pierādīta.

EML iedarbības apstākļi var būt dažādi: nepārtraukti un ar pārtraukumiem, vispārēji un vietēji, no viena vai vairākiem avotiem, kombinēti ar citiem nelabvēlīgiem vides faktoriem. Orgānu un sistēmu jutību pret EML starojumu nosaka biofiziskie parametri (absorbcijas un atstarošanas pakāpe, caurspiedība), orgānu funkcionalitāte, vaskularizācijas pakāpe un citas īpašības. EML iedarbība ir atkarīga no elektromagnētiskā lauka intensitātes, ekspozīcijas ilguma, frekvences un tā signāla orientācijas pret ģeomagnētisko lauku, pie tam noteiktās īpašās kombinācijās [11].

Palielinoties frekvencei, elektromagnētiskā lauka iedarbība pastiprinās, t.i., augstfrekvenču viļņi izraisa lielāku bioloģisko efektu nekā ZF viļņi. Mikroviļņi var caurspiesties papīram, stiklam,

plastmasai, bet atstarojas no metāla. Vislabāk tos absorbē audi un orgāni, kas satur daudz ūdens (ūdens molekulas aktivizējas un izdalās siltums). Tomēr mikroviļņu iedarbība uz dzīviem organismiem neizpaužas tikai kā audu sasilšana. Dažādiem cilvēka ķermeņa audiem un orgāniem ir dažāda elektriskā vadītspēja, kapacitāte un induktivitāte, tādēļ arī dažāda ir absorbcija. Mikroviļņiem, pārejot no vieniem audiem uz citiem, atstaroto un absorbēto mikroviļņu attiecības pārmainās, izraisot dažādu iedarbību [7].

Mikroviļņiem, kuru frekvence ir mazāka par 150 MHz, ir neliels bioloģiskais efekts. Frekvencei palielinoties līdz 300 MHz, t.i., ultraaugstfrekvences zonā enerģija dzīvos organismos tiek maksimāli absorbēta. Mikroviļņi, kuru frekvence ir līdz 1 GHz, iespiežas un absorbējas zemādas dziļākajos slāņos. Tie ir bīstami, jo ādas receptori uz tiem nereaģē. Mikroviļņi, kuru frekvence ir virs 1 GHz, absorbējas ādas virsējā slānī, kas sasilst un tādējādi brīdina par pārkaršanas iespējamību.

Visbīstamāk mikroviļņi iedarbojas uz acīm. Ja acīm ir slikta asinsapgāde, sevišķi lēcu apvidū, bīstams ir 2,5–3 GHz liels starojums, kas, iespiežoties audos, izraisa kataraktas veidošanos. Arī citas frekvences noteiktas intensitātes mikroviļņu ekspozīcija var izraisīt ādas un acu apdegumus.

Milimetru viļņi gandrīz pilnīgi tiek absorbēti ādā un iedarbojas uz tās receptoriem, turpretī centimetru un decimetru viļņi iespiežas dziļāk un iedarbojas tieši uz audu, arī smadzeņu, struktūrām. Centimetru elektromagnētiskie viļņi izraisa ķermeņa temperatūras paaugstināšanos, tie nomāc CNS, rada neatgriezeniskas morfoloģiskas pārmaiņas orgānos, oksidēšanās–reducēšanās enzīmu aktivitātes pamazināšanos, ģenētiskus bojājumus, pēcnācēju kroplību, nāves gadījumu skaita pieaugumu. Elektromagnētisko lauku iedarbības mehānisms vēl nav detalizēti izpētīts. Pasaules Veselības organizācijas (PVO) Starptautiskajā programmā "EML un cilvēka veselība" izteikta varbūtība, ka onkoloģiskās slimības, atmiņas zaudēšana, pārmaiņas uzvedībā, Parkinsona un Alcheimera slimība, AIDS, pēkšņās nāves sindroms pilnīgi veselam bērnam un daudzas citas novirzes, arī pašnāvību skaita pieaugums ir EML iedarbības rezultāts.

Var uzskatīt, ka EML ekspozīcija vidē ir specifiska gan no bioloģisko efektu realizācijas mehānismu aspekta, gan arī no tā, ka vidē nepārtraukti notiek EML vidējā līmeņa paaugstināšanās, vienlaikus arī tā struktūra nepārtraukti kļūst sarežģītāka. Pēc krievu pētnieku domām, EML iedarbības veids principiāli atšķiras no citiem tehnogēniskas izcelsmes ķīmiskiem un fizikāliem faktoriem [21].

9.3.4. AIZSARDZĪBA PRET NEJONIZĒJOŠO ELEKTROMAGNĒTISKO STAROJUMU

Lai maksimāli aizsargātos no EML kaitīgās iedarbības, nepieciešams ievērot vienkāršus drošības principus: atrasties pēc iespējas tālāk no EML avotiem, pēc iespējas īsāku laiku atrasties EML ietekmes zonā un izmantot EML ekranizējošus materiālus.

Iedzīvotāju nodrošināšanas pamatā pret nejonizējošā starojuma bioloģisko iedarbību ir sanitāri higiēniskā līmeņa uzraudzības un kontroles sistēma. Viens no svarīgākajiem pasākumiem ir EML pieļaujamo līmeņu izstrādāšana. Pamatprasība ir noteikt tādu pieļaujamo EML līmeni, kas nedz homeostāzē, nedz adaptācijas un aizsargmehānismos neradīs pat īslaicīgas pārmaiņas ne vien tuvākajā, bet arī attālā laika periodā. Tas nozīmē, ka par pieļaujamo līmeni var uzskatīt tikai daļu EML, kas izraisa kādu reakciju. Novērtēt elektrisko un magnētisko lauku ekspozīcijas risku uz cilvēka veselību ir ļoti sarežģīti. Tam nepieciešami ļoti plaši pētījumi par

EML iedarbību gan atkarībā no ekspozīcijas ilguma, gan frekvenču lieluma, to pārmaiņām un kombinācijām [1]. Prognozējot iespējamo EML ekspozīcijas bioloģisko efektu, tika izstrādāta programma, kā samazināt EML ekspozīciju, kas saistīta ar elektrības pārvadi un izmantošanu [9]. 1970. gadā tika izstrādāts pieļaujamais ekspozīcijas līmenis mikroviļņu krāsnīm [15]. Sadzīvē diennakts ekspozīcija elektriskajam laukam ir 5 kV/m, bet magnētiskajam laukam – 0,1 μT [5]. EZF lauka magnētiskā indukcija 30 cm attālumā no datora monitora nedrīkst pārsniegt 2 mGs (0,2 μT). Magnētiskais lauks dzīvojamās mājās, kas ir līdz 1,5 m lielā attālumā no transformatoru apakšstacijām un elektroapgādes sadales punktiem, var pārsniegt pieļaujamo līmeni, tādēļ tas jāņem vērā, iekārtojot dzīvokli. Pēc Latvijas standarta LVS ENV 50166–2 "Elektromagnētiskā lauka iedarbība uz cilvēku. Augstas frekvences" maksimāli pieļaujamais EML jaudas plūsmas blīvums ir atkarīgs no frekvences:

- 1800 MHz frekvencē – 9 W/m^2;
- 950 MHz frekvencē – 4,75 W/m^2;
- 450 MHz frekvencē – 2,25 W/m^2.

Dažādu valstu elektromagnētiskās drošības standarti atšķiras ne tikai pēc normējamiem parametriem, bet arī pieļaujamo līmeņu noteikšanas metodēm. Tas, protams, apgrūtina standartu salīdzināšanu un klasifikāciju.

Pasaules Veselības organizācija (PVO) 1996. gadā ir izveidojusi ilglaicīgu (līdz 2017. gadam) starptautisku projektu "Elektromagnētiskie lauki un cilvēka veselība", lai iegūtu zinātniskus pierādījumus par EML ar frekvenču diapazonu no 0 līdz 300 GHz iespējamo kaitīgo ietekmi uz organismu. Šis projekts paplašina sabiedrības informēšanu un koordinē standartu izstrādāšanas grupu darbu visā pasaulē, lai harmonizētu starptautiskos EML drošības standartus.

Izvēloties radiotehnisko objektu (radiostacijas, telecentri, televīzijas retranslatori, radioreleju sakaru līnijas) izvietojumu, nepieciešams ņemt vērā raidītāju jaudu, antenu konstruktīvās īpašības, vietas reljefu, apkārtējās teritorijas funkcionālo nozīmi, apbūves īpatnības, dzīvojamo ēku stāvu skaitu.

Visiem radiotehniskajiem objektiem nosaka noteiktas sanitārās aizsardzības zonas un apbūves ierobežojumu zonas. Sanitārā aizsardzības zona ir teritorija ap EM starojuma avota tehnisko teritoriju, kuras ārējo robežu nosaka pēc EML pieļaujamiem līmeņiem 2 m augstumā virs zemes virsmas.

Apbūves ierobežojuma zona ir teritorija, kur 2 m augstumā virs zemes ir pārsniegti EML pieļaujamie līmeņi. Ierobežojuma ārējo robežu nosaka pēc perspektīvās apbūves, ēku maksimālā augstuma, kuru augšējos stāvos nav pārsniegti pieļaujamie līmeņi (7. tab.). Abu zonu robežas tiek precizētas, pamatojoties uz instrumentāliem mērījumiem. Tās var būt gan dažu desmitu metru, gan dažu kilometru platumā.

Raidstacijām ar antenām, kas horizontālā plaknē nav fiksētas vienā virzienā, kā arī televīzijas raidītājiem un radiolokācijas stacijām sanitārā aizsardzības un apbūves ierobežojuma zona tiek noteikta visapkārt starojuma avotam. Radiotehniskiem objektiem ar antenām, kas izstaro vienā sektorā vai virzienā, zonas nosaka šajā pašā sektorā, tomēr ievērojot antenu sānu un pretējā virziena starojumu.

Vissarežģītākais jautājums ir iedzīvotāju aizsardzība pret EML, kura avots izvietots dzīvojamā rajonā. Aizsardzību no īsviļņu radiostaciju starojuma šādā gadījumā var realizēt ar ekranizēšanu, mainot antenas virzienu leņķi, samazinot raidītāja jaudu vai pārtraucot starojumu noteiktos virzienos. Mērķtiecīgākais ceļš, protams, ir starojuma avota likvidēšana apdzīvotajās vietās, kas ne vienmēr ir iespējams tehnisku un ekonomisku iemeslu dēļ.

7. tabula. Pastāvīgo EML pieļaujamie līmeņi

Nosaukums	Frekvence	Viļņu garums	Pieļaujamais līmenis
Kilometru viļņi (ZF)	30–300 KHz	10–1 km	25 V/m
Hektometru viļņi (VF)	0,3–3 MHz	1–0,1 km	15 V/m
Dekametru viļņi (AF)	3–30 MHz	100–10 m	10 V/m
Metru viļņi (4AF)	30–300 MHz	10–1 m	3 V/m
Decimetru viļņi (UAF)	300–3000 MHz	1–0,1 m	10 mW/cm^2
Centimetru viļņi (SAF)	3–30 GHz	10–1 cm	10 mW/cm^2

Ekranizēšana ir diezgan plaši izplatīts iedzīvotāju aizsargāšanas paņēmiens. Starp starojuma avotu un dzīvojamo masīvu var izvietot sabiedriskās un administratīvās ēkas. Arī koku un krūmu stādījumi nedaudz samazina EM viļņu spriegumu. Mērķtiecīgi ir izmantot vietas reljefu un dzīvojamās mājas celtniecību veikt apvidū, kur radusies t.s. radioēna. Efektīvs aizsardzības veids ir difrakcijas ekrānu – vertikālas sienas no materiāla, kas atstaro EM viļņus, – uzstādīšana noteiktā attālumā no starojuma avota. Ekrāna efektivitāte un tā radītā radioēna ir atkarīga no ekrāna izmēriem, attāluma līdz starojuma avotam un radioviļņu garuma. Parasti ekrāni tiek gatavoti no magnētiskiem metāliem, kas pilnīgi apslāpē starojumu.

Projektējot dzīvojamo ēku apbūvi radioviļņu tuvumā, normatīvo lielumu kontrole plānotajā būvniecības teritorijā notiek, pamatojoties uz EML līmeņu noteikšanu gan ar aprēķina, gan instrumentālo metodi.

EML līmeņi mobilo radiotelefonu bāzes staciju tuvumā ir 2–30 reižu zemāki par pieļaujamiem [27]. Tā kā samērā bieži antenas tiek izvietotas uz dzīvojamo māju jumtiem, iedzīvotājiem jāzina, ka tās nedrīkst aizskart ar rokām un atrasties to izstarojošās puses tuvumā. Pēdējos gados Latvijā uzstādīto mobilo operatoru bāzes staciju jauda nepārsniedz 50 W un EML jaudas plūsmas blīvums – 0,001 W/m^2.

Atbilstoši Eiropas standartam ENV 50166–1 arī Latvijā ir izstrādāts Valsts Standarts LVS ENV 50166–1:1995, kurā noteikti pieļaujamie intensitātes līmeņi gan strādājošiem, gan iedzīvotājiem vispār [6]. Taču iedzīvotāju aizsardzības pasākumi pret EML kaitīgo iedarbību Latvijā vēl nav pietiekami izstrādāti.

LITERATŪRA

1. *Abelson P. H.* Effects of electric and magnetic fields // Editorial Science. – 1989. – 245. – P. 241.
2. *Adair E., Berglund L.* Predicted thermophysiological responses of humans to MRI fields // Annals of New York Acad. of Sciences. – 1992. – Vol. 649. – Pp. 188–200.
3. *Bawin S. M., Sheppard A., Adey W. R.* Possible mechanisms of weak electromagnetic field coupling in brain tissue // Bioelectrochemistry and Bioenergetics. – 1978. – Vol. 5. – Pp. 67–76.
4. *Dundurs J.* Vides veselība: Apdzīvotas vietas. – Rīga: RSU, 2000. – 88 lpp.
5. *Eglīte M.* Elektromagnētiskā radiācija. – Rīga: AML, 1997. – 26 lpp.
6. *Eglīte M.* Darba medicīna. – Rīga, 2000. – 704 lpp.

7. *Ferris B. G.* Environmental hazards: EM Radiation // New England J. of Med. –1966. – 275. – Pp. 1100–1105.
8. *Feychting M., Ahlbom A.* Magnetic field and cancer in people residing near Swedish high voltage lines // IMM Report. Karolinska Institute. Stockholm. – 1992. – No. 6. – Pp. 321–325.
9. *Hidy G. M.* EMG Research: A Commitment to Excellence // EPRI Journal. – 1990. – 15. – 1. – P.1.
10. *Johansen C.* Electromagnetic fields and health effects – epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease // Scand. J. of Work, Environment and Health. – 2004. – Vol. 30. – Pp. 1–80.
11. *Moeller D. W.* Environmental health. – London: Harward University Press, 1992. – 332 p.
12. *Moore T.* Pursuing the Science of EMF // EPRI Journal. – 1990. – 15. – 1. – Pp. 4–17.
13. *Olsen I., Nielsen A., Schulgen G.* Residence near high voltage of citizens and risk of cancer in children // Brit. Med. J. – 1993. – 307. – Pp. 891–895.
14. *Savitz D., Ahlbom A.* Epidemiological evidence on cancer in relation to residential and occupational exposures // Biol. effects of electr. and magnetic. fields. –Vol. 2. – Acad. Press, 1994. – Pp. 233–262.
15. US Department of Health and Human Services. Microwaves Ovens: Performance Standards: Code of Federal Regulations, 1970. – Title 42, part 78.
16. *Verkasalo V. et al.* Risk of cancer in Finnish children living close to power lines // Brit. Med. J. – 1993. – 307. – Pp. 895–899.
17. *Wechesler L., et al.* Neuro Toxicology. – 1991. – No. 12. – Pp. 387–392.
18. *Wertheimer N., Leeper E.* Electrical wiring configurations and childhood cancer // Bioelektromagnetics. – 1995. – 16. – Pp. 86–96.
19. *Григорьев Ю. Г., Лукянова С. Н., Григорьев О. А. и др.* К оценке опасности ЭМП, генерируемого монитором (исследования в условиях кратковременной работы оператора на ПК) // Радиационная биология: Радиоэкология. – 1996. – Т. 36. – Вып. 5. – С. 738–746.
20. *Григорьев Ю. Г.* Оценка опасности воздействия электромагнитных полей техногенной природы на человека // Влияние ЭМП на организм человека. – Москва: фонд "Новое тысячелетие", 1998. – С. 35–67.
21. *Григорьев Ю. Г., Степанов В. С., Григорьев О. А., Меркулов А. В.* Электромагнитная безопасность человека. – Москва: Российский национальный комитет по защите неонизирующего излучения, 1999. – 145 с.
22. *Давыдов Б. И., Тихончук В. С., Антипов В. В.* Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений. – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 301 с.
23. *Зуев В. Г., Ушаков И. Б.* Микроволны и гематоэнцефалический барьер // Радиационная биология: Радиоэкология. – 1993. – Т. 33. – Вып. 3. – С. 739–747.
24. *Зуев В. Г., Троицкий О. В., Львова Т. С., Семенова Л. А., Кустова Л. А.* Гематологические и иммунологические показатели у персонала, работающего в условиях воздействия электромагнитных полей промышленных частот // Материалы 1-й Российской конференции "Проблемы электромагнитной безопасности человека: Фундаментальные и прикладные исследования". – Москва, 1996. – С. 77–78.
25. *Наватикян М. А., Мороз Т. И.* Поведенческий эффект однократного воздействия широковолновой энергией на крыс // Высш. нервн. деятельн. – 1988. – Вып. 38. – 4. – С. 764–766.
26. *Никитина В. Н.* О возможности раннего старения организма с воздействием электромагнитных излучений // Клиническая геронтология. – 1997. – 3. – С. 14–17.
27. Человек среди электромагнитных полей. – Москва: ГНЦ РФ Институт биофизики, Центр электромагнитной безопасности, 1998. – 19 с.

9.4. JONIZĒJOŠAIS STAROJUMS

Jonizējošais starojums jeb radiācija ir dabiska vides sastāvdaļa. Lielāko starojuma daļu rada dabiskie starojuma avoti, to skaitā kosmiskais starojums no Saules un Visuma, kā arī starojums, ko emitē radioaktīvie atomi iežos un radioaktīvās vielas visās dzīvās būtnēs. Jonizējošā radiācija tiek ģenerēta un izmantota arī medicīnā, rūpniecībā, enerģētikā, zinātnē, militāriem mērķiem u.c. Pēdējos gadu desmitos ir pieaudzis jonizējošā starojuma avotu skaits un to jauda. Jonizējošā starojuma plašā izmantošana tautsaimniecībā un zinātnē padara aktuālu jautājumu par iedzīvotāju aizsardzību pret jonizējošo radiāciju.

9.4.1. JONIZĒJOŠĀ STAROJUMA FIZIKĀLAIS RAKSTUROJUMS

Jonizējošs starojums, pirmkārt, piemīt EM svārstībām (fotoniem), kuru viļņu garums ir mazāks par 10^{-7} m un enerģijas daudzums lielāks par 12,4 eV. Pie šādiem augstas enerģijas EM viļņiem pieder daļa ultravioleto staru, rentgenstari, γ (gamma) stari un kosmiskie stari. Ejot cauri audiem, stari izraisa neitrālo atomu vai molekulu jonizāciju, t.i., tie iegūst elektrisko lādiņu un pārvēršas jonos. Augsta jonizācijas spēja piemīt arī α (alfa), β (beta), pozitronu, neitronu, kodoldalīšanās šķembu jeb korpuskulārajam starojumam – daļiņu plūsmām ar vai bez elektriskā lādiņa, ko izstaro radioaktīvas vielas (radionuklīdi).

Jonizējošo radiāciju raksturo vairāki rādītāji:

- caurspiešanās spēja, t.i., spēja caurspiesties dažādām vielām to gāzveida, šķidrā vai cietā agregātstāvoklī. Caurspiešanās spēja dažādiem radiācijas veidiem ir atšķirīga. Piemēram, alfa starojuma caurspiešanās attālums gaisā ir līdz 5 cm, un tas rada ļoti spēcīgu vides jonizāciju; beta starojuma caurspiešanās attālums alumīnijā ir līdz 1 cm un ejot cauri ādai, tas rada apdegumu; gamma starojums spēj caurspiesties vairāku metru biezam betonam, un tas iedarbojas uz visu organismu [14];
- aktivitāte, kas izsaka radioaktīvo atomu daudzumu, tātad novērtē vides piesārņojuma pakāpi. Radioaktivitāte ir radionuklīdu (atomu ar nestabiliem kodoliem) sabrukšanas ātrums, kas parāda, cik bieži notiek atomu transformācija jeb pārmaiņas. Aktivitātes mērvienība ir Bq (bekerels), kas ir vienāds ar viena atoma kodola pārvērtību sekundē. Lai izteiktu radionuklīdu koncentrāciju, izmanto mērvienību Bq/kg vai Bq/m^3;
- absorbētā deva (doza) D_{abs} ir enerģijas daudzums, ko jonizējošais starojums piešķir absorbējošam materiālam. Absorbēto devu izsaka grejos (Gy). 1 Gy = 1 J/kg;
- ekspozīcijas deva izsaka rentgena un gamma starojuma jonizējošo iedarbību uz gaisa vidi. Parasti to mērī mR/h (milirentgenos stundā). Latvijā dabiskais gamma starojums ir 8–20 μR/h (pieļaujamais – 32 μR/h).

Jonizējošā starojuma radīto bioloģisko efektu raksturo ar ekvivalento devu H un efektīvo devu *E*, kuru mērvienība ir Sv (zīverts), kā arī ar efektīvo jaudu, kuras mērvienība ir Sv/h. Praksē lieto mazākas vienības – mSv (milizīverts) un μSv (mikrozīverts), kā arī rem (1 Sv = 100 rem) [9].

Dažādu jonizējošās radiācijas veidu vienādu absorbēto devu radītās pārmaiņas ir dažādas, jo korpuskulārajām daļiņām ir stipri atšķirīga lineārā enerģijas pārnese. Piemēram, alfa daļiņām ir liels lādiņš, un tās rada spēcīgu jonizāciju, kas 20 reižu vairāk bojā audus nekā gamma vai beta stari. Ekvivalentā deva H raksturo jonu daudzumu, sadalījumu un bioloģisko iedarbību, kas radusies, jonizējošai radiācijai iedarbojoties uz audiem. To izmanto kā atsevišķa orgāna devu,

jo tā nosaka atsevišķas organisma sistēmas vai orgāna risku. Ekvivalento devu H aprēķina no D_{abs}, ņemot vērā radiācijas ietekmes faktoru K_I:

$$H = D_{abs.} \times K_I$$

Ja radiācijas rezultātā tiek nogalinātas šūnas, tad tā ir akūta iedarbība jeb tūlītēja bioloģiska ietekme. Taču, ja ietekme ir gadījuma rakstura, kas var izpausties pēc ilgāka laika perioda pēc apstarošanas gadījuma, tad tā tiek saukta par neparedzamo ietekmi.

Katram cilvēka ķermeņa orgānam un audiem ir atšķirīga jutība pret radiāciju. Piemēram, dzimumšūnām, kuras skar relatīvi zemas starojuma devas tūlītēja ietekme, jārēķina 20% no neparedzamās ietekmes. Šī daļa ir audu ietekmes faktors. To reizinot ar ekvivalento devu H, iegūst efektīvo devu E. Tātad E aprēķina, izmantojot absorbēto devu un ņemot vērā ne tikai radiācijas ietekmes faktoru K_I, bet arī audu un orgānu ietekmes faktoru K_{II}:

$$E = D_{abs.} \times K_I \times K_{II}$$

Efektīvo devu var izrēķināt jebkuram jonizējošās radiācijas veidam un jebkuram ķermeņa daļas apstarojumam. Taču parasti efektīvo devu izsaka kā ķermeņa audu un orgānu ārējās un iekšējās apstarošanas ekvivalento devu summu visam organismam kopumā, kas raksturo tā kopējo apstarošanas risku. Ietekmes faktori tiek izvēlēti tā, lai efektīvā deva ir viens Sv, ko rada jebkuras radiācijas apstarojums jebkurā audu veidā, un tā būtu vienāda ar bioloģisko ietekmi uz apstaroto personu.

Vispārējais ģenētisko bojājumu apjoms ir atkarīgs no apstaroto cilvēku skaita, tāpēc svarīgi ir zināt populācijas vai kolektīvo devu D_k [4]. Parasti to aprēķina vienam gadam, summējot iekšējā un ārējā apstarojuma devas, ko attiecīgais iedzīvotāju kontingents ir saņēmis attiecīgajā laikā. Lietojot paaudzes devu D_p, kas ietver visu iespējamo radiācijas iedarbību, ko populācija saņēmusi piecdesmit gados, daļēji tiek novērsta kolektīvās devas nepilnība, kad netiek ņemts vērā apstaroto cilvēku vecums, dzimums, kā arī starojuma avotu īpatnības. D_k un D_p mērvienības ir cv–Sv (cilvēkzīverti).

9.4.2. JONIZĒJOŠĀ STAROJUMA AVOTI

Dabiskie jonizējošā starojuma avoti ir kosmoss (kosmiskie stari, γ stari, rentgenstari) un biosfērā esošie radioaktīvie elementi, ieskaitot arī tos, kas kopā ar pārtiku nonāk cilvēka organismā. Apmēram 70% ikgadējās vidējās jonizējošā starojuma devas iedzīvotājiem rada dabiskās radiācijas avoti. Bez tam jonizējošā starojuma avoti ir arī mākslīgi radītie radioaktīvie ķīmiskie elementi un iekārtas, kas producē rentgenstarus un γ starus (rentgencaurule, elektronu paātrinātāji u.c.). Ar jonizējošā starojuma avotiem ir saistītas daudzas tautsaimniecības nozares. To pielieto ārstniecības iestādēs (diagnostikā, terapijā), atomelektrostacijās (enerģijas ieguvē), pētniecības iestādēs (elementārdaļiņu paātrinātājos), rūpniecībā (defektoskopijā) utt.

Ikgadējā kosmiskā starojuma deva jūras līmenī ir 0,3–0,35 mSv, bet 1,5 km augstumā tā dubultojas. Kāpjot augstos kalnos, devas jauda no kosmiskā starojuma pieaug, jo daļēji tiek zaudēts zemes atmosfēras vairoga aizsardzības efekts. Virsskaņas lidmašīnu garā lidojumā 12–24 km augstumā deva var pieaugt līdz 20–80 mSv. Ziemeļos iedzīvotāji saņem lielāku kosmiskās radiācijas devu nekā dienvidos dzīvojošie. Piemēram, Skotijas iedzīvotāji saņem par 20% lielāku kosmiskā starojuma devu gadā nekā Grieķijas iedzīvotāji. Gamma starojums nāk

arī no klints iežiem zemes dzīlēs, tāpēc cilvēki, kuri dzīvo klinšainā apvidū, gadā saņem 10 mSv lielu starojuma devu [5].

Radons ^{222}Rn ir viens no svarīgākajiem starojuma avotiem, tas rada vislielāko dabiskās radiācijas devas daļu. Tā ir dabiska radioaktīva gāze, kas nokļūst gaisā no Zemes garozas iežiem, no urāna atradnēm, no dabiskiem pazemes ūdeņiem. Gaisā radona ir maz. Visā Zemes atmosfērā tā ir tikai 374 l. Radons un tā sabrukšanas radioaktīvie produkti ir iekšējais cilvēka ķermeņa starojuma avots. Visā Eiropā, arī Latvijā, pusi dabiskās radiācijas fona rada radons. Sevišķi augstas devas iedzīvotāji saņem Lielbritānijā, Kornvala pussalā, jo tur klinšu ieži ir ļoti radioaktīvi [11]. Tā daudzums dzīvojamo telpu gaisā atkarīgs no materiāla, kas izmantots mājas celtniecībai, kā arī no ventilācijas kvalitātes. Jo vairāk minerālu satur būvmateriāli, jo vairāk radona ir telpu gaisā (mūra celtnēs tā ir trīs reizes vairāk nekā koka celtnēs). Šīs gāzes koncentrācija ir viszemākā, ja logi un durvis ir atvērti, t.i., kad telpas tiek labi vēdinātas.

Lielā daudzumā cilvēka ķermenī ir dabiskais radioaktīvais kālijs ^{40}K, kas tiek uzņemts ar uzturu, taču tā starojuma deva ir daudz mazāka par devu, ko saņem no radona. Praktiski jebkurš pārtikas produkts satur dabisko radioaktīvo kāliju. Vienā litrā piena ir aptuveni 50 Bq ^{40}K, bet zemesriekstos tā aktivitāte ir 200 Bq/kg. No pārtikas produktiem organismā uzkrājas gandrīz nemainīgs kālija daudzums. Pieauguša cilvēka organismā tas vidēji ir 145 grami, kurā ir aptuveni 5000 Bq ^{40}K.

Dzeramajā ūdenī viena no urāna ^{238}U nozīmīgākā sabrukšanas produkta rādija ^{226}Ra aktivitāte var sasniegt 10 Bq litrā, bet dažos produktos, piemēram, riekstos – pat 100 Bq/kg. Jebkurā materiālā, kas satur oglekli, ir aptuveni 200 Bq dabiskā radionuklīda ^{14}C uz katru oglekļa ^{12}C kg. Rezultātā šis radionuklīds vidēji rada 12 mSv lielu devu gadā. Svins ^{210}Pb un polonijs ^{210}Po atrodami dažos jūras produktos, vēžveidīgajos tie sasniedz augstu koncentrāciju, un iedzīvotāji, kas pārtikā lieto daudz jūras produktu, var saņemt līdz 1,5 mSv lielu devu gadā. Kopējā urāna ^{238}U un torija ^{232}Th sabrukšanas rindas locekļu ietekme rada vidēji 60 mSv lielu devu gadā.

Nozīmīgākie mākslīgie radiācijas avoti ir iekārtas, ko izmanto medicīnā. Radioaktīvo materiālu izmantošana dažādos nolūkos palielina radionuklīdu daudzumu cilvēka organismā, tomēr normālos apstākļos visnozīmīgāko papildu devu veido radioaktīvo materiālu izmantošana medicīnā. Radionuklīdi, ko pacients saņem, ja tiek ārstēts ar kodolmedicīnas palīdzību, rada iekšējo apstarošanas devu. Medicīnā ir divi galvenie jonizējošā starojuma izmantošanas veidi: diagnostika un radioterapija.

Medicīniskās rentgeniekārtas cilvēkiem rada nozīmīgu starojuma devu. Pasaulē katru gadu veselības aprūpes iestādēs izdara 1,3 miljardus rentgenapskašu un 4 miljonus terapeitisku procedūru vai kursu ar jonizējošo starojumu. Ikgadējā efektīvā deva no šī starojuma uz cilvēku ir 20–50% dabiskā fona līmeņa [8].

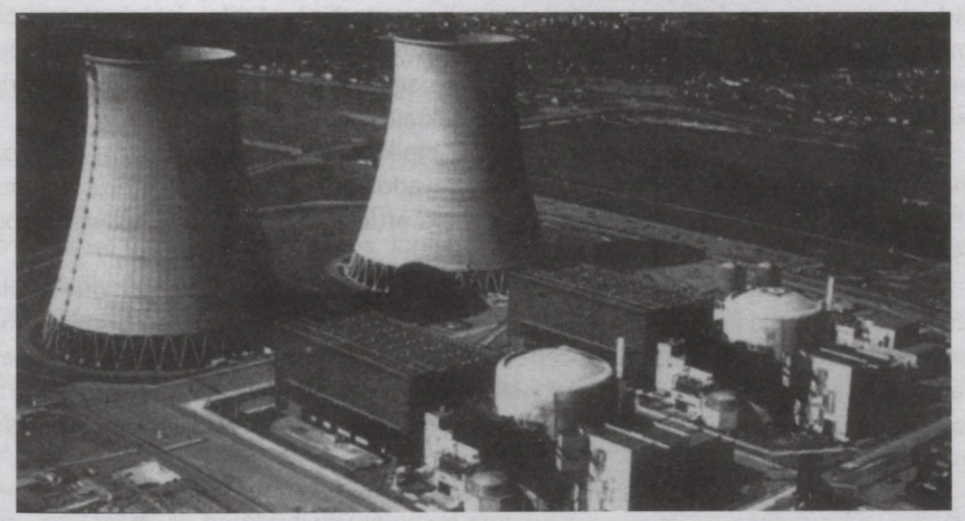
Vairāk nekā puse rentgenuzņēmumu tiek izdarīti zobārstniecībā, lai ārstam palīdzētu salabot zobus, kā arī atklāt audzējus un savainojumus. Katrs iekšējais mutes dobuma rentgenuzņēmums rada pacientam apmēram 0,02 mSV lielu starojuma devu. Pacients saņem apmēram 0,05 mSv lielu devu, izdarot krūškurvja vai locītavu rentgenuzņēmumu, bet krūškurvja, kuņģa un zarnu trakta rentgenapskates gadījumā, kā arī galvas smadzeņu rentgenskenēšanā – 3 mSv.

Izsekojot cilvēka organismā ievadīto radioaktīvo vielu kustībai ar radiācijas detektoru, var iegūt tā orgāna attēlu, kurā radionuklīds uzkrājies. Viens no piemērotākajiem izotopiem, kas uzkrājas audzējā, ir tehnēcijs ^{99}Tc, kuru izmanto smadzeņu, kaulu un aknu izpētei. Šis radionuklīds sabrūk samērā ātri, tāpēc deva, ko saņem pacients, ir līdz 5 mSv.

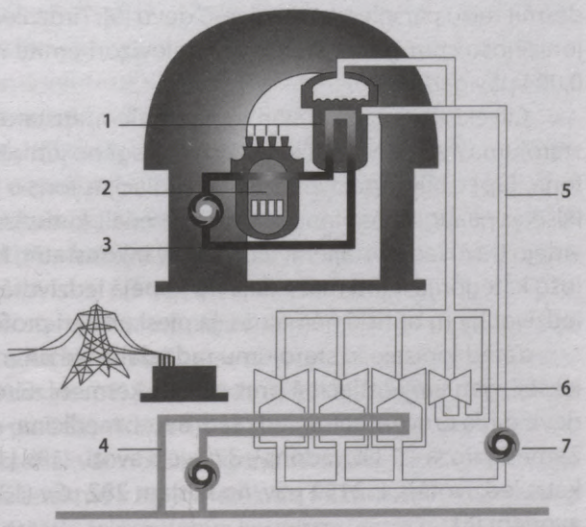
Audzēju veidojošās šūnas dalās daudz ātrāk par parastajām šūnām, tāpēc tās ir ļoti jutīgas pret hromosomu bojājumiem. Izvēloties optimālo starojuma devu, lai iznīcinātu audzēja šūnas

un apkārtējiem audiem radītu pēc iespējas mazāku riska pakāpi, apstarošanu veic gan ar iekšēju, gan ārēju jonizējošu avotu. Radioterapijā audzējus iznīcina arī ar rentgeniekārtu un paātrinātāju radīto jonizējošo starojumu. Gamma starojumu medicīnā lieto, lai apstarotu un padarītu sterilus medicīnas instrumentus, apģērbu, pārsējus.

Daudz mazāku starojuma devu nekā medicīnā rada izmeši no kādreiz veiktajiem kodolieroču izmēģinājumiem atmosfērā, kodolmateriālu izmeši no atomelektrostacijām, apstarošana darbā, kā arī dažādi citi starojuma avoti, piemēram, lidojums atmosfērā ar lidmašīnu; televizors, kas emitē rentgenstarus. Enerģētikā atomelektrostacijās izmanto kodoldalīšanās procesā izdalīto siltumu, lai ģenerētu tvaiku, kas ražo elektrību tāpat kā citās elektrostacijās (8., 9.att).



8. attēls. Atomelektrostacija



1 – tvaika ģenerators,
2 – reaktors,
3 – pirmais kontūrs,
4 – dzesēšanas ūdens,
5 – otrais kontūrs,
6 – turbīnas,
7 – ūdens padeves sūknis.

9. attēls. Atomelektrostacijas blokshēma

Kodoldalīšanās produkti ir radioaktīvi, tādēļ tiek veidotas barjeras, lai nepieļautu to noplūdi [13]. Normālas darbības apstākļos radioaktīvo izmešu daudzums ir tik mazs, ka vidējā apstarošanas deva ir 0,002 mSv gadā un risks nepārsniedz 1:10 000 000. Jāatzīmē, ka radionuklīdu, kas rodas, sadedzinot akmeņogles, ikgadējā devas jauda ir 0,001 mSv.

Radiāciju rūpniecībā jeb radiogrāfijā izmanto tāpat kā rentgenstarus medicīnā. Ar jonizējošo starojumu atklāj plaisas un defektus metāla sagatavēs, kuras izmanto dažādu konstrukciju būvē. Ja metāls ir biezāks par 50 cm, nepieciešami gamma starojuma avoti, kas ir līdzīgi radioterapijā izmantotajiem. Ar gamma starojuma palīdzību var iegūt īpašas plastmasas un daudzas ķīmiskas vielas.

Ar aktivācijas analīzi, izmantojot neitronu plūsmu, nosaka niecīgus metālu piejaukumus dažādos materiālos un iežos. Ar gamma starojumu sterilizē pārtiku, iznīcinot mikrobus, piemēram, salmonellas, aizkavē uzglabājamo dārzeņu dīgšanu. Ar tā saucamajiem iezīmētajiem atomiem var izsekot vielas kustībai, piemēram, kurtuves centrā, automašīnas riepu gumijā, gultņa metālā vai naftas plūsmā zemē ieraktajā caurulē.

Zinātnē radioaktīvo oglekli ^{14}C izmanto, lai noteiktu laiku, kas pagājis kopš dzīva organisma nāves. Bioloģijā daudzi atklājumi ir izdarīti, ievadot radionuklīdu indikatorus organisma molekulās (piemēram, DNS), izsekojot, kāda loma attiecīgai molekulai ir dzīvības nodrošināšanā.

Radiāciju izmanto arī militāriem mērķiem. Divas atombumbas, ko izmantoja Otrajā pasaules karā, nodarīja milzīgus materiālus un iedzīvotāju zaudējumus. Atombumbu izmēģinājumi atmosfērā tika pārtraukti pirms četrdesmit gadiem, tāpēc pašreiz ikgadējā devas jauda no radioaktīvajiem nokrišņiem ir samērā neliela. Atomzemūdenes darbina enerģija, ko ražo kodolreaktors. Tas parasti ir augstspiediena ūdens reaktors – līdzīgs tam, ko izmanto elektroenerģijas ražošanā uz sauszemes.

Tirdzniecībā ir preces, kas satur dabiskas vai mākslīgi radītas radioaktīvas vielas (piemēram, pulksteņi ar luminiscējošiem pārklājumiem, dažādi ar radioaktīvu vielu saturošiem materiāliem glazēti un ietonēti priekšmeti, tabakas izstrādājumi, dūmu detektori), taču to gada devas lielākoties ir tikai dažas mSv tūkstošdaļas. Tabaka satur galvenokārt divas dabiskas radona sabrukšanas rezultātā radušās radioaktīvās vielas – ^{210}Pb un ^{210}Po, kas deponējas augu lapās. Smēķētājs, kas dienā izsmēķē divas cigarešu paciņas, saņem apstarojumu, kas vairāk nekā desmit reižu pārsniedz pieļaujamo devu [9]. Tirdzniecībā ir arī daudz preču, kuru darbība emitē jonizējošo starojumu. Piemēram, televizori emitē rentgenstarus, kuru vidējā devas jauda ir 0,004 μSv gadā.

Cilvēki, kas strādā ar starojuma avotiem, apstarošanas devas galvenokārt iegūst no ārējiem starojuma avotiem. Kopējo vidējo tehnogēno jonizējošās radiācijas fonu pieskaita pie dabiskā fona. Tāpēc blīvi apdzīvotās vietās radiācijas fons ir lielāks nekā lauku apvidos un brīvā dabā. Pilsētās paaugstināto fonu rada arī materiāli, kurus izmanto ēku un ceļu būvniecībā. Ja aprēķina vidējo devu iedzīvotājiem, tad viegli var konstatēt, ka ar jonizējoša starojuma avotiem strādājošo kategorija ir ļoti maza daļa no kopējā iedzīvotāju skaita, tāpēc vidējā kopējā deva visiem iedzīvotājiem būtiski nemainās, ja pieskaita arī profesionālo apstarošanu darba vietās.

Tātad jonizējošo starojumu rada dabiskie un mākslīgie starojuma avoti, kuri var būt gan iekšēji, gan ārēji attiecībā pret cilvēka ķermeni. Eiropas iedzīvotājiem apstarošanas efektīvo devu gadā procentuāli sniedz šādi avoti: medicīna – 31%, pārtika – 7%, kosmiskie stari – 11%, Zemes garoza – 13%, radons – 37%, citi avoti – 1%. Lielbritānijā vidējā ikgadējā deva, ko saņem katrs iedzīvotājs, ir 2152 μSv, no kuriem 282 μSv (13%) ir no mākslīgiem jonizējošā starojuma avotiem [5].

Latvijā pašlaik ir viens lieljaudas jonizējošās radiācijas objekts – radioaktīvo atkritumu glabātava *RAPA* (2. pielikums). Medicīnas vajadzībām tiek izmantoti aptuveni 300 rentgenkabinetu, darbojas četri paātrinātāji (slimnīcā "Gaiļezers", Rīgas Tehniskajā universitātē u.c.), gamma starojuma iekārta un aptuveni 100 rūpniecības iekārtu. Pašlaik darbojas aptuveni desmit tūkstoši radioizotopu detektoru, kas, piemēram, reģistrē pat ļoti neliela dūmu daudzuma rašanos un tādējādi laikus novērš ugunsgrēku. Šajos detektoros starojuma iegūšanai tiek izmantots ārkārtīgi aktīvais plutonija (Pu) izotops. Nekur citur pasaulē plutonija izotopu neizmanto, tur izmanto daudz mazāk aktīvos prometija (Pm) un amerīcija (Am) izotopus. Amerīcija detektoru gada deva ir zem 0,01 mSv. Detektorus izmanto arī statiskā lādiņa noņemšanai tekstilrūpniecībā, papīra un gumijas rūpniecībā, gāzes cauruļvadu defektu, iežu blīvuma un mitruma noteikšanā, metināšanā, kā arī kuģu saimniecībā un asfalta kvalitātes novērtēšanā. Alfa releju blokus plaši izmanto naftas cisternu uzpildes līmeņa noteikšanai un regulēšanai, kā arī naftas vadu kontrolei [3].

9.4.3. JONIZĒJOŠĀS RADIĀCIJAS IEDARBĪBA

Visiem jonizējošiem starojumiem piemīt bioloģiska iedarbība – spēja izraisīt specifiskas pārmaiņas šūnās, audos un orgānos. Jonizējošās radiācijas bioloģiskā iedarbība ir saistīta ar atomu un molekulu jonizēšanos organisma šķidrumos un audos. Radiācijas izraisītie ķīmiskie procesi var izpausties radiācijas tiešā iedarbībā uz bioloģisko sistēmu aminoskābēm, fermentiem, lipīdiem u.c., pārraujot un pārkārtojot molekulārās saites un veidojot ķīmiski aktīvus radikāļus. Organismā notiek sarežģīti vielmaiņas traucējumi. Netieša iedarbība izpaužas, notiekot bioloģisko šķidumu ūdens molekulu jonizācijai, kuras rezultātā veidojas ūdeņradis, ūdeņraža peroksīds un skābeklis ar lielu ķīmisko aktivitāti. Šīs ķīmiski aktīvās vielas savukārt reaģē ar bioloģiskā substrāta organiskajām vielām, un to savstarpējās iedarbības rezultātā rodas dažādi brīvie radikāļi, peroksīdi un bioloģiski aktīvas vielas, kas ir toksiski un spēcīgi oksidētāji.

Radiācijas ietekme ir atkarīga no tā, kāds orgāns ir apstarots. Šūnu īpašības nosaka orgāna bioloģisko nozīmīgumu. Ja šūnas gēnu sastāvdaļas dezoksiribonukleīnskābes (DNS) materiāls ir bojāts tā, ka šūna nespēj funkcionēt un normāli dalīties, tā vai nu tūlīt vai pēc dažām dalīšanās reizēm iet bojā, iepriekš nododot nepareizu informāciju meitšūnām dzīvībai svarīgos orgānos, piemēram, kaulu smadzenēs, ādā, zarnās, dzimumorgānos. Ģenētiskie bojājumi šūnā var to nenogalināt, bet neatgriezeniski mainīt tās funkcijas. Dzimumšūnas var būt pakļautas dominējošām vai recesīvām mutācijām, kuras tādā gadījumā tiek nodotas skartās personas pēcnācējiem. Tātad šūnu bojājumu rezultātā var attīstīties vēzis vai arī šie bojājumi var ietekmēt nākamās paaudzes.

Jonizējošais starojums var iedarboties uz cilvēka organismu gan no ārēja, gan no iekšēja avota (radioaktīvas vielas, kas nokļuvušas organismā). Rentgena un γ stari ir visbīstamākie, jo tiem ir vislielākā caurspiešanās spēja. Dabiskais radiācijas fons, ko veido kosmiskais starojums un Zemes rūdu gamma starojums, praktiski nav kaitīgs. Cilvēks gadu tūkstošos pieradis pie tā, arī fona intensitāte mainās pavisam nedaudz.

Audu bojājums, ko izraisa jonizējošais starojums, ir proporcionāls absorbētajai enerģijai jeb absorbētajai devai. Bojājuma lielums ir atkarīgs no radiācijas veida un audu tipa. Liels apstarojums var bojāt tik daudz šūnu, ka audi vairs nespēj veikt savas funkcijas. Līdz ar to radiācija darbojas tāpat kā toksiskas vielas, un sekas parādās tikai tad, kad tiek pārsniegta noteikta deva. Ja radiācijas deva ir zināma, konkrētai personai var noteikt agrīno ietekmi, tādēļ to sauc par paredzamo ietekmi. Taču ne visa paredzamā ietekme ir agrīnā ietekme. Piemēram, visa ķermeņa pakļaušana akūtam dažu Sv apstarojumam dažādu asinsrades un imunitātes funkciju traucējumu

dēļ izraisa staru slimību vai pat nāvi. Lokalizēts dažu desmitu Sv apstarojums izraisa bojājumus šajos audos, piemēram, ādā un zemādas audos. Lielākai daļai audu paredzamā ietekme ilgstošas apstarošanas gadījumā sākas, ja gada deva ir aptuveni 0,5 Gy liela.

Visjutīgākie audi ir dzimumorgānos, acs lēcā un kaulu smadzenēs. Vīrietis uz laiku kļūst neauglīgs, ja deva, ko saņem dzimumorgāni, ir aptuveni 0,15 Gy, bet, ja deva ir 3,5–6 Gy, iestājas pastāvīga neauglība. Lēcas apduļķošanos izraisa īslaicīga 2–10 Gy rentgenstaru vai gamma staru deva. Neitronu radiācija var izraisīt šādu defektu, ja deva ir uz pusi mazāka. Asinsrades process kaulu smadzenēs tiek nomākts, saņemot devu, kas ir lielāka par 0,5 Gy. Pārējais ķermenis ir mazāk jutīgs, bet visa ķermeņa apstarojums ar lielām devām ir spēcīgu ietekmju kopums. Ja saņemtā deva ir 50 Gy, cilvēks mirst divu dienu laikā.

Ja radiācijas ekspozīcija turpinās vairākus mēnešus, iespējams, ka radiācijas ietekme mazināsies. Var būt vēl citas ietekmes uz cilvēku vai tā pēcnācējiem, taču šai ietekmei ir gadījuma raksturs, tāpēc to sauc par neparedzamo ietekmi, dažkārt arī par vēlīno ietekmi. Ikgadējā deva, ko cilvēks saņem dabiskās radiācijas ceļā un kas, protams, ir visnozīmīgākais apstarojuma avots, ir pietiekama, lai jonizētu daudzus miljonus jonu pāru DNS. Šāds DNS bojājums kādā vienā šūnā pēc ilga laika var izraisīt vēža attīstību, taču tas iespējams ļoti reti.

Starojumam iedarbojoties uz dzīviem bioloģiskiem objektiem, notiek to adaptācija un ir iespējama atbildes reakcija. Šāda organisma piemērošanās kaitīgiem faktoriem uzlabo DNS spēju izlabot bojājumus, taču joprojām nav zinātnisku pierādījumu tam, ka šis bioloģiskais mehānisms varētu samazināt saslimstību ar vēzi, kas rodas, saņemot mazas starojuma devas. Nav šaubu, ka iedzimtības sekas būs novērojamas nākamajās paaudzēs. Pētījumā ar apstarotiem dzīvniekiem, ja apstarošanas deva ir 1 Sv, konstatēts 1,2% liels ģenētisko pārmaiņu risks [12].

Jonizējošā starojuma radītos bojājumus iedala vietējos un vispārējos. Vietējie bojājumi galvenokārt ir apdegumi un dermatīts. Sastopami labdabīgi audzēji, no kuriem var attīstīties ādas vēzis. Ilgstoša jonizējošās radiācijas ekspozīcija var būt par cēloni kataraktas attīstībai. Vispārējie bojājumi izpaužas akūtas vai hroniskas staru slimības veidā. Akūtai staru slimībai raksturīgi vispārēji toksiskie simptomi (vājums, slikta dūša, vemšana u.c.) un asinsrades orgānu, kuņģa un zarnu trakta, nervu sistēmas u.c. specifiski bojājumi. Hroniska staru slimība veicina abu dzimumu ģeneratīvo funkciju samazināšanos un var izraisīt ģenētiskas pārmaiņas pēcnācējos.

Jonizējošās ekspozīcijas iedarbība tiek klasificēta arī kā nestohastiska (determinēta) un stohastiska [6]. Nestohastiskie bojājumi (audu bojājumi, neauglība, katarakta, nāve) ir saistīti galvenokārt ar akūtu, vienreizēju ekspozīciju īsā laika periodā. Nestohastisko bojājumu smaguma pakāpe ir atkarīga no devas, tāpēc tās ekspozīciju var normēt. Bojājumu daudzums ir atkarīgs arī no radiācijas veida un starojumam pakļautajiem audiem. Ja absorbētā deva ir lielāka par 0,5 Gy un saņemta īsā laikā, tad sekas ir tūlītēja radiācijas iedarbība, kas būs jūtama vēl dažus mēnešus. Akūtas apstarošanas rezultātā var tikt bojāta arī cilvēka gremošanas sistēma, izraisot vemšanu, bez tam tiek ietekmētas arī asinis, un āda kļūst sarkana. Daudz nopietnākas sekas ir tad, ja cilvēks tiek pakļauts 3–5 Gy lielai starojuma devai, kas apmēram 50% cilvēku ir nāvējoša. No nestohastiskiem bojājumiem var izvairīties, ja nodrošina, lai deva nepārsniegtu 0,1 Gy vai arī lai apstarošanas ekspozīcija būtu pēc iespējas ilgākā laika posmā, dodot šūnām laiku atjaunoties.

Kaut arī tūlītēja radiācijas iedarbība netiek konstatēta, tomēr pastāv iespēja, ka apstarotajai personai ir vērā ņemami audu bojājumi, kuri izraisa vēlīnos efektus, kas izpaužas tikai pēc daudziem gadiem. Šos efektus sauc par stohastiskiem. Vairākums stohastisko bojājumu (vēzis jebkurā formā, asinsrades slimības, fiziskas anormālības, metaboliskas slimības) ir hroniskas ekspozīcijas rezultāts vairāku gadu laikā. Bojājumi DNS hromosomās iedzimtības ceļā var tikt pārnesti nākamajām paaudzēm. Stohastiskie efekti tika atklāti Japānā pēc atombombardēšanas

dzīvi palikušajiem, kuri īsā laikā bija saņēmuši apmēram 1 Gy lielu jonizējošā starojuma devu. Visnopietnākās stohastiskās iedarbības sekas ir saslimšana ar vēzi, jo šī slimība bieži beidzas ar nāvi. Piemēram, cilvēkam, kas bijis eksponēts 1 Gy lielai devai, leikēmiju var konstatēt tikai pēc 5–7 gadiem.

Stohastiskie bojājumi nav atkarīgi no radiācijas devas. Jebkura jonizējošā starojuma deva, pat vismazākā – proporcionāli absorbētajai devai, rada varbūtību saslimt. Tādēļ, ja liels daudzums cilvēku saņem jonizējošo starojumu, piemēram, no nelielām radioaktīvo vielu noplūdēm vidē, jācenšas nodrošināt, lai šīs noplūdes būtu ļoti mazas un paredzamā kolektīvā jonizējošā starojuma deva arī tiktu noturēta pēc iespējas maza. Tas ir ļoti svarīgi, lai samazinātu iespējamās nelabvēlīgās iedzimtības sekas nākamajām paaudzēm. Lai paredzētu radiācijas stohastisko ietekmi, nepieciešams zināt starojuma veidu un apstaroto orgānu. Piemēram, absorbējot lielas enerģijas alfa starus, jonizācija audos ir koncentrēta mazā tilpumā, un šo staru iedarbība ir aptuveni 20 reižu lielāka par tādas pašas devas gamma stariem, kuri daudz vienmērīgāk jonizē audus. Cilvēka plaušas, pakļautas starojuma iedarbībai, iegūst 10 reižu nopietnākus bojājumus nekā tad, ja šāda deva iedarbotos uz ādu.

9.4.4. AIZSARDZĪBA PRET JONIZĒJOŠO RADIĀCIJU

Jebkurās cilvēku darbībās ar jonizējošo starojumu pastāv risks dzīvībai, tāpēc Starptautiskās radioloģiskās aizsardzības komisija (SRAK jeb angļu val. *ICRP* (*International Commission on Radiological Protection*)) ir novērtējusi cilvēkiem pieņemamu riska līmeni un atbilstoši tam noteikusi apstarošanas devu robežvērtības. Eiropas Savienībā un arī Latvijā praksē izmanto *ICRP* izstrādātos principus.

Cilvēku aizsardzība no jonizējošā starojuma kaitīgās iedarbības ir organizēta atbilstoši starptautiskai drošības standartu direktīvai [2]. Tā aplūko darbības, kas saistītas ar jonizējošā starojuma risku. "Darbība" nozīmē jebkuru cilvēka darbību, kas var palielināt apstarošanas risku no mākslīgiem un dabiskiem starojuma avotiem, izņemot apstarošanos avārijas gadījumā. Valstīm ir jānodrošina, lai jebkura darbība, kas saistīta ar iespējamu cilvēku apstarošanu, tiktu iepriekš pamatota, pierādot, ka ieguvums atsver apstarošanas izraisītos kaitējumus. Normālos apstākļos kopējā deva cilvēkiem no visām darbībām nedrīkst pārsniegt *ICRP* ieteikto devu limitu, tomēr šie limiti netiek piemēroti indivīdu apstarošanai, veicot medicīniskās procedūras.

Drošības standartu direktīva arī nosaka, ka individuālās devas lielums, kā arī apstarošanai pakļauto cilvēku skaits ir jāoptimizē, t.i., jebkura apstarojuma devas lielums no jonizējošā starojuma avota jāsamazina līdz saprātīgam minimumam saskaņā ar pastāvošajiem ekonomiskajiem un sociālajiem faktoriem. To sauc par *ALARA* (*as low as reasonably achievable*) vai optimizācijas principu. Šā principa ievērošana nodrošina ikvienas apstarošanas rūpīgu izvērtēšanu. Lai izvairītos no nepamatotas cilvēku apstarošanas, praksē izmanto dažādus ierobežojumus, kā arī labākās prakses piemērus, un nosaka ieteicamo devu lielumus citās līdzīgās vietās. Šī direktīva reglamentē arī apstarošanu no dabiskiem starojuma avotiem.

Maksimāli pieļaujamo devas lielumu aprēķina, izmantojot pieņemamā riska lielumu. Zem šā līmeņa esošās devas tiek uzskatītas par pieņemamām, t.i., apstarošana nav vēlama, taču ir pieņemama, ja tiek nodrošināts atbilstošs aizsardzības līmenis. Ja tiek nodrošināts, ka riska samazināšanai tiek izmantoti visi iespējamie aizsardzības pasākumi, kā maksimāli pieļaujamo ikgadējā riska lielumu iesaka izmantot 1/1000. Protams, jāņem vērā apstarošana visa mūža laikā, arī jebkurš cits iespējamais risks. Aprēķinu rezultātā konstatēts, ka cilvēkam no 18 līdz 65 gadu vecumam maksimālais risks pie 1 Sv lielas devas ir 4% (1/25). Tas nozīmē, ka ikgadējais

risks ir 0,08% (1/1250), kas ir mazāks par pieņemamo. Tādēļ tiek rekomendēts izmantot 20 mSv lielu devas limitu vienā gadā. Šo limitu var izmantot visam darba mūžam. Jāņem vērā, ka 20 mSv liels devas limits gadā tiek aprēķināts kā vidējais lielums pieciem gadiem, t.i., 100 mSv piecos gados. Veicot aizsardzības optimizācijas pasākumus, ir sasniegts līmenis, ka Eiropā vidējā deva strādājošiem ir tikai 1,1 mSv gadā, t.i., ikgadējais risks nomirt no vēža ir 1/23000.

Izvēlēties iedzīvotājiem pieņemamu riska līmeni ir daudz sarežģītāk. Risks nomirt vienam indivīdam no miljona vienā gadā parasti tiek uzskatīts par nebūtisku. Izmantojot šo novērtējumu, ir noteikts, ka maksimālais pieņemamais risks ir 1/10000 gadā. Šis risks ir nedaudz lielāks nekā nāves gadījumu risks autoavārijā. Maksimālais risks jebkurā vecumā pie 1 Sv lielas devas ir 5% (1/20), tātad risks nomirt ar vēzi, saņemot 1 mSv lielu devu gadā, ir 1/20000. Tā kā iedzīvotāju vecumam nav ierobežojuma (tas var būt jebkāds – no zīdaiņa līdz sirmgalvim), tad apstarošanas risks iedzīvotājiem ir lielāks nekā strādājošiem. 1 mSv liela deva katru gadu visā dzīves laikā rada risku (1/250) nomirt no vēža.

ICRP kā devu limitu iedzīvotājiem iesaka izmantot 1 mSv gadā, jo uzskata, ka tas atbilst maksimāli pieņemamam riskam. Lielākas devas pieļaujamas tikai īpašos gadījumos, ja tiek nodrošināts, ka vidējā deva 5 gadu laikā nepārsniegs 1 mSv gadā.

Latvijā MK noteikumos Nr. 149 "Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu" (pieņemti 09.04.2002., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 12.04.2002.) ir apstiprinātas devu robežvērtības iedzīvotājiem. Visām darbībām, ko regulē šie noteikumi, izņemot apstarošanu no dabiskajiem starojuma avotiem un apstarošanu ārstnieciski diagnostiskos nolūkos, efektīvās devas robežvērtība iedzīvotājiem ir 1 mSv gadā.

Īpašos apstākļos, piemēram, iedzīvotāju apstarošanā no visiem jonizējošā starojuma avotiem veselības aprūpes iestādēs, efektīvās devas pamatrobežvērtība (1 mSv) vienā atsevišķā gadā nedrīkst būt pārsniegta vairāk nekā 5 reizes (lielāka par 5 mSv gadā), pie tam vidējā deva piecu nākamo gadu laikā nedrīkst pārsniegt 1 mSv gadā.

Aizsardzības metodes pret saņemto devu nosaka starojuma avota veids, un tās atšķiras, ja cilvēks tiek pakļauts slēgtam starojuma avota apstarojumam vai arī ja tiek izmantots vaļējs starojuma avots un radioaktīvās vielas var nokļūt organismā, radot iekšējo apstarojumu.

Visi jonizējošā starojuma avoti, ieskaitot radioaktīvos avotus un rentgeniekārtas, kā arī visas vietas, kur izmanto jonizējošo starojumu, tiek apzīmētas ar brīdinājuma zīmēm, izmantojot starptautisko radiācijas simbolu.

Lai nodrošinātu aizsardzību pret radiāciju, jākontrolē apstarojuma ilgums, attālums no starojuma avota un materiāls starp avotu un apstaroto personu. Vissvarīgākā aizsardzības metode ir ierobežot laiku, kurā persona tiek apstarota. Ja veicamais uzdevums prasa noteiktu laiku ar noteiktu devas līmeni, var aprēķināt saņemto devu:

$$\text{devas jauda} \times \text{apstarojuma ilgums} = \text{deva}$$

Apstarošanas devas līmenis samazinās, palielinoties attālumam līdz starojuma avotam pēc t.s. apgrieztā kvadrāta likuma, ja avots ir neliels. Ja cilvēks attālinās no šā avota, attālumam divkāršojoties, viņš saņems ¼ starojuma sākumdevas. Bet, ja cilvēks tuvosies starojuma avotam, tad starojuma devas līmenis pusceļā līdz avotam palielināsies četras reizes. Tātad ir ļoti bīstami paņemt starojuma avotu ar kailām rokām, jo šajā gadījumā attālums starp starojuma avotu un ādu praktiski līdzinās nullei.

Enerģijas zudums, kas rodas, jonizējošam starojumam ejot cauri vielai, izraisa radiācijas intensitātes samazināšanos. Ja starojuma avots emitē alfa vai beta daļiņas, ļoti labu aizsardzību

var nodrošināt aizsegs, kura biezums ir vienāds ar daļiņas noskrējienu, resp., ar attālumu, cik dziļi daļiņa var iespiesties materiālā. Proti, daļiņas enerģija samazinās par tādu daudzumu, kāds nepieciešams materiāla jonizācijai. Vietu, kurā ir pārāk liels gamma starojums, var norobežot ar jebkuru aizsargmateriālu, ja tā blīvums ir pietiekami liels, lai efektīvi absorbētu gamma starojumu. Tātad jebkurš aizsega slānis, piemēram, 100 mm biezs, samazina gamma vai rentgena starojuma intensitāti tikpat daudz reižu, cik citi tādi paši aizsega slāņi, kas atrodas pirms šā konkrētā slāņa. Slāņa biezumu, kas samazina starojuma intensitāti līdz vienai desmitdaļai, sauc par desmitdaļas biezumu; vairogs ar divu desmitdaļu biezumu samazina devas līmeni līdz vienai simtdaļai.

Vaļējie radiācijas avoti, piemēram, gāzes vai šķidrumi, tiem nejauši nokļūstot atmosfērā, ūdenī vai zemes virskārtā, var izraisīt radioaktīvo piesārņojumu. Tuvumā esošie cilvēki to var absorbēt, radioaktīvās vielas nogulsnēsies audos, radot iekšējo apstarojumu, kura devas limits ir tāds pats kā ārējā apstarojuma devas limits. Tā daudzumu nosaka katram konkrētajam izotopam.

Lai iekšējās radiācijas deva nepārsniegtu limitu, radioaktīvās vielas nokļūšana ķermenī jāierobežo. Iekšējais apstarojums var rasties:

- ieelpojot gaisu, kurš satur radioaktīvās vielas,
- norijot radioaktīvās vielas ar ūdeni vai pārtiku,
- caur ādas savainojumiem un izsitumiem, caur acīm un ausīm, dažos gadījumos – caur veselu ādu.

Lai cilvēkus pasargātu no iekšējās radiācijas, nepieciešams mērīt radioaktīvo piesārņojumu gaisā un uz darba virsmām. Darbības ar radioaktīvajiem materiāliem jāveic tikai speciālās laboratorijās vai ierobežotās vietās. Strādājošiem nepieciešamības gadījumā jālieto respiratori un aizsargapģērbs. Laboratorijās jāievēro īpaši noteikumi, kuri ir ļoti līdzīgi tiem, kādi jāievēro slimnīcās, lai nenotiktu infekcijas izplatīšanās. Ja nepieciešams, jāpārbauda darbinieka veselības stāvoklis, lai noteiktu iekšēji uzņemto radioaktīvo vielu daudzumu.

Jonizējošo starojumu var samazināt ar tehnoloģisko pasākumu palīdzību: tehnoloģiskā procesa modernizēšanu, lai samazinātu gāzveida atkritumu daudzumu, un atkritumu dezaktivāciju. Ļoti svarīga ir pareiza jonizējošā starojuma avotu vietas izvēle: jāņem vērā vējroze un jāaprēķina aizsargjosla atbilstoši atkritumu fizikālķīmiskajām īpašībām un radioaktivitātei. Atomelektrostacijas, laboratorijas un citas iestādes, kurās ir paaugstinātas bīstamības jonizējošā radiācija, nevajadzētu izvietot tuvāk par 2 km no dzīvojamiem masīviem.

Radioaktīvo materiālu transportēšanā jāievēro starptautiskie noteikumi, norādot radiācijas līmeni uz iesaiņojuma. Sūtījumus klasificē pēc to satura. Pārvadāšanai izmanto speciālus konteinerus, kas atbilst radioaktīvo materiālu veidam un daudzumam. Transportējot lielāku daudzumu radioaktīvo materiālu, obligāta ir radiācijas simbola zīme uz konteinera, lai brīdinātu par kravas bīstamību. Pakas, kas satur niecīgu (līdzvērtīgi dabiskam radioaktivitātes līmenim) radioaktivitātes daudzumu, drīkst nosūtīt bez speciālas aizsardzības un uzlīmes par sūtījuma radioaktivitāti. Izlietotā kodoldegviela uz pārstrādes uzņēmumu tiek nogādāta konteineros ar speciāliem transportlīdzekļiem. Šos konteinerus speciāli testē, metot no liela augstuma un iesviežot ugunī, lai pārliecinātos par to hermētiskumu arī avārijas gadījumos.

Kodolreakciju skaldprodukti veido galveno radioaktīvo atkritumu daļu, kas jānoglabā. Arī visi radioaktīvie materiāli no rūpnīcām, slimnīcām un tamlīdzīgām iestādēm, kā arī radioaktīvas vielas saturoši veci sadzīves priekšmeti (luminiscējoši pulksteņi, dūmu detektori utt.) ir droši jānoglabā.

Radioaktīvos atkritumus iedala trīs kategorijās:

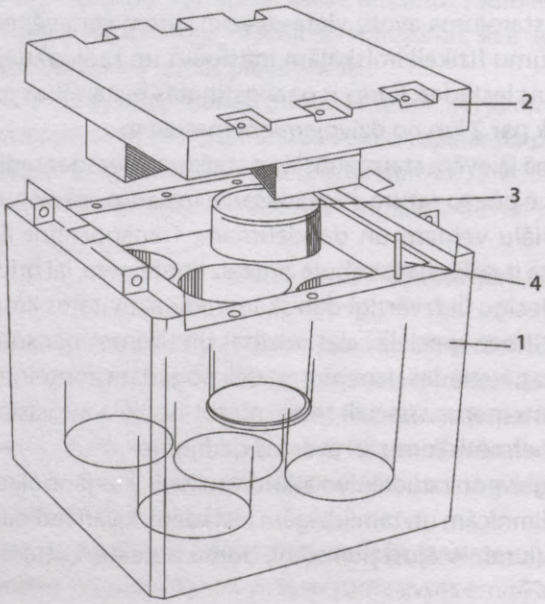
- zemas aktivitātes atkritumi (ZAA) galvenokārt ir radioaktīvie materiāli ar īsu pussabrukšanas periodu. Visvairāk to rodas kodolenerģētikā. Aptuveni 1/3 to ikgadējā daudzuma dod rūpnīcas un slimnīcas. Šos atkritumus iebetonē metāla mucās un apglabā īpaši paredzētās vietās;
- vidējas aktivitātes atkritumi (VAA) satur lielāku daudzumu skaldproduktu. Tajos ir arī aktinīdi – elementi ar lielu atommasu un ilgu pussabrukšanas periodu. Tie rada nelielu daudzumu siltuma;
- augstas aktivitātes atkritumi (AAA) veido apmēram 95% visu radioaktīvo atkritumu daudzuma, to sakaršanas līmenis ir augsts.

ZAA no reaktoriem tiek noglabāti tāpat kā slimnīcu radioaktīvie atkritumi, VAA iekonservē betonā, bet AAA tiek pārstrādāti stikla masā mūžīgai glabāšanai speciālās tvertnēs (10. att.).

Jebkurš liels radioaktivitātes avots rada potenciālas briesmas, jo radioaktīvie materiāli var nejauši nokļūt vidē. Pēdējo sešdesmit gadu laikā pasaulē ir bijis vairāk nekā 170 avāriju saistībā ar lieliem radioaktivitātes avotiem, 40% gadījumu tie bijuši rūpnieciskās gamma radiogrāfijas iekārtas. Šajā laikā notikušas arī trīs avārijas reaktoros. Pēdējā notika 1986. gadā Černobiļā un sacēla trauksmi visā pasaulē [6] (3. pielikums). Tā būtiski palielināja radioaktīvo nokrišņu daudzumu. Ir aprēķināts [7], ka pirms avārijas kodolreaktora ceturtā bloka aktivitāte bija 4×10^9 Bq, bet izmešu aktivitāte pēc avārijas sasniedza $1 \times 10^{18} - 2 \times 10^{18}$ Bq.

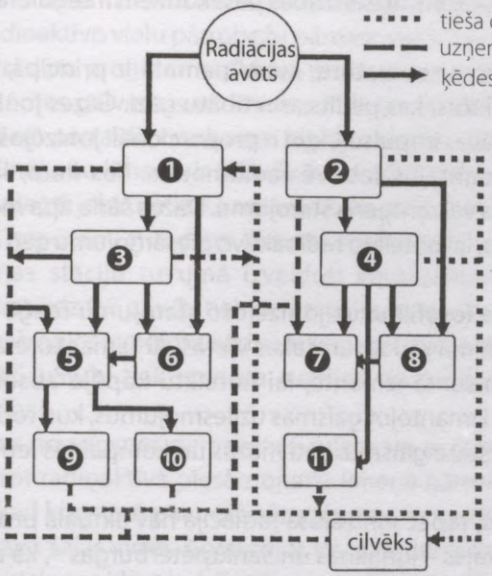
Ja notiek radioaktīvo materiālu noplūde vidē, tie var dažādā veidā nokļūt arī cilvēka organismā (11. att.). Radioaktīvās vielas pārnes gan gaiss, gan ūdens. Tās uzkrājas dzīvnieku organismos un augos, bet no tiem nokļūst pārtikā.

Lai sabiedrību aizsargātu no neparedzētas radioaktivitātes noplūdes sekām, avārijas gadījumos jāievēro rīcības noteikumi. Rīcība avārijas seku likvidēšanā ir saistīta ar risku un ar papildu neērtībām sabiedrībai. Vislielākais apgrūtinājums ir cilvēku evakuācija. Pirms izlemt, kādus pretpasākumus veikt, jāizvērtē visi riska faktori.



10. attēls. Augstas aktivitātes radiācijas avotu atkritumu apglabāšanas tvertne

1 – tvertnes bloks,
2 – vāks,
3 – nodalījumi,
4 – nostiprinājuma skrūves.



1 – gaiss,
2 – ūdens,
3 – zeme (ieži),
4 – smiltis un nogulumieži,
5 – dzīvnieki, augi,
6 – dzīvnieki,
7 – ūdensaugi,
8 – akvatorija,
9 – piens,
10 – gaļa,
11 – zvejniecība.

11. attēls. Radioaktīvo materiālu uzņemšanas ceļi

Visbiežāk lielu avāriju gadījumā izmanto šādus pasākumus:

- patveršanās telpās;
- stabilā joda tablešu lietošana;
- evakuācija uz kādu laiku, ieskaitot aizliegumu iekļūt piesārņotajās vietās;
- cilvēku pārvietošana uz ilgu laiku;
- aizliegums patērēt piesārņotu pārtiku un šķidrumus.

Papildus var izmantot arī citus aizsardzības pasākumus: kontrolēt piekļūstamību vietai, izmantot individuālos aizsardzības līdzekļus, veikt radioaktīvi piesārņota apģērba dezaktivāciju. Avārijas seku likvidētajiem jāierobežo radiācija, lai tā nepārsniegtu ikgadējo apstarojuma devu, ko drīkst saņemt strādājošie, kuru darbs saistīts ar radiāciju, ja vien nav nepieciešama neatliekama palīdzība.

Organizējot un nodrošinot aizsardzību pret jonizējošo starojumu veselības aprūpes iestādēs, jāņem vērā laika, attāluma un ekranizēšanas faktori [10]. Svarīgākie aizsardzības pasākumi ir, pirmkārt, stingra apstarošanas reglamentācija, t.i., katrai apstarošanai jābūt mērķtiecīgai un pamatotai ar klīniskām indikācijām. Otrkārt, jālieto pareiza un efektīva apstarošanas tehnika un metodika, t.i., izvēloties apstarošanas tehniskos parametrus, jācenšas pēc iespējas saīsināt ekspozīcijas laiku, ievērot nepieciešamo laika intervālu starp apstarošanām un nodrošināt pareizu attālumu no staru avota līdz pacientam un apkalpojošam personālam.

Veselības aprūpes iestādēs jāievēro atbilstoša jonizējošā starojuma ģeneratoru darbība. Rentgenaparātiem jāstrādā ar stingri stabilizētu spriegumu, tiem jābūt aprīkotiem ar speciāliem filtriem, kas novērš pacientu apstarošanu par 200–500%.

Iegūstot klīnisko informāciju, medicīniskā apstarošana jāveic, izmantojot pēc iespējas mazāku apstarošanas devu. Pacienta apstarošanai jābūt pamatotai – ārstam jāpārliecinās, vai šo darbību rezultātā tiks iegūts pietiekams labums pacienta veselībai. Lai izvairītos no papildu apstarošanas, jāizmanto jaunākās ārstnieciskās metodes un jāveic atbilstoši ieraksti par

pacienta apstarošanu. Viens no svarīgākajiem aizsardzības pasākumiem ir regulāra un efektīva radiācijas mērīšana.

Parasti jonizējošo starojumu mērī ar aparatūru, kuras pamatā ir princips, ko izmanto Geigera–Millera skaitītājā. Tajā ir detektors, kas pildīts ar retinātu gāzi. Gāzes jonizētās molekulas rada pastiprinātus elektriskās strāvas impulsus, kuri ir proporcionāli jonizējošā starojuma efektīvajai devai. Geigera–Millera skaitītājus iebūvē radiometros. Tos lieto, lai telpā vai izpētāmajā zonā noteiktu beta, gamma vai rentgena starojumu. Dažos šāda tipa mērītājos ir arī detektori, kas uztver neitronus; tos lieto, lai noteiktu radioaktīvo piesārņojumu gan uz dažādām virsmām, gan apkārtējos materiālos.

Dozimetra pamatā ir princips, ka fotofilma uz jonizējošo starojumu reaģē tāpat kā uz gaismu: veidojas attēls, kuru attīstot, filmā rodas tumšākas vietas. Ar filmas turētājā ievietotu filtru palīdzību pārmaiņas filmas tumšumā izmanto, lai noteiktu kopējo absorbēto devu. Radiāciju var noteikt arī ar scintilatoru, izmantojot gaismas uzliesmojumus, kuri rodas speciālos materiālos, kas starojuma iedarbībā izstaro gaismu. Ļoti mazās un kompaktās ierīcēs izmanto pusvadītājus.

Latvijā nav bīstamu kodolobjektu, tāpēc jonizējošā radiācija nav aktuāla problēma, taču bīstamas sekas var radīt avārijas tuvākajās – Ignalinas un Sanktpēterburgas –, kā arī citās AES. Latviju aptverošajā 1000 km zonā darbojās 27 AES ar 62 enerģētiskiem kodolreaktoriem, kuru uzstādītā jauda veido 15% no pasaulē uzstādītās kodolreaktoru jaudas. 300 km attālumā no Latvijas robežas darbojas 14 enerģētiskie kodolreaktori (Lietuvā, Krievijā, Somijā, Zviedrijā). Līdz ar to Latvija šo kodolobjektu avārijas gadījumā ir pakļauta riskam.

1993. gadā Latvijā sāka veidot Agrās radiācijas brīdināšanas sistēmu. To veido tīkls, kurā iekļautas automātiskās gamma radiācijas mērīšanas stacijas, kas izvietotas Daugavpilī, Rēzeknē, Madonā, Salaspilī, Liepājā, Ventspilī, Talsos un Salacgrīvā. Nākotnē tīklu veidos apmēram 20 stacijas (12. att.).



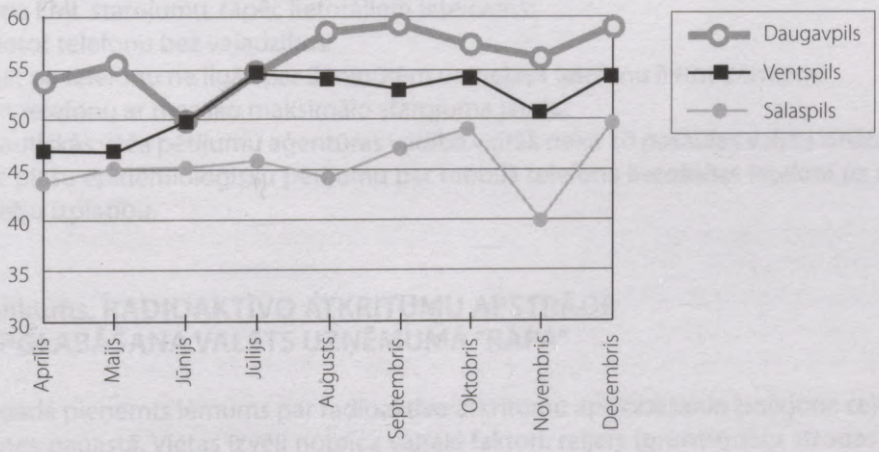
12. attēls. Jonizējošās radiācijas monitorings un agrās brīdināšanas sistēma Latvijā 2005. gadā

Lai iegūtu sistemātiskus datus par vides radioaktīvā piesārņojuma līmeni un laikus varētu konstatēt radioaktīvo vielu pārrobežu pārnesi radiācijas vai kodolavāriju rezultātā, šās sistēmas ietvaros izstrādāta programma "Vides radiācijas monitorings Latvijā". Agrās radiācijas brīdināšanas sistēmas galvenais uzdevums ir nepārtraukti automātiski mērīt gamma radiācijas līmeni gaisā un pārraidīt trauksmes signālu, ja tiks pārsniegts pieļaujamais līmenis. Pašreiz pirmais brīdinājuma līmenis ir 0,2 μSv/h (20 μR/h), bet avārijas līmenis – 0,5 μSv/h (50 μR/h). Dati tiek izsniegti jebkurā laikā un veidā, kā arī par jebkuru periodu: kartogrāfiski, grafiski, skaitliski, pa minūtēm, stundām, dienām, mēnešiem.

Mērīšanas staciju tuvumā izveidoti kontrollauki, kuros, gamma radiācijas līmenim paaugstinoties līdz 0,2 μSv/h, tiek ņemti gaisa, augsnes un atmosfēras nosēdumu paraugi, lai noteiktu piesārņojošo radionuklīdu un paaugstinātās radiācijas cēloņus. Ja radiācijas līmenis sasniedzis 0,5 μSv/h, tiek izziņota avārijas situācija un informētas visas atbildīgās valsts struktūrvienības.

Paraugus no augsnes, zemsedzes, ūdens un augiem analīzei ņem plānveidīgi, lai ilgstoši varētu novērot radioaktīvā piesārņojuma līmeņa pārmaiņas konkrētajā teritorijā, kā arī visos gadījumos, kad konstatē paaugstinātu gamma fonu. Pēc paraugu analīzes var noteikt radionuklīdu sastāvu šajās vidēs. Apkopojot visus iegūtos datus, iespējams novērtēt, cik un kādas radioaktīvās vielas nokļūst iedzīvotāju organismā un kādu papildu jonizējošā starojuma devu saņem Latvijas iedzīvotāji.

Avāriju gadījumā Latvijā un kaimiņvalstīs kontrollauki tiks izmantoti par atskaites punktu, lai noteiktu, par cik ir palielinājies vides piesārņojums ar radionuklīdiem un kāds ir to sastāvs.



13. attēls. Summārā gamma fona deva (μSv) trīs stacijās 1998. gadā

13. attēlā redzama summārā gamma fona deva 1998. gadā pa mēnešiem trīs lokālās gamma stacijās (Ventspilī, Salaspilī, Daugavpilī). Nevienā no šīm stacijām gada summārā deva nepārsniedza veselībai kaitīgu lielumu.

LITERATŪRA

1. CEC/IAEA/WHO Conference: One decade after Chernobyl: summing up the Consequences of the Accident. – Vienna, 1996. – 444 p.
2. Council Directive 96/29/Euratom // Official Journal. – 1996. – 39.–159 p.
3. *Dundurs J.* Vides veselība: Apdzīvotas vietas.– Rīga: RSU, 2000. – 88 lpp.
4. *Eglīte M.* Darba medicīna. – Rīga, 2000. – 704 lpp.
5. *Hack R. C.* Ionizing radiation // Occupational Health Practice / Editor Waldron H. A. –Oxford: Butterworth–Heinemann, 1989. – Pp. 151–174.
6. ICRP. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: Annals of the ICRP. – New York: Pergamon Press, 1991. – Vol. 21. – No. 1–3. – 60 p.
7. *Johansson K. J.* The Chernobyl accident // Environmental Medicine / Editor L. Möller. – Stockholm: Joint Industrial Safety Council, 2000. – Pp. 140–154.
8. *Mettler F. A. Jr., Sinclair W. K., Anspaugh L. et al.* The UNSCEAR Reports: Finding and Recommendations // Health Physics. – 1995. – 58. – No. 3. – Pp. 241–250.
9. *Moeller D. W.* Environmental Health. – London: Harvard University Press, 1992. – 332 p.
10. *Nemiro J., Amoliņš A.* Vispārīgā rentgenoloģija. – Rīga: Zvaigzne, 1983. – 296 lpp.
11. *Svartengren M.* Radon, a great health risk // Environmental Medicine / Editor L. Möller. – Stockholm: Joint Industrial Safety Council, 2000. – Pp. 154–163.
12. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. – New York: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 1998. – 98p.
13. *Yassi A., Kjellstrom T., de Kok Th., Guidotti T. L.* Basic Environmental Health. – Oxford: University Press, 2001. – 441 p.
14. *Zenz C.* Occupational Medicine. – Chicago; London: Boca-Raton, 1991. – 1279 p.

PIELIKUMI

1. pielikums. MOBILIE RADIOTELEFONI

Mobilo radiotelefonu sakarus nodrošina bāzes staciju tīkls un personālie radiotelefoni (mobilie telefoni). Daudzās valstīs vairāk nekā puse iedzīvotāju lieto mobilos telefonus, turklāt to skaits strauji aug. Prognozē, ka 2005. gadā pasaulē būs 1,6 miljardi telefonu, kādēļ jāpalielina bāzes staciju skaits. 2000. gada sākumā Lielbritānijā bija apmēram 20 tūkst. bāzes staciju. Bāzes stacijas cita no citas ir izvietotas 1–15 km attālumā, tās uztur sakarus ar personālajiem mobilajiem radiotelefoniem 450, 800, 900 vai1800 MHz frekvencēs (decimetru viļņi). Frekvence un modulācijas veids ir atkarīgs no sakaru sistēmas tipa. Bāzes staciju jauda ir diapazonā no 2,5 līdz 320 W, visbiežāk 40 W. Pētījumi liecina, ka bāzes staciju emitētais EM starojums nav bīstams iedzīvotājiem. Taču, ja bāzes stacija atrodas uz dzīvojamās mājas jumta, nepieciešama pastiprināta EM iekārtas uzraudzība. Individuālos mobilos telefonus iedala kabatas un automobiļu telefonos. Kabatas telefonu jauda atkarībā no frekvences ir no 0,2 līdz 7 W. Jo lielāka ir frekvence, jo mazāka izejas jauda. EML iedarbību uz lietotāju telefona darbības zonā novērtēt ir diezgan sarežģīti. Telefona antena atrodas 2–5 cm attālumā no cilvēka galvas, t.s. tuvējā zonā, kurā nav izveidojies elektromagnētiskais vilnis. Ir vairākas aprēķina metodes, pēc kurām var novērtēt galvas smadzenēs absorbēto devu un lauka spriegumu. Pašlaik tiek ļoti intensīvi pētītas un meklētas iespējas lietot tiešās mērīšanas metodes.

Jautājums par mobilā telefona starojuma iedarbību uz lietotāja organismu joprojām paliek atklāts. Daudzie dažādu valstu zinātnieku pētījumi par starojuma ietekmi uz bioloģiskiem objektiem, to skaitā arī ar brīvprātīgajiem, ir devuši neviennozīmīgus, bieži vien pretrunīgus rezultātus. Neapstrīdams vienīgi ir fakts, ka cilvēka organisms "atsaucas" uz mobilā radiotelefona EML starojumu, tāpēc lietotājiem ieteicams:

- nelietot telefonu bez vajadzības;
- runāt pa telefonu ne ilgāk par 3 minūtēm un neļaut telefonu lietot bērniem;
- pirkt telefonu ar mazāko maksimālo starojuma jaudu.

Starptautiskās vēža pētījumu aģentūras vadībā vairāk nekā 10 pasaules valstu zinātnieki pašlaik veic plašu epidemioloģisku pētījumu par mobilā telefona lietošanas ietekmi uz smadzeņu audzēju izplatību.

2. pielikums. RADIOAKTĪVO ATKRITUMU APSTRĀDE UN APGLABĀŠANA VALSTS UZŅĒMUMĀ "RAPA"

1959. gadā pieņemts lēmums par radioaktīvo atkritumu apglabāšanas poligona celtniecību Baldones pagastā. Vietas izvēli noteica vairāki faktori: reljefs (gruntsūdeņi atrodas lielā dziļumā), asfaltēts ceļš (tuvumā šoseja Rīga–Baldone), nelielais attālums no Salaspils atomreaktora, kur izvietoti galvenie radioaktīvo atkritumu radītāji.

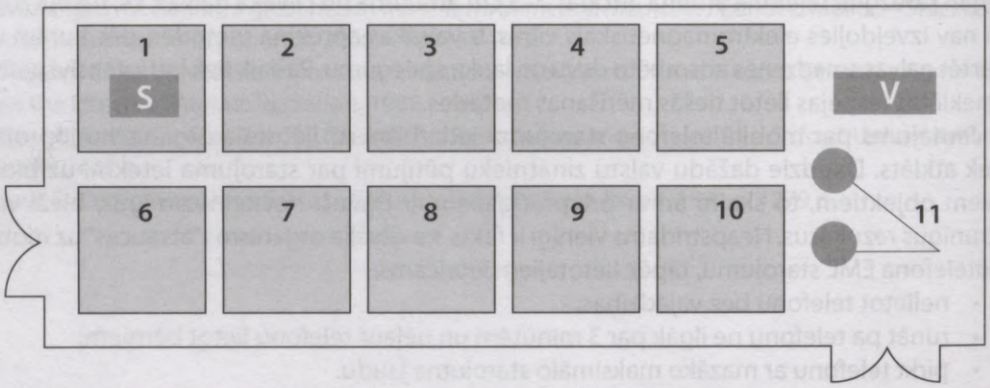
Radioaktīvo atkritumu poligons nodots ekspluatācijā 1962. gadā. 1964. gadā izveidota radioaktīvi piesārņotas veļas un spectērpu mazgātuve Rīgā, Bolderājā. Šīs vietas izvēle nav nejauša, jo tā atrodas Rīgas nomalē, tāpēc iespējams samazināt transporta izmaksas un vienlaikus nodrošināt ar vietējām attīrīšanas ietaisēm.

Uzņēmuma darbības laikā tas pakāpeniski tiek rekonstruēts, darbs ar radioaktīvajiem atkritumiem, jonizējošā starojuma avotiem pilnveidots, nodrošināts ar nepieciešamo dozimetrisko un radiometrisko aparatūru.

Radioaktīvos atkritumus transportē ar speciāli aprīkotām automašīnām. To papildiekārtas nodrošina vadītāja kabīnes aizsardzību pret radiācijas iedarbību, drošu konteinera stiprinājumu kravas nodalījumā, kā arī līdzekļu kompleksu iespējamās avārijas likvidēšanai. Iekraušanas un transportēšanas laikā radiācijas kontroli veic dozimetrists. Spectransporta pārvietošanās tiek saskaņota ar ceļu satiksmes drošības dienestu.

Uzņēmumā ir iekārtota dezaktivācijas kamera ar radioaktīvām vielām piesārņotu transportlīdzekļu un citu iekārtu dezaktivācijai. Dezaktivācijas šķīdums pa metāla caurulēm ar spiedienu tiek novadīts dezaktivācijas kamerā, kurā ir ierīkota pieplūdes–velkmes ventilācija ar iepriekšēju gaisa sasildīšanu. Notekūdeņi nonāk divos kesonos, no kurienes tos ar speciāliem gremdsūkņiem novada uz šķidro radioaktīvo atkritumu (ŠRA) reaktoru–uzkrājēju. Pēc dezaktivācijas kravas nodalījumu noplombē un dozimetrists ceļazīmē ieraksta radiometriskās kontroles rezultātus, kas dod atļauju nākamajam reisam.

Radioaktīvie atkritumi (RA) tiek glabāti speciālās tvertnēs. 1995. gadā ekspluatācijā tika nodota jauna tvertne Nr. 7 (14. att). Līdz tam RA tika glabāti sešās tvertnēs ar 880 m^3 kopējo tilpumu .



14. attēls. Tvertnes Nr. 7 shēma

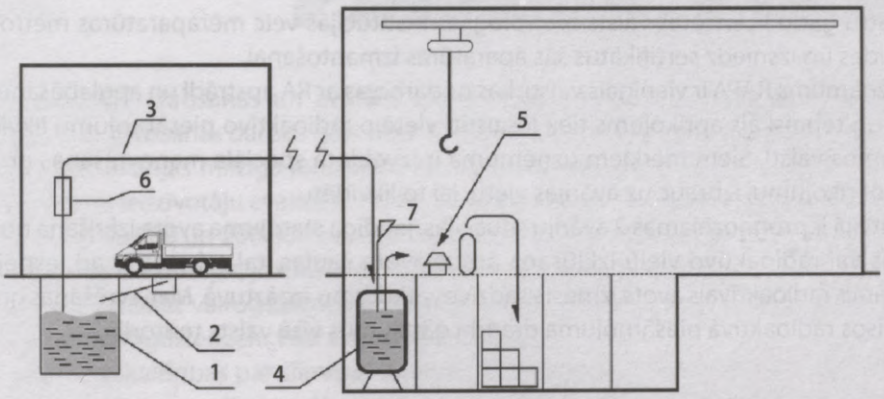
1 – ŠRA uzkrāšanas tilpne;
2 – BRA uzglabāšana;
3 – iecementētu ŠRA uzglabāšana;
4 – JSA un RA pirmapstrāde, uzglabāšana;
5 – mazas aktivitātes JSA uzglabāšana;
6 – radioaktīvi piesārņotu materiālu, iekārtu un tml. uzglabāšana;
7 – ilgdzīvojošu izotopu saturošu JSA uzglabāšana;
8 – augstas aktivitātes gamma un beta JSA uzglabāšana;
9 – ^{60}Co un ^{137}Cs JSA uzglabāšana;
10 – izmantojamo JSA pagaidu uzglabāšana;
11 – izstrādāto JSA bezkonteineru uzglabāšanas tilpnes;
S – dezaktivizācijas līdzekļu skapis;
V – tehnoloģiskais vagoniņš.

Jaunā tvertne sastāv no desmit 5,6 m dziļiem nodalījumiem, kuri pārklāti ar 0,4 m bieziem betona paneļiem, kas ir pārvietojami ar elektropacēlāja palīdzību. Katra nodalījuma tilpums ir 120 m^3. Nodalījumā Nr. 1 atrodas 9 m^3 liela ŠRA savākšanas un uzglabāšanas tvertne, kas izgatavota no nerūsējošā tērauda. Nodalījums Nr. 2 paredzēts bioloģisko radioaktīvo atkritumu (BRA) apglabāšanai, nodalījums Nr. 3 – iebetonētu ŠRA apglabāšanai, nodalījums Nr. 10 – speciālu RA pagaidu uzglabāšanai, bet pārējie nodalījumi – cieto radioaktīvo atkritumu (CRA) apglabāšanai. Tvertnes austrumu galā novietots apsildāms vagoniņš dozimetriskās kontroles

veikšanai, specapģērbu un instrumentu uzglabāšanai. Šeit atrodas arī manipulācijas galds bloku un iekārtu demontāžai, kuri satur augstas aktivitātes jonizējošā starojuma atkritumus (JSA), to marķējuma un aktivitātes atbilstības noteikšanai pasēs uzrādītajiem datiem.

CRA apglabāšanai tiek izmantotas tērauda mucas vai betona konteineri. CRA pēc to aktivitātes, pussabrukšanas perioda, starojuma enerģijas, radiotoksiskuma un citiem parametriem iedala 9 grupās, kuras nosaka tālāko CRA apglabāšanas tehnoloģiju.

ŠRA pēc to uzkrāšanas tilpnē 2 gadus, ja to aktivitāte nepārsniedz $3{,}7 \cdot 10^3$ Bq/l ar sāļu koncentrāciju 150 g/l, iecementē tērauda mucās un ievieto nodalījumā Nr. 4. Ja aktivitāte ir lielāka, tad ŠRA atšķaida ar mazaktīvu pēcdezaktivācijas šķidrumu. Iecementēšanu veic speciālās mucās ar spārnveida mikseri. Katrā mucā ielej 100 l ŠRA, ieber cementu, samaisa un atstāj sacietēšanai. Visi procesi notiek hermētiskos apstākļos, kas nodrošina darba drošību (15. att.).



15. attēls. ŠRA sagatavošana apglabāšanai

1 – ŠRA savākšanas tilpne,
2 – novadcaurule,
3 – nerūsējoša tērauda caurule,
4 – uzkrāšanas reaktors,
5 – iecementēšanas bloks,
6 – sūknis,
7 – ieliešanas piltuve.

Praktiski BRA ir pieskaitāmi pie CRA, jo tie tiek pieņemti apglabāšanai nodalījumā Nr. 2 100 l mucās jau iebetonētā veidā.

Pārlādējot JSA, nepārtraukta dozimetriskā kontrole nodrošina noteiktu operatora darbības laiku tā, lai tas nesaņemtu vairāk par maksimāli pieļaujamo starojuma devu – 20 mSv/gadā. Operatora darbu reglamentē speciāla radiācijas drošības instrukcija.

RA glabāšanas ceha teritorija aizņem 7 ha, un tā funkcionāli ir sadalīta A zonā (sadzīves objektu zona) un B zonā (darba zona). A zona ir apjozta ar metāla žogu un tajā izvietota administrācijas ēka, vides radioloģiskās apsekošanas laboratorija, apsardzes un caurlaides punkts, garāžas, noliktavas, transformatoru apakšstacija, sadzīves kanalizācijas notekūdeņu bioloģiskās attīrīšanas sistēma, apsildes katlu māja un divpakāpju ūdens sūkņu stacija. B zonas teritorija ir norobežota ar betona paneļu žogu, un tajā atrodas dezaktivācijas punkts ar pagaidu glabātuvi (lai veiktu jonizējošā starojuma avotu šķirošanu, sagatavošanu pārstrādei un ilgstošai uzglabāšanai tvertnē Nr. 7), katlu māja, piecas RA apglabāšanas tvertnes, kas ir piepildītas un iekonservētas, un tvertne Nr. 7.

Ap poligonu, pieņemot par centru B zonas centru, ir izveidota sanitārā aizsardzības zona 1 km rādiusā. Tajā ir 13 gruntsūdeņu radioaktīvā piesārņojuma kontrolurbumi, no kuriem periodiski ņem ūdens paraugus radiometriskā piesārņojuma analīzei. Regulāri notiek arī gamma fona mērījumi, augu valsts un augsnes paraugu radiometriska analīze.

Uzņēmumā strādājošo radiācijas drošību reglamentē individuālās drošības instrukcijas. Katru gadu notiek personāla teorētiskās un praktiskās apmācības. Reizi trīs mēnešos notiek darbinieku atkārtota instruktāža radiācijas drošības tehnikā. Darbos ar RA pārstrādi un dezaktivāciju izmanto individuālos aizsardzības līdzekļus (plastmasas priekšautus, gumijas cimdus un zābakus, stikla sejsargus, plastikāta uzročus, kombinezonus, elpceļu aizsargus, cepurītes). Vajadzības gadījumā lieto distances instrumentus un aizsargekrānus. Pēc darba B zonā strādājošajiem ir obligāta divpakāpju beta piesārņotības kontrole. Tiek veikta individuālo aizsardzības līdzekļu dezaktivācija, mazgāšanās dušā un pārģērbšanās ikdienas drēbēs speciāli iekārtotās telpās.

Katru gadu licencētās valsts metroloģijas institūcijās veic mēraparatūras metroloģiskās pārbaudes un izsniedz sertifikātus šās aparatūras izmantošanai.

Uzņēmums RAPA ir vienīgais valstī, kas nodarbojas ar RA apstrādi un apglabāšanu. Tā speciālisti un tehniskais aprīkojums tiek iesaistīti vietējo radioaktīvo piesārņojumu likvidēšanas pasākumos valstī. Šiem mērķiem uzņēmumā ir izveidota speciāla manevrēšanas grupa, kas, saņemot rīkojumu, izbrauc uz avārijas vietu, lai to likvidētu.

Latvijā ir prognozējamas 2 avāriju situācijas: jaudīga starojuma avota izkrišana no aizsargiekārtas vai radioaktīvo vielu izkļūšana ārpus avota čaulas, tai sairstot. Ir arī iespējams, ka izstrādātais radioaktīvais avots izmests sadzīves atkritumu izgāztuvē. Manevrēšanas grupa piedalās visos radioaktīvā piesārņojuma draudu gadījumos visā valsts teritorijā.

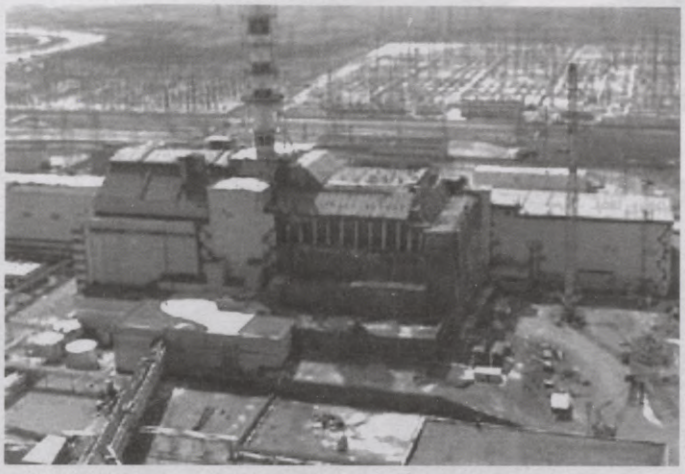
3. pielikums. PASAULĒ LIELĀKĀ ATOMELEKTROSTACIJAS AVĀRIJA

Pasaulē lielākā atomelektrostacijas avārija notika bijušajā PSRS 1986. gadā Černobiļā, avarējot vienam no četriem kodolreaktoriem. To izraisīja operatora kļūdas, kā arī nepilnības projektā. RBMK–1000 reaktors bija viens no 14 šāda tipa reaktoriem pasaulē. Tas atradās netālu no Pripetes upes, 100 kilometrus uz ziemeļiem no Kijevas.

Reaktors projektēts pēc pasaulē pirmā enerģētiskā reaktora parauga, kas sāka ražot elektrību 1954. gada jūnijā Obņinskā. RBMK reaktora degviela atrodas kanālos grafīta palēninātājā. Dzesēšanai izmanto ūdeni, kas siltumapmainītājā pārvēršas tvaikos. Tvaiks darbina divus turboģeneratorus, kas ražo elektrību ar 1020 MW jaudu.

Avārijas brīdī kodolreaktoru izmantoja, lai piegādātu tvaiku pārbaudāmajam turboģeneratoram. Pārbaudes laikā tika atslēgta virkne drošības ierīču, bet reaktoru darbināja ar tādu jaudu, kas to padarīja nestabilu. Kad sākās pārbaude, reaktora jauda 100 reižu pārsniedza maksimālo jaudu. Dzesēšanas sistēma nespēja tikt galā un notika eksplozija, kas uzmeta gaisā 1000 t smago betona apvalku, pakļaujot reaktoru gaisa iedarbībai. Reaktora augstās temperatūras dēļ ugunsgrēks pārsviedās arī uz otru reaktoru tajā pašā ēkā. Atbrīvotās radioaktīvās vielas pacēlās gaisā 1 km augstumā.

Aptuveni 1/3 radioaktīvā piesārņojuma ar vēju un lietu nosēdās Eiropas valstīs, bet lielākā daļa no atlikušā – bijušās PSRS teritorijā. Radioaktīvo vielu noplūde tika pārtraukta, uz reaktoru no armijas helikopteriem nometot svinu un smiltis. Visbeidzot reaktoru ieslēdza betona konstrukcijā (16. att).



16. attēls. Černobiļas atomelektrostacijas ceturtais reaktors ieslēgts betona konstrukcijā *http://www.leksikon.org/images/chernobyl.jpg*

Ugunsdzēsēji, glābšanas un avārijas dienesti izglāba pārējos reaktorus un likvidēja ugunsgrēku, bet glābšanas darbos gāja bojā 30 cilvēki. Divi cilvēki gāja bojā eksplozijā, bet 28 nomira drīz pēc avārijas milzīgā jonizējošā apstarojuma dēļ. Pēc avārijas vairāk nekā 40 000 tuvējās apkārtnes iedzīvotāju evakuēja. Pirmā gada laikā kopumā tika evakuēti 116 000 cilvēku, bet pēc tam vēl 50 000 un 200 000 cilvēku. Lielas apstarošanas devas saņēma iedzīvotāji, kas dzīvoja netālu no Černobiļas, jo īpaši lielas radioaktīvā joda devas absorbējās viņu vairogdziedzeros, kas var veicināt vairogdziedzera vēža attīstību. Baltkrievijā apkopotie dati liecina, ka palielinājies ar vairogdziedzera vēzi slimu bērnu skaits.

Lai gan ir neskaidrības par slimības izcelsmi, tiek pieņemts, ka vairāki tūkstoši cilvēku ar vairogdziedzera vēzi var saslimt tuvāko desmit gadu laikā, tāpēc ir ļoti svarīgi tos savlaikus atklāt un ārstēt.

Pirmajos piecos gados pēc avārijas maksimālā efektīvā deva Austrijā bija 0,65 mSv, bet Portugālē apmēram 6 mSv. Šīs devas ir nelielas salīdzinājumā ar ikgadējo vidējo devu, ko rada dabiskie starojuma avoti. Eiropā vairākus gadus pēc katastrofas tika noteikti dažu pārtikas preču tirdzniecības un patēriņa ierobežojumi. Paies vairāki gadu desmiti, kamēr noskaidrosies katastrofas seku ilgstošā ietekme uz cilvēku veselību. Šķiet, ka visradikālākās sekas bija dzīves apstākļu maiņai. Bailes no radiācijas, bažas par to, ka būs jāpamet mājas, bija par cēloni arī dažādām nervu slimību izpausmēm.

Černobiļas AES avārija pēc INES skalas tiek klasificēta kā tāda, kas atbilst visaugstākajam – septītajam līmenim: tā bija pasaulē vissmagākā AES avārija.

Pēc Černobiļas AES avārijas daudzas valstis mainīja savu nostāju attiecībā pret atomenerģētikas attīstību. RBMK tipa reaktori Eiropas Savienībā netiek projektēti, jo ir atzītas projekta nepilnības.



10. nodaļa

APDZĪVOTU VIETU VIDE

Jānis Dundurs

10.1. APDZĪVOTU VIETU PLĀNOŠANA UN LABIEKĀRTOŠANA

Cilvēks ir sociāla būtne. Viņa dzīves laikā aizņemtajā teritorijā dzīvo arī citi cilvēki. Cilvēku aizņemto teritoriju, kur atrodas viņu dzīves un darba vietas un kur ir lielāks vai mazāks iedzīvotāju blīvums, sauc par apdzīvotu vietu. Gan lauku, gan pilsētu apdzīvotām vietām tiek noteiktas daudzas visdažādākās prasības, lai nodrošinātu cilvēku ekonomiskās, fiziskās un garīgās veselības vajadzības. Straujas industriālās attīstības laikmetam ir raksturīga cilvēku koncentrēšanās pilsētās un pašu pilsētu palielināšanās – urbanizācija. Urbanizēta ekosistēma ir dinamisku nosacījumu urbanizēta sakarība starp iedzīvotājiem un darbībām urbanizētos reģionos [5]. Urbanizācijas procesā jāņem vērā divi apstākļi. Pirmkārt, lielos apdzīvotos centros notiek sabiedrības ekonomiskā un kulturālā potenciāla uzkrāšanās, kas rada iespējas paaugstināt materiālās un garīgās dzīves līmeni. Otrkārt, šie sasniegumi tiek izmantoti citās, mazākās pilsētās, kā arī laukos, kas savukārt dod jaunu impulsu galveno centru attīstībai. Stabilā, samēroti urbanizētā ekosistēmā viena grupa ļaužu vai to darbība nevar būt bīstama dabas vai antropogēnai videi, jo tā uztur un uzlabo cilvēku, kā arī augu un dzīvnieku dzīves apstākļus šajā vietā.

Milzīgu pilsētu veidošanās un iedzīvotāju koncentrēšanās galvenokārt ir notikusi 20. gadsimta pēdējos trīsdesmit gados; 2000. gadā lielākā daļa Zemes iedzīvotāju dzīvoja pilsētās. Prognozē, ka ASV pilsētās 21. gadsimtā dzīvos 90% visu valsts iedzīvotāju [15]. Dažādos zemeslodes reģionos ir izveidojušās milzu pilsētas – megapoles, piemēram, Tokijas-Jokohamas aglomerāts [7]. Paredzēts, ka 2015. gadā pasaulē būs 36 megapoles, kur iedzīvotāju skaits būs lielāks par 8 milj., bet 2025. gadā pilsētās dzīvojošo skaits būs lielāks par pieciem miljardiem [14].

Urbanizācijas process ietekmē jebkuras valsts iedzīvotāju dzīves un darba apstākļus, vispārējo ekoloģisko situāciju, jo pārmaina cilvēku un vides savstarpējās attiecības. Šī ietekme var būt gan pozitīva, gan negatīva. Pozitīvie faktori ir sadzīves pakalpojumu labiekārtojumi, transports, izglītība, medicīniskā aprūpe, kultūras dzīve u.c. Ja attīstība notiek haotiski, bez kontroles, tad daudzi faktori nelabvēlīgi iespaido iedzīvotājus. Droša un komfortabla dzīvesvieta ir nepieciešama veselības nodrošināšanai. Viens no galveniem nelabvēlīgiem faktoriem, kas izraisa cilvēku veselības pasliktināšanos, ir atmosfēras piesārņojums ar toksiskām un kancerogēnām vielām. Tāpēc ir likumsakarīgi, ka galvenokārt pilsētnieki slimo ar augšējo elpceļu respiratorajām slimībām, arī ar plaušu vēzi. Palielinātais putekļu un dūmu daudzums gaisā samazina Saules radiācijas, it īpaši gaismas un ultravioleto staru, nonākšanu uz Zemes virsmas. Veselībai bīstams ir arī troksnis, kura intensitāte pilsētās ļoti bieži pārsniedz pieļaujamo līmeni. Nozīmīgs ir emocionālais stress, ko izraisa informācijas gūzma, sociālie, darba vietas organizatoriskie u.c. faktori. Stresa stāvoklis var sekmēt aterosklerozes, miokarda infarkta, arteriālās hipertensijas rašanos. Narkomānija, laulību šķiršanas, huligānisms un pašnāvības ir saistītas ar pārapdzīvotību un nepietiekamu sabiedrības atbalstu. Apdzīvotās vietās ļoti bieži nav centralizētas ūdensapgādes, nav kanalizācijas, nav sakārtotas atkritumu izvešanas. Tas palielina risku saslimt ar infekcijas slimībām.

Lielpilsēta pārmaina gandrīz visus dabas vides komponentus – atmosfēru, augu valsti, augsni, reljefu, mikroklimatu. Lielpilsētās mainās arī Zemes elektromagnētiskais lauks. Pilsētas ietekmē

zemes dziļu stāvokli līdz 0,5–4 m, dažreiz pat līdz 8 m dziļumam. Pārmainās pazemes ūdeņu veidošanās mehānismi un to ķīmiskais sastāvs, notiek intensīva gaisa vides un augsnes piesārņošana. Visās pasaules valstīs kopumā katru gadu vidē nonāk vairāk nekā 3 mljrd. tonnu cieto rūpniecības un sadzīves atkritumu, apm. 1 mljrd. tonnu dažādu aerosolu, vairāk nekā 500 km^3 rūpniecisko notekūdeņu. Pat ekonomiski attīstītās valstīs 30–50% cieto atkritumu paliek neutilizēti [14].

Starp apdzīvotu vietu vidi, dabas vidi un cilvēka veselību pastāv ciešas sakarības. T. Henkoks [6] izdala sešas izteikti urbanizētas ekosistēmas veselības dimensijas:

- cilvēku fiziskās un garīgās labklājības saistība ar sabiedrību dažādos aspektos;
- urbanizētas sabiedrības sociālās labklājības saistība ar veselību;
- apdzīvotu vietu vides kvalitāte (ēku, transporta, ūdensapgādes un kanalizācijas, ceļu, parku, rekreācijas zonu u.tml.);
- apkārtējās vides kvalitāte urbanizētā vidē (gaisa, augsnes, ūdens, trokšņa u.c. piesārņojums);
- biotas veselība, ietverot floras un faunas kvalitāti, arī ģenētiku un sugu dažādību;
- urbanizētas ekosistēmas ietekme uz pārējām dabiskām ekosistēmām (t.s. ekoloģiskais pēdas nospiedums).

Katra apdzīvota vieta ir dažādu tautsaimniecisku objektu (rūpniecisko un lauksaimniecisko uzņēmumu, transporta), kultūras (teātru, bibliotēku, kultūras namu) un sadzīves (dzīvokļu, sadzīves pakalpojumu uzņēmumu, administratīvo iestāžu, veikalu) sarežģīts komplekss. Šiem objektiem jābūt optimāli izvietotiem noteiktā teritorijā un funkcionāli savstarpēji saistītiem, lai nodrošinātu iedzīvotājiem labvēlīgus dzīves un darba apstākļus. Tas ir iespējams, protams, tikai ar atbilstošu apdzīvotas vietas plānošanu, tehniskiem un sanitārtehniskiem, kā arī organizatoriskiem pasākumiem.

Apdzīvotu vietu plānošanas pamatjautājumi ir šādi: teritorijas izvēle, rūpniecības uzņēmumu, sadzīves pakalpojumu, administratīvo, kultūras iestāžu, transportceļu un citu labiekārtojumu izvietojums, pareizs teritorijas funkcionālais iedalījums, optimālā apdzīvotības blīvuma ievērošana, visu mūsdienīgo labiekārtojumu nodrošināšana (ūdensapgāde, kanalizācija, siltumapgāde, apstādījumu ierīkošana), nelabvēlīgās teritorijas sanācija.

Tehniskie un sanitārtehniskie pasākumi tiek veikti, lai nodrošinātu piesārņoto vielu savākšanu, attīrīšanu un pārstrādi. Galvenā nozīme ir progresīvu tehnoloģiju ieviešanai, atkritumu utilizācijai, lai iegūtu nozīmīgu daudzumu vērtīgu vielu to otrreizējai izmantošanai. Daudzās valstīs ir ieviesta slēgtā ražošanas cikla tehnoloģija, t.i., radušies atkritumi pilnībā tiek pārstrādāti vai izmantoti procesa nākamajās stadijās.

Organizatoriskie pasākumi balstās uz likumdošanu un pirmām kārtām nodrošina apkārtējās vides aizsardzības uzraudzību un kontroli.

10.1.1. APDZĪVOTU VIETU TERITORIJAS IZVĒLE

Noteicošais jaunu apdzīvotu vietu rašanās un attīstības iemesls un pamats ir ekonomiskie faktori (rūpniecība, tirdzniecība, lauksaimniecība, ostas). Izvēloties jaunu apdzīvotu vietu vai paplašinot jau esošo, ļoti svarīgi ir izvēlēties higiēniskām prasībām atbilstošu teritoriju. No šā jautājuma pareiza risinājuma būs atkarīgi iedzīvotāju dzīves apstākļi desmitiem un pat simtiem gadu. Teritorijas izmēriem jāatbilst vispārējiem plānošanas un sanitāriem noteikumiem; jāparedz arī rezerves teritorija pilsētas paplašināšanai. Tāpat jāņem vērā makroklimata un mikroklimata īpatnības, kas ir atkarīgas no vietas reljefa, vēju režīma, nokrišņu daudzuma,

Saules radiācijas intensitātes, apstādījumiem u.c. Katram klimatiskam rajonam ir savas atbilstošas pilsētu plānošanas un būvniecības īpatnības.

Higiēniskās prasības apdzīvotu vietu teritorijai ir šādas:

- teritorija nedrīkst būt pārpurvota, pakļauta iespējamiem plūdiem;
- reljefs optimāls; tā slīpumam jānodrošina nokrišņu notecēšana un tam ir jābūt izdevīgam pašteces kanalizācijas ierīkošanai;
- grunts stabila, bez derīgiem izrakteņiem;
- augsne nepiesārņota, derīga apzaļumošanai;
- ērta saistība ar vietējo un valsts ceļu un dzelzceļu tīkliem;
- pietiekama apjoma ūdensgūtnes dzeramā ūdens ieguvei;
- ūdenstilpe, kur novadīt attīrītos notekūdeņus.

10.1.2. APDZĪVOTU VIETU PLĀNOJUMA PAMATPRINCIPI

Svarīgs apdzīvotu vietu higiēnas pamatprincips ir to iedalījums funkcionālās zonās:

1) apdzīvojamā zona,
2) rūpnieciskā zona,
3) transporta un noliktavu zona,
4) piepilsētas zona.

Apdzīvojamai zonai jāatrodas apdzīvotās vietas teritorijas visveselīgākajā, ērtākajā un gleznainākajā daļā. Lielās pilsētās apdzīvojamo zonu parasti iedala vairākos rajonos atbilstoši pilsētas administratīvajam dalījumam. Apdzīvojamās zonas centrālā daļa ir administratīvais centrs ar sabiedriskajām, sadzīves un kultūras iestādēm. No higiēnas viedokļa svarīgi, lai apdzīvojamā zonā, t.s. guļamrajonā, būtu pietiekami liela zemes platība un nebūtu iedzīvotāju pārblīvētības. Apdzīvojamo zonu iedala mazākās teritoriālās vienībās – kvartālos, kurus ierobežo transportceļi.

Atkarībā no dzīvojamo ēku izvietojuma izšķir vairākas apbūves sistēmas:

- **blīvā apbūve** – dzīvojamā kvartāla teritorija ir blīvi apbūvēta, un tas rada ļoti nelabvēlīgus higiēniskos apstākļus, jo apgaismojums un vēdināšana nav pietiekama; nav vietas arī apstādījumiem;
- **perimetrālā apbūve** – teritorijas perimetrs ir blīvi apbūvēts, bet kvartāla iekšpusē ir izveidots pagalms. Šajā apbūves sistēmā iedzīvotājus nelabvēlīgi ietekmē ielas troksnis, putekļi un transporta izplūdes gāzes. Arī insolācija un vēdināšana nav apmierinoša;
- **rindveida apbūve** – ēkas izvietotas blīvi, to fasāde vērsta uz pretējā kvartāla pusi. Šādas apbūves gadījumā logus nav iespējams orientēt vēlamā virzienā;
- **līnijveida apbūve** – plaši izmantots dzīvojamo kvartālu apbūves veids. Ēkas izvietotas paralēli, starp tām var ievērot nepieciešamos attālumus un tās var orientēt vēlamā virzienā;
- **brīvā apbūve** – nami izvietoti brīvi, tos var labi orientēt pēc debespusēm; ir daudz vietas apstādījumiem. Brīvās apbūves sistēmai ir arī trūkumi: teritorija atstāj mazliet nekārtīgu iespaidu, stipri jūtami vēji.

Mūsdienās plaši izmanto jaunu apdzīvoto rajonu plānošanas veidu, apbūvējot tos pēc mikrorajonu apbūves principa. Plānojot mikrorajonus, iespējams lietderīgāk izvietot dzīvojamās ēkas, attālināt tās no lielo transportceļu trokšņiem. Mikrorajons ir dzīvojamo un sabiedrisko ēku komplekss, kurā izvieto sabiedriskās ēkas, kas nepieciešamas iedzīvotāju ikdienas

apkalpošanai (skola, mazbērnu novietne, ēdnīca, klubs, pārtikas un rūpniecības preču veikali). Mikrorajonu daudzums apdzīvotā rajonā atkarīgs no pilsētas lieluma.

Optimālais iedzīvotāju blīvums lielās pilsētās ir 9–11 cilvēki uz 1000 m^2, vidējās pilsētās – 8–9 cilvēki uz 1000 m^2, bet mazās – 7–8 cilvēki uz 1000 m^2.

Liela higiēniska nozīme ir dzīvojamās ēkas novietojumam attiecībā pret debespusēm, jo no tā ir atkarīga dzīvojamo telpu insolācija. Dzīvojamo ēku vēlamais izvietojums ir atkarīgs no klimatiskiem apstākļiem. Mērenajā klimatiskajā joslā, kurā atrodas arī Latvija, ēkas var izvietot diagonālā virzienā. Šajā gadījumā uz dienvidaustrumiem orientētā fasāde saņem optimālo insolāciju, bet otrai fasādei, kas vērsta uz ziemeļrietumiem, insolācija ir daudz sliktāka, tādēļ šajā ēkas pusē ieteicams izvietot galvenokārt palīgtelpas. Šajā klimatiskajā joslā ēkas var izvietot arī heliotermiskās ass virzienā; tad viena fasāde būs orientēta uz austrumiem vai dienvidaustrumiem, bet otra – uz rietumiem vai ziemeļrietumiem. Izvēloties meridionālo virzienu, viena fasāde būs orientēta uz austrumiem, bet otra – uz rietumiem.

Dzīvojamo māju tipi ir dažādi: viendzīvokļa vienstāva, viendzīvokļa divstāvu (kotedžas), vairākdzīvokļu mazstāvu, daudzdzīvokļu daudzstāvu mājas. No higiēniskā viedokļa vislabvēlīgākās ir mājas vienai vai divām ģimenēm. Tāda apbūve nodrošina labu insolāciju un gaisa apmaiņu, optimālu mikroklimatu, iespēju brīvajā laikā nodarboties ar dārzkopību, atpūtu svaigā gaisā, bet tai nepieciešams liels kapitālieguldījums ceļu, kanalizācijas, ūdensvada, energoapgādes un gāzes apgādes tīklu ierīkošanai.

Ārzemēs visvairāk izplatītas ir kotedžas, kuru apakšējā stāvā atrodas liela halle un iekšējās kāpnes, kas ļauj racionāli izkārtot pārējās telpas. Pirmajā stāvā atrodas virtuve, viesistaba, ēdamistaba, otrajā – guļamistabas un bērnistabas.

Ielas un laukumi teritorijas dzīvojamā daļā aizņem 25%. No ielu platuma un iekārtojuma ir atkarīga ne tikai insolācija, bet arī trokšņa režīms un pilsētas sanitārais stāvoklis. Ielu platumam vidējos platuma grādos ir jābūt vismaz divreiz lielākam par augstākās ēkas augstumu. Galvenajiem transportceļiem lielākās pilsētās ir jābūt vēl platākiem (30–50 m).

Maģistrālēm nozīmīgs ir arī ceļu seguma materiāls, no kura atkarīga putekļu veidošanās, atmosfēras ūdeņu notece, trokšņa intensitāte. Visplašāk izmantojamais un senākais ielu seguma materiāls ir asfalts. Tomēr no asfalta gaisā var nokļūt kancerogēnas vielas (benzpirēns u.c.). Pašlaik Rīgā ļoti daudzās ielās trotuāru segumam izmanto nekaitīgo mākslīgo bruģakmeni.

10.1.3. APSTĀDĪJUMI APDZĪVOTĀS VIETĀS

Ļoti liela higiēniska nozīme apdzīvotās vietās ir apstādījumiem, kuri labvēlīgi ietekmē apdzīvotās vietas siltuma režīmu, radiāciju, vēja režīmu un gaisa mitrumu. Karstā laikā apstādījumi atvieglina cilvēka organisma siltumatdevi izstarošanas un kondukcijas ceļā, jo tie sakarst mazāk par ēku sienām vai ielu segumu un palielina gaisa relatīvo mitrumu. Koki un krūmi samazina gaisa kustības ātrumu, kas ir sevišķi patīkami zemā gaisa temperatūrā. Maigā, izkliedētā gaisma, ko dod koku un krūmu lapas, dažāda ziedu krāsa un aromāts pozitīvi iedarbojas uz nervu sistēmu un labvēlīgi ietekmē cilvēka psihoemocionālo stāvokli.

Apstādījumi visos gadalaikos samazina putekļu daudzumu. Tas izskaidrojams ar to, ka,

1) gaisam plūstot caur apstādījumu joslu, samazinās tā kustības ātrums un putekļi, atsitoties pret koku zariem un lapām, zaudē ātrumu un nosēžas;
2) daļa putekļu pielīp pie koku lipīgām un sveķainām virsmām.

Sakrājušies putekļi tiek aizpūsti ar vēju un aizskaloti ar lietu, tādējādi tiek atjaunota to dabiskā filtrācijas spēja. Apstādījumos putekļu ir pat 3 reizes mazāk nekā ielās.



Vietās, kur ir maz apstādījumu, iedzīvotāji sūdzas, ka logi un mēbeles ātri kļūst netīri, bojā iet istabas augi, gaisā ir nepatīkama smaka, nav iespējams izvēdināt dzīvokļus. Apstādījumi aiztur dažādus organiskus un neorganiskus savienojumus, kas piesārņo gaisu, samazina troksni. Blīvi apstādīti parki un dārzi 6–8 reizes pazemina skaņas spiediena līmeni. Plānojot apdzīvotu vietu, jāparedz arī t.s. zaļās joslas izveide ap to (tā var būt pat vairāku kilometru platumā), kurā var atrasties dažādas veselības aprūpes iestādes un rekreācijas zonas.

10.2. DZĪVOJAMO TELPU VIDE

Katrā apdzīvotā vietā pats galvenais sociāli un higiēniski svarīgākais elements ir dzīvoklis. Tas nodrošina visdažādākās cilvēka dzīves vajadzības. Galvenais dzīvokļa uzdevums ir cilvēka veselības aizsardzība no nelabvēlīgiem meteoroloģiskiem faktoriem. Miegs, atpūta, labvēlīgi dzīves apstākļi nostiprina organismu, uzlabo pašsajūtu, labvēlīgi iedarbojas uz nervu sistēmu. Dzīvoklī norisinās mājsaimniecības un garīgais darbs, bērnu audzināšana. Dzīvokļa sanitāri higiēnisko stāvokli nosaka ēkas un telpu orientācija pēc debespuses, ārējo sienu siltuma, gaisa un trokšņa izolējošās īpašības, kā arī būvkonstrukciju, apdares materiālu, sanitārtehnisko iekārtu un virtuves aprīkojuma kvalitāte un darbības efektivitāte. Viena no Pasaules Veselības organizācijas (PVO) stratēģijas pamatnostādnēm Eiropas reģionam *"Veselība 21 – veselība visiem 21. gadsimtā"* paredz, ka līdz 2015. gadam iedzīvotājiem jāuzlabo vides drošība un kvalitāte, kā arī jāsamazina vides kaitīgo faktoru radītais risks mājvietās [11].

Pēdējos gadu desmitus cilvēki Eiropā un Ziemeļamerikā telpās, t.sk. dzīvokļos, pavada līdz pat 90% sava dzīves laika (150 stundu nedēļā) [14]. Ilgstoša uzturēšanās sliktos, šauros un nelabiekārtotos dzīvokļos izraisa daudz nelabvēlīgu seku veselībai, jo cilvēki nenorūdās un nesaņem pietiekami daudz saules un svaiga gaisa. Viņu imunitāte ir pazemināta, organisms vairāk pakļauts dažādām slimībām. Cilvēkiem, kas dzīvo sliktos dzīvokļos, biežāk ir negatīvas

pārmaiņas organisma fizioloģiskajās funkcijās: paātrināta un virspusēja elpošana, kas samazina plaušu ventilāciju, tahikardija, pasliktinās organisma termoregulācija, ir slikts garastāvoklis, nogurums, galvassāpes, bezmiegs. Šauros dzīvokļos rodas īpaši labvēlīgi apstākļi infekciju izplatībai ar gaisa pilieniem (tuberkuloze, gripa, garais klepus u.c.), kā arī zarnu infekcijām un helmintozēm.

Dzīvokļu videi jāatbilst šādām sociālām un higiēniskām prasībām:

- dzīvokļos jābūt visām higiēniskām normām atbilstošām nepieciešamajām telpām (virtuvei, priekšnamam, sanitārajam mezglam, ēdamistabai, guļamistabai, darba kabinetam);
- telpu izvietojumam un iekārtojumam jābūt racionālam, gaumīgi noformētam un aprīkotam ar visu sadzīves vajadzībām nepieciešamo, kas uzlabo iemītnieku psihoemocionālo stāvokli;
- mikroklimatam jābūt tādam, kas vasarā ir atsvaidzinošs, bet ziemā pietiekami silts;
- apgaismojumam jābūt pietiekamam un vienmērīgi izkliedētam;
- skaņas izolācijai jānodrošina cilvēkiem miers, atpūta un labs miegs.

Dzīvokļa plānojums var būt vienpusējs un divpusējs. No higiēniskā viedokļa divpusējais plānojums, kad telpas ir izvietotas mājas abās – ielas un sētas – pusēs, ir labāks. Tas nodrošina ātru un efektīvu dzīvokļa vēdināšanu, samazinot gaisā ogļskābās gāzes, antropotoksīnu, putekļu un mikroorganismu daudzumu 3–5 reizes; gaisa kustības ātrums šāda plānojuma dzīvokļos ir 0,3–0,5 m/s salīdzinājumā ar 0,05–0,1 m/s vienpusēja plānojuma dzīvokļos.

Dzīvoklis sastāv no dzīvojamām telpām un palīgtelpām. Dzīvojamās telpas ir guļamistabas bērniem un pieaugušajiem, ēdamistaba jeb dzīvojamā istaba, darba kabinets. Palīgtelpas ir virtuve, vannas istaba, koridors, tualete, ieejas koridors jeb priekšnams, noliktavas telpa, veranda, balkons vai lodžija.

No higiēniskā viedokļa svarīgākā ir bērnu guļamistaba, kurā bērni parasti arī rotaļājas, ja nav atsevišķas bērnu istabas. Ņemot vērā ģimenes sastāvu, dzimumu un vecumu, no higiēniskā viedokļa ir svarīgi, lai guļamistaba būtu paredzēta ne vairāk kā diviem cilvēkiem. Zēniem un meitenēm no 12 gadu vecuma jābūt atsevišķām guļamistabām. Guļamistabās jānodrošina laba skaņas izolācija un vēdināšana, logu vēlamais virziens ir uz dienvidiem vai dienvidrietumiem.

Dzīvojamai jeb ēdamistabai dzīvokļa plānojumā ir jābūt centrālajai istabai ar minimālo kvadratūru 14–16 m^2; tā var būt orientēta arī uz ziemeļiem. Darba kabinets ir nepieciešams, ja kāds no ģimenes locekļiem veic garīgu darbu. Arī tas var būt orientēts uz ziemeļiem, taču tam jābūt ar ļoti labu skaņas izolāciju.

No palīgtelpām svarīgākā ir virtuve, kurai ir higiēniska un sadzīviska nozīme; to izmanto ēdiena pagatavošanai un tai jābūt tīrības etalonam. Virtuvē atrodas ledusskapis, gāzes vai elektriskā plīts, ēšanai un ēdiena gatavošanai nepieciešamie piederumi. Virtuve var būt apvienota ar ēdamtelpu, bet tad tās kvadratūrai jābūt 12–14 m^2. Pārējās palīgtelpās jābūt atbilstošam sanitāram stāvoklim.

Balkoni, lodžijas vai verandas palielina dzīvokļu platību, tās ļauj ilgstoši uzturēties svaigā gaisā. Mikroklimats un cilvēku fizioloģiskais stāvoklis uzlabojas, ja balkonos, lodžijās vai verandās atrodas augi, jo tie vasarā neļauj dzīvoklim pārkarst. Stiklotās lodžijās un balkonos vismaz pusei logu jābūt atveramiem, turklāt vēlams, lai tie būtu tajā pusē, kur ir mazāk trokšņu, putekļu un vairāk apstādījumu.

Dzīvojamo telpu gaisā ir bakteriālas un ķīmiskas dabas piesārņotāji, kas ir cilvēka fizioloģisko apmaiņas procesu, ēdiena gatavošanas, sadzīvē lietotās gāzes degšanas, mazgāšanas, apdares polimērmateriālu destrukcijas sekas. Dzīvojamo telpu gaisa sastāvu nosaka pieplūstošā atmosfēras gaisa sastāvs un telpās esošo piesārņotāju daudzums.

Ja cilvēka elpošanas procesā ogļskābās gāzes koncentrācija gaisā sasniedz 1,0 l/m^3, gaiss sasmok, tā temperatūra, mitruma pakāpe un putekļainība palielinās. Tādos apstākļos pasliktinās cilvēka organisma siltumapmaiņa un pašsajūta, rodas galvassāpes, reiboņi. Tātad ogļskābo gāzi var uzskatīt par netiešu, bet ļoti objektīvu dzīvokļu telpu gaisa piesārņojuma rādītāju, pēc kura, aprēķinot gaisa kubu, nosaka nepieciešamo dzīvokļa gaisa apmaiņas biežumu.

Dzīvojamo telpu gaisa kvalitāti var novērtēt arī pēc summārā toksicitātes rādītāja. Tas raksturo visu gaisā esošo piesārņotāju kombinēto iedarbību (piesārņotāju koncentrāciju attiecību pret to robežvērtību summu, kurai optimālā gadījumā jābūt mazākai vai vienlīdzīgai ar 1. Dzīvokļu telpās ir identificēts vairāk nekā 80 toksisku savienojumu, kas jāņem vērā, aprēķinot summāro toksicitātes rādītāju. Svarīgākie no tiem ir tvana gāze, putekļi, amonjaks, slāpekļa oksīdi, formaldehīds, sērūdeņradis, naftalīns, merkaptāni, skatols, indols, sēra dioksīds, polimēru destrukcijas produkti.

Svarīgs dzīvokļu higiēniskais rādītājs ir telpas platība uz vienu cilvēku. To aprēķina pēc gaisa kuba un telpas griestu augstuma. Piemēram, ja dzīvoklī griestu augstums ir 3 m, higiēniskā dzīvojamās platības norma uz vienu cilvēku ir vairāk nekā 12 m^2 (sk. nod. 6.1.9. *"Gaisa apmaiņa telpās"*). Nedrīkst kompensēt telpas griestu augstuma samazināšanu, palielinot telpas platību, jo telpā zem griestiem atrodas apmēram 0,7 m biezs, pastiprināti piesārņota gaisa slānis, kuru ir grūti izvēdināt. Lai telpā uzlabotu aerāciju, starp stāvošu cilvēku un piesārņotā gaisa slāni nepieciešams 0,5 m liels attālums, tātad optimālais griestu augstums ir:

1,7 m (cilvēka auguma garums) + 0,7 m (piesārņotais gaisa slānis) + 0,5 m = 2,9 m.

Dzīvokļa plānojumam jābūt tādam, lai tas nodrošinātu komfortablu vidi, t.i., patīkamu mikroklimatu un labu apgaismojumu. Dzīvokļa mikroklimats ir atkarīgs no gaisa un dzīvoklī esošo priekšmetu temperatūras, gaisa mitruma un kustības. Šo faktoru atbilstība fizioloģiskām normām un pastāvīgums nodrošina cilvēkam optimālu siltumsajūtu un labvēlīgi ietekmē viņa veselību. Gaisa temperatūra dzīvokļos diennakts laikā mainās atkarībā no ārējās gaisa temperatūras, siltumavotu stāvokļa un darbības.

Lai novērstu strauju gaisa temperatūras maiņu dzīvoklī un nodrošinātu cilvēkam patīkamu siltumsajūtu, pieļaujamā temperatūras maiņa diennakts laikā tiek reglamentēta – tā ir 4–6 °C. Vienlaikus ar diennakts temperatūras svārstībām dzīvokļos nepieciešams normēt arī temperatūras svārstības vertikālā un horizontālā virzienā. Šīs svārstības atkarīgas no tā, ka ziemā pie ārējām sienām un pie grīdas gaiss var būt daudz aukstāks, bet pie griestiem un siltumavotiem – siltāks nekā telpas vidū. Lai neizjauktu siltuma līdzsvaru un ķermeņa vienpusīgu atdzišanu vai pārkaršanu, nepieciešams, lai gaisa temperatūras starpība no ārējās sienas pa horizontāli līdz jebkuram telpas punktam nepārsniegtu 2 °C. Šādu temperatūras starpību normālas istabas gaisa klimatiskās temperatūras apstākļos cilvēks parasti nesajūt.

Higiēniski svarīgākas un veselībai bīstamākas ir gaisa temperatūras vertikālās svārstības starp grīdu un pusotru metru virs tās. Zema temperatūra pie grīdas veicina kāju un arī visa ķermeņa ādas temperatūras pazemināšanos, kas var izraisīt reflektorisku deguna gļotādas iekaisumu un saaukstēšanos. Temperatūras pazemināšanās par 4 °C veicina kājus pēdu ādas atdzišanu par 7–10 °C un rada siltumsajūtas diskomfortu. Ja grīdām ir laba siltumizolācija, tad gaisa vertikālās temperatūras svārstības nepārsniedz 3 °C.

Ļoti svarīga ir dzīvokļa telpu sienu un iekārtojuma priekšmetu temperatūra. Ja sienu, grīdas un logu stiklu virsmu temperatūra ir zema, cilvēka ķermenis izstaro lielu siltuma daudzumu, kas pat optimālā gaisa temperatūrā istabā pasliktina siltumkomfortu un bieži izraisa

saaukstēšanos. Dzīvokļos temperatūras starpībai starp ārējām sienām un gaisa temperatūru, ko nosaka gan higiēniskie, gan siltumtehniskie rādītāji, jābūt ne vairāk kā 6 °C.

Optimālā gaisa temperatūrā (ap 20 °C) dzīvoklī ieteicamais relatīvais mitrums ir 35–45%, kas novērš ķermeņa siltumapmaiņas pasliktināšanos. Siltumapmaiņu pasliktina arī gaisa nekustīgums. Visoptimālākais gaisa kustības ātrums ir 0,1–0,15 m/s.

Ja dzīvoklī ir zema temperatūra, paaugstināts gaisa relatīvais mitrums, caurvējš un lielas diennakts gaisa temperatūras svārstības, tad, lai novērstu saaukstēšanos un citas slimības, nepieciešama dzīvokļa siltināšana. Bet, ja dzīvoklī ir paaugstināta insolācija un līdz ar to iespējama sienu, griestu un grīdas pārkaršana, tad svarīga ir telpu temperatūras pazemināšana un gaisa kustības ātruma palielināšana.

Pašlaik ir iespējams jebkuros ārējos meteoroloģiskajos apstākļos nodrošināt cilvēkiem pastāvīgi komfortablu, labvēlīgu un veselīgu mikroklimatu, ja ņem vērā apdzīvotās vietas īpatnības (makroklimats, īpaši vasaras un ziemas temperatūra, reljefs u.c.) un pareizi izvēlas ēku izvietojumu, būvmateriālus, apkures konstrukcijas, ventilāciju u.tml.

Visos dzīvokļos jābūt pietiekamam un labam apgaismojumam. Dabisko apgaismojumu nodrošina Saules gaismas tiešā, izkliedētā un atstarotā radiācija. Vairākumam māju šis starojums nonāk caur sānu logiem (sānu apgaismojums), taču pēdējā laikā ir samērā daudz mansarda tipa dzīvokļu ar augšējo apgaismojumu caur logiem jumtos. Pietiekamu un kvalitatīvu dabisko apgaismojumu nosaka daudzi faktori: mājas orientācija pēc debespusēm, stāvu skaits, logu tīrība, konfigurācija un izmēri, dzīvojamo ēku apbūves blīvums, lodžiju, balkonu esamība. Jo augstāks ir logs un gaišākā krāsā ir dzīvokļa apdare, jo dzīvoklī ir labāks dabiskais apgaismojums. Pietiekamu dabiskā apgaismojuma vienmērīgumu nodrošina dzīvojamo istabu dziļuma un griestu augstuma attiecība 2 : 2,5.

Mūsdienu dzīvokļu aprīkojums satur ļoti daudz dažādu sintētisku materiālu, kuri piesārņo gaisu ar toksiskām vielām. To samazināšanā svarīga nozīme ir pietiekamai gaisa apmaiņai. Dzīvokļos gaisa apmaiņu galvenokārt nodrošina dabiskā ventilācija – infiltrācija un vēdināšana, atverot logus vai durvis. Telpu vēdināšana caur virsgaismas logiem ir efektīvāka nekā caur vēdlogiem. Vēl efektīvāka ir vēdināšana ar sapārotiem un horizontāli ap savu asi griežamiem logiem. Vēdināšana ir visefektīvākā, ja izmanto vēdināšanu ar caurvēju. Virtuvēs, sanitārajos mezglos, dažkārt arī dzīvojamās istabās ir ierīkoti velkmes kanāli ar dabisko velkmi. Šādu kanālu darbība ir atkarīga no āra gaisa temperatūras, tāpēc to efektivitāte ir nevienmērīga. Lai pastiprinātu velkmi, virs kopējās velkmes šahtas uz jumta, kur nonāk visi velkmes kanāli, ir speciāls deflektors. Vēlamais gaisa apmaiņas biežums dzīvokļos ir divas reizes.

Daudzstāvu mājās lifti rada vertikālas gaisa plūsmas (virzuļefekts). Liftam paceļoties, aukstais apakšējo stāvu gaiss sasilst un vienlaikus kļūst arvien piesārņotāks ar mikroorganismiem, putekļiem un antropotoksīniem, kā arī mitrāks. Tādējādi augšējo stāvu gaiss, it īpaši apkures sezonas laikā, ir vairāk piesārņots un veicina aerogēno infekciju izplatību. Tāpēc augstceltnēs it īpaši ir nepieciešama efektīva ventilācija.

Mūsdienu dzīvokļos ir nodrošināta kombinēta ventilācijas sistēma, t.i., virtuves un sanitārajā blokā ir mākslīgā velkmes ventilācija, bet dzīvojamās istabās – pieplūdes ventilācija.

Dzīvojamo telpu apkures sistēmai jānodrošina dzīvokļa gaisa vienmērīga sasilšana, tā nedrīkst radīt telpās piesārņojumu un tai jābūt ugunsdrošai. Apkures sistēmas galvenie elementi ir:

1) siltumģenerators, kas ražo siltumu;
2) siltumnesējsistēma, kas pa siltumpārneses kanāliem pārnes siltumu (ūdens, tvaiks, gaiss, dūmgāzes);
3) sildvirsmas, kas siltumu no siltumnesēja atdod dzīvokļa telpu apsildāmajam gaisam.

Vietējās apkures sistēmā siltumģenerators, siltumpārnese un sildvirsma ir konstruktīvi apvienoti vienā elementā – krāsnī. Taču šādas sistēmas darbības rādiuss ir neliels – viena, divas istabas. Centralizētās apkures sistēmām ir daudzreiz lielāks darbības rādiuss. Latvijā izplatīts centralizēts dzīvokļu apkures veids ir siltumelektrocentrāles, kas siltuma pārnešanai par siltumnesēju izmanto karstu ūdeni, bet par sildvirsmām – radiatorus pie dzīvokļu ārējām sienām.

Pēdējā laikā izmanto paneļu apkures sistēmu, t.i., sildvirsmas iebūvē grīdās, sienās un griestos, kas nodrošina lielu siltumumizstarojošo virsmu un līdz ar to vienmērīgāku telpu sasilšanu. Šāda sistēma rada ļoti labu siltumsajūtu zemākā gaisa temperatūrā, jo samazina organisma siltumatdevi siltumradiācijas ceļā. Lai ziemas apstākļos gaisa temperatūru telpā uzturētu ap 18 °C, optimālā sienu temperatūra ir 40–45 °C, griestu – 28–30 °C, bet grīdas temperatūra – 25–27 °C.

Būvmateriālu kvalitāti vispirms nosaka to tehniskās īpašības, kas nodrošina labu siltumizolāciju, – siltumvadāmība, siltumietilpība, siltumnoturība, siltuma absorbcija, arī gaisa caurlaidība, jo mitrs gaiss ir slikts siltumizolators. Gaisa caurlaidībai gan nav lielas praktiskas nozīmes, jo iekšējai apdarei izmantojamiem materiāliem parasti ir ļoti zema gaisa caurlaidība. Svarīga būvmateriālu īpašība ir to higroskopiskums, kas raksturo būvmateriāla saistību ar ūdeni (ūdens uzsūkšanās un mitruma atdeves spēja, mitruma caurlaidība). Higroskopiski aktīvie materiāli ātri zaudē savas siltumizolējošās īpašības. Visiem Latvijā lietotajiem būvmateriāliem ir noteikts pieļaujamais radioaktīvo vielu daudzums – t.s. rādija un gamma indekss, kam jābūt mazākam par 1, lai nepārsniegtu pieļaujamo radiāciju (300 Bq/m^3) [8]. Celtniecībā bieži lieto mazizpētītus materiālus, kas satur dažādas ķīmiskas toksiskas piedevas, līdz ar to palielinot dzīves vides negatīvās ietekmes bīstamību.

Jautājums par trokšņa samazināšanu dzīvoklī galvenokārt ir saistīts ar sienu, starpsienu, logu un durvju skaņas necaurlaidību, ko izsaka dB (decibelos). 0,4–0,7 m biezas ārējās sienas skaņas necaurlaidība ir 50–70 dB, 0,1 m biezas starpsienas vai vienu durvju skaņas necaurlaidība – 40 dB, bet dubultdurvju un plastmasas logu skaņas necaurlaidība ir līdz pat 60 dB. Tāpēc būvmateriāliem jābūt ar teicamām skaņu izolējošām īpašībām. Skaņas necaurlaidība būvmateriāliem palielinās, ja palielinās to svars uz m^2. Taču tas nav ekonomiski izdevīgi. Būvniecībā lieto vairākslāņu materiālus ar dažādu skaņas necaurlaidību. Ļoti laba skaņas necaurlaidība ir izdedžiem, minerālvatei, dažādiem putuplastiem u.c. Lielmolekulāros sintētiskos savienojumus plaši izmanto dzīvojamo māju celtniecībā ne tikai to labās skaņas, mitruma un siltuma izolācijas dēļ, bet tie ir arī viegli un samērā izturīgi.

10.3. AUGSNE UN APDZĪVOTU VIETU ATTĪRĪŠANA

Augsne ir Zemes garozas – litosfēras – augšējais slānis, kas veidojies pēc dzīvības rašanās gan klimata, gan augu valsts un augsnē esošo organismu ietekmē.

Vienlaikus ar terminu "augsne", ko parasti lieto lauksaimniecībā un mežsaimniecībā, inženierceltniecībā kā sinonīmu lieto terminu "grunts", bet administratīvi saimnieciskajā un juridiskajā jomā – terminu "zeme".

Augsnes sastāvs un īpašības ir dažādas. Pēc augsnes (zemes, grunts) izmantošanas veida to nosacīti var iedalīt šādi:

- dabiskā, ko izmanto lauksaimniecībā un jaunu objektu celtniecībā;
- mākslīgā, kas ir pārveidots augsnes kultūrslānis, kura sastāvā ir populācijas un rūpniecības atkritumi;
- mākslīgi radīti augsnes pārsegumi (asfalts, betons, akmens šķembas u.tml.).

10.3.1. AUGSNES MEHĀNISKAIS SASTĀVS

No higiēniskā viedokļa svarīga ir klasifikācija pēc augsnes mehāniskā sastāva, t.i., sastāvdaļiņu lieluma, kas nosaka tās filtrācijas spēju, gāzu apmaiņu utt. Augsnes, kuru daļiņu izmēri ir mazāki par 0,01 mm, ir sīkgraudainas (māla), bet augsnes ar lielākām daļiņām – vairāk par 0,01 mm – ir rupjgraudainas (smilts) augsnes. Atkarībā no atsevišķu augsnes frakciju pārsvara ir vēl sīkāks iedalījums.

Augsnes virsējās kārtas jeb horizonta (biezums ap 0,25 m) higiēnisko nozīmi nosaka tas, ka tieši no tās augsnes piesārņotāji var nokļūt atmosfēras gaisā, lauksaimniecības produktos, virszemes ūdenskrātuvēs, apakšzemes ūdeņos. Šajā augsnes kārtā visintensīvāk notiek augsnes pašattīrīšanās procesi no organiskiem atkritumiem, patogēniem mikroorganismiem, eksogēnām ķīmiskām vielām.

Svarīga higiēniska nozīme ir arī augsnes kārtām līdz gruntsūdeņiem. Tajās notiek atkritumu un notekūdeņu neitralizēšana – atindēšana, gruntsūdeņu un augsnes gaisa kvalitātes veidošanās. Apakšzemes ūdeņu veidošanās notiek grunts kārtās (Hofmana zonās). Vispirms ūdens augsnē iefiltrējas caur iztvaikošanas zonu, kuras biezums ir ap vienu metru. Šajā zonā liels daudzums ūdens iztvaiko ar augu palīdzību. Neiztvaikojušais ūdens nonāk filtrācijas zonā, kurā katrs kubikmetrs aiztur 150–350 l ūdens; tas var būt pat šīs vietas ikgadējā nokrišņu norma. Ar to ir izskaidrojams fakts, ka dažās vietās, kur gada laikā ir bijis liels nokrišņu daudzums, ūdens līmenis akās tomēr nepaaugstinās. Tikai pēc tam, kad ūdens daudzums pārsniedz filtrācijas zonas uzsūkšanas spēju, ūdens filtrēsies tālāk caur zemākajiem slāņiem līdz pat ūdens necaurlaidīgajam slānim (granīts, kaļķakmens, ļoti blīvs smilšakmens, trekns māls), kurā nav plaisu. Ūdens virs šāda slāņa uzkrājas un veido augšņu jeb gruntsūdeņu zonu, kuras poru lielums nosaka ūdens kapilārās pacelšanās zonas veidošanos. No higiēniskā viedokļa vislielākā nozīme šajās zonās ir augsnes porainībai, poru lielumam, gaisa un ūdens caurlaidībai, mitrumietilpībai, kapilaritātei, ķīmiskam un bioloģiskam sastāvam.

Augsnes porainība ir procentos izteikta poru kopējā tilpuma attiecība pret augsnes tilpumu. Jo lielāka ir porainība, jo mazāka ir augsnes filtrācijas spēja, respektīvi, augsne ir sliktāka, neveselāka. Smilšainas augsnes porainība ir ap 40%, bet kūdrainas – virs 80% , turklāt tā ir nevesela lielās mitruma pakāpes dēļ.

Poru lielums ir atkarīgs no augsnes mehāniskā sastāva un struktūras. Viendabīgā augsnē poras ir jo lielākas, jo lielāka ir augsnes graudainība. Vislielākās poras ir akmeņainā augsnē, ļoti mazas – mālainā, bet vismazākās poras ir kūdrainā augsnē. Poru lielumu nosaka arī augsnes neviendabīgums, kurā lielāko daļiņu poras piepildītas ar mazākām daļiņām.

Augsnē ir ne vien dabiskā porainība, bet arī plaisas un kanāli, kas radīti mākslīgi (kurmju, ežu, žurku, zemes darbu radīti). Augsnēs ar mazu porainību un lieliem poru izmēriem, kā arī ar dabiskiem un mākslīgiem kanāliem un plaisām ķīmiskie un bioloģiskie piesārņotāji viegli nonāk gruntsūdeņos, radot paaugstinātas bīstamības risku cilvēka veselībai. Optimālie apstākļi augsnes pašattīrīšanās procesiem ir augsnēs ar 60–65% porainību; lielāka porainība samazina augsnes pašattīrīšanās spēju.

Augsnes gaisa caurlaidība ir augsnes spēja laist caur tās slāņiem gaisu vai kādu citu gāzi. Šo spēju nosaka tikai poru lielums, tā nav atkarīga no to kopējā tilpuma, t.i., no augsnes porainības. Caurlaidība palielinās, pieaugot gaisa barometriskam spiedienam, un samazinās, pieaugot augsnes slāņa biezumam un mitrumam. Ja visas poras aizpildās ar ūdeni, it īpaši ar ledu, gaisa caurlaidība samazinās līdz nullei.

Augsnes gaisa kustība un tā apmaiņa ar atmosfēras gaisu notiek to temperatūras starpību, atmosfēras spiediena un gruntsūdeņu līmeņa svārstību ietekmē. Gaisa caurlaidība ir saistīta ar

augsnes bagātināšanu ar skābekli, tātad arī ar bioķīmiskiem oksidēšanās procesiem, kuru rezultātā augsne tiek attīrīta no cilvēku un dzīvnieku radītajiem atkritumiem. Lai atvieglotu augsnes ventilēšanos, tai jābūt sausai un rupjgraudainai.

Augsnes ūdens caurlaidība jeb filtrācijas spēja ir augsnes spēja uzsūkt un laist cauri ūdeni. Uzsūkšanās raksturo ūdens caurlaidības pirmo posmu – tukšās poras piepildās ar ūdeni līdz augsnes pilnīgai piesātināšanai ar ūdeni. Otro posmu – filtrāciju – raksturo ūdens kustība porās smaguma spēka ietekmē.

Ūdens caurlaidība nosaka pazemes ūdens krājumu veidošanos Zemes dzīlēs. No tās pakāpes atkarīga augsnes izmantošanas lietderība notekūdeņu attīrīšanai.

Augsnes mitrumietilpība ir ūdens daudzums, ko augsne saglabā ar adsorbcijas un kapilāriem spēkiem. Šis ūdens daudzums ir jo lielāks, jo lielāka ir augsnes porainība un mazāks poru izmērs. Tāpēc sīkgraudaināka augsne ir mitrumietilpīgāka. Rupjas smiltis aiztur 23%, bet smalkas smiltis – 65% ūdens.

Augsnes kapilaritāte ir tās spēja pa kapilāriem pacelt ūdeni no apakšējiem zemes slāņiem. Jo sīkgraudaināka ir augsne un mazākas ir tās poras, jo lielāka tās kapilaritāte – jo augstāk tajā paceļas ūdens. Tomēr ūdens šādās augsnēs paceļas lēnāk nekā rupjgraudainās augsnēs.

10.3.2. AUGSNES ĶĪMISKAIS UN MIKROBIOLOĢISKAIS SASTĀVS

No higiēniskā viedokļa svarīgi ir zināt ne vien augsnes mehānisko sastāvu, bet arī tās ķīmisko un mikrobioloģisko sastāvu. Praksē jebkuru statistiski ticamu novirzi no noteikta augsnes tipa dabiskā sastāva var uzskatīt par augsnes piesārņojumu.

Katrs augsnes tips sastāv no minerāliem un organiskiem un organominerālu kompleksu savienojumiem, kā arī no augsnes šķīdumiem, gaisa un mikroorganismiem.

Minerālus jeb neorganiskās vielas augsnē veido galvenokārt silikāti (apmēram 60–80%). Samērā lielu daudzumu veido alumosilikāti. Augsne satur visus zināmos ķīmiskos elementus. No ķīmiskiem elementiem, kas minerālu sastāvā ir niecīgos daudzumos (mikroelementi), jāatzīmē fluors, jods, mangāns, varš, kobalts u.c. Šo elementu koncentrācija augsnē nosaka to daudzumu arī ar augsni kontaktējošās vidēs (gaisā, augos, ūdenī) un ietekmē ģeoķīmisko provinču veidošanos un bioķīmisko endēmiju (fluorozes, endēmiskā kākšļa) rašanos.

Pēc atsevišķu ķīmisko savienojumu faktiskā daudzuma, salīdzinot to ar šā savienojuma daudzumu konkrētā tipa augsnē vai ar maksimāli pieļaujamo koncentrāciju, var spriest par augsnes piesārņojuma pakāpi. Tā, piemēram, vidējā kalcija koncentrācija nepiesārņotā augsnē ir 3,25% (1 klarks). Augsne ir piesārņota, ja kalcija saturs augsnē sasniedz 4 klarkus. Toksiskiem ķīmiskiem elementiem ir noteikta maksimāli pieļaujamā koncentrācija (MPK) augsnē.

Organiskās vielas augsnē ir divējas:

- humuss, ko sintezē augsnes mikroorganismi;
- vielas, kas nokļuvušas augsnē no apkārtējās vides.

Humuss ir komplicētu savienojumu kopums, kurā ir daudz lielākas oglekļa rezerves nekā visu dzīvo organismu biomasā. Humuss nosaka augsnes fizikālās īpašības un arī tās ražīgumu, jo satur vērtīgas augu barības vielas.

Mitrums augsnē var būt visos trijos agregātstāvokļos. Visi ķīmiskie un bioķīmiskie procesi augsnē, to skaitā attīrīšanās no organiskiem savienojumiem, ķīmisko un bakteriālo piesārņotāju pārvietošanās, notiek ūdens šķīdumos, kas ir dažādās formās: kapilārā, brīvās gravitācijas, higroskopiskā formā u.c. Augsnes gaisa sastāvs mainās atkarībā no dziļuma. Divu metru dziļumā ir 16–19% skābekļa un 2,9–3% ogļskābās gāzes. Ogļskābā gāze rodas, mikrobioloģisko

procesu ietekmē mineralizējoties augsnes organiskajām vielām. Bez tam mineralizācijas process augsnes gaisu bagātina ar amonjaku, sērūdeņradi un citām toksiskām gāzveida vielām.

Augsnes mikroorganismi parāda, cik efektīvs ir pašattīrīšanās process no organiskām vielām. Augsnē saglabājušies patogēnie mikroorganismi nosaka tās epidemioloģisko nozīmi. Neskatoties uz augsnes mikrofloras antagonismu, dažādu infekciju ierosinātāji ilglaicīgi saglabā savu dzīvotspēju, piemēram, vēdertīfa ierosinātājs augsnes dziļākajos slāņos var saglabāt dzīvotspēju līdz pat 400 dienām, piesārņojot pazemes ūdeņus, ko izmanto centralizētai dzeramā ūdens apgādei.

10.3.3. AUGSNES PIESĀRŅOŠANA, PAŠATTĪRĪŠANĀS UN TĪRĪBAS RĀDĪTĀJI

Apdzīvotās vietās un arī ārpus tām augsne tiek piesārņota ar atkritumiem gan organizēti, gan neregulāri. Augsne ir cilvēka radīto atkritumu dabiska savācēja. Pēc PVO datiem, uz katru lielpilsētas iedzīvotāju dienā veidojas apmēram 2 kg cieto atkritumu. Šāda liela apjoma atkritumu likvidēšana kļūst arvien sarežģītāka. Eiropā ik gadu tiek saražoti apmēram divi miljardi tonnu atkritumu, no kuriem gandrīz 40 miljonus tonnu klasificē kā bīstamus. To daudzums katru gadu pieaug apm. par 10%. Latvijā saražoto sadzīves atkritumu daudzums gadā sasniedz 700 tūkst. tonnu.

Atkritumu rašanās veidi ir šādi:

- izlietojot sadzīves patēriņa produktus un nolietojot tehniskas ierīces mājsaimniecībā, tirdzniecībā, kā arī sadzīves pakalpojumu un pārvaldes iestādēs (produktu atkritumi);
- ražojot lauksaimniecības produkciju (lopkopībā radušies notekūdeņi);
- sadedzinot izejmateriālu enerģijas ražošanai (spēkstaciju atkritumi);
- rūpnieciskie atkritumi, piemēram, atgriezumi, brāķis, izdedži, blakusprodukti vai atlikumi no gāzu un notekūdeņu attīrīšanas iekārtām (ražošanas atkritumi);
- tīrot transportlīdzekļus (kuģus, smagās automašīnas, vagonus) vai uzglabājot cisternās ķimikālijas un naftu (ūdens, eļļas un grunts maisījumi);
- attīrot komunālos notekūdeņus (komunālo notekūdeņu attīrīšanas dūņas);
- iegūstot derīgos izrakteņus (zemes slānis virs izrakteņiem);
- atstājot celtniecības atkritumus un būvzemi – būvgružus pēc celtniecības darbiem, zemes izcelšanas vai ielu uzlaušanas.

Tomēr ne visi bīstamie ķīmiskie savienojumi, kas nonāk augsnē un ūdenstilpēs, ir cilvēku radītajos atkritumos. Vulkānu izvirdumi un zemestrīces izsviež atmosfērā milzīgu daudzumu cilvēka veselībai kaitīgu pelnu, putekļu un minerālvielu, kas ar gaisa masām tiek pārnesti uz citiem reģioniem, kur piesārņo augsni un ūdeņus [10]. Bez tam jāņem vērā arī bīstamo atkritumu pārvietošana no vienas valsts, visbiežāk ekonomiski attīstītas, uz otru, parasti ekonomiski vājāk attīstītu, to likvidācijai vai uzglabāšanai par noteiktu samaksu. Ir aprēķināts, ka katru gadu apmēram 400 milj. tonnu sevišķi bīstamu atkritumu, visbiežāk nelegāli, šķērso pasaules valstu robežas un tiek utilizēti bez varas institūciju atļaujas [14].

Praksē ir mērķtiecīgi visus atkritumus klasificēt (sadzīves, rūpnieciskie, bīstamie šķidrie, sausie u.c.). Lai likvidētu katras grupas atkritumus, nepieciešami atšķirīgi pasākumi un īpašas metodes. Latvijā ir pieņemti noteikumi par visu sadzīves atkritumu un bīstamo atkritumu klasificēšanu [12, 13]. Sadzīves atkritumi ir daļa mājsaimniecības atkritumu (virtuves, papīrs, kartons, plastmasa, audumi, metāls, stikls), kā arī uzņēmumu, veikalu, biroju skolu, sabiedriskās ēdināšanas u.c. atkritumi. Sadzīves atkritumos izšķir kompostējamos organiskos atkritumus (pārtikas

produktu atliekas, nezāles, lapas) un pārstrādājamos atkritumus (papīrs, stikls, metāls, plastmasa). Bīstamie atkritumi ir saimnieciskās vai citas darbības rezultātā radušies atlikumi un blakusprodukti, kas var būt gan piesārņotāji, kuri negatīvi ietekmē vidi un cilvēku veselību, gan materiālu resursi, kurus izmanto tūlīt pēc to rašanās vai pēc attiecīgas speciālas pārstrādes (dzīvsudraba lampas un termometri, krāsas, lakas, šķīdinātāji, akumulatori, kā arī naftas produktu un minerāleļļu, medicīnisko un mazgāšanas līdzekļu, augu aizsardzības līdzekļu un tml. atkritumi). To bīstamību raksturo eksplozivitāte, ugunsnedrošība, uzliesmotspēja, toksiskums, korozivitāte, nevadāma reaģētspēja, spēja izraisīt kancerogēniskas, mutagēniskas un citas pārmaiņas dzīvajos organismos. Piemēram, dzīvsudrabs, uzkrājoties organismā, var toksiski iedarboties galvenokārt uz aknām un nervu sistēmu, svins var izraisīt toksiskas pārmaiņas nervu un asinsrades sistēmā, kā arī iekšējos orgānos, pesticīdi var izraisīt ļaundabīgo audzēju rašanos un daudzas citas patoloģiskas pārmaiņas organismā. Amerikas Savienotājās Valstīs ir apmēram 30 tūkst. atkritumu izgāztuvju, kas piesārņo apkārtējo vidi ar bīstamām ķīmiskām vielām [3]; ķīmiskā un naftas rūpniecība rada 70% visu bīstamo atkritumu [10].

Pats fakts, ka atkritumi nonāk augsnē, ir pašsaprotams un likumsakarīgs. Augsnes piesārņošanās un kaitīgas sanitāri epidemioloģiskās sekas rodas tad, ja atkritumi augsnē nonāk tādā kvalitātē un tādā daudzumā, ka tā nav spējīga pašattīrīties.

Katru dienu augsnē nonāk milzīgs daudzums atkritumu, kuros ir daudz organisko vielu, mikroorganismu un helmintu olu. Kopā ar atkritumiem, it īpaši šķidrajiem, augsnē nonāk infekciju slimību (vēdertīfa, tularēmijas, dizentērijas, holeras u.c.) ierosinātāji. Augsnes piesārņošanai ar baktērijām un helmintiem ir liela epidemioloģiska nozīme, jo tā rada iedzīvotāju veselības apdraudējumu. Ja augsnei nebūtu spējas pašattīrīties, cilvēku dzīve kļūtu neiespējama.

Augsne ir biosfēras daļa, kurā notiek galvenā eksogēno organisko un neorganisko vielu detoksikācija. Augsnē nokļuvušie organiskie savienojumi (olbaltumi, tauki, ogļhidrāti) sadalās līdz neorganiskiem savienojumiem – notiek mineralizācijas process. Vienlaikus no organiskiem savienojumiem veidojas humuss, resp., notiek humusa sintēzes process – humifikācija. Abu šo procesu rezultātā atjaunojas augsnes sākotnējais sastāvs, notiek augsnes pašattīrīšanās. Ar šo terminu apzīmē arī augsnes atbrīvošanos no bioloģiskā piesārņojuma.

Pašattīrīšanās no augsnē nokļuvušām organiskām vielām ir komplicēta, un to nodrošina galvenokārt mikroorganismi. Tie producē hidrolītiskos fermentus, kuri apkārtējā vidē esošās organiskās vielas sadala līdz vienkāršākām (aminoskābēm, monosaharīdiem, taukskābēm), tādējādi atvieglinot mikroorganismu šūnām to uzņemšanu.

Augsnes pašattīrīšanās ir atkarīga no tās sastāva, klimatiskajiem apstākļiem, piesārņojuma pakāpes un rakstura. Taču pašattīrīšanās iespējas nav neierobežotas. Nelabvēlīgos apstākļos tās var tikt traucētas. Šo spēju zudums ir vērojams arī dabiskajos apstākļos. Piemēram, tuksnešos šis process palēninās augstās temperatūras un nepietiekamā mitruma dēļ. Ziemeļos, mūžīgā sasaluma rajonā, pašattīrīšanās procesu traucē zemā temperatūra; to pierāda fakti, ka ledājos atrasti iesaluši mamuti, kas dzīvojuši pirms miljoniem gadu.

Pašattīrīšanos var kavēt arī mākslīgi, piemēram, ievadot augsnē atkritumus lielā daudzumā.

Mineralizācija notiek gan aerobos, gan anaerobos apstākļos. Anaerobos apstākļos organiskās vielas sašķeļ sporas neveidojošie pūšanas un rūgšanas mikroorganismi. Bioķīmisko procesu rezultātā ogļhidrāti sadalās līdz ogļskābei, tauki sadalās par glicerīnu un taukskābēm, olbaltumi – par aminoskābēm, amonjaku, sērūdeņradi.

Aerobos apstākļos pārsvarā ir oksidēšanās procesi, pūšana nenotiek. Mineralizācijas pirmajā etapā radušās ķīmiskās vielas specifisku mikrobu ietekmē pārveidojas par minerālvielām –

amonjaks un amonija sāļi par nitrītiem un nitrātiem, sērūdeņradis par sērskābes sāļiem, ogļskābe par karbonātiem, fosfors par fosforskābes sāļiem.

Vienlaikus ar oksidēšanās procesiem notiek arī reducēšanās procesi – denitrifikācija. Plašākā nozīmē denitrifikācija ir specifisku baktēriju izraisīta nitrātu reducēšanās līdz nitrītiem, zemākiem slāpekļa oksīdiem, amonjakam un brīvam slāpeklim. Šaurākā nozīmē ar šo terminu saprot nitrātu un nitrītu sadalīšanos, izdalot brīvu slāpekli. Denitrificējošo baktēriju enerģijas avots ir dažādas vienkāršākās organiskās vielas (urīnviela, spirti, ogļhidrāti u.c.).

Par piesārņotās augsnes pašattīrīšanās pakāpi var spriest, salīdzinot to ar kontroles (tīru) augsni pēc tādiem rādītājiem kā sanitārais skaitlis, amonjaka, nitrātu un hlorīdu koncentrācijas. Sanitārais skaitlis ir humusa slāpekļa attiecība pret visu augsnes slāpekli (1. tab.).

Par augsnes tīrības pakāpi liecina arī bakterioloģiskie un helmintoloģiskie rādītāji:

- kopējais baktēriju skaits 1 g augsnes; atkritumu izgāztuvēs un stipri piesārņotā augsnē šis rādītājs ir lielāks par10 milj., bet dārzos un parkos, t.s. tīrā augsnē –1–2 milj.;
- kolititrs – mazākā augsnes masa (g), kas barotnē izraisa zarnu nūjiņu grupas mikrobu vairošanos; ļoti piesārņotā augsnē tas ir 1 mg, bet tīrā augsnē – 1 g;
- anaerobu titrs – mazākā augsnes masa (g), kas barotnē izraisa grupas *Bac. perfringens* mikrobu vairošanos; piesārņotā augsnē tas ir 0,1 mg, bet tīrā augsnē – 0,1 g ;
- kopējais helmintu olu skaits 1 kg augsnes; stipri piesārņotā augsnē tas ir lielāks par100, bet tīrā augsnē – 0.

1. tabula. Apdzīvoto vietu augsnes tīrības rādītāji

Augsnes raksturojums	Sanitārais skaitlis	Anaerobu titrs (g)	Kolititrs (g)
Tīra	0,98–1,0	10^{-1}	1
Vāji piesārņota	0,85–0,98	10^{-1}–10^{-2}	1–10^{-2}
Stipri piesārņota	0,70–0,85	10^{-2}–10^{-4}	10^{-2}–10^{-3}
Ļoti stipri piesārņota	< 0,7	< 10^{-4}	< 10^{-3}

Ļoti aktuāla problēma ir higiēnisko normatīvu izstrādāšana tādiem eksogēniem ķīmiskiem savienojumiem kā pesticīdi, augu augšanas stimulatori, minerālmēsli, smagie metāli, poliaromātiskie ogļūdeņraži (2. tab.) [16].

Lai izdarītu augsnes sanitāro novērtējumu, laboratorijā jāveic šādas augsnes analīzes:

- sanitāri fizikālās (mehāniskais sastāvs, filtrācijas koeficients, kopējais un hidroskopiskais mitrums u.c.);
- sanitāri ķīmiskās (mikroelementi un makroelementi, pesticīdi, atmosfēras nokrišņu ingredienti u.c.);
- fizikāli ķīmiskās (pH, absorbcijas tilpums, absorbēto bāzisko vielu summa u.c.);
- sanitāri bioloģiskās (mikrobu skaitlis, kolititrs, patogēnās baktērijas, vīrusi u.c.);
- sanitāri helmintoloģiskās;
- sanitāri entomoloģiskās;
- radiometriskās.

Analīžu apjomam jāatbilst noteiktajiem mērķiem un uzdevumiem. Tā, piemēram, lai spriestu par neitralizēšanas iekārtu efektivitāti, pietiek noteikt tikai kolititru un dzīvotspējīgo helmintu olu skaitu. Taču nelabvēlīgas epidemioloģiskās situācijas gadījumā "pilnās īsās" sanitārās analīzes shēmā obligāti jāiekļauj arī patogēno mikroorganismu un vīrusu noteikšana.

Novērtējot augsnes piesārņojuma ķīmiskos rādītājus, jāņem vērā, ka tiešu augsnes stāvokli var novērtēt pēc sanitārā skaitļa vērtības, turklāt tikai tādām augsnēm, kurās ir maz humusa. Novērtējot visus pārējos ķīmiskos rādītājus, tie jāsalīdzina ar kontroles lauciņa analoģiskiem rādītājiem.

Par svaigu piesārņojumu liecina organiskā slāpekļa, oglekļa un hlorīdu koncentrācijas pārsniegšana analizējamā augsnē salīdzinājumā ar to koncentrāciju kontrollauciņā. Palielināta amonija sāļu, nitrītu un nitrātu koncentrācija liecina par augsnes pašattīrīšanos no slāpekļa organiskiem savienojumiem. Liela organiskā slāpekļa un oglekļa koncentrācija vienlaikus, bet bez amonija sāļu klātbūtnes, norāda uz svaigu piesārņojumu un mineralizācijas procesu palēninašanos. Ja organiskā slāpekļa un oglekļa daudzums abos augšņu paraugos ir vienāds, tas liecina par analizējamās augsnes tīrību. Augsta nitrātu un hlorīdu koncentrācija šajā augsnē ir liecība senam piesārņojumam un organisko vielu mineralizācijas procesa beigām.

2. tabula. Galveno ķīmisko augsnes piesārņotāju maksimāli pieļaujamā koncentrācija (MPK)

Nosaukums	MPK (mg/kg)
Prometrīns	0,5
Hlorofoss	0,5
Karbofoss	2,0
Hloramps	0,05
DDT	1,0
Heksahlorāns	1,0
Polihlorpinēns	0,5
Polihlorkamfēns	0,5
Sevīns	0,05

Pesticīdu piesārņojumu novērtē, salīdzinot ar higiēniskiem normatīviem – maksimāli pieļaujamām koncentrācijām (MPK).

Ja ķīmiskām vielām nav izstrādāta MPK, tad novērtējumu izdara pēc šādiem rādītājiem:

- augsni uzskata par tīru, ja ķīmiskās vielas koncentrācija analizējamā un kontroles paraugā ir vienāda;
- augsne ir vāji piesārņota, ja analizējamā paraugā ķīmiskās vielas daudzums pārsniedz kontroles skaitli ne vairāk kā 10 reižu;
- augsne ir piesārņota, ja ķīmiskās vielas daudzums analīzes paraugā ir 10–100 reižu lielāks nekā kontroles paraugā;
- augsne ir stipri piesārņota, ja tā paša tipa augsnes kontroles paraugā ķīmiskās vielas daudzums ir 100 un vairāk reižu lielāks nekā kontroles paraugā.

Bakterioloģiskie un helmintoloģiskie rādītāji ir tieši augsnes fekālās piesārņotības pakāpes un ilguma rādītāji. Par svaigu augsnes piesārņojumu liecina palielināts baktēriju kopējā skaita daudzums un sporu neveidojošo formu pārsvars; *Cl. perfringens* pārsvars norāda uz neilgu piesārņojumu. Neliela deformētu askarīdu olu skaita klātbūtne apstiprina senu piesārņojumu. Pamatojoties uz šo novērtējumu, izstrādā augsnes attīrīšanas paņēmienus un turpmākos aizsardzības pasākumus.

10.3.4. AUGSNES SANITĀRĀ AIZSARDZĪBA

Augsnes sanitārā aizsardzība ir pasākumu komplekss, kas ierobežo augsnes piesārņošanu, nesamazina pašattīrīšanās procesus, nerada iespēju augos uzkrāties kaitīgām vielām tādā daudzumā, kas ir bīstams cilvēkiem un dzīvniekiem, nepiesārņo atmosfēras gaisu, virszemes un pazemes ūdeņus, kā arī netraucē zemi izmantot lauksaimniecībā [16]. Augsne jāsaglabā tādā kvalitātē, lai tā nebūtu infekcijas slimību ierosinātāju pārnesēja un nenovestu līdz tiešai vai netiešai, akūtai vai hroniskai (ar varbūtējām vēlīnām sekām) saindēšanai ar eksogēnām ķīmiskām vielām.

Augsnes sanitārās aizsardzības pasākumi var būt šādi:

- sanitārtehniskie, kas saistīti ar augsni piesārņojošo atkritumu savākšanu, izvešanu un utilizāciju;
- tehnoloģiskie, kuri virzīti uz ražošanas tehnoloģijām, kas līdz minimumam samazina atkritumu rašanos, un uz jaunām, modernām atkritumu savākšanas un likvidēšanas tehnoloģijām;
- plānošana, kas paredz zinātniski pamatot aizsargzonu izstrādi un ierīkošanu starp attīrīšanas iekārtām un dzīvojamiem masīviem, ūdens ņemšanas vietām, kā arī speciāla autotransporta kustības shēmas un atbilstošu zemes gabalu izvēli attīrīšanas iekārtām;
- likumdošanas, organizatoriskie un administratīvie pasākumi.

10.3.4.1. Sanitārtehniskie pasākumi

Visus atkritumus iedala divās galvenās grupās: šķidrie (saimnieciski fekālie, rūpnieciskie, pilsētas, atmosfēras notekūdeņi) un sausie atkritumi (sadzīves, pilsētu ielu, sabiedriskās ēdināšanas, tirdzniecības, rūpniecības, veselības aprūpes iestāžu, būvmateriālu). Atkarībā no tā, pie kuras grupas atkritumi pieder, lieto dažādus paņēmienus un iekārtas to savākšanai, izvešanai, likvidēšanai un utilizācijai [4].

Sauso sadzīves atkritumu savākšanai izmanto atkritumvadus un konteinerus. Atkritumvadu galvenie elementi ir vertikāla caurule (diametrs 400–600 mm), iebēršanas lūkas un savācējkamera. Parasti konteinerus ierīko mājās, kur ir vairāk par pieciem stāviem. Konteineru tilpums ir vismaz 600–700 l.

Izgāztuves ierīko uz īpaši sagatavota vismaz 0,5 m bieza ūdensnecaurlaidīga slāņa, kura filtrācijas koeficients K ir zem 10^{-5} m/s; šādām prasībām atbilst māls, mālzeme, blīva smilšzeme. Ja izgāztuvei paredzētais gruntsgabals ir ūdenscaurlaidīgs, tad izveido mākslīgu segumu no pievestā materiāla, to noblietējot. Uz šāda seguma atkritumus ar buldozeriem noblīvē, kad to augstums sasniedzis 0,3 m. Kopējais atkritumu slānis nedrīkst pārsniegt 2 m biezumu. To pārklāj ar 0,25 m biezu izolējošo starpslāni – blīvu mālzemi vai smilšzemi, kurā mitruma pakāpe ir 30–50%. Uz starpslāņa atkal veido 2 m biezu atkritumu slāni. Kopējo slāņu skaitu nosaka izgāztuves projektētā jauda. Sadzīves atkritumu mineralizācijas ilgums pēc izgāztuves slēgšanas ir 15–25 gadi. Poligona zemes gabala lielums parasti ir 0,02–0,05 ha uz 1000 t atkritumu gadā; sanitārās aizsardzības zonas platums ir vismaz 500 m. Atkarībā no vietējā reljefa un zemes gabala turpmākās izmantošanas izvēlas dažādas poligonu ierīkošanas shēmas.

Slīpo shēmu izmanto, ierīkojot izgāztuves kalnainā apvidū. Šādā gadījumā jāparedz melioorācijas pasākumi nokrišņu ūdeņu savākšanai un aizvadīšanai no gruntsgabaliem, kas atrodas augstāk par izgāztuvi.

Līdzenumos izmanto izgāztuvju ierīkošanas augstuma shēmu, kuras atkritumu slāņa biezums ir līdz pat 40 m. Sauso sadzīves atkritumu poligoni, kuru slāņa biezums ir lielāks par

20 m un slodze – 10 t/m^2 (100 000 t/ha), pieder pie lieljaudas poligoniem. Ārējās nogāzes slīpums nedrīkst pārsniegt 0,25; transports virzās pa slīpumu 0,1–0,05.

Tranšeju shēmu izmanto kaitīgu rūpniecības atkritumu likvidēšanai līdzenā vietā. Vispirms izrok tranšeju, ko piepilda ar atkritumiem, bet izrakto zemi izmanto atkritumu pārsegšanai. Augšējam izolējošam slānim jābūt vismaz 1 m biezam, ja perspektīvā zemes gabals paredzēts meža stādījumiem, lauksaimniecībai u.tml.

Sauso sadzīves atkritumu poligonu ekspluatācijas laikā izdalās ļoti piesārņots filtrāts (apmēram 10% gada atmosfēras nokrišņu daudzuma). Filtrātu ar drenēšanas metodi savāc un novada uz bioloģiskās attīrīšanas iekārtām (bioloģiskie dīķi, filtrācijas lauki).

Poligonos ir apsaimniekošanas zona, kuras teritorijā atrodas apjumtas dažādu darba mehānismu (traktori, buldozeri) novietnes, administratīvā ēka, materiālu un pagaidu piebrauktuvju montēšanas elementu noliktavas, estakāde konteineru un automašīnu mazgāšanai. Administratīvā ēkā ir istaba personālam, ģērbtuves, ēdamistaba, administratīvās telpas, dušas, sanitārais mezgls.

Sauso atkritumu neitralizēšana ir vissvarīgākais elements augsnes aizsardzībā gan no epidemioloģiskā, gan no sanitārā viedokļa. Visiem neitralizēšanas veidiem jāatbilst šādām prasībām:

- atkritumiem pēc neitralizēšanas jābūt epidemioloģiski drošiem. Pirms neitralizēšanas atkritumu kolititrs ir 0,000001 un zemāk. Atkritumos var būt patogēnie mikrobi, vīrusi, helmintu olas. Sevišķi bīstami ir veselības aprūpes iestāžu atkritumi, kas bakterioloģiski ir 10–100 reižu vairāk piesārņoti nekā dzīvojamo māju atkritumi;
- pietiekams atkritumu neitralizēšanas ātrums; jo lielāks ir ātrums, jo metode ir labāka;
- kukaiņu, mušu un grauzēju attīstībai labvēlīgas vides novēršana;
- kvalitatīva organisko vielu pārvēršana savienojumos, kas nepiesārņo gaisu;
- pazemes un virszemes ūdeņu nepiesārņošana.

Divi galvenie sauso atkritumu neitralizēšanas veidi ir utilizēšana (atkritumu pārstrāde par organisko mēslojumu un biokurināmo, otrreizējās izejvielas rūpniecībai, neitralizētās degošās atkritumu daļas izmantošana par kurināmo) un likvidēšana (ierakšana zemē, izmešana jūrā, sadedzināšana bez siltuma izmantošanas).

No tehnoloģiskā viedokļa ir 4 neitralizēšanas paņēmieni:

1) biotermiskie (izgāztuves, kompostēšanas lauki, biotermiskās pārstrādes rūpnīcas);
2) termiskie (sadedzināšana bez siltuma izmantošanas, pirolīze, iegūstot deggāzi un naftveidīgas eļļas);
3) ķīmiskie (hidrolīze);
4) mehāniskie (separācija ar sekojošu utilizēšanu, būvbloku ieguve presējot).

Plašāk izmanto pirmos divus paņēmienus.

Biotermiskās pārstrādes uzdevumi ir:

- sadalīt sarežģītās organiskās vielas atkritumos, bet to apmaiņas produktus (urīnvielu, urīnskābi u.c.) – vienkāršākos savienojumos, lai tos ar specifisku mikroorganismu palīdzību skābekļa klātbūtnē sintezētu par jaunu, nekaitīgu vielu kompleksu – humusu;
- iznīcināt patogēnu baktēriju veģetatīvās formas, vīrusus, helmintu olas, mušu olas un kūniņas, nezāļu sēklas.

Biotermiskie paņēmieni ir neitralizēšana biotermiskās kamerās, kompostos, tranšejās, daudzstāvu fermentācijas torņos un biotankos, kā arī kapilārā žāvēšanas metode.

Sauso atkritumu neitralizēšanas pamatā ir sarežģīts process, kuru var attēlot šādi:

organiskās vielas + mikroorganismi + gaisa skābeklis → humuss + minerālvielas + enerģija.

Biotermiskā procesa pirmajā fāzē olbaltumi, tauki un ogļhidrāti sadalās līdz aminoskābēm, taukskābēm, monosaharīdiem, urīnvielai un urīnskābei, veicinot mezofilo mikroorganismu producēšanu, līdz temperatūra sasniedz 40–45 °C. Šajā temperatūrā mezofili iet bojā un sākas citu mikrobu – termofilu – intensīva vairošanās. Šī fāze no sanitāri epidemioloģiskā viedokļa ir vissvarīgākā, un tai raksturīga pastāvīga augsta temperatūra, tāpēc to sauc par stacionāro temperatūru fāzi.

Organisko vielu humifikācijas otrā fāze ilgst no vienas diennakts, pielietojot mākslīgas paātrinātas biotermiskās pārstrādes metodes, līdz pat 2–3 mēnešiem parastā bioķīmiskā pārstrādē.

75 °C temperatūrā termofilu daudzums sāk samazināties, jo izbeidzas tos barojošās vielas (organiskie atkritumi). Sākas trešā fāze, kurai raksturīga temperatūras pazemināšanās. Šajā fāzē vairojas īpaši mezofilie mikrobi, kas sadala lignīnus un veicina humusa sintēzi. Humuss var mineralizēties un nitrificēties tikai dažu specifisku augsnes baktēriju klātbūtnē, tāpēc tas veido nelabvēlīgu vidi mušu un grauzēju intensīvai vairošanai. Šo bioķīmisko procesu labvēlīgi vai nelabvēlīgi ietekmē vairāki faktori:

- Atkritumu aerācija, kas ir viens no pamatfaktoriem, kurš veicina biotermisko procesu norisi. Aerobos apstākļos izdalās 30 reižu vairāk siltumenerģijas nekā anaerobos apstākļos.
- Atkritumu mitruma pakāpe. Bioķīmiskie procesi nevar norisināties, ja ūdens ir par maz vai par daudz. Baktēriju šūnās ir 85% ūdens, taču ūdens ir skābekļa antagonists, kas traucē tam piekļūt baktērijām un organiskajām vielām. Lai eksotermisko bioķīmisko procesu norise būtu sekmīga, atkritumu mitruma pakāpei jābūt 30–70%.
- Viegli sadalošos organisko vielu kvalitāte un daudzums. Optimāli ir, ja šo vielu daudzums ir vismaz 30%, bet neorganisko vielu – ne vairāk kā 25%, pie tam oglekļa un slāpekļa attiecībai jābūt 30:1.
- Daļiņu izmēri. Samaļot atkritumus, palielinās organisko vielu aktīvā virsma un līdz ar to notiek bioķīmisko procesu intensifikācija; vēlamais daļiņu lielums ir 25–35 mm.
- Ūdeņraža jonu koncentrācija. Optimāla ir neitrāla vide, t.i., pH 6,5–7,6.
- Temperatūra. Jo labāki ir apstākļi straujai augstas temperatūras sasniegšanai, jo ātrāk un pamatīgāk notiks organisko vielu bioķīmiskā sadalīšanās un patogēnās mikrofloras bojāeja.

Atkritumu dedzināšana notiek 900–1000 °C temperatūrā speciālās krāsnīs, kurām jābūt izvietotām ne tuvāk par 300 m no dzīvojamiem masīviem. Krāsnīm ir liela ražība, un tajās sadalās praktiski visas organiskās vielas un toksiskās gāzes. Šī metode ir ekonomiski izdevīga, jo samazinās transporta izdevumi (atkritumi nav jāizved tālu aiz pilsētas), nav vajadzīgi lieli zemes gabali, var izmantot siltuma enerģiju (vietējai rūpniecībai, sabiedriskām ēkām, dzīvokļiem, elektroenerģijas ražošanai) un izdedžus (celtniecībā kā siltumizolējošu materiālu).

Pirolīzes process notiek augstas temperatūras reaktoros 1640 °C temperatūrā skābekļa deficīta apstākļos. Ļoti augstā temperatūra nodrošina visu organisko savienojumu sadalīšanos līdz vienkāršākām degošām vielām. Šī metode ir visai perspektīva no higiēniskā un ekonomiskā viedokļa, jo gaisa vidē nenonāk kaitīgas vielas un nav vajadzīga atkritumu iepriekšēja sagatavošana.

Pasaulē organiskas izcelsmes bīstamo atkritumu iznīcināšanai izmanto vairākas metodes, kuru pamatā ir bīstamo atkritumu termiskā likvidēšana. Pazīstamas ir dažādas tehnoloģijas, piemēram, sadedzināšana rotācijas krāsnīs cementa ražošanā, sadedzināšana virstošajā slānī, termiska destrukcija sāļu kausējumu vannās u.c. metodes. Plaši izplatīta metode ir sadedzināšana rotācijas krāsnīs, jo tā garantē bīstamo atkritumu likvidēšanu videi un cilvēkiem drošā veidā.

Sauso atkritumu neitralizēšanas galvenā ķīmiskā metode ir hidrolīze ar sālskābi vai sērskābi augstās temperatūrās. Hidrolīzes rezultātā iegūst tādas vērtīgas vielas kā etilspirtu, furfurolu, B grupas, PP un D vitamīnu. Hidrolīzes rūpnīcas atkritumus tālāk var izmantot kā biokurināmo un organisko mēslojumu, kas ir divreiz vērtīgāks par kompostu. Uzskata, ka hidrolīzes metode ir ekonomiski un higiēniski visperspektīvākā, jo tiek nodrošināta bezatkritumu tehnoloģija un ievērotas sanitārās prasības vides aizsardzībai.

Atkritumu mehāniskā separācija ir viena no pamatoperācijām pirms atkritumu pilnīgas utilizācijas. Pie sauso atkritumu neitralizēšanas mehāniskām metodēm pieskaitāma dažādu bloku, galvenokārt celtniecības, izgatavošana – atkritumus presē, lietojot speciālas saistvielas.

Šķidro atkritumu savākšanai un likvidēšanai lielās apdzīvotās vietās izmanto divas galvenās sistēmas – kanalizācijas un izvešanas sistēmu.

Higiēniskākā atkritumu savākšanas un likvidēšanas sistēma ir kanalizācija, kad atkritumus savāc to rašanās vietā un pa caurulēm, kas ieraktas dziļi zemē, aizvada projām. Izšķir trīs galvenās notekūdeņu kategorijas:

1) saimniecības un fekāliju jeb sadzīves notekūdeņus;
2) rūpniecības notekūdeņus;
3) atmosfēras notekūdeņus.

Rūpniecības notekūdeņus vispirms attīra un tikai pēc tam ievada kopējā kanalizācijas sistēmā.

Kanalizācijas ūdeņus attīra galvenokārt ar mehāniskiem un bioloģiskiem paņēmieniem. Mehānisko attīrīšanu izdara speciālās ietaisēs, kurās kanalizācijas ūdeņus attīra no dažādiem piemaisījumiem. Rupjos piemaisījumus filtrē, izmantojot speciālus sietus un smilšu uztvērējus. Sīkākās daļiņas nosēdina speciālās nosēdinātavās.

Ar bioloģisko attīrīšanu mineralizē organiskās vielas, kuras nevar attīrīt mehāniski. Bioloģiskās attīrīšanas pamatā ir aerobiska oksidēšana (sk. apakšnodaļu *7.4.3. Notekūdeņu attīrīšana*).

Šķidros atkritumus var neitralizēt arī ar izvešanas sistēmu, kurā ir šādi elementi: netīrumu uztvērēji (atejas, mazgāšanas ūdeņu savāktuves); netīrumu transportēšana; ierīces atkritumu dezinficēšanai un utilizācijai.

Atkritumus izved ar speciālām pneimatiskām asenizācijas autocisternām, kurās netīrumus iesūc pa īpašām netīrumu bedrēs iegremdētām caurulēm. Pēc tam atkritumus izved ārpus apdzīvotām vietām un padara nekaitīgus ar augsnes metodi asenizācijas un aparšanas laukos.

Pēdējās desmitgadēs lielo rūpniecības centru un pilsētu tuvumā augsnes virskārtā uzkrājušies daudzi bīstami ķīmiskie elementi, īpaši smagie metāli (svins, kadmijs, hroms u.c.). Daudzu ķīmisko elementu koncentrācija ir 50–100 un vairāk reižu lielāka nekā tīrā un nepiesārņotā augsnē. Tādēļ ļoti svarīgi ir apzināt piesārņojošo vielu radītās sekas augsnē un efektīvi tās likvidēt.

Par perspektīvākajām un progresīvākajām rūpniecības atkritumu neitralizēšanas metodēm jāuzskata tās, kas ir vismazāk bīstamas cilvēku veselībai un videi, resp., efektīvas, slēgtas, mazatkritumu vai bezatkritumu tehnoloģijas metodes.

Visus rūpnieciskos atkritumus iedala divās grupās: utilizējamos un neutilizējamos atkritumos. Utilizējamos rūpniecības atkritumus nededzina un neaprok, bet pēc attiecīgas pārstrādes izmanto kā kurināmo, būvmateriālus, mēslojumu vai kā otrreizējas izejvielas.

Neutilizējamo atkritumu ierakšana zemē vai izvešana uz izgāztuvju poligoniem ir potenciāli bīstama iedzīvotāju veselībai. Atkritumus pieskaita pie tās pašas toksicitātes klases, kāda ir tajos esošajam ķīmiskajam savienojumam ar vismazāko LD_{50}. Taču atkritumu toksicitātes noteikšana tikai pēc LD_{50} ir nepietiekama, jo ne mazāk bīstama videi un cilvēkiem ir šo ķīmisko

vielu gaistāmība un šķīdība. Šos rādītājus arī ņem vērā, klasificējot rūpniecības atkritumus. Pasaulē neutilizējamo rūpniecisko atkritumu neitralizēšanas pamatmetodes ir termiskā sadalīšana un apglabāšana speciālos poligonos.

10.3.4.2. Tehnoloģiskie pasākumi

Tehnoloģiskie pasākumi ir pasākumu komplekss, kura mērķis ir izvēlēties vismazāk bīstamās tehnoloģiskās shēmas atkritumu savākšanai un likvidēšanai un ieviest tādus rūpniecības procesus, kas līdz minimumam samazina atkritumu rašanos un toksisku vielu koncentrāciju tajos.

Sadzīves atkritumu savākšana notiek pēc divām tehnoloģiskām sistēmām:

1) pēc unitārās sistēmas atkritumus savāc kopējos konteineros un likvidēšanai izved uz kopēju vietu;

2) pēc šķirošanas sistēmas atkritumus sašķiro jau savācot (pārtikas produkti, papīrs, metāls, plastmasa, stikls u.tml.) un izved atsevišķi.

Eiropā atkritumus vāc plastmasas konteineros, kuru tilpums ir 100–1000 l. Daudzos namos ir ierīkotas speciālas saliekamas sliedes vai pacelšanas sistēmas, kas atvieglo konteineru pārvietošanu. Notiek arī atkritumu savākšana speciālos vienreizējas lietošanas papīra vai plastmasas maisos, kurus iestiprina speciālos statīvos (konteineros) un maina katrā atkritumu aizvākšanas reizē. Speciālos ventilējamos konteineros sākas kompostēšanās process vēl pirms atkritumu aizvešanas. Lai atkritumi nebūtu pārāk mitri un sablīvēti, tos sajauc ar oglekli saturošu struktūrmateriālu, piemēram, skaidām un neblīviem atkritumiem. Sablīvēšanos novērš iekšējie stieņi.

Nesašķirotos sadzīves atkritumus aizved uz izgāztuvēm. Daļa šo atkritumu kopā ar sausiem virtuves atkritumiem, kas sašķiroti plastmasas vai papīra maisos, tiek sadedzināti. Tāpat sadedzināti tiek arī degoši masīvi atkritumi. Avīzes un kartonu šķiro papīra šķirošanas uzņēmumos, pēc tam tos pārstrādā. Stiklu šķiro stikla šķirošanas uzņēmumos.

Papīra un kartona šķirošanas uzņēmumos notiek pirmssķirošana, šķirošana un pēcšķirošana. Ir divi šķirošanas konveijeri: augstas un zemas kvalitātes papīram. No zemas kvalitātes papīra ar vibrējoša darbgalda palīdzību tiek atdalīts smalkais papīrs, kas ir mazāks par 5 cm. Zemas kvalitātes papīrs nonāk šķirošanas telpā, kur atsevišķi šķiro kartonu, plastmasas un nevajadzīgus objektus, un rezultātā iegūst augstas kvalitātes papīru, kas tiek sasaiņots un uzglabāts.

Stiklu šķirošanas uzņēmumu konveijerā visi stikla atkritumi tiek šķiroti ar rokām, atšķirojot porcelānu. Pēc tam ar rokām nodala augstvērtīgā stikla pudeles. Tālāk seko mehāniskā šķirošana, kurā atlasa zemas kvalitātes pudeles, krāsaino un nekrāsaino stiklu, ko izmanto stikla rūpniecībā jaunu pudeļu izgatavošanai.

Dānijā atsevišķi šķiro papīru, pudeles, organiskos atkritumus, un tas notiek jau mājās. Vācijā atsevišķi šķiro papīru, alumīniju, metāla bundžas, stiklu un pudeles, plastmasas, dažkārt arī organiskos atkritumus [4]. Latvijā pilsētu mikrorajonos pie daudzdzīvokļu mājām un privātmāju rajonos, kā arī pie veikaliem un tirgiem ir izvietoti vairāk nekā 500 konteineru izlietotā iepakojuma (stikla, papīra, kartona, polietilēna) dalītajai savākšanai, bet reāli tikai divās izgāztuvēs ("Getliņi" Rīgā un "Brašķi" Jelgavā) notiek atkritumu šķirošana uz vietas.

Atkritumu aizvākšana no savākšanas vietām notiek pēc divām tehnoloģiskām sistēmām: izvešanas un beztransporta. Pirmā ir plaši izplatīta, tajā tiek lietotas speciālas iekārtas un transports. Vismodernākās ir mašīnas ar augstu iekraušanas atveri un speciālām konteineru pacelšanas un nolaišanas ierīcēm, kā arī automātiskām ierīcēm papīra vai plastmasas maisu

nomaiņai. Lieto arī pneimatiskās atkritumu savākšanas mašīnas, kurās atkritumi no konteineriem tiek iesūknēti. Šo mašīnu galvenais trūkums ir lielais troksnis, iekraujot atkritumus.

Beztransporta sistēma paredz atkritumu pneimatisku aizvākšanu pa kanalizācijas caurulēm pēc atkritumu mehāniskas samalšanas ūdensstrūklā. Izmantojot beztransporta sistēmu, samazinās cilvēka kontakta varbūtība ar epidemioloģiski un toksikoloģiski bīstamiem atkritumiem, nav jābūvē atkritumu savākšanas laukumi un paviljoni, tādējādi būtiski uzlabojot dzīvojamo masīvu teritoriju un gaisa sanitāro stāvokli. Atkrīt arī nepieciešamība pēc iekraušanas mehānismiem un transportmašīnām, tāpēc rajonā uzlabojas trokšņa režīms.

Latvijā ir labi noorganizēta luminiscences lampu savākšana. Šīs lampas pieder bīstamajiem atkritumiem, jo satur dzīvsudrabu. Tās ir aizliegts savākt sadzīves atkritumu tvertnēs un izgāzt sauso atkritumu poligonos. Pašlaik uzņēmumi un iestādes ir ieinteresēti nodot lampas pārstrādei, jo par to saņem subsīdijas. Lai ieinteresētu pircējus, tirgotāji pieņem vecās lampas pārstrādei un jaunās pārdod ar atlaidi. Strāvas akumulatori tiek savākti un nosūtīti pārstrādei uz ārzemēm, bet to skābe neitralizēta tepat Latvijā. Uz Vāciju tiek eksportēti fotoatkritumi. Ar daždažādo radioaktīvo atkritumu savākšanu, neitralizēšanu un uzglabāšanu nodarbojas valsts uzņēmums RAPA.

10.3.4.3. Likumdošanas un plānošanas pasākumi

Likumdošanas pasākumi augsnes sanitārai aizsardzībai tiek nostiprināti ar juridiskiem dokumentiem. Šo pasākumu mērķis ir augsnes piesārņošanas novēršana, zemes resursu racionāla izmantošana, lai stiprinātu un saglabātu iedzīvotāju veselību. Likumdošanas dokumentos noteikti uzņēmumu, iestāžu, organizāciju, atsevišķu fizisko personu pienākumi un tiesības, izmantojot zemi.

Eiropas Savienībā atkritumu pārvaldības likumdošanas pamatā ir direktīva par atkritumiem, kas nosaka vispārējos apsaimniekošanas principus, kā arī direktīva par bīstamiem atkritumiem. Ir divas direktīvu grupas: direktīvas, kas reglamentē atsevišķu atkritumu veidu apsaimniekošanu, un direktīvas, kas nosaka prasības atkritumu pārstrādei un apglabāšanai. Atsevišķi ES noteikumi nosaka kārtību, kādā veicama atkritumu pārvadāšana pārstrādei un apglabāšanai ES iekšienē, kā arī kārtību, kādā veicams atkritumu eksports un imports ES dalībvalstīs.

Direktīva par bīstamiem atkritumiem 91/689/EEC *(http://www.varam.gov.lv/id/Ba_arhivs/es_5_punkts_1.htm.)*:

- definē bīstamos atkritumus un to bīstamās īpašības;
- nosaka, ka bīstamo atkritumu apsaimniekošanai ir nepieciešamas atļaujas, ka kompetentām institūcijām jāveic atļauju nosacījumu kontrole, īpašu uzmanību pievēršot tam, kā tiek pārvadāti atkritumi;
- nosaka, ka atkritumu apsaimniekošanas uzņēmumiem ir jāuzskaita apsaimniekotie atkritumi, to veids, daudzums un izcelsme, kā arī jāinformē, uz kurieni šie atkritumi tiek nogādāti pārstrādei un apglabāšanai;
- paredz, ka atkritumu apsaimniekošanas uzņēmumam pēc iepriekšējo atkritumu īpašnieku pieprasījuma ir jāsniedz informācija par to, kā atkritumi ir apsaimniekoti;
- pieprasa bīstamo atkritumu apsaimniekošanas plānu izstrādāšanu, kā arī šo plānu publiskošanu;
- aizliedz sajaukt dažādus bīstamo atkritumu veidus vai arī sajaukt bīstamos atkritumus ar sadzīves atkritumiem.

Direktīva par bīstamo atkritumu sadedzināšanu 94/67/EEC *(http://www.varam.gov.lv/id/Ba_arhivs/es_5_punkts_1.htm.):*

- nosaka bīstamo atkritumu sadedzināšanas iekārtu darbību un dažādu ķīmisku vielu (arī dioksīnu) emisiju līmeni;
- nosaka, ka bīstamo atkritumu sadedzināšanai ir nepieciešama atļauja;
- paredz samazināt negatīvo ietekmi uz vidi;
- paredz, ka sadedzināšanas iekārtu radīto notekūdeņu attīrīšanu un bīstamo atkritumu sadedzināšanas pārpalikumu apglabāšanu nodrošina iekārtu apsaimniekotājs.

Pēdējos desmit gados Latvijā ir izstrādāti un pieņemti likumdošanas akti, kas tiešā vai netiešā veidā attiecas uz augsnes aizsardzību. Daļa no tiem vairs nav spēkā. Patlaban spēkā ir Atkritumu apsaimniekošanas likums (pieņemts 14.12.2000, publicēts *Latvijas Vēstnesī* Nr. 473/476 29.12.2000.), ar kuru ir saistīti vairāk nekā 10 Ministru Kabineta noteikumi. Likums nosaka valsts un pašvaldību kompetenci atkritumu apsaimniekošanā, tas paredz, ka pagastu un pilsētu pašvaldības savā administratīvajā teritorijā organizē, plāno atkritumu apsaimniekošanu, pieņem lēmumus par sadzīves atkritumu poligonu izveidošanu un izdod saistošus noteikumus par atkritumu apsaimniekošanu. Tajā ir noteiktas atkritumu radītāju un īpašnieku tiesības un pienākumi. Likums nosaka prasības atkritumu savākšanai, uzglabāšanai, apstrādei, pārkraušanai un pārvadāšanai, kā arī atkritumu pārstrādes un apglabāšanas prasības. Saskaņā ar šo likumu atkritumu apglabāšanai un pārstrādei ir nepieciešamas speciālas atļaujas, un likumā ir raksturoti vispārēji principi maksai par atkritumu apsaimniekošanu. Pēc 2004. gada bīstamo atkritumu apsaimniekošanas sistēma tiek uzturēta, izmantojot bīstamo atkritumu radītāju veiktos maksājumus par bīstamo atkritumu apsaimniekošanas pakalpojumiem.

Galvenais jautājums, ko risina augsnes aizsardzības plānošanas pasākumi, ir pareiza zemes gabala izvēle atkritumu neitralizēšanai un aizsargzonu ievērošana. Šādu aizsargzonu izmēru zinātnisks pamatojums balstās uz eksperimentāli noteiktu fizikālo, bioloģisko un ķīmisko piesārņotāju izplatības maksimālu attālumu pa gaisu un virszemes un pazemes ūdeņiem no piesārņojuma koncentrēšanās vietas. Īstenojot plānošanas pasākumus, liela nozīme ir pareizai atkritumu utilizēšanas un neitralizēšanas teritorijas zonēšanai, pareizai atkritumu izvešanas automašīnu piebrauktuvju organizēšanai.

Atbilstoši Atkritumu apsaimniekošanas likumam 2002. gadā tika akceptēts Atkritumu apsaimniekošanas valsts plāns 2003.–2012. gadam (pieņemts 21.08.2002, publicēts *Latvijas Vēstnesī* Nr. 119, 23.08.2002.). Šis plāns nodrošina attiecīgo ES direktīvu prasību ieviešanu un satur mērķus, rīcības virzienus, uzdevumus, prognozējamos rezultātus atkritumu apsaimniekošanas jomā. Paredzams, ka nākotnē būs divu veidu sadzīves atkritumu apsaimniekošanas uzņēmumi: esošie, kas uz brīvā tirgus pamatiem nodarbojas ar atkritumu savākšanu un transportēšanu, un otra veida, kas kā konkrēta atkritumu apsaimniekošanas reģiona starppašvaldību jaundibināta organizācija nodarbojas ar poligona vai cita veida atkritumu apstrādes iekārtu apsaimniekošanu.

Latvijā gan no padomju okupācijas laika, gan arī pēdējos gados bīstamo atkritumu ir sakrājies ļoti daudz. Tāpēc jāizveido Eiropas standartiem atbilstoša atkritumu apsaimniekošanas sistēma ar modernu atkritumu sadedzināšanas tehnoloģiju un mūsdienīgiem atkritumu apglabāšanas poligoniem. Bīstamo atkritumu apsaimniekošanas sistēma tiek veidota pakāpeniski, paredzot gan likumdošanas attīstību, gan arī infrastruktūras attīstību. Infrastruktūras attīstība ietver bīstamo atkritumu sadedzināšanas iekārtas, poligonu un bīstamo atkritumu savākšanas un

pārvadāšanas sistēmas izveidi. Bīstamo atkritumu apsaimniekošanas sistēmas ietvaros nākotnē tiek plānotas šādas atkritumu likvidēšanas iekārtu jaudas gadā [1]:

- naftas ūdeņu separācija – 15 tūkst. t;
- neitralizācija un ķīmiskā detoksikācija – 1 tūkst. t;
- veco pesticīdu likvidēšana (pagaidu uzglabāšana un sadedzināšana) – 1,5 tūkst. t;
- citu bīstamo atkritumu sadedzināšana – 50 tūkst. t;
- uzglabāšana drošās atkritumu izgāztuvēs –50 tūkst. t.

Vairākas Eiropas valstis pagaidām nepārstrādājamos atkritumus speciālās tvertnēs ierok zemē vai ievieto glabātuvēs, lai nākotnē, kad būs izstrādāta tehnoloģija, tos varētu pārstrādāt. Šveicē 60% no ražošanai nepieciešamajām izejvielām veido pārstrādātie atkritumi, turpretī Latvijā – tikai daži procenti. Paredzams, ka Latvijā nākotnē būs divdesmit atkritumu poligonu, kuros nonāks tikai 5% atkritumu, jo pārējie 95% tiks otrreizēji pārstrādāti.

10.3.4.4. Sanitārā uzraudzība

Augsnes sanitārā uzraudzība ietver:

- apdzīvotas vietas augsnes sanitārā stāvokļa kontroli pēc apsekošanas un laboratorijas analīžu datiem;
- koncentrētas augsnes piesārņošanas avotu sanitāro pārbaudi;
- atkritumu neitralizēšanas metožu efektivitātes laboratorisko kontroli;
- ķīmisko vielu migrācijas izpēti gaisā, augos, virszemes un pazemes ūdeņos, kā arī pasākumu izstrādi piesārņojuma līmeņa samazināšanai līdz pieļaujamam;
- līdzdalību jaunu, efektīvu, zinātniski pamatotu atkritumu savākšanas, aizvešanas, neitralizēšanas, likvidēšanas un utilizēšanas metožu izstrādāšanā;
- apdzīvotu vietu augsnes epidemioloģiskas bīstamības samazināšanas vai likvidēšanas plāna izstrādi;
- periodisku atkritumu izvešanas grafiku ievērošanas kontroli;
- sistemātisku kontroli pār visu veidu atkritumu neitralizēšanas un utilizēšanas iekārtu, ķīmisko, augu aizsardzības noliktavu, attīrīšanas iekārtu, radioaktīvo atkritumu glabātuvju u.tml. ekspluatāciju un uzturēšanu kārtībā.

Latvijā iedzīvotāju, sadzīves pakalpojumu uzņēmumu un rūpniecības radītie atkritumi tiek deponēti 475 reģistrētās teritorijās, kuru lielāko daļu izvēlējās, neanalizējot augsnes īpašības un ģeoloģiskos apstākļus. Par atkritumsaimniecības sakārtošanu sāka domāt tikai pēdējos gados. Lielrīgas reģionā visas izgāztuves praktiski darbojas nelikumīgi. Tomēr tās nav iespējams slēgt, kamēr netiek uzbūvētas jaunas un mūsdienīgas izgāztuves.

Pilsētās vēl arvien daļa dzīvojamo namu nav iekļauti atkritumu savākšanas sistēmā. Atkritumus daļēji savāc atkritumu tvertnēs, kas atrodas ēkās. Salīdzinot pilsētas un reģionus, atkritumu daudzums gadā uz vienu iedzīvotāju svārstās no 0,15 m^3 Krāslavā līdz 1,7 m^3 Ventspilī [9]. Visās pilsētās atkritumu daudzums ir lielāks nekā 1 m^3 uz vienu iedzīvotāju gadā; atkritumu daļa no privātām mājsaimniecībām un tirdzniecības uzņēmumiem ir apmēram 0,7–0,9 m^3 uz vienu iedzīvotāju gadā. Lielākajā daļā mazapdzīvotu reģionu (mazāk nekā 20 cilvēku uz km^2) kopējais atkritumu daudzums svārstās no 0,2 līdz 0,5 m^3 uz vienu iedzīvotāju gadā. Latvijā ik gadus rodas 600 000 – 700 000 t sadzīves atkritumu, un aptuveni puse no šī daudzuma ir bioloģiski noārdāmi sadzīves atkritumi. Paredzams, ka 2015. gadā atkritumu apjoms valstī uz vienu iedzīvotāju sasniegs 311 kg.

Katru gadu Latvijā rodas aptuveni 90 000 t bīstamo atkritumu, no kuriem lielāko daļu (60%) veido metālu ražošanas un apstrādes atkritumi. Šie atkritumi lielākoties tiek uzglabāti speciāli aprīkotās vietās, lai nākotnē tos vai nu sadedzinātu, vai apglabātu bīstamo atkritumu poligonā.

Pašlaik Latvijā ir trīs Eiropas kritērijiem atbilstošas bīstamo atkritumu glabātuves [2]:

- Gardene, kur pagaidu uzglabāšanai savākts 1600 t lauksaimniecības ķimikāliju, kā arī dzīvsudraba atkritumi, nederīgi medikamenti, dažādi atkritumi, kas satur halogenorganiskos šķīdinātājus, smagos metālus, lakas, krāsas u.c.;
- Strautiņi – savākts 230 t lauksaimniecības ķimikāliju;
- Kaņava – savākts 600 t lauksaimniecības ķimikāliju.

Pārējās atkritumu izgāztuvēs ir šāds stāvoklis:

- Jelgavas rūpniecisko atkritumu izgāztuve kopš 20. gs. 80. gadu vidus tiek izmantota kā rūpniecisko atkritumu novietne, un tā ir radījusi lielu gruntsūdeņu piesārņojumu;
- Olaines ķīmisko atkritumu glabātuvē tika izgāzti bīstami bioķīmiskie un farmaceitiskie atkritumi no Olaines rūpniecības uzņēmumiem. Tā plašā apkārtnē ir izraisījusi nopietnu gruntsūdeņu piesārņojumu. Šobrīd Olainē ir pabeigta bīstamo atkritumu sadedzināšanas iekārtas uzstādīšana;
- Demenes (Daugavpils rajonā) atkritumu izgāztuvē tiek savākti rūpnieciskie – kaprolaktāma ražošanas – atkritumi, ap 1000 t gadā;
- Inčukalna sērskābā gudrona dīķī, kura platība ir 2,8 ha, tika izgāzts aptuveni 16 000 t bīstamo atkritumu (eļļas, asfaltēni, sulfoskābes, sērskābe) gadā, kas piesārņo pazemes ūdeņus. 2001. gadā šeit tika veikti sagatavošanas darbi, iegādāts nepieciešamais aprīkojums un uzsākta gudrona savākšana, iesūknējot to speciālās cisternās un nogādājot uz cementa ražotni sadedzināšanai rotācijas krāsnī.
- Daibē ir iekārtots jauns, moderns atkritumu poligons (sīkāk par izgāztuvēm Latvijā sk. 1. pielikumā).

Lai sakārtotu bīstamo atkritumu apsaimniekošanas sistēmu, tiek vākta informācija par stāvokli slimnīcās, rūpniecībā, lauksaimniecībā, sadzīvē. Latvijā medicīnisko atkritumu pašreizējā ģenerācija ir apmēram 1400 t gadā. Apmēram 50% medicīnas atkritumu savāc komercsabiedrības, un atkritumi tiek sadedzināti speciālās iekārtās. No pārpalikušajiem atkritumiem apmēram 20% tiek sadedzināti slimnīcu iekārtās, bet pārējie tiek apglabāti izgāztuvēs. Medicīniskie atkritumi ir šļirces, slēgtie stobriņi asins paraugu noņemšanai, asinsmaisi, pārsienamie materiāli, operāciju veļa, sejas maskas, autiņbiksītes, gumijas cimdi, laboratoriju un stomatoloģiskie atkritumi, nederīgie medikamenti, vakcīnas u.tml. Līdz šim otrreizējai pārstrādei slimnīcās tika vākta rentgenfiksāža un nederīgās rentgena fotoplates. Vēl joprojām tiek uzkrātas vienreizējās lietošanas šļirces, to utilizācija ir tikai daļēja.

Pašlaik Latvijas ārstniecības iestādēs tiek uzstādītas 10 iekārtas medicīnisko atkritumu neitralizācijai. Visām sadedzināšanas iekārtām, kas tiek izmantotas medicīnisko atkritumu sadedzināšanai, būs jāatbilst normatīvajos aktos noteiktajām prasībām.

Kaut arī skaitliski bīstamo atkritumu novietņu Latvijā ir pietiekami daudz, tikai nedaudzas atbilst drošības kritērijiem un tādējādi nav bīstamas apkārtējai videi un cilvēkiem.

Lai uzlabotu informāciju par atkritumiem, nepieciešami šādi pasākumi:

- atkritumu daudzuma uzskaites sistēmas ieviešana;
- iedzīvotāju un sadzīves pakalpojumu uzņēmumu saražoto atkritumu svēršana, dažādu atkritumu veidu atsevišķa klasifikācija, kā arī uzskaites formas izstrādāšana pilsētām un reģioniem;

- uzņēmumu atkritumu bilances pārbaude, pamatoti koeficienti pārejai no kubikmetriem uz tonnām un gabaliem;
- obligāta visu ražošanas atkritumu bilances sastādīšana;
- Latvijas bīstamo atkritumu klasificēšanas sistēmas pielāgošana Eiropas Savienības atkritumu klasificēšanas sistēmai;
- likumdošanas un ekonomisko nosacījumu izveidošana, lai visiem iepriekš minētajiem pasākumiem būtu juridisks un ekonomisks pamatojums.

LITERATŪRA

1. Bīstamo atkritumu apsaimniekošanas sistēma Latvijā: ieviešanas galvenie rezultāti. – Rīga: VARAM, 1998. – 25 lpp.
2. *Bremšs M., Celmiņa A., Kļaviņa S., Vanaga N.* Bīstamo atkritumu apsaimniekošana Latvijā. – Rīga: VARAM, 2000. – 38 lpp.
3. *Dock L.* Contaminated sites and waste dumps // Environmental medicine / Editor L. Möller. – Stockholm: Joint Industrial Safety Council, 2000. – Pp. 124–140.
4. *Dundurs J.* Vides veselība: Apdzīvotas vietas. – Rīga: RSU, 2000. – 88 lpp.
5. *Guidotti T. L.* Perspective on the health of urban ecosystems // Ecosystem Health. – 1995. – 1.–3. – Pp. 141–149.
6. *Hancock T.* Urban ecosystems and human health // Seminar on CIID–IDRC and urban development in Latin America. – Montevideo, Uruquay, 2000.
7. Higiēna / Z. Lindbergas red. – Rīga: Zvaigzne, 1991. – 367 lpp.
8. Latvijas vides pārskats 98'. – Rīga: VKMC, 1999. – 98 lpp.
9. Latvijas vides stāvokļa pārskats '97. – Rīga: VKMC, 1998. – 102 lpp.
10. *Moeller D. W.* Environmental health. – London: Harward University Press, 1992. – 332 p.
11. PVO "Veselība 21 – veselība visiem 21. gadsimtā". – Kopenhāgena: PVO Eiropas reģionālais birojs, 1999. – 6. – 105 lpp.
12. Vides investīcijas Latvijā: Bīstamo atkritumu apsaimniekošana. – Rīga, 1998. – 18 lpp
13. Vides investīcijas Latvijā: Sadzīves atkritumu apsaimniekošana. – Rīga, 1998. – 51 lpp.
14. *Yassi A., Kjellstrom T., de Kok T., Guidotti T. L.* Basic Environmental Health. – Oxford: University Press, 2001. – 441 p.
15. Гигиена / Под ред. Г. И. Румянцева. – 2-е издание. – Москва: ГЕОТАР–МЕД, 2000. – 607 с.
16. *Гончарук Е. И.* Санитарная охрана почвы населенных мест // Руководство к лабораторным занятиям по коммунальной гигиене / Под ред. Е. И. Гончарука. – Москва: Медицина, 1990. – С. 216–267.

PIELIKUMS

BĪSTAMĀKIE IZGĀZTUVJU UN TOKSISKO ATKRITUMU DĪĶU PIESĀRŅOJUMA AREĀLI

Inčukalna dienvidu sērskābā gudrona izgāztuve

35 km uz ziemeļaustrumiem no Rīgas Inčukalna ciemata tuvumā bijušajā smilšu karjerā Rīgas Naftas eļļu rūpnīca no 20. gs. 70. gadu sākuma līdz 1981. gadam izgāza 400 000 m^3 sērskābā gudrona atkritumu (galvenās sastāvdaļas – eļļas, asfaltēni, sulfoskābes, sērskābe). No 1989. līdz 1991. gadam šo piesārņojuma avotu mēģināja likvidēt, sajaucot atkritumus ar piesārņotiem pazemes ūdeņiem proporcijā 1:3 un iesūknējot apmēram 60 000 m^3 šā maisījuma kembrija nogulumos 850 m dziļumā. Tomēr ekoloģiskā situācija neuzlabojās, jo bija iesūknēts pārāk mazs šā maisījuma daudzums.

Līdzenumu ap sērskābā gudrona dīķi veido līdz 20 m biezas ūdenscaurlaidīgas limnoglaciālās smiltis. Zem sērskābā gudrona dīķa šīs smiltis tieši pārklāj augšdevona smilšakmeņus, arī ūdeni vāji caurlaidīgu nogulumu starp iepriekšminētajiem iežiem nav. Šie apstākļi rada lielu dabisku pazemes ūdeņu piesārņošanas risku, ko konstatēja jau 1974. gadā.

Intensīvā piesārņojuma oreola laukuma platība sasniedz apmēram 0,5 km^2. Stipri piesārņoto pazemes ūdeņu apjoms ir aptuveni 800 000 m^3. Intensīvs piesārņojums konstatēts līdz 90 m dziļumam. Tā ir visdziļākā pazemes ūdeņu piesārņojuma vieta Latvijā. Ir pieaugusi Gaujas apakšējā horizonta artēzisko ūdeņu piesārņotība. Pazemes ūdeņu plūsma piesārņojumu pārnes ziemeļrietumu virzienā.

Galvenās piesārņojuma vielas ir anjonaktīvās VAV, sulfāti, fenoli, fosfāti, smagie metāli, trihloretilēns u.c. Piesārņojuma kodolā pazemes ūdeņiem konstatēta ļoti zema reakcija (pH līdz 1,56) un ļoti liels izšķīdušo sāļu saturs (līdz 17 g/l).

Olaines vecā ķīmiskās rūpniecības šķidro atkritumu izgāztuve

Vecā ķīmiskās rūpniecības šķidro atkritumu izgāztuve atrodas 4 km uz ziemeļiem no Olaines. No 1973. līdz 1980. gadam r/a *Latbiofarm* un ZRA *Biolar* tur izgāza atkritumus, kurus nav iespējams attīrīt. Atkritumu izgāztuve ierīkota ūdenscaurlaidīgā 10–12 m biezā limnoglaciālā smiltī, kas biezi pārklāta ar kūdru. Gruntsūdeņu līmenis atrodas 1,5–2,5 m dziļumā. Zem ūdeni saturošajām smiltīm ir 15–10 m biezs ūdensnecaurlaidīgu limnoglaciālo mālu un aleirītu slānis.

Izgāztuvi ierīkoja bez hidroizolācijas, tāpēc tajā izgāztie šķidrumi sāka filtrēties gruntsūdeņos. Gruntsūdeņu piesārņojumu konstatēja jau 1974. gadā. 70. gadu beigās, izbeidzoties intensīvai atkritumu izgāšanai, piesārņojuma kodols sāka pārvietoties gruntsūdeņu plūsmas virzienā ar ātrumu apmēram 40 m gadā. Piesārņojošo vielu koncentrācija lēnām samazinājās, galvenokārt pateicoties filtrāta atšķaidīšanai ar nepiesārņotiem grunts un atmosfēras nokrišņu ūdeņiem. Piesārņojuma oreola perifērijā acīmredzot notika aktīva organisko vielu noārdīšanās.

Sākot ar 20. gs. 80. gadu vidu, pārvietošanās ātrums samazinājās no 40 līdz 10–20 m gadā. Piesārņoto gruntsūdeņu noplūde meliorācijas grāvjos un pēc tam Olaines upītē sākās apmēram 1982.–1983. gadā.

Pašlaik piesārņojums lokalizējies limnoglaciālajās smiltīs, jo to filtrāciju dziļākajos slāņos un artēziskajos ūdeņos aizstur ūdensnecaurlaidīgie mālainie nogulumi, kuros iekļūšana iespējama tikai difūzijas ceļā. Šajos nogulumos piesārņojums iekļuvis apmēram līdz 1 m dziļumam (difūzijas ātrums ir apmēram 8 cm gadā).

1994. gada pētījumi rāda, ka gruntsūdeņu oreola laukums sasniedz apmēram 25 ha, apjoms – ap 750 000 m^3. Piesārņojuma fronte atrodas 600 m attālumā no izgāztuves, bet kodols – 400–500 m attālumā. Intensīvā piesārņojuma (sausne pārsniedz 10 g/l) platība ir apmēram 3 ha, apjoms – ap 100 000 m^3.

Piesārņojuma intensitāte oreola kodolā saglabājusies iepriekšējo gadu līmenī. Galvenās piesārņojošās vielas ir piridīns, butanols, izopropilspirts, hlorīdi, amonija joni. Piesārņojuma kodolā gruntsūdeņu mineralizācija sasniedz 28 g/l. Šāda piesārņojuma intensitāte ir Latvijas rekords.

Rīgas pilsētas sadzīves atkritumu izgāztuve "Getliņi"

Getliņu izgāztuve atrodas Rīgas dienvidu nomalē, netālu no Rumbulas stacijas. Izgāztuves platība ir 80 ha, no tiem aptuveni 35 ha tiek izmantoti atkritumu apglabāšanai. Izgāztuve sāka darboties 1973. gadā. 80. gados te apglabāja apm. 1,5 milj. m^3 sadzīves atkritumu un apm. 100 000 m^3 rūpniecības atkritumu gadā. Pašlaik Getliņos gadā izgāž ap 1,1 milj. m^3 sadzīves atkritumu un ap 20 000 m^3 rūpniecības atkritumu.

Getliņu atkritumu izgāztuves teritorijas un tās apkārtnes virspusi 8–14 m biezumā klāj dažāda rupjuma smiltis, kurām uzguļ kūdra. Gruntsūdeņu līmenis atrodas dažu metru dziļumā.

Grunts un artēzisko ūdeņu piesārņojumu konstatēja jau 1978. gadā, kad tas bija lokalizēts samērā nelielā iecirknī; tā fronte atradās ne tālāk par 400 m no izgāztuves. Vēlāk šī fronte ar gruntsūdeņu plūsmu virzījās uz dienvidrietumiem ar ātrumu apm. 60 m gadā.

Getliņu iecirknī piesārņošanās process turpinās. Par to liecina piesārņojošo vielu koncentrācijas pastāvīgs pieaugums areāla centrā 90. gados. Acīmredzot piesārņojuma areāls turpina paplašināties.

Lai gan Getliņu izgāztuves teritorijā piesārņojuma intensitāte ir daudz mazāka nekā Inčukalnā vai Olainē, tomēr piesārņojuma izplatība gruntsūdeņos ir daudz lielāka. Stipra piesārņojuma areāla laukums sasniedz 1,5 km^2, garums – apm. 1,5 km. Piesārņoto gruntsūdeņu apjoms varētu būt ap 3 milj. m^3. Maksimālais piesārņojums koncentrējies kvartāra smilšu slāņa apakšējā daļā.

No 1978. gada novēro piesārņojuma iekļūšanu tajās augšdevona Pļaviņu horizonta dolomītu slāņu vietās, kur zem smiltīm nav ūdeni vāji caurlaidošu nogulumu. Samērā droši var apgalvot, ka piesārņojums līdz šim nav nokļuvis Gaujas ūdens horizontā, kas Latvijā ir galvenais ūdensapgādes avots.

Piesārņojuma oreola centrā gruntsūdeņu mineralizācija sasniedz 10 g/l. Galveno piesārņojošo komponentu koncentrācija simtiem reižu pārsniedz dabisko fonu (hlorīdi 3520 mg/l, amonija joni līdz 31 mg/l, ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP) līdz 1390 mg O_2/l, slāpeklis līdz 493 mg/l, hroms līdz 1 mg/l).

Jūrmalas pilsētas sadzīves atkritumu izgāztuve "Kūdra"

20. gs. 60. gados izveidota atkritumu izgāztuve "Kūdra", kas atrodas Kašķu purva dienvidu nomalē, 4 km uz dienvidrietumiem no Slokas stacijas. No 15 ha lielās izgāztuves pašlaik izmanto aptuveni divas trešdaļas. Tajā galvenokārt tiek apglabāti Jūrmalas pilsētas sadzīves atkritumi un fekālijas, kā arī atūdeņotās dūņas no Slokas celulozes un papīra kombināta attīrīšanas iekārtām. Pašlaik uz izgāztuvi izvedamo atkritumu daudzums samazinājies, jo Jūrmalā samazinājies rūpnieciskās ražošanas apjoms, kā arī atpūtnieku skaits.

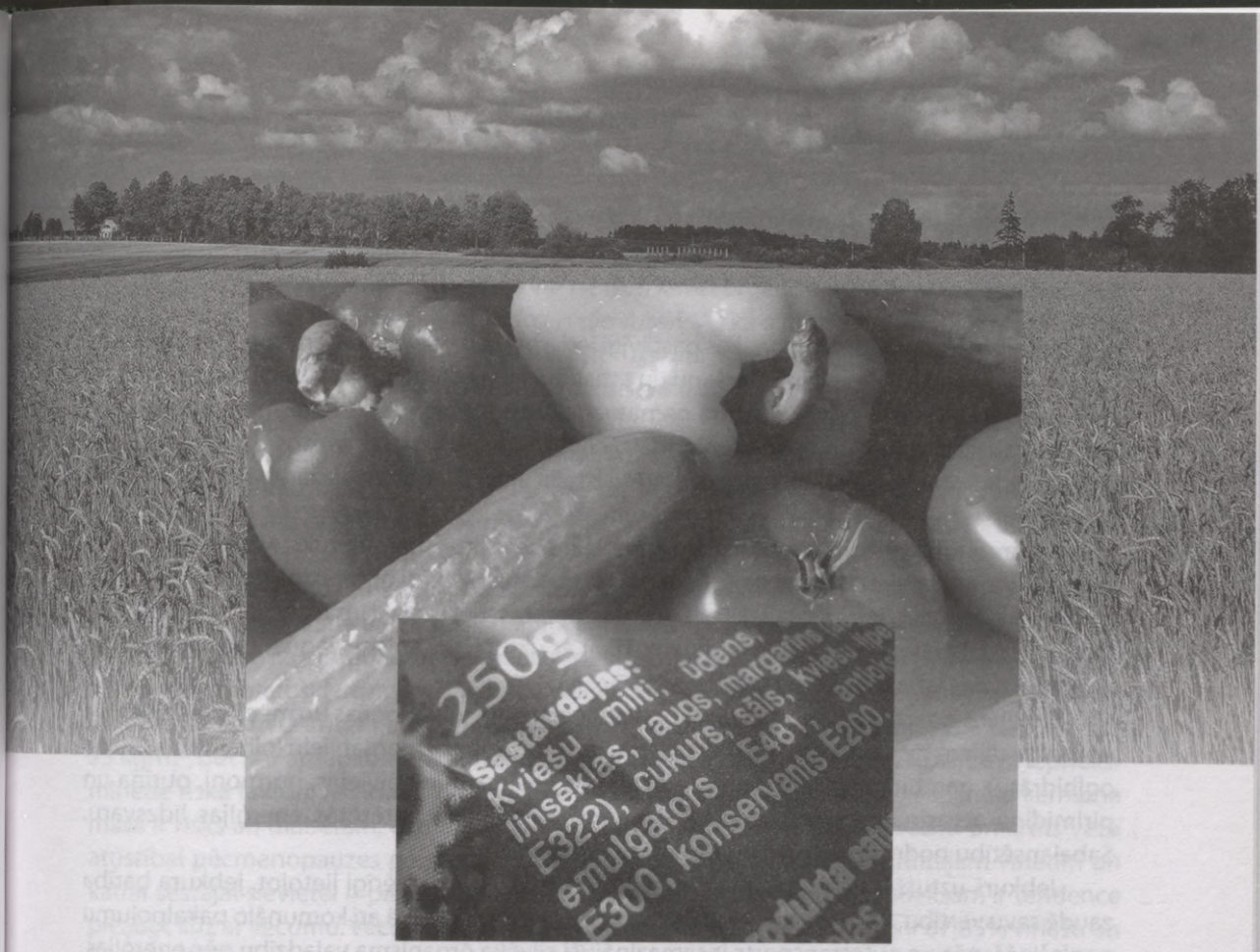
Līdz 1994. gadam Kūdras iecirkņa ekoloģiskā situācija gandrīz netika pētīta, kaut arī 4 km no izgāztuves atrodas viena no lielākajām Latvijas ūdensgūtnēm – Kauguri. Tā izmanto

Arukilas–Amatas kompleksa pazemes ūdeņus, kuru plūsmas virziens vērsts no izgāztuves uz ūdensgūtni. Izgāztuves apkārtnē ģeoloģiskā griezuma augšējo daļu veido 0,8–3,4 m bieza kūdra. Kvartāra nogulumu biezums kopumā nepārsniedz 4 m, zem tiem izgāztuves teritorijā atrodas augšdevona smilšakmeņi.

Pazemes ūdeņu līmenis izgāztuves teritorijā atrodas 0,9–1,8 m dziļumā. Kvartāra un augšdevona nogulumu pazemes ūdeņi ir cieši saistīti, tāpēc virszemes ūdeņi un gruntsūdeņi brīvi infiltrējas prekvartāra nogulumos. Tātad artēziskie ūdeņi ir pilnīgi neaizsargāti no piesārņošanas.

Izgāztuves teritorijā nenoliedzami notiek pazemes ūdeņu piesārņošanās. Galvenās piesārņojošās vielas ir amonjaks un cinks, kuru koncentrācija ir attiecīgi 232 mg/l un 7 mg/l, kas vairāk nekā 100 reižu pārsniedz fona rādītājus; paaugstināts ir arī ĶSP lielums – līdz 350 mg O_2/l.

Visintensīvākais piesārņojums atzīmēts centrālajā daļā, kur izgāž sadzīves atkritumus. Piesārņojums ir iefiltrējies apm. līdz 20 m dziļumam. Intensīvā piesārņojuma oreols, kur ūdeņu mineralizācija pārsniedz 1 g/l, aizņem ap 22 ha. Piesārņoto pazemes ūdeņu kopapjoms ir apm. 200 000 m^3; purvainais apvidus apgrūtina kontrolurbumu ierīkošanu. Pazemes ūdeņu paaugstinātās dabiskās mineralizācijas dēļ (≥ 1,0 g/l; sulfātjonu saturs ≥ 400 mg/l) ir apgrūtināta piesārņojuma identificēšana. 380 m un 450 m attālumā no izgāztuves robežas ierīkotie urbumi neļauj izdarīt secinājumus par piesārņojuma izplatību.



11. nodaļa

UZTURA HIGIĒNA

Brigita Aulika

Uzturs ir svarīgs vides faktors, kas pastāvīgi iedarbojas uz cilvēka organismu. Pareizs uzturs nodrošina optimālu organisma augšanu un attīstību, labas darba un adaptācijas spējas, kā arī ietekmē mūža ilgumu. Cilvēka uztura pamatuzdevums ir piegādāt organismam enerģiju un uzturvielas tādā daudzumā, lai apmierinātu cilvēka vajadzības konkrētos dzīves un darba apstākļos. Prasības racionālam uzturam varētu izteikt ar trim vārdiem: dažādība, sabalansētība un mērenība.

Uzturs ir ļoti sarežģīts ķīmisku vielu komplekss. Tas satur simtiem tūkstošu komponentu, kuri spēj dažādi ietekmēt organisma fizioloģiskās norises. Ik brīdi organismā notiek ļoti daudz bioķīmisku reakciju, kurās iesaistās ar uzturu uzņemtās vielas. Lai šīm reakcijām nepietrūktu materiāla, uzturam jābūt daudzveidīgam. Tikai ar uzturu organisms iegūst uzturvielas, kas nepieciešamas labas veselības saglabāšanai.

Sabalansēta uztura koncepciju var uzskatīt par vienu no bioloģijas un medicīnas zinātnes nozīmīgākajiem sasniegumiem. Sabalansēts uzturs nozīmē gan pamatvielu (olbaltumu, tauku, ogļhidrātu), gan bioloģiski aktīvo vielu (vitamīni, enzīmi, minerālvielas, hormoni, purīna un pirimidīna atvasinājumi u.c.), gan arī uzņemto kaloriju un patērētās enerģijas līdzsvaru. Sabalansētību nodrošina jaukts un dažāds uzturs.

Jebkurš uzturs ir veselīgs, ja ievēro mērenību, bet, to pārmērīgi lietojot, jebkura barība zaudē savu vērtību. Ražošanas mehanizācija un automatizācija, kā arī komunālo pakalpojumu paplašināšanās un autotransports ir samazinājuši cilvēka organisma vajadzību pēc enerģijas. Tajā pašā laikā neiroemocionālā spriedze, veicot garīgo darbu, palielinājusi vajadzību pēc dažām uzturvielām, īpaši olbaltumiem un vitamīniem.

Nepietiekams uzturs un bads ir viena no nopietnākām problēmām daudzās pasaules valstīs, bet jo īpaši Āfrikā, Dienvidāzijas (Indijā, Nepālā) un Dienvidaustrumāzijas reģionos. Nepietiekams un nesabalansēts uzturs galvenokārt ietekmē jaundzimušo un bērnu veselību, tas var arī nelabvēlīgi ietekmēt grūtnieču veselību. Pasaules Veselības organizācijas (PVO) pārskatā par 2002. gadu kā galvenie veselības riska faktori minēti nepietiekams ķermeņa svars[1], dzelzs, A vitamīna, cinka un joda deficīts, kas saistīti ar mātes un bērna uzturu. Olbaltumu nepietiekamības gadījumā jaundzimušajiem novēro samazinātu svaru un garumu. Šo bērnu vidū raksturīga arī paaugstināta mirstība, kuras cēloņi galvenokārt ir caureja, malārija, masalas, pneimonija un citas infekcijas slimības. Pēc PVO datiem, pasaulē aptuveni 27% bērnu līdz 5 gadu vecumam ir savam vecumam neatbilstošs svars. Arī daudzām reproduktīvā vecuma sievietēm ir nepietiekams svars. Tā, piemēram, Āfrikas un Dienvidāzijas reģionos 27–51% iedzīvotāju cieš no nepietiekama uztura un bada. Arī vitamīnu un minerālvielu trūkums uzturā var veicināt dažādas slimības un vielmaiņas traucējumus. A vitamīna deficīta (retinola nepietiekamība) dēļ jaundzimušie ir uzņēmīgāki pret infekcijas slimībām (caureja, malārija), paaugstināta grūtnieču mirstība, smagākos gadījumos attīstās aklums un iestājas nāve. Savukārt joda deficīts pieaugušajiem var izraisīt endēmisko kāksli, bet bērniem – kretīnismu. Ir aprēķināts, ka pasaulē 2,2 miljardu cilvēku cieš no joda deficīta. Dzelzs deficīts ir viens no biežākajiem, taču ne vienīgais anēmijas cēlonis. Dažādu minerālvielu un vitamīnu deficīts ietekmē imūnsistēmu, galvenokārt

[1] Par nepietiekamu svaru bērniem līdz 5 gadu vecumam runā tad, ja bērna svars ir zemāks par standartdeviāciju no starptautiski atzīta svara atbilstošajā vecuma kategorijā.

pazeminot organisma aizsargspējas pret infekciju ierosinātājiem [18]. Latvijā nopietnākais minerālvielu trūkums ir fluora deficīts, kas ir par iemeslu kariesa attīstībai.

Nepareizs vai nepietiekams uzturs var ne tikai kavēt organisma augšanu un attīstību, bet arī veicināt dažādas hroniskas neinfekciozas slimības. PVO kā galvenos veselības riska faktorus, kas saistīti ar nesabalansētu un neveselīgu diētu, uzskata augstu asinsspiedienu[2], paaugstinātu holesterīna līmeni asinīs, lieko svaru un nepietiekamu augļu un dārzeņu patēriņu uzturā. Šie veselības riska faktori ir īpaši nozīmīgi attīstītās valstīs, arī Latvijā [18]. Ja uzturā ir daudz dzīvnieku tauku ar lielu piesātināto taukskābju daudzumu, palielināts vārāmā sāls un cukura daudzums, bet tai pašā laikā samazināts gan balastvielu, gan arī vitamīnu un minerālvielu daudzums, tad tas pakāpeniski noved pie koronāro asinsvadu mazspējas un cukura slimības, īpaši pilsētās dzīvojošiem, jo tiem bez tam vēl raksturīga hipodinamija. Augsta asinsspiediena attīstību veicina liels sāls (nitrātu) daudzums uzturā, aptaukošanās un pārmērīga alkohola lietošana. Holesterīna līmeni asinīs paaugstina diēta, kas ir bagāta ar taukiem, kuri satur piesātinātās taukskābes; tas ir atkarīgs arī no iedzimtības un vielmaiņas (piem., cukura diabēta). Augsts holesterīna līmenis ir riska faktors aterosklerozes attīstībai. Par palielinātu ķermeņa masu spriež pēc ķermeņa masas indeksa[1] . Pēc PVO kritērijiem, ķermeņa masa ir palielināta, ja ķermeņa masas indekss ir virs 25 kg/m^2, bet par aptaukošanos runā, ja ķermeņa masas indekss ir virs 30 kg/m^2. Visi iepriekšminētie riska faktori veicina insulta un koronārās sirds slimības attīstību. Palielināta ķermeņa masa ir risks arī diabētam, osteoartrītam, endometrija vēzim, prostatas vēzim un krūts vēža attīstībai pēcmenopauzes periodā [12, 15]. Latvijā aptuveni katram desmitajam vīrietim un katrai sestajai sievietei ir paaugstināts ķermeņa svars. Ķermeņa masas indeksam ir tendence pieaugt līdz ar vecumu. Vecuma grupā no 15 līdz 24 gadiem normāls svars ir 87,85% vīriešu un 83,85% sieviešu, bet vecuma grupā no 55 līdz 64 gadiem tikai 36,15% vīriešu un 24,15% sieviešu [12]. Ļoti svarīgas veselīga uztura sastāvdaļas ir augļi un dārzeņi.

Pieaugušam cilvēkam ik dienu jāuzņem vismaz 600 g augļu un dārzeņu (PVO rekomendācijas). Nepietiekams dārzeņu un augļu daudzums uzturā veicina ne vien insulta un koronārās sirds slimības, bet arī vēža (resnās zarnas, kuņģa, plaušu, barības vada) attīstību [18].

1998. gadā Latvija pievienojās *FINBALT* (Somijas un Baltijas valstu) veselības monitoringa projektam. Ar divu gadu intervālu veiktas jau trīs aptaujas pieaugušo vidū (no 15 līdz 64 gadu vecumam) par veselību ietekmējošiem paradumiem. 2002. gada analīzē noteikti Latvijas iedzīvotāju populācijas svarīgākie uztura paradumi un tas, kā tie mainījušies salīdzinājumā ar 1998. gadu.

2002. gadā pēc rezultātiem, kas bija iegūti aptaujā pa pastu, iezīmējās pozitīva tendence palielināt uzturā dārzeņu lietošanu, bet samazināt tauku, cukura un sāls patēriņu, īpaši sieviešu vidū. Vēl joprojām neapmierinošs ir skābpiena un siera patēriņš [17].

Uztura higiēnai ir šādi uzdevumi:

- izstrādāt racionālu jeb fizioloģisku uztura režīmu, kas nodrošinātu organismu ar visām nepieciešamām uzturvielām. Lai to veiktu, jāzina, cik katrā produktā ir uzturvielu, un jānosaka to bioloģiskā vērtība;
- noteikt uzturā lietojamo produktu nekaitīgumu saskaņā ar sanitārhigiēniskajām normām;
- izstrādāt ieteikumus veselīga un nekaitīga uztura lietošanai un sanitārhigiēnisko noteikumu ievērošanai.

---

[1] Angl. – *Body Mass Index (BMI)*

[2] Par paaugstinātu asinsspiedienu runā tad, ja divos sekojošos mērījumos sistoliskais spiediens ir virs 140 mm Hg st. (izolēta arteriālā hipertensija), bet distoliskais spiediens – virs 90 mm Hg st.

11.1. ENERĢIJAS MAIŅA ORGANISMĀ

Cilvēka organismā nepārtraukti noris enerģijas maiņa. Enerģijas avots ir ar uzturu uzņemtie ogļhidrāti, tauki un olbaltumi. Minimālo enerģijas daudzumu, kas nepieciešams dzīvības pamatfunkciju uzturēšanai, sauc par *pamatvielmaiņu*, un to aprēķina pēc Herisa–Benedikta formulas. Starptautiskajā mērvienību sistēmā enerģijas mērvienība ir džouls (J).

1 J = 0,2388 kcal
4,18 kilodžouli (kJ) = 1 kcal
4,18 megadžouli (MJ) = 1 000 kcal
1 MJ = 240 kcal

Pamatvielmaiņu ietekmē galvenokārt ķermeņa masa, dzimums un vecums. Pamatvielmaiņa veselam pieaugušam vīrietim ir par 5–6% mazāka nekā sievietēm, jo sieviešu organismā ir vairāk taukaudu. Cilvēkam novecojot, pamatvielmaiņa samazinās, un vecumā tā ir par 20–30% mazāka nekā jaunībā.

Katrai uzturvielai sašķeļoties, atbrīvojas noteikts enerģijas daudzums:

1 g olbaltumu dod 17 kJ (4,1 kcal)
1 g tauku – 38 kJ (9,3 kcal)
1 g ogļhidrātu – 17 kJ (4,1 kcal)

Ar uzturvielām uzņemtās enerģijas ieteicamais sadalījums:

ar olbaltumiem – 10–15%
ar taukiem – 25–30%,
ar ogļhidrātiem – 55–60 % no kopējās uzņemtās enerģijas daudzuma [8, 13, 19].

Ieteicamais enerģijas un uzturvielu daudzums Latvijas iedzīvotājiem izstrādāts LM Latvijas Pārtikas centrā un apstiprināts Labklājības ministrijā. Tas reglamentē vajadzību pēc enerģijas, kopējā olbaltumu, tauku, ogļhidrātu, minerālvielu un vitamīnu daudzuma, kā arī nosaka fiziskās aktivitātes koeficientus (1., 2., 3., 4., 5. tab.).

Fiziskās aktivitātes koeficienti

Pamatvielmaiņu aprēķina pēc Herisa–Benedikta formulas.

Fiziskās aktivitātes koeficients ir skaitlis (1,4; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5), ar ko jāreizina pamatvielmaiņa kcal, lai iegūtu vidējo kcal patēriņu diennaktī.

Ikdienas darbā patērētās enerģijas daudzuma (kcal) iedalījums:

1. Sēdošs darbs: pie rakstāmgalda, pie konveijera u.c.
2. Sēdošs vai stāvošs darbs, kas ietver arī staigāšanu un atsevišķu priekšmetu pārvietošanu (pārdevēji, vieglu mājas darbu veicēji).
3. Darbs, kas saistīts ar staigāšanu, celšanu un smagumu pārvietošanu (smags darbs rūpnīcā, celtniecībā).
4. Smags roku darbs (mežu izstrādē, lauksaimniecībā, ceļu remontdarbos).

Brīvā laika nodarbību enerģijas patēriņa (kcal) iedalījums:

1. Lasīšana, TV skatīšanās, rokdarbi u.c.
2. Pastaigas, braukšana ar divriteni, vieglas fiziskas nodarbības vismaz 3 reizes nedēļā.
3. Ilgstoši skrējieni, bumbu spēles un citi fiziskās kultūras veidi vai dārza darbi vismaz 3 reizes nedēļā.
4. Sporta treniņi un sacensības vismaz 4 reizes nedēļā.

Ņemot vērā gan ikdienas darbu, gan brīvā laika pavadīšanu, var izvēlēties aptuvenu individuālu fiziskās aktivitātes koeficientu.

1. tabula. Ieteicamā enerģijas un uzturvielu vidējā dienas norma

Vecums	Dzimums	Ķermeņa vidējā masa (kg)	Vidējais augums (cm)	Enerģija (E) (kcal/d)	Olbaltumi (E%)	Tauki[1] (E%)	Ogļhidrāti (E%)
0–6 mēn.		6	60	650	7–10	40–45	35–55
7–12 mēn.		9	71	900	7–10	35–45	45–60
1–3 gadi		13	90	1300	10–15	30–35	50–55
4–6 gadi		20	112	1800	10–15	30–35	50–55
7–10 gadi		28	132	2000	10–15	30–35	50–55
11–14 gadi	Zēni	45	157	2500	10–15	30–35	50–55
	Meitenes	46	157	2300	10–15	30–35	50–55
15–18 gadi	Zēni	66	176	3000	10–15	30–35	50–55
	Meitenes	55	163	2400	10–15	30–35	50–55
Pieaugušie	Vīrieši	75	175	2402	10–15	25–30	55–60[2]
	Sievietes	65	165	1965	10–15	25–30	55–60[2]

E% – enerģija procentos

Pamatvielmaiņas aprēķinos izmantoti Latvijas iedzīvotāju vidējie parametri:

svars – sievietēm 65 kg, vīriešiem 75 kg;

augums – sievietēm 165 cm, vīriešiem 175 cm.

[1] Ieteicamā tauku attiecība: piesātināto taukskābju tauki : mononepiesātināto taukskābju tauki : polinepiesātināto taukskābju tauki = 1 : 1,2 : 0,8.

[2] Cukura ne vairāk kā 10% no kopējās enerģijas.

2. tabula. Organismam nepieciešamais enerģijas daudzums pēc fiziskās aktivitātes koeficienta

Fiziskās aktivitātes koeficients	Vecums (gadi)	Pamatvielmaiņa (kJ/d)		Enerģija (E) (kJ/d)		Pamatvielmaiņa (kJ/d)		Enerģija (E) (kJ/d))	
		Sievietes				Vīrieši			
		kcal	kJ	kcal	kJ	kcal	kJ	kcal	kJ
1,4	19 – 25	1479	6180	2070	8653	1824	7624	2554	10676
	26 – 50	1404	5869	1975	8214	1716	7173	2402	10040
	51 – 65	1310	5476	1834	7666	1581	6609	2213	9250
	>65	1254	5242	1756	7340	1500	6270	2099	8774
1,8	19 – 25	1479	6182	2662	11127	1824	7624	3283	13723
	26 – 50	1404	5869	2527	10563	1716	7173	3089	12912
	51 – 65	1310	5476	2359	9861	1581	6609	2845	11892
	>65	1254	5242	2257	9434	1500	6270	2699	11282
2,2	19 – 25	1479	6182	3253	13598	1824	7624	4013	16774
	26 – 50	1404	5869	3089	12912	1716	7173	3775	15780
	51 – 65	1310	5476	2883	12051	1581	6609	3477	14534
	>65	1254	5242	2759	11533	1500	6270	3299	13790
2,5	19 – 25	1479	6182	3697	15453	1824	7624	4560	19061
	26 – 50	1404	5869	3510	14672	1716	7173	4290	17932
	51 – 65	1310	5476	3276	13694	1581	6609	3952	16519
	>65	1254	5242	3135	13104	1500	6270	3749	15671

Olbaltumi

Olbaltumi ir katras dzīvās šūnas sastāvdaļa, bez tiem nevar noritēt dzīvības procesi, tos nevar aizstāt neviena cita uzturviela. Olbaltumus veido apmēram 20 dažādas aminoskābes, no kurām astoņas ir neaizstājamās aminoskābes (zīdaiņu organismā nevar sintezēties 10 aminoskābes), tāpēc tās obligāti jāuzņem ar uzturu.

Lai nodrošinātu pareizu uzturu, katru dienu jāuzņem noteikts daudzums aizstājamo un neaizstājamo aminoskābju, kuru attiecība uzturā ir atkarīga no cilvēka vecuma. Pieaugušo uzturā neaizstājamām aminoskābēm jāveido apmēram 20% kopējā olbaltuma.

Pilnvērtīgie olbaltumi atrodas galvenokārt dzīvnieku izcelsmes produktos (pienā, sierā, biezpienā, liesā gaļā, zivīs, olās), bet tie sastopami arī augu izcelsmes produktos (miltos un to izstrādājumos, kartupeļos, zirņos, pupās). Labs pilnvērtīgo olbaltumu avots ir rieksti, kuros ir visas neaizstājamās aminoskābes. Kombinējot dažādus augu izcelsmes produktus noteiktās attiecībās, var iegūt aminoskābju attiecību ziņā pilnvērtīgus olbaltumus.

Daudzām aminoskābēm ir specifiska iedarbība. Tā, piemēram, metionīns un holīns ietekmē tauku maiņu; no triptofāna aknās veidojas PP vitamīns, kas piedalās arī bioloģiski aktīvās vielas serotonīna sintēzē; lizīnam ir nozīme asinsrades procesā; fenilalanīns kopā ar tirozīnu piedalās vairogdziedzera hormona sintēzē; histidīnam ir svarīga nozīme hemoglobīna veidošanā. Uztura olbaltumu bioloģisko vērtību nosaka pēc tā, cik gramu ķermeņa olbaltumu var veidoties no 100 gramiem ar uzturu uzņemtā olbaltuma. Svarīgi ir zināt neaizstājamo aminoskābju daudzumu un to savstarpējās attiecības uztura olbaltumā. Bioloģisko vērtību izsaka procentos.

3. tabula. Minerālvielu ieteicamais vidējais daudzums dienā

Vecums	Na (mg)	K (mg)	Ca (mg)	P (mg)	Mg (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	J (µg)	Se (µg)	Cu (mg)	F (mg)	Mn (mg)	Mo (µg)	Cr (mg)
0–6 mēneši	250	600	400	300	50	6	5	40	10	0,5	0,5	0,5	20	0,0
7–12 mēn.	500	800	600	500	60	10	5	50	15	0,6	1,0	0,8	30	0,05
1–3 gadi	650	1100	800	800	80	10	10	70	20	0,9	1,5	1,2	40	0,05
4–6 gadi	900	1500	800	800	150	10	10	90	20	1,2	2,0	1,7	50	0,075
7–10 gadi	1200	2000	900	900	250	10	10	120	30	1,5	2,5	2,0	100	0,15
11–14 gadi	1800	3000	1200	1200	350	12	12	150	40	2,0	2,5	2,5	150	0,15
15–18 gadi	2200	3700	1200	1200	350	15	14	200	50	2,0	2,5	3,0	200	0,15
Pieaugušie:														
Vīrieši	3300[1]	4000	1000	1000	350	10	14	200	60	3,0	1,5	3,0	250	0,2
Sievietes:	3300[1]	4000	1200	1200	350	18	14	200	60	3,0	1,5	3,0	250	0,2
Grūtniecības periodā	3300	4000	1200	1200	320	30	15	200	65	3,0	3,0	3,5	250	0,2
Laktācijas periodā	3300	4000	1200	1200	340	18	19	200	75	3,0	3,0	3,5	250	0,2

[1] Vārāmā sāls ne vairāk kā 5000 mg/dienā

4. tabula. Vitamīnu ieteicamais vidējais daudzums dienā

	A (µg)	D (µg)	E (mg)	K (µg)	C (mg)	B_1 (mg)	B_2 (mg)	B_6 (mg)	Folijskābe (µg)	B_{12} (µg)	Niacīns B_3 (mg)	Biotīns (mg)	Pantotēnskābe (mg)
Pieaugušie	1000	5	12	70	100	1,2	1,6	2,0	300	3	16	150	6
Sievietes grūtniecības periodā	1100	10	12	65	150	1,6	1,8	2,2	400	3	20	200	7
Sievietes laktācijas periodā	1300	10	12	65	150	1,6	2,0	2,2	300	3	20	200	7

5. tabula. Dažu produktu olbaltumu bioloģiskā vērtība

Olbaltumu avoti	Bioloģiskā vērtība (%)
Vistas olas	100
Piens	92–98
Liellopu gaļa	75–95
Zivis	94
Soja	75
Zirņi	50
Rudzu milti	65–75

Praktiskos aprēķinos pieņemts, ka cilvēkam dienā ir vajadzīgs 1 g olbaltumu uz 1 kg ķermeņa masas, t.i., pieaugušajam tas ir 60–80 g olbaltumu dienā.

Olbaltumu rezerves organismā galvenokārt ir aknās un zarnās.

Tauki

Tauku grupā ietilpst vairākas vielas, kuru kopīgā īpašība ir tā, ka to molekulas sastāv no dažādiem spirtiem un taukskābēm.

Taukiem uzturā ir daudzpusīga nozīme. Tauki ir enerģijas avots, tie satur taukos šķīstošos vitamīnus (A, D, E, K), lipīdus un taukskābes. Pēc ķīmiskās uzbūves taukskābes iedala divās grupās: piesātinātās un nepiesātinātās. Piesātinātām taukskābēm nav dubultsaišu (pie visiem oglekļa atomiem ir pilns skaits ūdeņraža atomu), bet nepiesātinātām taukskābēm pie oglekļa atomiem trūkst dažu ūdeņraža atomu, to vietā ir dubultsaite. Taukskābes ar vienu dubultsaiti sauc par mononepiesātinātām (vienvietnepiesātinātām) taukskābēm, ar divām vai vairākām dubultsaitēm – par polinepiesātinātām (daudzvietnepiesātinātām) taukskābēm. Atkarībā no piesātināto un nepiesātināto taukskābju daudzuma, kā arī no taukskābju molekulu garuma tauki var būt cieti vai šķidri. Piemēram, augu eļļas ir šķidras, jo tajās 40–50% veido nepiesātinātās taukskābes. Visvairāk (84%) nepiesātināto taukskābju ir zivju eļļā. Liellopu, cūku u.c. dzīvnieku taukos galvenokārt ir piesātinātās taukskābes, tāpēc tie ir cieti.

No dažām taukskābēm veidojas vielas ar lielu fizioloģisku aktivitāti, piemēram, prostaglandīni, tromboksāni, leikotriēni.

Nepiesātinātām taukskābēm ir liela nozīme organisma aizsargreakcijās un vielmaiņā, īpaši holesterīna maiņā. Nepiesātināto taukskābju svarīgākais avots ir augu eļļas. Liela nozīme normālas organisma darbības nodrošināšanā ir vairākām nepiesātinātām taukskābēm – oleīnskābei, linolskābei, linolēnskābei un arahidonskābei. Ir noskaidrots, ka organisms tās (izņemot oleīnskābi) nespēj sintezēt, tāpēc tās ir jāuzņem ar uztura taukvielām. Zināms, ka linolskābe un linolēnskābe piedalās holesterīna maiņā.

Lipoīdi ir katras dzīvās šūnas sastāvdaļa. Tiem ir svarīga nozīme augšanas procesos, šūnu, it īpaši nervu šūnu, vielmaiņā, kā arī organisma reaktivitātes spēju saglabāšanā pret dažādu kaitīgu vides faktoru iedarbību. Svarīgākās lipoīdu grupas ir fosfatīdi un sterīni. Pie fosfatīdiem pieder lecitīns, kas regulē šūnu membrānu caurlaidību. Daudzos pārtikas produktos (pienā, margarīnā, majonēzē) lecitīns uztur taukus emulģētā stāvoklī.

Fosfatīdu struktūrā ietilpst glicerīns, taukskābes, fosforskābe, holīns, holamīns u.c. vielas. Fosfatīdi sastopami šūnu membrānā, ap šūnām un to kodoliem. Sevišķi daudz to ir nervu, sirds un aknu šūnās.

Sterīni ir lielmolekulāri cikliski spirti, no kuriem organismā veidojas bioloģiski aktīvas vielas: holesterīns, hormoni, vitamīni, žultsskābes u.c. Ultravioleto staru ietekmē sterīni pārvēršas D vitamīnā. No sterīniem visnozīmīgākais ir holesterīns, kuram organismā ir daudzpusīgas funkcijas. Tas ir bioloģiski aktīvs savienojums un izejviela dzimumhormonu sintēzei. Holesterīns sintezējas organismā, tas tiek uzņemts arī ar uzturvielām.

Holesterīna sintēzi kavē vairogdziedzera hormoni un estrogēni. Aprēķināts, ka 2/3 iedzīvotāju holesterīna līmenis asinīs nav atkarīgs no holesterīna daudzuma uzturā.

Daudz holesterīna ir olas dzeltenumā, treknos sieros, saldā krējumā, zušos, liellopu gaļā. Nelielā daudzumā tas ir cūku taukos, siļķēs, skumbrijās, vistu, zosu, pīļu un cūku gaļā.

Lai organismā būtu normāls holesterīna līmenis, uzturā jāsamazina piesātināto, bet jāpalielina nepiesātināto taukskābju daudzums, regulāri nepieciešamā daudzumā jāpatērē augļi un dārzeņi.

Ogļhidrāti

Galvenais enerģijas avots organismā ir ogļhidrāti (60%). Ja uzturā ogļhidrātu trūkst, organisms enerģijas vajadzībām izmanto olbaltumus. Organismā ogļhidrāti var pārvērsties taukos, kuros ir tikai piesātinātās taukskābes. Daļa uzņemto ogļhidrātu pārvēršas glikogēnā, kas deponējas aknās un muskuļos. Organismā pastāv noteikts līdzsvars starp ogļhidrātiem, kas uzņemti ar uzturu, un oksidētā glikogēna daudzumu.

Izšķir vairākus ogļhidrātu veidus.

1. Monosaharīdi ir vienkāršākie ogļhidrāti. Tie ir glikoze jeb vīnogu cukurs un fruktoze jeb augļu cukurs. Fruktoze vielmaiņas procesos izmantojas ātrāk un labāk par glikozi, tā spēj pārveidoties bez insulīna līdzdalības, tādēļ to izmanto arī cukura diabēta slimnieku uzturā.
2. Disaharīdiem un oligosaharīdiem ir sarežģītāka uzbūve. Pie tiem pieder saharoze jeb biešu cukurs, laktoze jeb piena cukurs un maltoze jeb iesala cukurs. Oligosaharīdi satur 3, 4 vai 5 monosaharīdus (glikozi, fruktozi).
3. Polisaharīdi veidojas, kondensējoties daudzām monosaharīdu molekulām. Svarīgākie polisaharīdi uzturā ir ciete un glikogēns.

Šķiedrvielas iedala 2 grupās: šķīstošās (sveķi, gļotas, augu līme, pektīns un dažas hemicelulozes) un nešķīstošās (celuloze, lignīns un hemiceluloze). Līdz ar to šķiedras pēc to fizioloģiskām funkcijām var iedalīt: 1) šķīstošās frakcijās, kas kavē kuņģa iztukšošanos, palēnina glikozes absorbciju un pazemina seruma holesterīna līmeni, un 2) nešķīstošās frakcijās, kas palielina izkārnījumu masu un samazina to tranzītlaiku zarnu traktā. Daudz nešķīstošo šķiedru ir graudaugu klijās, augļu mizās, sēklās un ogās. Liels daudzums pektīnvielu ir ābolos un citrusaugļos.

Epidemioloģiskie pētījumi parādījuši, ka valstīs, kur lieto šķiedrvielām bagātu uzturu (Āfrikā, Āzijā), mazāk slimo ar resnās zarnas vēzi [15]. Savukārt Rietumu valstīs, kur uzturā pārsvarā lieto rafinētus ogļhidrātus, saslimstība ar zarnu vēzi pēdējos gados ir pieaugusi.

Šķiedrvielu pozitīvā ietekme:

- šķiedrvielas veicina zarnu peristaltiku;
- šķiedrvielas maina resnās zarnas mikrofloru, samazinot anaerobo baktēriju skaitu, vienlaikus pavairojot aerobo baktēriju skaitu, mazinot toksisko vielu iedarbību uz organismu;
- šķiedrvielas palēnina cukura un citu uzturvielu šķeļproduktu uzsūkšanos organismā;
- šķiedrvielas saista smagos metālus un radioaktīvās vielas, pazemina holesterīna līmeni.

Vidējā ieteicamā ogļhidrātu dienas deva ir 400–450 g. Vēlams, lai ogļhidrāti veidotu 53–57% kopējā kaloriju daudzuma. Viens grams ogļhidrātu, oksidējoties organismā, dod 4,1 kcal jeb 17,2 kJ [3, 7, 8].

Medus galvenā sastāvdaļa ir ogļhidrāti. 82% veido glikoze un fruktoze, apm. 6% – saharoze. Bez tam medū ir vēl 11 dažādi disaharīdi un 12 polisaharīdi. Fruktozi šūnas uzņem ātrāk nekā glikozi, turklāt šim procesam nav vajadzīgs aizkuņģa dziedzera hormons insulīns. Fruktoze palīdz izmantot organismā dzelzi, kas nepieciešama normālai asinsradei.

Medū ir nedaudz (0,1–5%) olbaltumu. Tie ir albumīni, globulīni un peptoni. Medū ir 15 enzīmu, kam ir liela nozīme vielmaiņā. Piemēram, gremošanas traktā enzīmi cieti šķeļ glikozē, olbaltumus – aminoskābēs, taukus – taukskābēs un glicerīnā.

Medū ir arī daudz minerālvielu. Daudzi aktīvi elementi medū ir tādā pašā attiecībā vai tuvu tai, kādā tie ir cilvēka asinīs; tie bieži ir bioloģiski aktīvi. Medus sastāvā ir nātrijs, kālijs, kalcijs, magnijs, mangāns, fosfors, dzelzs, hlors, jods, sērs, alumīnijs, kobalts, niķelis u.c.

Medus satur arī organiskās skābes. Medum vienmēr ir skāba reakcija; no aktīvo skābju daudzuma ir atkarīga medus garša un baktericīdās īpašības.

Medū ir arī vitamīni; tie labi saglabājas, jo medus ir labs konservants. Medū ir C, B_1, B_2, B_3, B_6 un B_c vitamīns, kā arī PP un H vitamīns, nedaudz arī A, E, K un citu vitamīnu.

Medum piemīt baktericīdas īpašības, tas kavē dažu mikrobu vairošanos un attīstību. Medus antibakteriālā iedarbība ir atkarīga no fitoncīdu un antibiotisko vielu daudzuma tajā. Medus ir arī labs antioksidants. 100 g medus dod līdz pat 300 kcal. Medus kvalitāti Latvijā reglamentē LR MK noteikumi Nr. 522 (16.09.2003.) "Kvalitātes, klasifikācijas un marķējuma prasības medum".

Vitamīni

Vitamīni nepieciešami visu orgānu un sistēmu normālai funkcionēšanai, organisma augšanai un attīstībai, normālai redzei, asinsrades procesam, kaulu kalcifikācijai, tie palielina organisma spējas pretoties infekcijām. Vitamīni nedarbojas izolēti, tie ir cieši saistīti ar citām uzturvielām, ar fermentiem un hormoniem. Uzturā jābūt visiem vitamīniem (vai to provitamīniem), jo tie netiek sintezēti organismā, turklāt katram no tiem organismā ir sava specifiska funkcija.

Izšķir ūdenī un taukos šķīstošus vitamīnus.

Ūdenī šķīstošie vitamīni ir B_1, B_2, B_6, PP, pantotēnskābe, biotīns, B_{12}, folijskābe un C vitamīns.

Taukos šķīstošie vitamīni ir A, D, E, K vitamīns. Pilnīgs kāda vitamīna trūkums organismā ir avitaminoze, ja vitamīnu daudzums samazināts – hipovitaminoze, ja palielināts – hipervitaminoze.

Taukos šķīstošie vitamīni

A vitamīna jeb retinola nozīme ir redzes fermentu veidošanā, tas vajadzīgs arī augšanas, šūnu vairošanās, gremošanas un ādas trofikas procesos.

Epidemioloģiskie pētījumi liecina, ka A vitamīns un tā provitamīns β karotīns aizsargā no saslimšanas ar dažām vēža formām. Turpretī, pētot barības vada slimības, konstatēts, ka lielu retinola devu uzņemšana rada statistiski ticamu riska palielināšanos saslimt ar barības vada vēzi. A vitamīns un tā provitamīns β karotīns ir dabiski antioksidanti, tie saista brīvos radikāļus.

A hipovitaminoze rada redzes traucējumus (kseroftalmiju, t.s. vistas aklumu jeb hemeralopiju), ādas iekaisumus, augšanas, kaulu un zobu attīstības traucējumus, gremošanas traucējumus,

pazemināt organisma spēju pretoties infekcijas slimībām, samazinātas reproduktīvās spējas. A vitamīna deficīts ir par iemeslu palielinātai mirstībai no masalām. Valstīs, kurām ir raksturīgas masalu epidēmijas, bērnu uzturu epidēmijas laikā papildina ar A vitamīnu. Latvijā A vitamīna deficīts nav tik izteikts. Pasaulē, it īpaši jaunattīstības valstīs (Āfrikā), no A vitamīna deficīta cieš miljoniem cilvēku. Pēc ANO Bērnu fonda (UNICEF) un PVO datiem, ar A vitamīnu deficītu subklīniski slimo 562 miljoni cilvēku, 231 miljonam cilvēku ir pazemināta spējas pretoties infekcijām, 13,5 miljoniem cilvēku ir hemeralopija, 3,1 miljons cilvēku cieš no kseroftalmijas, bet 0,5 miljoniem cilvēku ir smagi redzes traucējumi un aklums [21].

A vitamīna avots ir dzīvnieku izcelsmes uzturlīdzekļi: piena tauki, olas dzeltenums, jūras zivju aknas un ikri, zivju eļļa.

Augu izcelsmes uzturlīdzekļos ir A vitamīna provitamīns β karotīns. Tas ir visās augu zaļajās un krāsainajās daļās, īpaši daudz burkānos, tomātos, ķirbjos, kāpostos, pētersīļu lapās, spinātos. Daudz karotīna ir mežrozīšu augļos, plūmēs, persikos, aprikozēs, upenēs, zilenēs, mellenēs, kazenēs, ķiršos, pīlādžos, no sēnēm – gailenēs.

A vitamīna deficīta profilaksei lieto A vitamīnu kapsulās. Daudzās valstīs (piemēram, Kanādā un ASV) A vitamīnu pievieno rūpnieciski pagatavotiem pārtikas produktiem, galvenokārt pienam un piena produktiem [21]. A vitamīna labākai izmantošanai nepieciešami tauki un žultsskābes. Tādēļ, pagatavojot svaigas dārzeņu sulas, tām jāpievieno nedaudz eļļas. No 6 mg β karotīna organismā veidojas 1 mg A vitamīna, un tas nozīmē, ka ar uzturu ir jāuzņem sešas reizes vairāk β karotīna par nepieciešamo A vitamīna dienas devu.

A vitamīna dienas deva ir 1000 µg, grūtniecēm un sievietēm laktācijas periodā tā ir attiecīgi 1100 un 1300 µg.

1 mg A vitamīna = 3333 SV (starptautiskās vienībās).

D vitamīns (kalciferols). Ādā samērā lielā koncentrācijā ir D provitamīns sterīns, kas ultravioleto staru ietekmē pārvēršas par D vitamīnu.

Ciešā saistībā ar iekšējo sekrēcijas dziedzeru darbību D vitamīns veicina augšanu, kā arī regulē kalcija un fosfora maiņu, veicinot kaulu un zobu normālu attīstību. D vitamīns ir nepieciešams arī aizsargreakcijās pret infekcijām. Visbiežāk **D hipovitaminozi** novēro bērniem un veciem cilvēkiem. Bērniem D hipovitaminozes gadījumā novēro rahītu, jo kalcija un fosfora maiņas traucējumu dēļ kauli deformējas un kļūst mīksti. Bērniem var veidoties O veida vai X veida kājas, traucēta arī zobu attīstība. Rahīta gadījumā samazinās organisma pretošanās spējas kaitīgo faktoru iedarbībai. Veciem cilvēkiem D vitamīna trūkums izpaužas kā osteomalācija. Ilgstoši lietotas un pat mērenas D vitamīna devas var radīt D hipervitaminozi, kas izpaužas ar sklerotiskām pārmaiņām audos un orgānos, it īpaši nierēs, sirds muskulī un asinsvados.

D vitamīna avoti ir tādi paši kā A vitamīnam. Ņemot vērā D hipervitaminozes risku, pasaulē neiesaka ordinēt D vitamīna profilaktisko kursu. Šim nolūkam D vitamīnu pievieno rūpnieciski pagatavotiem pārtikas produktiem. Visbiežāk tieši piens tiek bagātināts ar D vitamīnu. Kā galvenos iemeslus tam min piena taukainību (D vitamīns ir taukos šķīstošs), sārmaino reakciju (D vitamīns tiek neitralizēts skābā vidē), lielu kalcija daudzumu un niecīgu risku iegūt D hipervitaminozi, lietojot uzturā ar D vitamīnu bagātinātu pienu. Parasti D vitamīnu pievieno arī bērnu pārtikas produktiem (līdz 1 gada vecumam kopā ar A vitamīnu) un putraimiem [21].

Ieteicamā dienas deva pieaugušam cilvēkam ir 5,0 µg.

1 µg D vitamīna = 40 SV

SV = 0,025 µg D vitamīna.

E vitamīns (tokoferols) ir daudzu enzīmsistēmu sastāvdaļa.

E vitamīns piedalās oksidācijas procesos, kavē nepiesātināto taukskābju oksidēšanos.

E vitamīns ir dabisks antioksidants. Tas nepieciešams arī dzimumdziedzeru normālai funkcijai, tāpēc to sauc arī par auglības vitamīnu. Tokoferoliem ir vairāki izomēri, kurus apzīmē ar grieķu burtiem. Vislielākā bioloģiskā aktivitāte ir α tokoferolam.

E hipovitaminozes gadījumā novēro pārmaiņas asinsvadu sienās, pieaug to caurlaidība, notiek arī pārmaiņas iekšējās sekrēcijas dziedzeros. Klīniski novēro nespēku, sirdsdarbības traucējumus, mazasinību, neauglību. Jaundzimušajiem var būt hemolīze.

Vērtīgākais E vitamīna avots ir kviešu graudu asni. E vitamīns ir visās nerafinētās eļļās, lazdu riekstos, pētersīļu lapās, spinātos, paprikā, olas dzeltenumā, gaļā, pienā, putraimos. Eļļas karsēšana iznīcina 50–90% E vitamīna. Dienā vidēji jāuzņem 12 mg E vitamīna jeb 1 mg α tokoferola (1 SV).

K vitamīns (filohinons) nepieciešams normālai asinsrecei, tādēļ to dažreiz dēvē par koagulācijas vitamīnu. Tam svarīga nozīme aktīvā protrombīna veidošanā. K vitamīnam ir vairāki izomēri, tie piedalās antigēnu–antivielu reakcijās.

K hipovitaminozes pazīmes ir asins izplūdumi vai asiņošana samazinātas recēšanas dēļ. K vitamīna deficītu var radīt tauku trūkums uzturā, kā arī hroniski zarnu darbības traucējumi ar caureju, ilgstoši lietoti medikamenti (piemēram, antibiotikas un salicilāti). Jaundzimušajiem K vitamīna deficīts var izraisīt jaundzimušo hemorāģisko slimību [21].

K vitamīna avoti ir spināti, ziedkāposti, kāposti, lapu salāti, pētersīļi, ķirbji, burkāni.

Ieteicamā K vitamīna dienas deva ir 70 μg. Apmēram pusi tās sintēzē zarnu baktērijas (*E. coli*), tādēļ ar uzturu jāuzņem puse no nepieciešamā daudzuma.

Ūdenī šķīstošie vitamīni

B_1 vitamīns (tiamīns) ietilpst enzīmu sastāvā, tas nepieciešams arī ogļhidrātu maiņā, normālai nervu sistēmas un gremošanas orgānu darbībai, redzes asumam. Jo vairāk uzturā ir ogļhidrātu, jo lielāka ir vajadzība pēc B_1 vitamīna.

B_1 hipovitaminozes agrīnie simptomi ir fizisks un psihisks gurdenums, depresija, anoreksija, polineirīts, sirdsdarbības (kardiomiopātija, sirds mazspēja) un gremošanas traucējumi (aizcietējumi). Smagākos gadījumos attīstās *beriberi* slimība un Vernikes slimība [21]. B_1 vitamīna deficītu veicina vienpusīgs uzturs, kurā ir daudz cukura un baltmaizes. Arī alkoholisms, cukurslimība un aknu slimības var būt par iemeslu B_1 hipovitaminozei.

B_1 vitamīna avoti ir raugs, graudaugi (to ārējā kārta un dīglis), pākšaugi, putraimi, rupjmaize, liesa gaļa, olas dzeltenums, piens, dārzeņi, āboli, ogas.

Ieteicamā B_1 vitamīna dienas deva pieaugušajiem ir 1,2 mg.

B_2 vitamīns (riboflavīns) ir nepieciešams audu elpošanas procesos, olbaltumu, ogļhidrātu un dzelzs maiņā, tā trūkums kavē dzelzs uzsūkšanos. B_2 vitamīnam ir liela nozīme audu trofikā, augšanas procesos, asins sastāva veidošanā, normālas redzes nodrošināšanā, audu reģenerācijas procesos.

B_2 hipovitaminozei raksturīgas ir pārmaiņas ādā un gļotādā: ieplaisājuši lūpu kaktiņi, sarkana, iekaisusi mēle, ādas lobīšanās uz sejas un pie ausīm, acu asarošana, bailes no spēcīgas gaismas, nogurums, nespēks, slikta apetīte; novēro arī agrīnu novecošanu, polineirītu.

Galvenie B_2 vitamīna avoti ir raugs, graudu apvalki, rupjmaize, aknas, piens un piena produkti, augļi, dārzeņi. Lielāko daļu B_2 vitamīna cilvēks saņem ar piena produktiem, gaļu un maizi. Ieteicamā B_2 vitamīna dienas deva pieaugušajiem ir 1,6 mg.

B_6 vitamīns (piridoksīns) piedalās nepiesātināto taukskābju maiņas procesos, veicinot to labāku izmantošanu organismā, kā arī sēra un dzelzs maiņā. Tas ir vajadzīgs asinsradei, nervu sistēmas, aknu un ādas vielmaiņas regulācijas procesiem.

B_6 hipovitaminozes simptomi ir krampji, kustību koordinācijas traucējumi, muskuļu vājums, galvassāpes, reiboņi, bezmiegs, mazasinība, ādas un gļotādas iekaisumi, aknu bojājumi, kardiomiopātija [21].

Galvenie B_6 vitamīna avoti ir dzīvnieku iekšējie orgāni (aknas, nieres), raugs, piens un piena produkti, rupjmaize, klijas, putraimi, pākšaugi, rieksti. Dārzeņos un augļos B_6 vitamīna ir mazāk, visvairāk tas ir kartupeļos un banānos. B_6 vitamīnam ir profilaktiska nozīme, jo tas samazina izoniazīda radītas neiropātijas risku tuberkulozes ārstēšanas laikā [21]. Ieteicamā dienas deva pieaugušajiem ir 2,0 mg.

PP vitamīns (nikotīnskābe, niacīns, nikotīnamīds, B_3) kopā ar B_2 vitamīnu saturošiem enzīmiem piedalās oksidēšanās procesos, kā arī olbaltumu, ogļhidrātu, tauku un pigmentu maiņā. Paplašinot sīkos asinsvadus, PP vitamīns regulē perifērisko asinsriti. Nikotīnskābe samazina asins lipīdu daudzumu, bet palielina augsta blīvuma lipoproteīdu daudzumu, kas savukārt kavē aterosklerozes attīstību [21]. PP vitamīna sintēzei organismā tiek izmantota neaizstājamā aminoskābe triptofāns.

PP hipovitaminoze rodas, ja uzturā ilgstoši nav gaļas un rupja maluma miltu maizes. Ja uzturs ir mazvērtīgs un tajā ir maz olbaltumu, kā arī cilvēkam slimojot ar hroniskām kuņģa, zarnu un aknu slimībām un pārmērīgi lietojot alkoholu, var rasties pelagra. Tai ir raksturīga ādas pārragošanās un lobīšanās, mēle ir gluda, spīdīga, izskatās kā nolakota, slimniekam ir caureja, nervu darbības traucējumi, bezmiegs, depresija.

PP vitamīna avoti: gaļa un zivis, īpaši siļķes, pākšaugi, griķi, brūnie rīsi, miežu putraimi, klijas, rieksti, augļi un dārzeņi. Ieteicamā dienas deva pieaugušajiem ir 16 mg.

Pantotēnskābe (B_5 vitamīns) ietilpst koenzīma A (CoA) sastāvā un piedalās vielmaiņas reakcijās, nodrošinot normālu audu uzbūvi un funkcijas, palielinot ādas un gļotādas spēju pretoties infekcijai; tai ir nozīme matu augšanā un pigmentācijā.

Pantotēnskābe dabā ir plaši izplatīta, tādēļ tās deficīts var rasties tikai tad, ja uzturā ir maz olbaltumu. Pantotēnskābes avoti ir kāposti, kartupeļi, aknas, gaļa, olas, raugs, piena produkti, pākšaugi, zivis, rupja maluma miltu izstrādājumi. Ieteicamā dienas deva pieaugušajiem ir 7 mg.

Biotīnam (H vitamīnam) ir kofermenta nozīme olbaltumu, tauku un ogļhidrātu maiņas procesos. Normāla zarnu mikroflora spēj sintezēt biotīnu.

Biotīna hipovitaminoze rodas gadījumos, kad uzturā lieto daudz svaigu (nevārītu) olu (piemēram, divpadsmitpirkstu zarnu čūlas ārstēšanā), kā arī pārmērīgi lietojot alkoholu.

Biotīna avoti ir raugs, aknas, nieres, piens un piena produkti, zivis, olas, graudu produkti, zaļie zirnīši, burkāni, kāposti, kartupeļi, pētersīļi; daudz biotīna ir spinātos, arī sēnēs. Biotīna ieteicamā dienas deva pieaugušajiem ir 150 µg.

B_{12} vitamīnam (ciānkobalamīnam) ir svarīga nozīme eritrocītu jaunradē un to nobriešanā kaulu smadzenēs. B_{12} hipovitaminozes attīstība ir atkarīga no kuņģa un divpadsmitpirkstu zarnas mukoproteīda – specifiska olbaltuma, kas nepieciešams, lai ciānkobalamīns uzsūktos organismā. Mukoproteīda trūkuma gadījumā ar uzturu uzņemtais B_{12} vitamīns izdalās no organisma neizmantots, tādēļ var rasties perniciozā anēmija jeb ļaundabīgā mazasinība, kurai raksturīgi lieli, nenobrieduši, ar dzelzi pārbagāti eritrocīti. B_{12} vitamīna trūkums veicina arī garīgās atpalicības attīstību [21]. B_{12} vitamīns atrodams visos dzīvnieku izcelsmes produktos; augu

izcelsmes produktos B_{12} vitamīna nav. B_{12} vitamīna sintēzē piedalās arī resnās zarnās normālās mikrofloras baktērijas. Ieteicamā dienas deva pieaugušajiem ir 3,0 µg.

Folijskābe (B_c vitamīns) pastiprina B_{12} vitamīna ārstniecisko efektu; savienojumos ar olbaltumiem tai ir enzīma nozīme. Tās hipovitaminozes gadījumā tiek traucēta eritrocītu veidošanās, attīstās mazasinība. Folijskābes deficīta mazasinību (megaloblastisku) novēro grūtniecības laikā. Tā veicina iedzimtu kroplību (aukslēju šķeltnes, augšlūpas šķeltnes, mugurkaula šķeltnes jeb *spina bifida*) attīstību, kā arī bērnu cerebrālās triekas, anencefālijas un lielo asinsvadu patoloģijas rašanos.

Nozīmīgākie folijskābes avoti ir aknas, nieres, raugs, piens, siers, dārzeņi, visi augu produkti. Ieteicamā folijskābes dienas deva pieaugušajiem ir 300 µg.

C vitamīns (askorbīnskābe) aktīvi piedalās olbaltumu, ogļhidrātu un pigmentu maiņā, sekmē oksidācijas procesus organismā, palielina organisma spējas pretoties infekcijai un indīgām vielām, veicina asinsradi, saistaudu un kaulu veidošanos. C vitamīns nepieciešams normālai centrālās nervu sistēmas darbībai, kā arī hipofīzes un virsnieru darbībai. Kopā ar P vitamīnu tas regulē kapilāru caurlaidību, veicina dzelzs uzsūkšanos zarnās. Bloķējot reakciju starp nitrītiem un amīniem, C vitamīns traucē nitrozamīnu veidošanos. C vitamīns regulē holesterīna līmeni asinīs un ir dabisks antioksidants.

Agrīna C hipovitaminozes pazīme ir smaganu asiņošana. Bez tam novēro nervu sistēmas darbības traucējumus, pazeminātu asinsspiedienu, depresiju, galvassāpes, gremošanas un sirdsdarbības traucējumus, biežu slimošanu ar t.s. saaukstēšanās slimībām, anēmiju un augšanas traucējumus [21]. C avitaminozes izraisīto slimību sauc par skorbutu jeb cingu. Tai raksturīgi asinsizplūdumi ādā, iekšēja asiņošana, smaganu asiņošana un zobu izkrišana, muskuļu atrofija. Visbiežāk C hipovitaminozi novēro ziemas beigās un agrā pavasarī, kad uzturā samazinās C vitamīna daudzums sakarā ar svaigu dārzeņu un ogu trūkumu.

Nozīmīgākie C vitamīna avoti uzturā ir augļi un ogas – mežrozīšu paaugļi, upenes, zemenes, pīlādži, citroni, apelsīni, mandarīni, greipfrūti, kivi, āboli, kā arī dārzeņi – pētersīļu lapas, paprika, mārrutki, briseles kāposti, ziedkāposti, spināti, kāposti, ar mizu vārīti kartupeļi, tomāti [8, 13, 19]. Ieteicamā C vitamīna dienas deva pieaugušajiem ir 100 mg.

Minerālvielas

Minerālvielas ir audu, arī asins un limfas, sastāvdaļa. Tās piedalās vielmaiņas procesos un dažās citās dzīvības norisēs.

Minerālvielas nosacīti iedala makroelementos un mikroelementos. Pie makroelementiem pieder kalcijs, fosfors, magnijs, nātrijs, kālijs, dzelzs u.c. Vielas, kas organismam nepieciešamas niecīgos daudzumos, sauc par mikroelementiem. Tie ir jods, mangāns, varš, kobalts, cinks, broms, molibdēns, silīcijs, fluors u.c. Mikroelementi ir daudzu vitamīnu, hormonu un enzīmu sastāvdaļa, tie piedalās arī organisma aizsargreakcijās.

Kalcijs. Kalcija, fosfora un magnija sāļi ir kaulu un zobu galvenā sastāvdaļa. Kopā ar D vitamīnu kalcijs nepieciešams normālai kaulu attīstībai. Kalcijam liela nozīme ir sirds vadītājsistēmas darbībā. Tas veicina arī asinsreci, paaugstina organisma pretestības spēju, samazina iekaisuma procesus. Kalcija trūkuma dēļ attīstās osteoporoze – kauli kļūst trausli, tie vieglāk lūst. Biežāk no osteoporozes cieš gados vecākas sievietes, kad samazinās estrogēno hormonu līmenis.

Nozīmīgākie kalcija avoti uzturā ir siers, piens, biezpiens, olas dzeltenums, graudaugi, austeres, soja, dārzeņi (kāposti, ziedkāposti, spināti) un augļi. Lielākā daļa kalcija sāļu, kas atrodas maizē un miltos, arī citos augu produktos, neuzsūcas vai uzsūcas ar grūtībām. Tādēļ, lai nodrošinātu organismu ar nepieciešamo kalcija daudzumu, uzturā jābūt pienam un piena produktiem. Pārāk liels vai mazs taukvielu daudzums uzturā, tāpat arī liels fosfora vai magnija daudzums traucē kalcija uzsūkšanos zarnās. Kalcija uzsūkšanos organismā var kavēt augu produktu fosfors un skābeņskābe, kas sastopami pākšaugos, klijās, rabarberos, skābenēs. Tos lietojot, vēlams uzturu papildināt ar kalciju.

Ieteicamais kalcija daudzums dienā vīriešiem ir 1000 mg, sievietēm – 1200 mg.

Fosfors. Daudz fosfora ir kaulaudos, sevišķi daudz – nervaudos. Intensīvā garīgā darbā vajadzība pēc fosfora pieaug.

Fosfora trūkums var nelabvēlīgi ietekmēt zobu veidošanos, var rasties augšanas traucējumi un rahīts.

Fosfors ir plaši izplatīts dabiskos produktos, tādēļ nodrošināt organismu ar nepieciešamo fosfora dauzumu nav nekādu problēmu.

Daudz fosfora ir šādos produktos: griķu un auzu putraimos, pākšaugos, gaļā, zivīs, olās, dažādos dārzeņos, riekstos. Ieteicamā kalcija un fosfora attiecība ir 1 : 1,0–1,2. Dienas deva vīriešiem ir 1000 mg, sievietēm – 1200 mg.

Magnijs. Organismā magnijs atrodas muskuļaudos, nervaudos un kaulaudos, tas piedalās vairāku enzīmu darbībā, regulē sirds muskuļa darbību. Magnija trūkumu var radīt nepilnvērtīgs uzturs, alkoholisms, bieža caureja. Tas izpaužas kā aritmija un uzbudināmība.

Magnija avots ir augu izcelsmes produkti – putraimi, auzu pārslas, rīsi, milti, rudzu maize, pākšaugi, spināti, kāposti, kartupeļi, banāni, smiltsērkšķu augļi, rieksti, ziedputekšņi; tas sastopams arī pienā, sierā, olas dzeltenumā un gaļā. Ieteicamā magnija dienas deva pieaugušajiem ir 350 mg.

Nātrijs. Nātrija hlorīdam ir svarīga nozīme osmotiskā spiediena uzturēšanā, tas nepieciešams arī kuņģa sulas sālsskābes sintēzei. Pretēji kalcijam un kālijam nātrijs aiztur audos ūdeni. Lielākā daļa cilvēku lieto pārāk daudz vārāmās sāls, kas nelabvēlīgi ietekmē aknu un nieru darbību, kā arī sirds asinsvadus. Sāls daudzums uzturā jāierobežo slimniekiem ar sirdsdarbības traucējumiem, cilvēkiem, kam ir paaugstināts asinsspiediens, kā arī aptaukošanās un nervu slimību gadījumā. Zaudējot lielu šķidruma daudzumu, organismā var rasties nātrija deficīts, kas var izraisīt asinsrites sistēmas nepietiekamību.

Nātriju cilvēks uzņem galvenokārt vārāmās sāls (nātrija hlorīda) veidā. Augu izcelsmes produktos nātrija ir maz. Daudz nātrija ir desās, kūpinātās zivīs, šķiņķī, sierā, rupjmaizē, sālītos riekstos un cepumos, dārzeņu konservos, marinētos gurķos, skābētos kāpostos. Dienā ieteicamais vārāmās sāls daudzums ir ne vairāk kā 5000 mg.

Kālijs piedalās sirdsdarbības un ūdens maiņas regulācijā; izvadot no organisma šūnām ūdeni, tas normalizē osmotisko spiedienu. Tādējādi kālijs zināmā mērā ir pretstats nātrijam.

Ilgstoša kālija deficīta gadījumā rodas sirdsdarbības traucējumi, kas izpaužas kā sirds vājums un aritmija, hipotensija, muskuļu vājums.

Galvenais kālija avots ir augu produkti – pākšaugi, lēcas, selerijas, bietes, kāposti, ķirbji, spināti, tomāti, kartupeļi, upenes, banāni, melones, kivi, mellenes, rozīnes, žāvētas plūmes. Ieteicamā kālija deva dienā ir 4000 mg.

Dzelzs organismā vajadzīga hemoglobīna veidošanai, tā ietilpst dažādu enzīmu sastāvā, kaulu smadzenēs u.c.

Dzelzs uzsūkšanās ir atkarīga no sālsskābes daudzuma kuņģī. Ja kuņģa sulā trūkst sālsskābes, tad dzelzs uzsūkšanās zarnās ir traucēta. Dzelzs deficīta gadījumā novēro anēmiju, nespēku, psihomotoriskos traucējumus, bērniem ir traucēta augšana. Dzelzs trūkums negatīvi ietekmē arī darba un intelektuālās spējas.

Nozīmīgākais dzelzs avots ir gaļa, īpaši cūkgaļa, aknas, nieres, sirds, tītara gaļa, arī olas dzeltenums, griķi, spināti, kāposti, puravi, bietes, pākšaugi u.c. No augļiem labs dzelzs avots ir āboli, citroni, bumbieri, mežrozīšu paaugļi, persiki, rozīnes, plūmes; daudz dzelzs ir zemenēs un upenēs [8, 13, 19]. Graudaugos, pākšaugos un dažos dārzeņos esošie fosfāti un fitīna savienojumi samazina dzelzs resorbciju. Savukārt dzelzs uzsūkšanos veicina kuņģa sālsskābe, arī C vitamīns un pienskābe.

Dzelzs deficīta profilaksei visās pasaules valstīs uzturproduktus bagātina ar dzelzi, visbiežāk tie ir maize, cukurs un sāls. Dzelzs ir papildu piedeva arī bērnu un grūtnieču uzturam [21]. Ieteicamais dzelzs daudzums dienā vīriešiem ir 10 mg, sievietēm – 18 mg.

Mikroelementi

Mikrolementi ir minerālvielas, kas organismā atrodas ļoti niecīgos daudzumos. Tie ietilpst svarīgu bioloģiski aktīvu sistēmu sastāvā – hormonos, enzīmos un vitamīnos. Piemēram, vairogdziedzera hormona tiroksīna sastāvā ietilpst jods, aizkuņģa dziedzera hormonā insulīnā – cinks, B_{12} vitamīns satur kobaltu, mangānu, aktivē C vitamīna sintēzi.

Pilnvērtīgs uzturs nodrošina cilvēka organisma vajadzības pēc mikroelementiem; rafinētos produktos mikroelementu daudzums ir samazināts. Mikroelementu daudzums uzturā ir atkarīgs ne vien no produktu tehnoloģiskās apstrādes, bet arī no augsnes un mājlopu barības.

Jods ir vairogdziedzera hormona tiroksīna nepieciešamā sastāvdaļa. Savukārt tiroksīns aktīvi ietekmē vielmaiņu, augšanu un psihi.

Joda trūkums dzeramajā ūdenī, augu un dzīvnieku izcelsmes uzturlīdzekļos var izraisīt saslimšanu ar endēmisko kāksli. Latvijā šādi endēmiskā kākšļa rajoni ir Cesvaine, Madona, Gulbene, Jēkabpils un Daugavpils, kur joda daudzums gan dzeramajā ūdenī, gan augsnē ir mazs. Visbagātākā ar jodu ir piejūras apgabalu augsne. Bērniem joda trūkums var radīt augšanas traucējumus, smagākos gadījumos – kretīnismu.

Galvenie joda avoti ir jūras zivis un jūras planktons, kā arī daži dārzeņi – kāposti, gurķi, ķiploki u.c. Pienā un olās joda daudzums ir atkarīgs no govju un vistu barībā esošā joda daudzuma. Jūrmalas pilsētas augsnē, ūdenī un atmosfērā, kā arī pārtikas produktos, kas audzēti Jūrmalā, ir augsts joda saturs, tādēļ Jūrmalu var uzskatīt par pretkākšļa kūrortu. Arī Jūrmalas atmosfēras gaisā nelielā daudzumā ir jods.

Viena no efektīvākajām joda deficīta profilakses metodēm ir uzturā lietojamā sāls jodifikācija: vārāmajai sālij pievieno kālija jodīdu. Sāls jodifikāciju ir atzinusi PVO, UNICEF un Pasaules Banka, tā ir efektīva, nekaitīga un lēta profilakses metode. Vārāmās sāls jodifikācijas neieviešana bieži saistīta ar zinātnisku pētījumu trūkumu, kas būtu balstīti uz reģionālajā uzturā lietojamo produktu īpatnībām (joda saturu augsnē, ūdenī, pamatuzturā) un kuri noteiktu precīzu nepieciešamo joda daudzumu. Ieteicamā joda dienas deva pieaugušajiem ir 200 µg.

Fluoru cilvēks uzņem galvenokārt ar dzeramo ūdeni (80%). Gan fluora trūkums, gan tā pārmērība rada zobu slimības. Rajonos, kur dzeramajā ūdenī ir maz fluora, cilvēki nereti saslimst

ar zobu kariesu. Dzeramā ūdens bagātināšana ar fluoru, kā arī fluoru saturošas zobu pastas un fluora tablešu lietošana mazina zobu kariesa veidošanos, īpaši bērniem līdz 8 gadu vecumam.

Ja fluora saturs ūdenī pārsniedz 1,5 mg/l, cilvēks saslimst ar endēmisko fluorozi: uz zobu emaljas rodas necaurspīdīgi, matēti plankumi, kuri, slimībai attīstoties, palielinās, zobi kļūst trausli un iet bojā. Ieteicamais fluora daudzums dienā ir 1,5 mg/l ūdens.

Kobalts ietilpst B_{12} vitamīna sastāvā. Tā trūkums rada mazasinību. Kobalts ir efektīvs tikai optimālā devā, pārmērīgs tā daudzums rada palielinātu eritrocītu daudzumu (policitēmiju).

No dzīvnieku izcelsmes produktiem visvairāk kobalta ir aknās, bet no augu produktiem – pākšaugos, ogās (visbagātākās ar kobaltu ir meža zemenes); arī raugs ir labs kobalta avots. Kobalta daudzums produktos ir atkarīgs no tā daudzuma augsnē. Ieteicamais kobalta daudzums dienā pieaugušam cilvēkam ir 2 µg.

Cinks ietilpst daudzu enzīmu sastāvā; aktivizējot to darbību, tas piedalās olbaltumu, ogļhidrātu un tauku maiņā. Cinks vajadzīgs normālai augšanai, tas stabilizē šūnu membrānu caurlaidību, normalizē tauku maiņu aknās un piedalās asinsradē. Cinku izmanto par antidotu saindēšanās gadījumā ar kadmiju. Labākie cinka avoti ir dzīvnieku izcelsmes produkti: pīles, teļa, liellopu un aitas gaļa.

Piena produktos (izņemot sieru), augļos, dārzeņos (izņemot sarkanos piparus) un pākšaugos cinka ir maz. Ieteicamā cinka dienas deva pieaugušajiem ir 14 mg.

Varš ir vairāku enzīmu sastāvdaļa un piedalās to aktivācijā. Varam ir svarīga nozīme asinsradē, tas sekmē dzelzs uzsūkšanos, transportu uz kaulu smadzenēm un iekļaušanu hemoglobīna sastāvā. Varš piedalās arī pigmentu veidošanā. Vara trūkums organismā kavē dzelzs izmantošanu, radot mazasinību. Varš nepieciešams arī normālai osteoģenēzei, tā nepietiekamības gadījumā veidojas osteoporoze. Vara trūkums var izraisīt arī aknu funkcijas traucējumus un C vitamīna metabolisma traucējumus.

Daudz vara ir dzīvnieku aknās un nierēs, arī zivīs, miežos, griķos, nešķeltos auzu putraimos, upenēs, dzērvenēs, ērkšķogās, zemenēs, bumbieros, aprikozēs. Piena produktos vara ir maz. Ieteicamā vara diennakts deva pieaugušajiem ir 3 mg.

Mangāns aktivizē vairākas enzīmu sistēmas. Eksperimentālos pētījumos pierādīts, ka nepietiekams mangāna daudzums uzturā izraisa kaulu veidošanās un dzimumdziedzeru attīstības traucējumus. Daudz mangāna ir auzu pārslās, miežu putraimos, rīsos, rupjmaizē, pākšaugos, spinātos, bietēs, burkānos. Mangāns ir arī mellenēs, kazenēs, jāņogās, riekstos un melnajā tējā. Ieteicamā mangāna dienas deva pieaugušajiem ir 3 mg.

Molibdēns veicina fluora uzkrāšanos zobos, pasargājot tos no kariesa, tas piedalās arī šūnu elpošanas procesā, jo ietilpst flavīnenzīmu sastāvā.

Daudz molibdēna ir gaļā un tās izstrādājumos, pienā un piena produktos, arī dārzeņos.

Ieteicamā molibdēna dienas deva pieaugušajiem ir 250 µg.

Hroms aktivizē dažus enzīmus, piedalās olbaltumu stabilizēšanā. Eksperimentāli pētījumi parādīja, ka hroms stimulē insulīna darbību. Hroma pietiekamību organismā vērtē pēc tā daudzuma matos.

Ar hromu bagāta ir gaļa un medus, arī rupjmaize. Hroma daudzums augļos un ogās ir atkarīgs no tā daudzuma augsnē. Ieteicamā hroma dienas deva pieaugušajiem ir 0,2 mg.

Selēns dažos enzīmos spēj aizstāt sēru. Selēns ir dabisks antioksidants, tādēļ tā trūkums augsnē un uzturā var veicināt aterosklerozes, audzēju, neauglības un miksedēmas attīstību (hipotireoīdisms). Dažu Latvijas rajonu augsnē ir pārāk maz selēna, tādēļ to iedzīvotāju organismā iespējams selēna deficīts. Selēna daudzumu augsnē samazina skābie lieti un minerālmēsli. Selēns samazina smago metālu (piemēram, dzīvsudraba, kadmija) toksisko iedarbību [8,13,19].

Daudz selēna ir brūnajos rīsos un zivīs. Ieteicamā selēna dienas deva pieaugušajiem ir 60 µg.

11.2. DZĪVNIEKU VALSTS UZTURLĪDZEKĻI

Dzīvnieku izcelsmes uzturlīdzekļiem ir liela nozīme cilvēka uzturā. No tiem svarīgākie ir gaļa, zivis, piens, piena produkti un olas.

Gaļa

Tai ir augsta barības vērtība. Gaļa satur daudz pilnvērtīgu olbaltumu, tai piemīt labas garšas īpašības, ko nosaka ekstraktvielas.

Liesā gaļā ir olbaltumi (19–23%), tauki (1–10%), ūdens (71–77%), ogļhidrāti (1%), minerālvielas – dzelzs, fosfors, varš, mangāns (0,8–1,1%), taukos šķīstošie vitamīni A, D, E, K; B grupas vitamīnu gaļā ir relatīvi maz.

Gaļas epidemioloģiskā nozīme. Gaļa var būt arī par dažu slimību cēloni. Piemēram, ar infekcijas slimību sirgstoša dzīvnieka gaļa var nonākt cilvēka uzturā un izraisīt saslimšanu. Latvijā cilvēki visbiežāk no dzīvniekiem var inficēties ar helmintozēm. Pasaulē pēdējos gados aktivizējusies liellopu sūkļveida encefalopātija. Lai novērstu šādu slimu dzīvnieku gaļas nonākšanu cilvēka uzturā, nepieciešama veterinārā uzraudzība. Dzīvnieku veselība tiek pārbaudīta vēl pirms to kaušanas un nogādāšanas gaļas uzņēmumos vai tirgū. Arī dzīvnieku kautķermeņi tiek rūpīgi apskatīti un no tiem tiek ņemti paraugi laboratoriskiem izmeklējumiem.

Trihineloze

Trihineloze ir invāzijas slimība, ko ierosina trihīna (velteņtārpu parazīts), kas dzīvo cilvēka un dzīvnieku zarnās. Cūkas saslimst, apēdot grauzējus (žurkas, peles), kā arī apgraužot suņu, kaķu, lapsu un citu dzīvnieku līķus.

Saslimušā organismā trihīnas vairojas un ilgstoši uzturas muskulatūrā. Ar trihīnām inficētais dzīvnieks ir bīstams, ja tā gaļu izmanto uzturam vai citu dzīvnieku ēdināšanai. Ja veterinārā kontrolē gaļā atrod kaut vienu trihīnu, tad gaļu uzskata par uzturā nelietojamu.

Cilvēks visbiežāk saslimst, lietojot uzturā inficētu cūkas vai meža dzīvnieku gaļu. Trihīnas nokļūst cilvēka organismā ar jēlu, apžāvētu vai apsālītu gaļu un tās produktiem (piemēram, desām).

Trihīnu kāpuri ir ļoti sīki (0,1 mm). Cilvēka zarnās kāpuri atbrīvojas no kapsulas, kas tiek sagremota 24–48 stundu laikā, un izaug par pieaugušiem, 2–4 mm gariem parazītiem. Mātītes apaugļojas un iespiežas zarnu bārkstiņās, kur nepilnu divu mēnešu laikā dzemdē 2000 dzīvu kustīgu kāpuru, kuri ar asinsstraumi migrē pa visu cilvēka organismu un nonāk šķērssvītru muskulatūras šķiedrās. Sevišķi daudz kāpuru var būt mēles, diagfragmas, rīkles un ribstarpu muskuļos, kā arī ekstremitāšu muskulatūrā. Apmēram mēneša laikā ap kāpuriem izveidojas saistaudu kapsula, kas pusgada laikā apkaļķojas. Iekapsulētie kāpuri saglabā dzīvotspēju daudzus gadus.

Finnoze

Finnas ir lenteņu kāpuri, kas atrodami dzīvnieku muskuļos. Latvijā sastopami gan vērša, gan cūkas lenteņi. Finnu kāpuri parazitē šo dzīvnieku gaļā, tās saistaudos. Finnai ir bāla, ar caurspīdīgu šķidrumu pildīta zirņa lieluma pūslīša veids. Pārgriežot slima dzīvnieka gaļu, šie pūslīši labi saskatāmi pat bez palielinājuma. Cilvēka organismā finnas nokļūst, ēdot jēlu vai termiski nepietiekami apstrādātu (bieži maltu) gaļu. No tām dažu mēnešu laikā zarnās attīstās 4–6 m garš lentenis, kas cilvēka organismā var dzīvot desmitiem gadu. No pieauguša lenteņa atdalās nogatavojušies posmi, kuros ir ļoti daudz olu. Šie posmi izdalās no slimnieka organisma kopā ar izkārnījumiem vai patstāvīgi. Turpmākai attīstībai parazīta olām jānonāk starpsaimnieka (cūkas vai liellopa) gremošanas orgānos. Dzīvnieka organismā finnas paliek visu tā dzīves laiku. Dzīvnieku gaļā finnas var iznīcināt, ja gaļu ilgstoši vāra vai cep nelielos gabalos. Jāatceras, ka tieši cilvēks ar saviem izkārnījumiem izplata parazītu olas, ar kurām inficējas dzīvnieki. Gaļu skaita par stipri inficētu, ja tās 40 cm^2 lielā laukumā atrod vairāk nekā 3 finnas [8].

Kreicfelda–Jakoba slimības jaunais variants jeb liellopu sūkļveida encefalopātija

Pasaules sabiedrību arvien vairāk satrauc govju trakuma slimība, kas sākotnēji konstatēta Lielbritānijā, bet pašreiz jau sastopama visā Eiropā. Vislielākās bažas rada šās slimības tiešā saistība ar Kreicfelda–Jakoba slimību, pareizāk sakot, ar šās slimības jauno variantu, ar kuru slimo arī cilvēki. Slimība sākumā izpaužas kā depresija, pēc tam rodas kustību traucējumi un plānprātība. Slimības beigu stadijā slimnieks nespēj nedz kustēties, nedz runāt, nedz pārvietoties. Nāve iestājas aptuveni 1–1,5 gada laikā no slimības sākuma. Slimības jaunais variants no klasiskās Kreicfelda–Jakoba slimības atšķiras ar to, ka biežāk slimo jauni cilvēki, kuru vidējais vecums ir 28 gadi, citādas ir arī slimīgās pārmaiņas smadzenēs, tomēr tā nav pārmantojama. Kreicfelda–Jakoba slimības klasiskais variants ir pazīstams visā pasaulē, tas izpaužas kā demence. No viena miljona iedzīvotāju, kas vecāki par 60 gadiem, saslimst tikai viens cilvēks. 10–15% no visiem slimības gadījumiem ir pārmantoti. Ļoti reti cilvēki saslimst neveiksmīgas medicīniskas manipulācijas rezultātā (pēc radzenes transplantācijas, elektrodu inplantācijas smadzenēs, ja lietoti inficēti ķirurģiskie instrumenti).

Medicīnā radniecīgas slimības, kas skar gan cilvēkus, gan dzīvniekus, sauc par transmisīvām sūkļveida encefalopātijām [9]. Sūkļveida encefalopātijas nav izārstējamas, tās beidzas letāli. Turklāt diagnozi var apstiprināt tikai pēc nāves. Vispazīstamākā ir aitu raustes slimība. Slimiem dzīvniekiem zūd koordinācijas spēja, tie nevar nostāvēt kājās, ir uzbudināti, dažreiz tiem ir nieze, kuras dēļ tie nokasa visu vilnu.

Latvijā pagaidām nav reģistrēts neviens slimnieks ar Kreicfelda–Jakoba slimības jauno variantu.

Uzskata, ka govju trakuma slimību izraisa jaunatklātais infekcijas aģents – prions, kas sastāv tikai no olbaltuma. Prioni vairojas olbaltuma molekulās, pārmainot to formu. Nav īsti zināms, kā prioni bojā šūnas. Zināms, ka tie bojā tieši nervu šūnas un smadzenēs veidojas bojājumu perēkļi, kuru vietā ar laiku paliek caurumi. Infekcijas ierosinātāju nevar iznīcināt vārot; pret to neveidojas imunitāte.

Aplūkojot smadzenes mikroskopā, redzami caurumi, smadzenes atgādina sietu vai sūkli. Slimības latentais periods var ilgt līdz pat 10 gadiem.

Govju trakuma slimība pirmo reizi aprakstīta 1986. gadā Lielbritānijā. Domājams, ka tās cēlonis bija govīm izbarotās pārtikas piedevas, kas ražotas no slimu aitu gaļas un kauliem. 1988. gadā Lielbritānijas valdība aizliedza izmantot lopbarībā no dzīvniekiem iegūtās piedevas,

bet no 1989. gada Lielbritānijā aizliegts cilvēka uzturā lietot subproduktus. Zinātnieki domā, ka inficēšanās briesmām vairāk pakļauti tie cilvēki, kas uzturā lieto burgerus, desas, cīsiņus, gaļas pīrādziņus, bet mazāk tie, kas ēd nepārstrādātu vērša gaļu.

Ir aprakstīti gadījumi, kad ar Kreicfelda–Jakoba slimības jauno variantu saslimuši arī veģetārieši. Iespējams, ka viņi lietojuši veģetāriešiem paredzētos produktus, kuros tomēr bijušas liellopu produktu piedevas, piemēram, želatīns, kura ražošanā izmanto mājlopu kaulus un nagus, vai, lietojot produktus, kuros bijušas dzīvnieku galvas smadzenes vai muguras smadzenes. Par iemeslu saslimšanai ar liellopu sūkļveida encefalopātiju var būt arī medikamenti, medicīnas preparāti un līdzekļi, kuri satur dzīvnieku olbaltumus. Tie ir:

- želatīna kapsulas,
- vakcīnas,
- trombīns,
- progesterons,
- kortizons,
- heparīns,
- B_{12} vitamīns,
- plazmas proteīni,
- ķirurģiskie diegi,
- kalciju un fosforu saturošie preparāti, kas gatavoti no lopu miltiem,
- kauli, kurus izmanto plastiskajā ķirurģijā,
- kaulu smadzenes.

Arī kosmētikā pretgrumbu krēmu ražošanā plaši izmanto dzīvnieku kaulus, nagus, smadzenes un iekšējos orgānus – tie ir kolagēnu saturoši krēmi, šampūni, kondicionieri, skūšanās krēmi, ziepes, lūpu zīmuļi, acu ēnas, intīmpreces.

Liellopu tauki un taukskābes ietilpst arī košļājamā gumijā un margarīnā.

Ādu un dzīvnieku iekšējos orgānus izmanto majonēzes, konfekšu, želeju, marmelādes, jogurtu u.c. produktu ražošanā.

Importētiem produktiem spēkā prasības, lai marķējumā būtu norādīts, kādu dzīvnieku gaļa tiek izmantota desas ražošanā. Visiem Latvijas desu ražotājiem no 2003. gada 1. janvāra uz desas iepakojuma jānorāda tās sastāvs. Liellopiem, kas vecāki par 30 mēnešiem, jāveic trakuma slimības testi. Lai novērtētu, kādus apmērus varētu būt sasniedzis Kreicberga–Jakoba slimības jaunais variants, Anglijā uzsākta nacionāla skrīninga programma slimnīcu pacientiem un nelaimes gadījumos cietušajiem. Bojā gājušajiem cilvēkiem izmeklē smadzeņu audus, limfātiskos mezglus un asinis; pētījumiem pakļautas arī izoperētās mandeles.

Zivis

Zivis ir vērtīgs uzturprodukts. To vērtību nosaka liels pilnvērtīgo olbaltumu daudzums, B grupas vitamīni (B_1, B_2), PP vitamīns, taukos šķīstošie vitamīni (A, D, E, K), kā arī polinepiesātinātās taukskābes. Zivīs ir mazāk saistaudu nekā dzīvnieku gaļā, tādēļ to gaļa ir maigāka un vieglāk sagremojama.

Galveno uzturvielu saturs zivīs: olbaltumi 17–20%, tauki 2–22%, ogļhidrāti līdz 1%, ūdens 55–83%.

Mencas satur tikai 0,3% tauku, pie tam tie koncentrējas tikai aknās, to nav muskulatūrā. Siļķes ir vistreknākās zivis, tauku daudzums tajās sasniedz 20%. Minerālvielu saturs zivīs un gaļā atšķiras maz, izņemot to, ka zivju gaļā, it īpaši mencās, ir vairāk joda.



Arī zivis var būt cilvēka infekcijas avots. Visbīstamākā ir inficēšanās ar plato lenteni. Platais jeb zivju lentenis ir viens no vislielākajiem tārpiem, tā garums var sasniegt 10 m. Platais lentenis parazitē cilvēka, suņu un kaķu organismā. Tā olas ārējā vidē nonāk ar invadētā organisma izkārnījumiem. To tālākā attīstība noris ūdenstilpnēs, kur tās apēd zivis – līdakas, asari, laši. Cilvēkam vai mājdzīvniekam, apēdot šādu inficētu, nepietiekami izvārītu vai izceptu zivi, notiek platā lenteņa invāzija.

Zivs gaļa var būt piesārņota arī ar kaitīgām ķīmiskām vielām un arī tādējādi radīt veselības traucējumus.

Olas

No dzīvnieku izcelsmes produktiem liela uzturvērtība ir putnu olām. Uzturā biežāk lieto vistu olas, kurās ir daudz olbaltumu (12,5%), tauku (12%), ogļhidrātu (0,67%), minerālvielu, īpaši dzelzs un kalcija (1%), vitamīnu – A, D, E, B_1, B_{12} un PP.

Par olbaltumu bioloģisko standartu uzskata vistas olas olbaltumu, pieņemot, ka tā bioloģiskā vērtība ir 100%. Tomēr jāņem vērā, ka olas dzeltenumā ir daudz holesterīna.

Ieteicamais olu daudzums nedēļā pieaugušajiem ir 1–2 olas [3, 7]. Arī olas var būt infekciju, īpaši salmonelozes, avots. LR olu standartus nosaka Eiropas Parlamenta un Padomes regula nr. 1907 / 90 (26.06.1990.) "Par noteiktiem standartiem olu tirdzniecībā".

Piens un piena produkti

Pienā ir visas cilvēkam nepieciešamās uzturvielas ideāli sabalansētās attiecībās.

Olbaltumi (2,6–3,9%) ir viena no vērtīgākajām piena sastāvdaļām. Pienā ir trīs olbaltumu veidi – kazeīns, laktoalbumīns un laktoglobulīns. Piena olbaltumu augsto bioloģisko vērtību nosaka neaizstājamo aminoskābju saturs un to augstā izmantošanās pakāpe organismā. Piena olbaltumos ir vairāk neaizstājamo aminoskābju – triptofāna, metionīna, izoleicīna, leicīna, fenilalanīna un valīna – nekā gaļā un zivīs. Ir pierādīts, ka viens litrs piena vai piena produktu pieauguša cilvēka organismam nodrošina pusi diennakts neaizstājamo aminoskābju daudzuma.

Kazeīns ir galvenais piena olbaltums, tas veido 80% no kopējā olbaltumu daudzuma, pārējo daļu veido albumīns un globulīns. Kazeīnam koagulējot, izveidojas receklis un sūkalas. Sūkalās ir apmēram 20% piena olbaltumu – tās sauc par sūkalu olbaltumiem. Sūkalu olbaltumiem ir augstāka bioloģiskā vērtība nekā kazeīnam, jo to sastāvā ir daudz vairāk neaizstājamo aminoskābju.

Tauki (2,8–5,0%) pienā ir emulsijas veidā, tie ir vieglākā piena sastāvdaļa. Tajos ir daudz (65%) piesātināto taukskābju, bet maz (3%) bioloģiski nozīmīgo polinepiesātināto taukskābju, kurām ir svarīga loma holesterīna līmeņa samazināšanai asinīs. Pienā ir pietiekami liels īpatsvars (7%) mazmolekulāro gaistošo taukskābju, kuras nodrošina piena patīkamo garšu un aromātu.

Fosfolipīdi ir taukiem līdzīgas bioloģiski aktīvas vielas; to daudzums pienā ir neliels (1%). Nozīmīgākie no tiem ir lecitīns un kefalīns. Lecitīnam ir svarīga nozīme aterosklerozes profilaksē. Krējumu kuļot sviestā, 70% fosfolipīdu pāriet paniņās.

Sterīni ir taukiem līdzīgas vielas, to daudzums pienā ir 0,2–0,4%. No sterīniem pienā galvenokārt ir holesterīns.

Piena cukurs jeb **laktoze** ir galvenais piena ogļhidrāts (4,6–4,8%), tas nav sastopams nevienā citā produktā. Laktozei ir svarīga nozīme uzturā, jo tā gremošanas traktā pienskābes baktēriju klātbūtnē pārveidojas par pienskābi. Skābā vidē laktoze kavē pūšanas baktēriju attīstību.

Enzīma beta galaktozidāze sašķel piena cukuru, veidojot glikozi un galaktozi. Ja cilvēka organismā šā enzīma trūkst, viņam rodas laktozes nepanesība, vēders uzpūšas, ir sāpes, caureja. Šo cilvēku vajadzībām ražo pienu ar samazinātu laktozes daudzumu.

Minerālvielas (0,6–0,9%) pienā ir galvenokārt organisku un neorganisku sāļu veidā. No tām svarīga nozīme ir kalcijam, fosforam un kālijam. Vairāk nekā pusi visu minerālvielu veido kalcija un fosfora sāļi. Kalcijs pienā ir saistīts ar olbaltumu kazeīnu (70–75%), kas nodrošina kalcija pilnīgu izmantošanu organismā. Kalcija un fosfora attiecības pienā ir optimālas; tas palielina piena uzturvērtību.

Vitamīni. Pienā nelielos daudzumos ir gandrīz visi vitamīni (apmēram 30). Pienā ir taukos šķīstošie – A, D, E un K – vitamīni, kā arī ūdenī šķīstošie vitamīni – B_1, B_2, PP un C. Pienā ir arī dažādi enzīmi, hormoni, pigmenti un antibakteriālas vielas (imūnglobulīni, lizocīms, laktoferīns, laktoperoksidāzes sistēma u.c.) un arī sūkalu olbaltumi. Pateicoties piena antibakteriālām vielām, tikko izslauktā pienā mikroorganismu skaits ir neliels [1].

Antibakteriālo vielu daudzums ir atkarīgs no mājlopu veselības stāvokļa un individuālām īpašībām, kā arī laktācijas perioda. Visvairāk baktericīdās fāzes ilgumu ietekmē uzglabāšanas temperatūra.

Piena epidemioloģiskā nozīme

Piens ir vērtīgs barības produkts arī mikrobiem, tas veido lielisku barotni arī patogēniem mikroorganismiem. Nepareizi uzglabāti, pagatavoti un lietoti piena produkti var būt zarnu infekciju (vēdertīfa, paratīfu, dizentērijas) ierosinātāji. Ar pienu var tikt pārnestas ne tikai zarnu infekcijas, bet arī tuberkuloze, skarlatīna, difterija, zoonozes (mutes un nagu sērga, bruceloze). Šā iemesla dēļ jāizvairās lietot nezināmas izcelsmes un nepasterizētu pienu.

Viens no būtiskākiem kvalitātes rādītājiem ir somatisko šūnu skaits pienā. Pienā vienmēr ir somatiskās šūnas jeb govs organisma šūnas, turklāt 80–85% no tām ir leikocīti [10]. Veselu govju pienā ir 300–400 tūkstoši somatisko šūnu 1 ml piena. Somatisko šūnu skaita palielināšanās norāda uz govs organisma aizsargreakciju pret iekaisumu, piemēram, mastītu. Visbiežāk mastītu ierosina stafilokoki, kas izdala enterotoksīnus. Pat piena pasterizācija tos nespēj neitralizēt – tie saglabājas pienā un izraisa t.s. saindēšanos ar pārtiku jeb bakteriālo toksikozi.

Stafilokoku skaita palielināšanās pienā ne vienmēr ir saistīta ar mastītu. Dažkārt tam par iemeslu ir sanitārhigiēnisko noteikumu neievērošana piena ieguves vietā, kā arī nepietiekama piena atdzesēšana pēc slaukšanas [20].

Profilaktiskie pasākumi piena kvalitātes nodrošināšanai

Piena pasterizācija (63–95 °C no 5 līdz 30 min) ir viens no termiskās apstrādes veidiem. Pasterizācijas mērķis ir maksimāli samazināt pienā esošo mikrofloru, inaktivēt patogēnos mikroorganismus un aizkavēt atsevišķu sporu augšanu [14].

Piena sterilizācija un apstrāde ultraaugstā temperatūrā pilnībā inaktivē visu pienā esošo mikrofloru. Piena "Lāse" un "Baltais" ražošanai izmanto ultraaugstu temperatūru, taču šādi apstrādāts piens jābagātina ar A, D, E un B grupas vitamīniem. Termiskās apstrādes pārmaina arī piena ķīmisko sastāvu, inaktivē pienā esošos enzīmus (fosfatāzi, peroksidāzi, lipāzi) un denaturē sūkalu olbaltumus. Termiskās apstrādes veidi ietekmē arī piena uzglabāšanas ilgumu: pasterizēts piens saglabā savu kvalitāti 3–5 dienas, sterilizēts piens – 1 gadu, ultraaugstā temperatūrā apstrādāts piens – 6 mēnešus.

Piena kvalitātes rādītāji

Organoleptiskās īpašības. Svaigam pienam ir mazliet iedzeltena krāsa, specifiska piena smarža, saldena garša un šķidra konsistence. Piena svaigumu nosaka pēc skābuma grāda, kas svaigam pienam ir 20 Ternera grādu, bet pH ir 6,7.

Fizikālās īpašības. Lai pārbaudītu, vai piens nav viltots, nosaka piena blīvumu. Piena blīvums svārstās robežās no 1,029 līdz 1,034 (29–34 °C). Atšķaidot pienu ar ūdeni, piena blīvums samazinās. Bet, ja pienam noņem daļu piena tauku (piena vieglāko sastāvdaļu), piena blīvums palielinās.

Piena pilnvērtīgumu novērtē pēc olbaltumu un tauku daudzuma. Piena pilnvērtīguma rādītājs ir arī piena sausais atlikums, ko izsaka procentos. Sausais atlikums pienā ir apmēram 12% (tauki, olbaltumi, piena cukurs, minerālvielas), bet attaukotam pienam tas ir ne mazāks par 8%.

Viltojumu noteikšana. Lai samazinātu piena skābumu, dažreiz tam nelikumīgi pievieno sodu. Šādu pienu ar likumu ir aizliegts tirgot. Ir gadījumi, kad pienam pievieno cieti. Arī šādu pienu nedrīkst tirgot – to uzskata par viltotu.

Lai novērtētu **piena tīrības pakāpi**, nosaka baktēriju kopskaitu un somatisko šūnu skaitu. Latvijā noteiktais pieļaujamais kopējais baktēriju skaits ir 100 000/ml.

Lai noteiktu piena šķiru, piena pārstrādes uzņēmumos ņem vērā ne vien baktēriju kopskaitu, bet arī piena kvalitātes rādītājus, tauku (3,5%) un olbaltumu saturu (3,0%). To nosaka LR MK 16.09.2003. noteikumi Nr. 521 "Klasifikācijas, kvalitātes un marķējuma prasības piena produktiem, saliktiem piena produktiem un piena produktu izstrādājumiem".

Galvenie piena piesārņotāji

Piens var tikt piesārņots gan govs organismā, gan slaukšanas, uzglabāšanas, transportēšanas, pārstrādes un arī pārdošanas un izmantošanas procesā.

Viens no galvenajiem piena piesārņotājiem var būt medikamenti, kurus lieto, ārstējot mājlopus. Daļa šo medikamentu var nokļūt pienā. Veterinārārstam, ordinējot slimai govij medikamentus, jāinformē govs īpašnieks, cik ilgi pienu nedrīkst lietot uzturā. Diemžēl tas ne vienmēr tiek ievērots, tāpēc pienā ir sastopamas antibiotiku atliekas. Tās var cilvēkam izraisīt alerģiskas reakcijas, negatīvi ietekmēt gremošanas orgānu mikrofloru, traucēt vitamīnu sintēzi, to ietekmē var veidoties pret konkrēto antibiotiku rezistentas baktērijas. Pat ļoti maza penicilīna koncentrācija ietekmē siera un biezpiena organoleptiskās īpašības, veicina nevēlamo mikroorganismu augšanu.

Otrs nozīmīgs piesārņotājs, kas var nonākt pienā caur govs organismu, ir pesticīdi. Ja zāles un graudaugu audzēšanas procesā neievēro pesticīdu lietošanas instrukcijas, tie ar barību nokļūst govs organismā un daļa var izdalīties ar pienu. Eiropas Parlamenta un Padomes regula Nr. 42, 466/2001, ar ko nosaka atsevišķu piesārņotāju maksimāli pieļaujamo līmeni pārtikas produktos, reglamentē maksimāli pieļaujamo pesticīdu un antibiotiku atlieku daudzumu dzīvnieku izcelsmes produktos, arī pienā.

Barojot govis ar kombinētu barību, pienā nokļūst konservanti. Ja govis baro ar sapelējušu barību, pienā var nokļūt mikotoksīns, kas izraisa saindēšanos, rada toksikozi. Šis toksīns ir bīstams cilvēka organismam, jo izraisa ļaundabīgu audzēju veidošanos vai aknu nekrozi.

Ja neievēro trauku mazgāšanas un dezinfekcijas instrukciju, mazgāšanas līdzekļu atliekas no nepietiekami rūpīgi izskalotiem traukiem, iekārtām un cauruļvadiem nokļūst pienā [4].

Visi minētie ķīmiskie savienojumi ir inhibitori – vielas, kas kavē mikroorganismu attīstību. Ja piens satur ķīmiskus savienojumus, tad piena pārstrāde skābpiena produktos un sierā nav iespējama [14].

Skābie piena produkti

Skābie piena produkti rodas, pienam saskābstot. To ražošanas pamatā ir dažādu pienskābes baktēriju ierauga izmantošana. Tā iegūst produktus ar vēlamām garšas, aromāta un konsistences īpašībām.

Pienskābās rūgšanas procesā rodas pienskābe, kas gremošanas orgānos novērš pūšanas procesus, līdz ar to kavējot nevēlamu vielmaiņas produktu uzkrāšanos organismā, kuri izraisa dažādas slimības un paātrina novecošanās procesu. Pienskābe piešķir produktiem patīkamu garšu un aromātu, rosina apetīti.

No dažādām pienskābes baktērijām, ko izmanto skābpiena dzērienu un produktu ražošanā, īpaša nozīme ir acidofilām pienskābes baktērijām. **Acidofilās pienskābes baktērijas** labāk par citām pienskābes baktērijām adaptējas cilvēka organismā, nomācot patogēnās mikrofloras attīstību, tāpēc acidofilie skābpiena produkti tiek lietoti kā profilaktiskie līdzekļi un tie paaugstina organisma rezistenci pret infekcijas slimībām.

Bifidobaktērijas ir galvenā zarnu mikroflora jaundzimušajiem. Cilvēka mūža laikā to daudzums gremošanas orgānos samazinās, pakāpeniski palielinoties dažādu citu mikroorganismu

skaitam. Lai bifidobaktēriju daudzuma samazināšanos kavētu, tās jāuzņem ar pārtiku. Bifidobaktēriju nozīme ir šāda:

- tās uzlabo olbaltumu izmantošanos organismā;
- tām piemīt antimikrobiāla aktivitāte;
- tās sekmē B_1, B_2, B_6 un B_{12} vitamīna sintēzi;
- tās samazina holesterīna līmeni asinīs;
- tās kavē patogēnās mikrofloras attīstību gremošanas traktā;
- tās samazina iespēju saslimt ar taisnās un resnās zarnas vēzi;
- tās novērš aizcietējumus.

Latvijas piena pārstrādes uzņēmumi ražo arvien daudzveidīgākus skābpiena dzērienus, izmantojot pienskābes baktērijas. Pie skābpiena produktiem pieder kefīrs, jogurts, rūgušpiens, rjaženka, raudzētās paniņas, kumiss, acidofilais rūgušpiens, lakto, acidofilīns u.c.

Kefīrs ir Latvijā visizplatītākais un biežāk lietotais skābpiena dzēriens. To ražo ar dažādu tauku daudzumu, sākot no vājpiena līdz pilnpienam. Tiek ražots arī biokefīrs, kurā ir acidofilās pienskābes baktērijas un bifidobaktērijas.

Acidofilo produktu ierauga sastāvā ir acidofilā nūjiņa – *Lactobacillus acidophilus*. Ir šādi acidofilie produkti: acidofilais rūgušpiens, lakto, biolakto, acidofilīns u.c.

Jogurts. Par jogurtu varētu saukt tikai tādu produktu, kas nav saldināts un kuram nav pievienotas garšas piedevas. Tam jābūt baltā krāsā ar stingru vai šķidru konsistenci. Zemas kaloritātes jogurtā tauku daudzums ir 0,05%, tā ražošanā izmantoti saldinātāji. Nesaldinātus jogurtus var lietot kā salātu piedevu majonēzes vai krējuma vietā.

Rjaženka ir skābpiena dzēriens, ko ražo no ilgstoši augstā temperatūrā karsēta piena vai vājpiena, to raudzējot ar pienskābes baktēriju ieraugiem. Latvijā rjaženku ražo ar dažādu tauku daudzumu.

Rūgušpiens. Pieaugot dažādu jaunu produktu ražošanai, rūgušpiena gatavošana pienotavās ir samazinājusies.

Tīrkultūra ir ieraugs, ko izmanto skābā krējuma un siera ražošanai. Ražo arī tīrkultūru ar smiltsērkšķiem.

Raudzētās paniņas, kas ir sviesta ražošanas blakusprodukts, izmanto diētisko raudzēto paniņu dzērienu pagatavošanai. Paniņu nozīme ir saistīta ar to zemo tauku sastāvu un fosfolipīdiem (lecitīnu), kam ir liela nozīme organismā tauku un holesterīna maiņas procesos. Labs diētisks dzēriens ir paniņas ar bifidobaktērijām. Paniņas veicina zarnu peristaltiku un urīna izdalīšanos.

Skābais krējums ir visvairāk barojošais skābpiena produkts. Pienotavās ražo skābo krējumu ar dažādu tauku saturu (25%, 15%, 10%). Skābais krējums tiek gatavots arī ar dažādām piedevām (ķiplokiem, sinepēm u.c.).

Saldais krējums arī tiek ražots ar dažādu tauku saturu. Izšķir kafijas krējumu (10%), 35% un 38% saldo krējumu.

Biezpiens ir piena kazeīna produkts; to gatavo no saraudzēta piena, vājpiena vai paniņām. Biezpienā ir daudz bioloģiski vērtīgu olbaltumu. Tas satur arī minerālvielas – kalciju, fosforu, dzelzi un magniju. Biezpienā ir tāds pats olbaltumu daudzums kā gaļā un zivīs, tajā ir visas neaizstājamās aminoskābes; sevišķa nozīme ir sēru saturošām aminoskābēm – metionīnam un lizīnam, tādēļ biezpienu izmanto aknu un nieru slimību ārstēšanā.

Piena pārstrādes uzņēmumi ražo arī dažādus biezpiena izstrādājumus: mājas sieru, graudaino biezpienu, dažnedažādus sieriņus, balto biezpiena sieru, biezpiena pastas, biezpiena tortes, saldās un sāļās biezpiena masas, biezpiena pankūkas u.tml.

Sviests ir piena tauku koncentrāts, kas, tāpat kā tauki, satur fosfatīdus (lecitīnu), olbaltumus, minerālvielas un vitamīnus. Latvijas piena pārstādes uzņēmumi ražo saldkrējuma un skābkrējuma sviestu, kā arī kakao sviestu un sviestu ar dažādām piedevām – kaņepēm, zaļumiem, garšvielām, eļļām. Lai paaugstinātu sviesta uzturvērtību, tā taukus daļēji aizvieto (līdz pat 20–50%) ar augu eļļām. Augu eļļas bagātina sviestu ar polinepiesātinātām taukskābēm – linolskābi, linolēnskābi un arahidonskābi. Uz sviesta iesaiņojuma tiek norādīts, cik gramu piena un augu tauku satur 100 g sviesta.

Siers ir viens no vērtīgākajiem piena produktiem. Sierā ir visas piena sastāvdaļas; izņēmums ir izturētie sieri, kuros nav piena cukura. Siers satur 20–40% olbaltumu. 100 g siera nodrošina cilvēka organismu ar kalcija (40–100%) un fosfora (25–55%) dienas devu. Sierā ir optimālas kalcija un fosfora attiecības, to saistība ar olbaltumiem nodrošina labu to izmantošanos organismā.

Daudzos sieros ir samērā daudz vārāmā sāls un tauku. Sieriem tauku daudzumu nosaka attiecībā pret sausnu (bezūdens daļa), nevis pret visu masu. Tauku daudzums sausnā var būt no 10 līdz 60%, tātad siera masā tauku būs divreiz mazāk. Sierā ir A, D un B grupas vitamīni.

Latvijā ražo vairākus desmitus siera veidu. Izšķir gan skābpiena sierus, gan saldpiena sierus. Pēc tauku daudzuma sierus iedala treknos, vidēji treknos un vājpiena, bet pēc ūdens daudzuma – mīkstos, puscietos, cietos un ļoti cietos. Savukārt pēc nogatavināšanas ilguma var būt nenogatavināts, nogatavināts un sālījumā nogatavināts siers. Īpašu sieru grupu veido kūpinātie, kausētie un karsētie sieri.

11.3. AUGU VALSTS UZTURLĪDZEKĻI

Putraimi. Tos iegūst no speciāli apstrādātiem labības graudiem, kuros ir daudz ogļhidrātu (60–70%). Lielākā daļa putraimu olbaltumu ir nepilnvērtīgi, to sastāvs nenodrošina organismu ar nepieciešamajām aminoskābēm. Tajos ir neliels daudzums B grupas vitamīnu, bet nemaz nav C un A vitamīna. Putraimos ir dažādas minerālvielas – fosfors, kalcijs, dzelzs u.c.

Griķu putraimi ir viena no vērtīgākajām putraimu šķirnēm. To olbaltumu sastāvā ietilpst neaizstājamas aminoskābes cistīns un arginīns. Pienā šīs aminoskābes nav pietiekamā daudzumā, tādēļ piena apvienošana ar griķu biezputru nodrošina organismu ar labu aminoskābju komplektu. Griķu putraimos ir daudz B_1 vitamīna (0,5 mg %).

Rīsiem ir augsta kaloritāte, tajos ir daudz ogļhidrātu. Rīsos ir augstvērtīgi olbaltumi, jo tie satur daudz neaizstājamo aminoskābju. Pulētos rīsos, noņemot virsējos apvalkus, zūd visi vitamīni. Tādēļ ieteicams uzturā lietot brūnos rīsus, kuru brūno nokrāsu rada rīsu dīgļi un septiņi barojošo kliju slāņi.

Auzu putraimos ir daudz olbaltumu (9,1%) un tauku (4,9%). No minerālvielām tajos ir dzelzs.

Miltus iegūst, maļot graudus. Rupja maluma miltos ir vairāk dzelzs, magnija un kalcija. Miltos esošā fitīnskābe kopā ar kalciju veido neizmantojamus savienojumus, tādēļ miltos esošo kalciju organismam ir grūti uzņemt.

Maize. Maizes pamatsastāvā ietilpst milti. Maize ir vērtīgs uztura produkts, tā satur daudz ogļhidrātu (45–55%), bet mazāk olbaltumu (6–10%). Maizes uzturvērtību nosaka tajā esošie vitamīni (B_1, B_2, PP) un minerālvielas. Piena produktu pievienošana mīklai papildina neaizstājamo aminoskābju daudzumu. Liela nozīme ir maizes garšai, smaržai un ārējam izskatam. Maizei jābūt noteikta veida, tā nedrīkst būt saspiesta vai citādi pārmainīta, tās virsmai

jābūt gludai, spīdīgai, garoza nedrīkst atslāņoties, būt piedegusi vai netīra. Mīkstumam jābūt labi izceptam, nedrūpošam, elastīgam, vienmērīgi porainam. Pareizi izceptai maizei jābūt viegli sakošļājamai. Uzturā jālieto arī maizes izstrādājumi, kas cepti no zemāko šķiru miltiem (rudzu graudu, kliju u.c.). Maizei jābūt arī noteiktam skābumam. Rudzu maizes pieļaujamais skābums ir līdz 12°, bet baltmaizei – līdz 6°.

Pākšaugi – zirņi un pupas – ir līdzvērtīgi putraimiem. Tie satur daudz olbaltumu (16–19%), gandrīz visus B grupas vitamīnus, kā arī K un E vitamīnu. Pākšaugos ir daudz minerālvielu un mikroelementu, it īpaši kālija, kalcija, magnija, sēra, dzelzs un vara savienojumu.

Rieksti. Riekstos, izņemot kokosriekstus, ir daudz polinepiesātināto taukskābju, E vitamīna (it īpaši lazdu riekstos) un B grupas vitamīnu, balastvielu un minerālvielu [8, 19].

Dārzeņi

Kartupeļi, tāpat kā maize, pieder pie ikdienas uzturlīdzekļiem. Kartupeļu uzturvērtību nosaka to lielā enerģētiskā vērtība un liels C vitamīna daudzums (vidēji 10 mg %).

Kāposti ir bagātīgs C vitamīna avots: 100 g kāpostu ir 30 mg askorbīnskābes. Ja uzturā lieto kartupeļus un kāpostus, tie nodrošina organisma vajadzību pēc C vitamīna. Bez tam kāpostos ir daudz minerālvielu, arī kālija sāļu un nātrija sāļu.

Burkānu uzturvērtību nosaka lielais karotīna daudzums (9 mg %). Ja uzturā ik dienu lieto 50 g burkānu, tie nodrošina organisma vajadzību pēc karotīna. Burkānos ir arī C vitamīns. Tie satur minerālvielas – kālija un nātrija sāļus (pēdējie mazina kālija sāļu labvēlīgo iedarbību).

Bietes satur C vitamīnu un nedaudz karotīna. Biešu lapās C vitamīna ir līdz pat 50 mg %. No B grupas vitamīniem bietēs ir B_1, B_2, B_6, PP vitamīns un folijskābe. Bietes satur pektīnvielas un šķiedrvielas. Patīkamās garšas un salduma (vairāk nekā 8% cukura) dēļ bietes noder dažādiem salātiem.



Kāļi ir labs C vitamīna avots (vidēji 35 mg %). Uzturā ieteicami cepti kāļi, jo tā var labāk saglabāt C vitamīnu. Bez tam kāļos ir nedaudz karotīna un B grupas vitamīnu. No minerālvielām kāļi satur kalciju, kāliju, fosforu, magniju, dzelzi un kobaltu; tajos ir arī daudz šķiedrvielu.

Ķirbji satur pektīnvielas, šķiedrvielas un minerālvielas (varu, dzelzi, fosforu); tajos ir arī karotīns un B grupas vitamīni (B_2, B_6).

Tomāti satur karotīnu, C vitamīnu, B grupas vitamīnus, P un K vitamīnu. Tomātos ir daudz kālija un vara, kā arī kalcija un magnija. Tomātos ir arī ābolskābe un nedaudz skābeņskābes, ogļhidrāti (4,2%) un nedaudz olbaltumvielu (0,6%).

Gurķi ar savu apjomu, ūdens un šķiedrvielu bagātību, it īpaši skābētie, veicina zarnu peristaltiku. Gurķus iesaka svara mazināšanas nolūkos un cukura diabēta slimniekiem, jo tajos maz ogļhidrātu un tiem ir niecīga enerģētiskā vērtība. Gurķi veicina organisma atūdeņošanu, jo satur daudz kālija un arī kalcija. No mikroelementiem gurķos ir kobalts, jods un broms.

Rutki un **redīsi** satur daudz šķiedrvielu, pektīnvielu un minerālvielu (kalcijs, kālijs, magnijs, fosfors, sēra savienojumi, kobalts, dzelzs), no vitamīniem – C vitamīnu (20–30 mg %). Rutkos ir ēteriskās eļļas un daudz enzīmu, kas veicina gremošanas sulu un žults izdalīšanos.

Salāti, spināti, lapu dārzeņi ir izcils karotīna, C vitamīna, kā arī kālija, dzelzs un mikroelementu avots uzturā. Spinātu olbaltumvielām ir augsta bioloģiskā vērtība (līdz 2,4%). Spinātos ir daudz kālija, kalcija, magnija, fosfora un sēra savienojumu, dzelzs u.c. minerālvielu; C vitamīns sasniedz 100 mg %. Arī lapu salāti satur minerālvielas, C vitamīnu, B grupas vitamīnus (folijskābi), kā arī K un E vitamīnu. Lapu salātos ir daudz joda, augu fermentu un hlorofila, kas nepieciešams asins sastāvdaļu atjaunošanai. Dārzeņu lielajam apjomam un mazajai enerģētiskajai vērtībai ir nozīme svara mazināšanas profilaksē un ārstēšanā.

Augļi un ogas

Augļu un ogu uzturvērtību nosaka liels vitamīnu, īpaši C vitamīna, saturs. Upenēs C vitamīna daudzums sasniedz 300 mg %, dārza zemenēs – 60 mg %, ābolos (Antonovkas šķirnes) – līdz 40 mg %.

Augļu un ogu barības vērtību nosaka arī to ogļhidrāti – fruktoze un glikoze. Bez tam ogās ir B grupas vitamīni, K un E vitamīns. No organiskām skābēm ogās un augļos visvairāk ir ābolskābes un citronskābes. Dzērvenēs un brūklenēs ir benzolskābe, kurai piemīt konservējošas īpašības. Augļi un ogas satur pektīnvielas un minerālvielas (kāliju, dzelzi, magniju, kobaltu u.c.).

Augļu un ogu uzturvērtību nosaka arī to labās garšas īpašības: to organiskās skābes un aromāts rada ēstgribu, ierosina gremošanas sulu izdalīšanos un veicina zarnu peristaltiku.

11.4. PĀRTIKAS PRODUKTU UZGLABĀŠANA

Uzglabājot pārtikas produktus, var mainīties to fizikālās un ķīmiskās īpašības, turklāt tajos var savairoties mikroorganismi. Pārtikas produkti jāuzglabā tā, lai pilnīgi pārtrauktu vai mazinātu mikroorganismu iedarbību uz tiem. Biežākie pārtikas produktu uzglabāšanas veidi ir minēti 6. tabulā [21].

6. tabula. Pārtikas produktu sagatavošanas un uzglabāšanas tehnoloģiskie veidi

Apstrādes veids	Tehnoloģija
Žāvēšana	Žāvēšana saulē, vītināšana, žāvēšana vakuumā
Fermentācija	Jogurtu, sieru izgatavošanas tehnoloģija, etiķis, vīns, alus, skābēšana u.c.
Ķīmiskā iedarbība	Sālīšana, marinēšana, iecukurošana, aukstā un karstā kūpināšana, specifiskas pārtikas piedevas
Termiskā apstrāde	Vārīšana un cepšana, blanšēšana, pasterizācija, īslaicīga un augsta temperatūras iedarbība
Pazemināta temperatūras iedarbība	Sasaldēšana un atvēsināšana
Radiācijas iedarbība	Mikroviļņi, jonizējošais starojums

Mikrobu dzīvotspējas samazināšanos var panākt ar temperatūras pārmaiņām.

Temperatūras pazemināšana līdz –1 °C samazina vai novērš mikroorganismu vairošanos un samazina enzīmu aktivitāti. Gaļu un zivis šādā veidā var saglabāt pat līdz 10–20 dienām. Produktu sasaldēšana temperatūrā no –18 līdz –20 °C dod iespēju tos uzglabāt līdz pat 4–6 mēnešiem, piemēram, šādā veidā var uzglabāt ogas. Lai produktu organoleptiskās īpašības saglabātos un nebūtu struktūras bojājumu, jāsasaldē ļoti ātri, lai ūdens pārvērstos sīkos ledus kristālos. Zemas temperatūras apstākļos saglabājās vitamīni un neattīstās pelējumu sēnes.

Produktu saglabāšanu, izmantojot **augstu temperatūru,** var veikt dažādi. Sterilizēšana temperatūrā virs 100 °C nodrošina visu mikrobu veģetatīvo formu, arī sporu, bojāeju. Tomēr sterilizācija pārmaina produktu garšu. Piena saglabāšanai plaši pielieto pasterizāciju, karsējot 63–95 °C temperatūrā no 5 līdz 30 min. Pasterizācija samazina parasto mikrofloru un inaktivē patogēno, bet neiznīcina sporas. Piena apstrāde ultraaugstā temperatūrā (135–138 °C) 3–5 sekunžu laikā pilnīgi inaktivē visu pienā esošo mikrofloru un vitamīnus, tādēļ pienam jāatjauno vitamīnu sastāvs.

Produktus var uzglabāt, tos **atūdeņojot.** Viens no dehidratācijas paņēmieniem ir produktu kaltēšana speciālās krāsnīs vai saulē. Produktus var arī uzglabāt, pievienojot tiem vārāmo sāli (izmanto 15–20% sāls šķīdumu). Piemēram, sālot gaļu vai zivis, šie produkti zaudē ūdeni, radot nelabvēlīgus apstākļus mikrobu attīstībai. Pārtikas produktus atūdeņojot, tos izdodas uzglabāt ilgāku laiku, tomēr to garša un kvalitāte pārmainās.

Arī **cukuru** izmanto par konservantu. Koncentrēts cukura šķīdums (40–50%) nomāc mikrobu dzīvības procesus. Visbiežāk cukuru pievieno augļiem un ogām.

Produktu saglabāšanas paņēmieni ir arī **žāvēšana** un **kūpināšana.** Žāvēšana samazina produktā ūdens daudzumu. Kūpināšanas gadījumā iedarbojas dūmos esošās antiseptiskās vielas. Kūpināt var 25–30 °C un 70 °C temperatūrā.

Dažus pārtikas produktus var uzglabāt, mainot tiem **skābumu.** Pievienojot produktam 1–2% etiķskābes, piemēram, gatavojot marinādes, tas tiek pasargāts no bojāšanās un mikrobu vairošanās. Produktus var uzglabāt arī skābējot vai raudzējot. Iedarbojoties īpašai mikroflorai, produktā esošais cukurs pārvēršas par pienskābi, kas darbojas kā konservējošs līdzeklis. Šādā veidā uzglabā saknes.

Produktu uzglabāšanai var lietot arī **antiseptiskas vielas,** piemēram, benzolskābi (20–1500 mg/kg produkta). Parasti benzolskābi izmanto marmelādes, pastilas, ķilavu, margarīna, augļu sulu, sakņu un augļu biezeņu konservēšanai. Ikru konservēšanai var lietot borskābi. Dažreiz izmanto arī antibiotikas.

Lai pagarinātu uzglabāšanas laiku, izmanto arī **jonizējošo starojumu**. Šāda veida apstrāde kavē banānu, mango u.c. eksotisku augļu nogatavošanos, tādēļ tos var pārvadāt. Apstarotas ogas, zivis, gaļa ilgāk saglabājas svaigas, jo tiek iznīcināta patogēnā mikroflora. Apstarošanai drīkst lietot cilvēkam nekaitīgu devu [8, 19].

11.5. PĀRTIKAS PIEDEVAS

Saskaņā ar pārtikas piedevu standartu *CODEX STAN* par pārtikas piedevu sauc vielu, ko neatkarīgi no tās uzturvērtības parasti uzturā atsevišķi vai kā raksturīgu uztura sastāvdaļu nelieto, bet apzināti pievieno pārtikas produktam apstrādes, pārstrādes, ražošanas, iesaiņošanas, uzglabāšanas vai transportēšanas procesā. Līdz ar to attiecīgā viela vai tās blakusprodukti kļūst par pārtikas produktu sastāvdaļu.

Pārtikas piedevām jābūt veselībai nekaitīgām, to pieļaujamais daudzums tiek reglamentēts 19.02.1998. pieņemtajā likumā "Pārtikas aprites uzraudzības likums". Par uztura piedevām netiek uzskatītas vielas, kas palielina uztura vērtību, piemēram, aminoskābes, vitamīni, mikroelementi.

Pārtikas piedevu klasifikācija:

1. Skābes, sārmi, sāls šķīdumi (lieto, lai mainītu vides pH):
   - askorbināts (desās kā krāsas stabilizators);
   - citronskābe (saldējumos, dzērienos, ievārījumos);
   - pienskābe (saldējumos, konditorejas izstrādājumos);
   - etiķskābe (marinādēs).
2. Konservanti (novērš mikrobu un sēņu darbību; pagarina realizācijas laiku). Vienlaikus drīkst izmantot ne vairāk par 2 konservantiem:
   - benzolskābe vai NaCl (zivju ikros, margarīnā, konditorejas izstrādājumos);
   - SO_2 (sulās, marmelādēs, džemos, vīnos, zefīrā).
3. Antioksidanti (novērš taukvielu bojāšanos, pagarinot produktu glabāšanas laiku; lieto, ja produktu uzglabā ilgāk par 3 mēnešiem):
   - askorbīnskābe,
   - citronskābe.
4. Emulgatori un konsistences stabilizatori (saglabā produkta konsistenci un maisījuma homogēniskumu):
   - agars,
   - želatīns,
   - lecitīns,
   - citrāti.
5. Krāsvielas (pastiprina, atjauno vai maina produktu krāsu):

a) dabiskās krāsvielas:
   - kliņģerītes (margarīnā, sviestā),
   - grauzdēts cukurs (konditorejas izstrādājumos, dzērienos),
   - vīnogas,
   - ķirbji,

- melones,
- bietes,
- pīlādži;

b) sintētiskās krāsvielas:

- skābais fuksīns (zīmogo olas, sieru, gaļu).

6. Garšas un aromāta pastiprinātāji (pastiprina aromātu, rada specifisku smaržu):

- vanilīns,
- kūpināšanas vielas (desām).

7. Saldinātāji (cukuru nesaturošas vielas, drīkst izmantot tikai vienu saldinātāju, nedrīkst kombinēt ar cukuru):

- ksilīts,
- saharīns,
- aspartams.

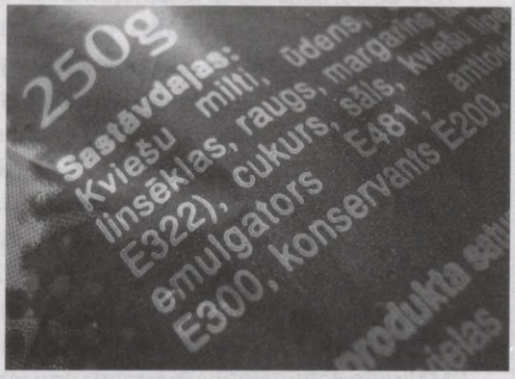
8. Enzīmi (paātrina tehnoloģijas procesus):

- *Bac. mesenterium*,
- *penicillinum*.

9. Organiskie šķīdinātāji (tos izmanto, iegūstot augu eļļas).

10. Balinātāji un sorbenti (izmanto cukura ražošanā):

- kationīti,
- anionīti,
- dažādi filtri, aktīvā ogle.



Uz produkta iesaiņojuma ir jāuzrāda, kādas uztura piedevas ir izmantotas. Piedevu apzīmēšanai ir izstrādāta starptautiska piedevu numerācijas sistēma [19].

11.6. ĢENĒTISKI PĀRVEIDOTA JEB MODIFICĒTA PĀRTIKA

Ar selekcijas paņēmienu ir izveidotas visas zināmās kultūraugu un mājdzīvnieku sugas. Šim darbam bija nepieciešami pat gadsimti. Mūsu dienās, lai izvairītos no ilgstošās selekcijas, zinātnieki ar ģenētiskās inženierijas paņēmieniem ievada augos vai dzīvniekos noteiktus gēnus.

20. gs. 70. gadu sākumā zinātniekiem pirmo reizi izdevās noteiktās vietās pāršķelt DNS molekulu, nokopēt tajā vajadzīgo gēnu ar konkrētu informāciju un ievietot to citā šūnā. Gēnu tehnoloģija radīja iespēju vienam organismam saprast citā organismā esošo informāciju, piemēram, zinātnieki mēģina izveidot pret aukstumu izturīgas zemenes, iestādot tajās karpas gēnu, kas ir izturīgs pret aukstumu.

Ar gēnu tehnoloģiju galvenokārt nodarbojas lauksaimniecības ķimikāliju ražošanas kompānijas, piemēram, ASV kompānija *Monsanto*, kura radījusi soju, kas izturīga pret tās pašas firmas ražotu herbicīdu raundapu. Jāpiebilst, ka šo soju izmanto zīdaiņu un bērnu produktos. Arī ģenētiski pārveidotā kukurūza, kurā ieprogrammēta inde, kas nogalina kaitēkļus, arī derīgos kukaiņus un pat putnus, plaši tiek izmantota gan lopkopībā, gan pārtikas ražošanā.

Viens no ģenētiski modificētas pārtikas mērķiem ir gūt pēc iespējas lielāku peļņu, ignorējot cilvēku veselību un ēdiena kvalitāti. Vēl nav zināms, kas notiks ar cilvēku, kurš regulāri lieto ģenētiski modificētu pārtiku. Daļa zinātnieku uzskata, ka pēdējos gados ļoti strauji pieaugušais alerģijas slimnieku skaits, kas reaģē uz dažādiem pārtikas produktiem, ir ģenētiski modificētas pārtikas sekas. Tomēr vēl ir pagājis pārāk īss laiks, lai spriestu par šādas pārtikas pozitīvām vai negatīvām sekām uz cilvēku veselību.

1998. gadā Skotijas bioķīmiķis A. Pustaji atklāja, ka žurkām, kuras 100 dienas (atbilst 10 gadiem cilvēka mūža) barotas ar ģenētiski modificētiem kartupeļiem, kas satur sniegpulkstenīšu lektīnu, novēroti augšanas un attīstības traucējumi, kā arī imūnsistēmas defekti. Sekoja citu valstu zinātnieku publikācijas, kas apstiprināja šos novērojumus.

Modifikācijai pakļaujas zemenes, āboli, arbūzi, bietes, burkāni, gurķi, ķirbji, melones, pipari, pupas, valrieksti, vīnogas, zirņi, kā arī vistas (imūnas pret salmonelozi), cūkas gaļa (ar zemu holesterīna līmeni), laši (ģenētiski radīts hormons, ko ievada ikros, lai palielinātos to augšana).

ASV uz pārtikas preču iesaiņojuma nav uzrādīts, vai tā ir modificēta pārtika. Tādēļ lielveikalos var nopirkt sterilus salātus, popkornu no īpaši apstrādātas kukurūzas, pret vīrusiem izturīgu papaiju, pret Kolorado vaboli izturīgus kartupeļus, sešu veidu ģenētiski pārveidotus tomātus, nezinot, ka šie produkti ir modificēti.

Eiropā no ģenētiski pārveidotiem augiem ražotā pārtika tiek speciāli marķēta. Ir atļauti tikai 18 produkti. Ģenētiski modificēta pārtika Eiropā tika ievesta no ASV; kā pirmo ieveda kukurūzu, ko izmanto zupās, mērcēs, uzkodās, košļājamās gumijās, cietē, kukurūzas sīrupā, fruktozē, dzērienos, saldumos, jogurtā, aspirīnā, eļļā, cepamajā pulverī u.c. produktos.

Modificētu soju lieto eļļā, lecitīnā (E 322), margarīnā, majonēzē, medikamentos, salātu mērcēs, šokolādē, dzīvnieku barībā, kafijas krējumā, saldējumā, zīdaiņu pārtikā, brokastu pārslās, alū, kosmētikā; kopā apmēram 30 000 produktu.

Mākslīgo saldinātāju aspartamu pagatavo, izmantojot ģenētiski modificētu enzīmu. To lieto daudzos diētiskos produktos, arī Latvijā ražotajās dabiskajās sulās, jogurtā u.c. Ģenētiski pārveidotu B_2 vitamīnu lieto zīdaiņu uzturā, brokastu pārslās, bezalkoholiskajos dzērienos. Medū nokļūst ģenētiski pārveidotu augu putekšņi.

Latvijas Republikā ir spēkā Eiropas Parlamenta un Padomes regula nr. 1829/2003 (22.09.2003.) "Par ģenētiski modificētu pārtiku un barību", kurā norādīts, ka visiem produktiem, kuru sastāvā ir modificēti organismi vai to komponenti, etiķetē vai pavaddokumentā obligāti jānorāda, ka "šī produkta sastāvā ir ģenētiski modificēti organismi".

11.7. SAINDĒŠANĀS AR UZTURU

Saindēšanās ar uzturu ir akūtas slimības, kas saistītas ar inficētas barības lietošanu uzturā, ja tajā savairojušies noteikti mikroorganismi vai to izdalītie toksīni. Uzturs var būt piesārņots arī ar dažādām ķīmiskām vielām.

Saindēšanās ar uzturu pēc etioloģijas var būt:

- bakteriāla,
- nebakteriāla,
- neskaidras etioloģijas [7.–9. tab.].

7. tabula. Bakteriāla saindēšanās

Nozoloģiskā forma	Etioloģiskais faktors	Klīnika	Visbiežāk inficētie produkti	Preventīvie pasākumi
1	2	3	4	5
1. Toksikoinfekcija, saindēšanās, ja uzturā nokļuvušas baktērijas	Nosacīti patogēnie mikroorganismi: *Proteus mirabilis et vulgaris, E. coli*	Inkubācijas periods 8–12 stundas. Akūts gastroenterokolīts (slikta dūša, vemšana, caureja). Ķermeņa t° subfebrila, reizēm līdz 38 °C. Slimības ilgums 1–3 dienas	Gaļa, desu izstrādājumi, aknas, kartupeļu salāti	Ievērot sanitārhigiēniskos noteikumus uztura sagatavošanā, uzglabāšanā un transportēšanā
2. Toksikozes, saindēšanās, ja uzturā nokļuvuši baktēriju toksīni: a) bakteriālās toksikozes	Baktēriju toksīni, ko izstrādā *Staphylococcus aureus et albus*	Inkubācijas periods 2–5 stundas. Slikta dūša, vemšana, sāpes epigastrijā. Caureja 50% gadījumu. Ķermeņa t° normāla. Bērniem bieži novēro kolapsa ainu. Vieglos gadījumos atveseļošanās pēc 1–2 dienām	Piens un piena produkti, krēms, eļļā gatavoti konservi	Nedrīkst lietot uzturā ar mastītu slimu govju pienu. Uz laiku jāatbrīvo no darba fermās ar stafilodermiju vai panarīciju slimi cilvēki. Veterinārā dienesta uzraudzība. Regulāra slaucēju un pārtikas rūpniecības uzņēmumu darbinieku sanitārā kontrole.
	Cl. botulinum, anaeroba sporas veidojoša nūjiņa	Ļoti smaga toksikoze. Inkubācijas periods 12–24 stundas. Jo lielāks toksīnu daudzums iekļuvis organismā, jo īsāks inkubācijas periods. Slimniekam ir slikta dūša, vemšana, muskuļu vājums, galvassāpes, reibonis, dažreiz sāpes vēderā; caurejas nav. Ķermeņa t° normāla vai subfebrila. Toksīniem nokļūstot CNS, tie izraisa bulbārās daļas bojājumus. Oftalmoneirotiskie sindromi: priekšmetu izplūšana, plakstiņu ptoze, anizokorija, diplopija. Rīšanas traucējumi. Neskaidra valoda. Nāvi izraisa bulbārā paralīze vai *n. vagus* parēze; letalitāte 15–70%	Hermētiski noslēgti konservi, gan dzīvnieku, gan augu izcelsmes pārtikq	Pārtikas rūpniecības stingra sanitārā kontrole. Mājās gatavotiem konserviem lietot plastmasas vāciņus, nomainot metāla vāciņus, kuri rada hermetizāciju un anaerobus apstākļus.

1	2	3	4	5
b) mikotoksikozes:	Mikotoksīni, ko izdala mikroskopiskās sēnes *Fusarium, Claviceps purpurea, Aspergillus* u.c.			
• ergotisms	Sēne *Claviceps purpurea*	Krampju formas gadījumā ir gremošanas trakta un nervu sistēmas darbības traucējumi. Pastiprināta siekalu izdalīšanās, vemšana, sāpes vēderā, jušanas traucējumi rokās, reibonis, toniski krampji. Gangrenozās formas gadījumā cieš asinsvadi un nervi. Sākas nekrozes, stipras sāpes pirkstos un pēdās	Melnie rudzu graudi	Sēklas labība rūpīgi jāattīra no melno rudzu graudu piemaisījuma. Regulāri jāpārbauda milti
• alimentārā toksiskā aleikija	Sēne *Fusarium*	Ādā ir hemorāģiski izsitumi petēhiju vai plankumu veidā. Uz dažādām ķermeņa daļām rodas ar serozu šķidrumu pildīti pūšļi; rīklē, vaigu gļotādā un smaganās sākas nekrotiski procesi. Asinsainā agrīna slimības pazīme – leikopēnija. Leikocītu daudzums 1 mm^3 līdz 1000 vai mazāk	Ja uzturā lieto graudus, kas pārziemojuši uz lauka, un tajos savairojusies sēne *Fusarium*, kas izdala toksīnu	Nelietot uzturā uz lauka pārziemojušos graudus
• aflatoksikoze	Sēne *Aspergillus*	Gastroenterīts. Hepatīts. Toksīns var izraisīt aknu nekrozi	Zemesrieksti (arahiss), kokosrieksti, kafija, kakao, rīsi	Pārtikas produktu stingra sanitārā kontrole
3. Jauktas etioloģijas saindēšanās	Dažādu mikrobu kombinācijas, piemēram, stafilokoks kopā ar proteju			

8. tabula. Nebakteriāla saindēšanās

Nozoloģiskā forma	Etioloģiskais faktors	Klīnika	Visbiežāk inficētie produkti	Preventīvie pasākumi
1	2	3	4	5
1. Saindēšanās ar indīgiem augiem un dzīvnieku audiem:				
a) augi, kas pastāvīgi ir indīgi	Indīgas sēnes (mušmires). Augi (uzpirkstītes, driģenes u.c.)	Hipersalivācija, svīšana, bradikardija, mioze, gastroenterīts, murgi, bezsamaņa, koma	Indīgās sēnes un augi	Nelietot uzturā nepazīstamas sēnes un augus
b) dzīvnieku audi, kas pastāvīgi ir indīgi	Zivis (marinka, adataino dzimtas pārstāvji u.c.)	Gastroenterīts	Zivis	Nelietot uzturā indīgas zivis
2. Saindēšanās ar dzīvnieku un augu produktiem, kas ir indīgi noteiktos apstākļos:				
a) augu produkti	Kauliņkoku augļu sēklu kodoli, kas satur amigdalīnu (aprikozes, ķirši, rūgtās mandeles)	Galvassāpes, gastroenterīts, cianoze, apgrūtināta elpošana, krampji. Letalitāte līdz 30%. Faktiski saindēšanās ar zilskābi	Kauliņkoku augļu sēklu kodoli	Nelietot uzturā kauliņkoku augļu sēklu kodolus
	Zaļi kartupeļi, zaļi tomāti, kas satur solanīnu	Eritrocītu hemolīze	Zaļi kartupeļi un zaļi tomāti	Nelietot uzturā zaļus kartupeļus un tomātus
	Zaļas pupiņas, kas satur fazīnu	Gastroenterīts	Termiski neapstrādātas pupas	Lietot tikai termiski apstrādātas pupas
b) dzīvnieku produkti	Dažu zivju aknas un ikri nārsta laikā (vēdzele, līdaka). Indīgs medus, ja bites to ievāc no indīgiem augiem	Gastroenterīts ar izteiktām sāpēm vēderā	Zivju ikri un aknas nārsta laikā Medus	Nelietot zivju ikrus un aknas nārsta laikā. Nelietot uzturā nezināmas izcelsmes medu

1	2	3	4	5
3. Saindēšanās ar ķīmiskām vielām	Pesticīdi, smago metālu sāļi, arsēns, pārtikas piedevas, kas pievienotas lielākā koncentrācijā, nekā pieļauts. Vielas, kas produktos pārgājušas no taras un iesaiņojuma	Atkarīga no ķīmiskās vielas. Piemēram, ja ir saindēšanās ar svinu – svina apmale uz smaganām, zemes pelēka ādas nokrāsa, kuru rada anēmija un ādas asinsvadu spazmas. Urīnā un asinīs konstatē svinu. Svina kolikas	Māla trauki pēc glazēšanas jāapstrādā ar 4% etiķskābes šķīdumu	Lietot tikai alvotus traukus. Ar likumu ir aizliegts uzglabāt un gatavot uzturu cinkotos traukos
Saindēšanās ar nitrītiem	Nitrīti (ja organismā iekļūst 0,3–0,5 g nitrītu)	Slikta dūša, vemšana, aizdusa, svīšana, cianoze, reibonis, redzes traucējumi	Nātrija un kālija nitrītu nelielos daudzumos lieto gaļas rūpniecībā, lai gaļa un desas arī pēc kulinārās apstrādes saglabātu sārtu nokrāsu	Pārtikas rūpniecības stingra sanitārā kontrole
un nitrātiem	Nitrāti	Methemoglobinēmija; bieži beidzas letāli		

9. tabula. Neskaidras etioloģijas saindēšanās

Nozoloģiskā forma	Etioloģiskais faktors	Klīnika
Alimentārā paroksismāli toksiskā mioglobinūrija jeb Juksa slimība	Ezera zivis dažos zemeslodes rajonos	Asas sāpes muskuļos (4–6 dienas), tumšbrūns urīns, mioglobinūrija. Ķermeņa t° normāla. Letalitāte 2%, nāve iestājas no asfiksijas (diafragmas un ribstarpu muskuļu bojājumu dēļ)
Urovas jeb Kašina–Beka slimība	Slimības etioloģija nav zināma	Osteoporoze un kaulu trauslums bērniem. Endēmisku saslimšanu novēro Korejā, Austrumsibīrijas purvos

11.8. PĀRTIKAS PRODUKTU PIESĀRŅOJUMS AR ĶĪMISKĀM VIELĀM

Galvenie pārtikas produktu ķīmiskie piesārņotāji ir pesticīdi, dioksīni un furāni, smagie metāli, nitrāti, radioaktīvās vielas.

Pesticīdi – insekticīdi, herbicīdi, fungicīdi – nokļūst produktos, ja netiek ievēroti drošības tehnikas noteikumi, galvenokārt lauksaimniecībā, kā arī bezatbildības dēļ. Pesticīdi pieder pie hlorētiem ogļūdeņražiem. Daudzās valstīs organiskie hloru saturošie insekticīdi ir aizliegti. Visvairāk lietotie pesticīdi ir herbicīdi un augu augšanas regulatori.

Dioksīni un furāni. Polihlorētie dibenzo-p-dioksīni, polihlorētie dibenzofurāni ir toksiskas ķīmisko vielu grupas, dzīviem organismiem svešas vielas. Šie ķīmiskie savienojumi (dioksīni un furāni) ir visbīstamākās indes, kādas cilvēce līdz šim pazinusi. Šīs indes praktiski nešķīst ūdenī, tās ir hidrofobas un šķīst tikai šķīdinātājos. Dabā dioksīni no virsmas iztvaiko lēnām, tomēr tie pakāpeniski pāriet augsnē vai ūdens organiskajā fāzē, pēc tam migrē organisko savienojumu kompleksu sastāvā un iesaistās barības ķēdē. Nonākot dzīvos organismos, dioksīni tajos uzkrājās un var modificēt dažādus bioķīmiskus procesus. Visvairāk dioksīna (91%) vidē nonāk, dedzinot hloru saturošus atkritumus, arī sadzīves atkritumus, īpaši plastmasu. Dioksīna piesārņojums rodas arī ķimikāliju un pesticīdu ražošanā, papīrrūpniecībā balināšanas procesā, plastmasu ražošanā, tēraudlietuvēs u.c.

Vidē dioksīniem un furāniem ir raksturīga augsta stabilitāte. Dioksīnu, furānu un tiem līdzīgo vielu bīstamība izskaidrojama ar to kumulatīvajām īpašībām un vēlīnu efektu, hroniski saindējoties ar mazām devām. Dioksīniem piemīt ne vien tieša toksiskā iedarbība, bet arī sinerģiskas īpašības – tie pastiprina citu vielu toksiskumu. Dioksīniem piemīt arī biokoncentrēšanās spēja. Zivīs dioksīnu saturs var būt 100 000 reižu lielāks nekā vidē [11]. Tādēļ jebkuras ūdenstilpnes piesārņojums ar hlororganiskām vielām ilgākā laika posmā rada draudus cilvēku veselībai biokoncentrēšanās fenomena dēļ. Cilvēka organismā dioksīns nokļūst ar pārtiku. Piemēram, no celulozes rūpnīcas dioksīns nonāk jūrā, piesaistās planktonam, ko apēd zivis. Zivis savukārt nokļūst cilvēka uzturā un lopbarībā. 1/3 daļa no pasaulē nozvejotām zivīm tiek izbarotas vistām un cūkām. Šim nolūkam tiek gatavoti zivju milti. Cilvēka organismā dioksīns nokļūst šādā secībā: liellopu gaļa, piens un piena produkti, putnu gaļa, cūkgaļa, zivis un olas. Dzīvnieku organismiem nav iespējams atbrīvoties no dioksīna, kas tajos ir nonācis, tas neizdalās ar urīnu, šā savienojuma detoksikācija aknās nenotiek. Dioksīns piesaistās visur, kur ir taukaudi – smadzenēs, liesā, aknās, šūnu membrānās. Dioksīns iziet cauri placentai un nonāk auglī; tas izdalās arī ar mātes pienu.

Dioksīni un furāni ir ļoti nopietns drauds cilvēka veselībai. Šiem ķīmiskajiem savienojumiem ir izteikta kancerogēniska, teratogēniska un embriotoksiska aktivitāte. To iedarbības rezultātā palielinās spontāno abortu biežums, priekšlaicīgas dzemdības ar bieži sastopamām iedzimtām attīstības anomālijām, tie izraisa imūndepresijas stāvokli, nervu sistēmas bojājumus un endokrīnu disfunkciju. Bez tam dioksīni un furāni izraisa histopatoloģisku efektu – kuņģa epitēlija hiperplāziju, divpadsmitpirkstu zarnas, žultsvadu un urīnizvada epitēlija anomāliju dzīvniekiem, kā arī ādas tauku dziedzeru transformāciju cilvēkiem, radot t.s. hlorakni.

Aknu bojājuma gadījumā klīniski novēro paaugstinātu transamināžu aktivitāti asinīs, hiperholesterinēmiju, dispepsiju un ķermeņa masas zudumu.

Dioksīni piesaistās šūnu receptoriem cilvēka hormonu un enzīmu vietā, tādējādi radot nopietnus regulācijas sistēmu traucējumus. Dioksīniem piemīt tieša tireotoksiskā iedarbība, kas rada hipotireozi, kuras sekas ir mazs dzimšanas svars, hiporeaktivitāte, atmiņas traucējumi un grūtības zināšanu apguvē.

Dioksīni un furāni izraisa antiestrogēnisku un antiandrogēnisku efektu, kas izpaužas kā reproduktīvās sistēmas traucējumi. Starptautiskā vēža pētīšanas aģentūra 1997. gadā pasludināja dioksīnus par 1. grupas kancerogēniem, tātad par vielām, kas var izraisīt ļaundabīgus audzējus gan dzīvniekiem, gan cilvēkiem [2]. Tas nozīmē, ka šie savienojumi ir bīstami pat niecīgā koncentrācijā, jo šīm vielām nav konstatējams nekaitīgas darbības slieksnis. Pašreiz pieejamā informācija ļauj lēst, ka 70 kg smagam pieaugušam cilvēkam faktiski uzņemtā dioksīnu un furānu dienas deva ir 2 pikogrami uz kilogramu ķermeņa masas (1 pg = 10^{-12} g). Uz 1 kg zivju gaļas atļauti 4 pg. Ņemot vērā to, ka dioksīns no zivju organisma dzīves laikā neizdalās, var secināt, ka, jo vecāka ir zivs, jo lielākā koncentrācijā tajā ir dioksīns.

Smagie metāli – svins, dzīvsudrabs, kadmijs, varš, cinks, alva, arsēns – ir kaitīgi cilvēka organismam [3]. Tie nokļūst pārtikas produktos no rūpnieciskām gāzēm, automašīnu izplūdes gāzēm, putekļiem un piesārņota ūdens. Smagie metāli var izraisīt nopietnas nervu slimības, kaulu, aknu, nieru u.c. orgānu slimības. Dzīvsudrabs uzturā nav pieļaujams, tomēr jūras piekrastes un upju zivīs to var konstatēt.

Lielākā daļa vidē nokļuvušo toksisko metālu nokļūst cilvēku un dzīvnieku barības ķēdēs.

Liela vides katastrofa un piesārņojums ar dzīvsudrabu notika 1956. gadā Minamatas līcī Japānā. Līča tuvumā esošā rūpnīca izdalīja apkārtējā vidē dzīvsudraba hlorīdu, ko lietoja vinilhlorīda ražošanā. Šis neorganiskais savienojums, nonācis zivju un citu ūdensdzīvnieku organismā, pārveidojās vēl toksiskākā organiskā savienojumā – metildzīvsudrabā. Zivis un citi ūdensdzīvnieki bija galvenais uztura produkts līča rajonā dzīvojošajiem cilvēkiem. Vairāk nekā 3000 cilvēku, kuri bija lietojuši uzturā metildzīvsudrabu saturošas zivis, attīstījās smagi neiroloģiski traucējumi. Kaitīga ietekme un smagi iedzimti defekti tika novēroti arī jaudzimušajiem, kuri tika pakļauti šās vielas ietekmei jau embrionālā stadijā [5].

Nitrāti. Ja augsne ir bagātīgi mēslota ar slāpekļa minerālmēsliem, tad nitrāti uzturā nonāk ar dzeramo ūdeni un dārzeņiem. Tie var nonākt cilvēka organismā arī ar sālītu gaļu, ja tās kulinārā apstrādē izmanto nitrātus. Visvairāk nitrozoamīnu ir ar nitrātiem sālītā speķī, šķiņķī un desās. Kuņģa baktērijas reducē nitrātus par nitrītiem, kuri savkārt veido kancerogēnos nitrozoamīnus [3]. Bez tam nitrīti organismā veido methemoglobīnu, līdz ar to hemoglobīns nespēj audiem piegādāt skābekli un attīstās hipoksija. Šī slimība bīstama zīdaiņiem, jo to organisms nespēj reducēt methemoglobīnu par oksihemoglobīnu.

Radioaktīvās vielas. Kopš Černobiļas AES avārijas 1986. gadā nozīmīgākais radioaktīvais piesārņojums Eiropā ir jods – ^{131}J, cēzijs – ^{137}Cs un ^{134}Cs, stroncijs – ^{90}Sr.

Jods uzkrājas vairogdziedzerī, tam ir īss pusabrukšanas periods (8 dienas). Cēzijs var bojāt visus audus, tas ātri izdalās no organisma, galvenokārt ar urīnu. Stroncijs uzkrājas kaulos, bojā kaulu smadzenes; tam ir garš pussabrukšanas periods.

Visvairāk radioaktīvo vielu ir lapu dārzeņos un govs pienā (ja govis ganās pļavās). Radioaktīvās vielas piesārņo arī augsni, tās uzsūcas saknēs un augļos [3]. Latvijā radioaktīvo piesārņojumu reglamantē Eiropas Parlamenta un Padomes regula nr. 42, 3954/87 (22.12.1987). "Par pārtikas produktu un lopbarības maksimāli pieļaujamo radioaktīvā piesārņojuma līmeni pēc kodolkatastrofas vai citas radioloģiskas avārijas situācijas".

Dzīvnieku izcelsmes pārtikas produkti, ja tos iegūst, izmantojot hormonālos augšanas stimulatorus, ir bīstami cilvēka organismam, jo palielina endokrīno traucējumu attīstības risku. Govīm daudzi hormonālie augšanas stimulatori izraisa blakusefektu, saīsinot to mūžu. Latvijā hormonālie augšanas stimulatori tiek pārbaudīti dzīvnieku izcelsmes pārtikas produktos, mājdzīvnieku barībā un ūdenī.

11.9. PĀRTIKAS PRODUKTU SANITĀRĀ EKSPERTĪZE

Saskaņā ar Pārtikas aprites uzraudzības likuma 7. pantu pārtikas uzņēmums ir atbildīgs par pārtikas kvalitāti un nekaitīgumu, kā arī par izplatāmās pārtikas atbilstību normatīvajos aktos noteiktajām un uzņēmuma deklarētajām prasībām.

Šā paša likuma 8. pants nosaka, ka "pārtikas uzņēmuma pienākums ir veikt paškontroli, novērst jebkuru darbību vai procesu, kas nelabvēlīgi ietekmē pārtikas nekaitīgumu, un nodrošināt attiecīgās pārtikas aprites drošības procedūras vai kontroles pasākumus, to ieviešanu pārtikas saglabāšanā un apritē". Tas nozīmē, ka uzņēmumiem jāveic periodiska izejvielu un pārtikas laboratoriskā kontrole, tomēr pagaidām nav teikts, cik bieži un kādā apjomā.

Ministru kabinets apstiprina obligātās nekaitīguma prasības, kuru ievērošana nodrošina pārtikas produkta, pārtikas aprites vai ar to saistītā pakalpojuma nekaitīgumu cilvēka veselībai, dzīvībai vai videi.

Pārtikas padome sagatavo priekšlikumus par valsts politikas prioritātēm pārtikas apritē, izvērtē priekšlikumus un ieteikumus normatīvajiem aktiem pārtikas aprites jomā, koordinē pārtikas aprites valsts uzraudzības un kontroles politikas izstrādi un pārrauga tās īstenošanu.

Veselības ministrija veido un koordinē uztura politiku, kā arī atbild par pārtikas nekaitīguma vispārējo prasību izstrādāšanu un normatīvo aktu projektu iesniegšanu Ministru kabinetam.

Valsts sanitārā inspekcija kontrolē ūdensapgādes sistēmu piegādātā dzeramā ūdens atbilstību normatīvajos aktos noteiktajām prasībām.

Latvijas Pārtikas centrs sagatavo priekšlikumus par uztura un pārtikas nekaitīguma vispārējām prasībām, par Eiropas Savienības prasību ievērošanu pārtikas aprites jomā, kā arī normatīvo aktu projektus; organizē zinātniski pamatotu priekšlikumu sagatavošanu, lai risinātu pārtikas nekaitīguma un uztura problēmas; informē sabiedrību par aktuāliem pārtikas nekaitīguma un uztura jautājumiem; sagatavo priekšlikumus un normatīvo aktu projektus par ģenētiski modificēto organismu, arī jaunās pārtikas, izplatību un ar to saistīto problēmu risināšanu.

Sabiedrības veselības aģentūra apzina, izvērtē un analizē iedzīvotāju veselības stāvokli, arī infekcijas un citu slimību izplatību, kā arī iedzīvotāju veselības riska faktorus, uzskatot pārtiku par vienu no riska faktoriem. Tā nodrošina infekcijas slimību epidemioloģisko izmeklēšanu, organizē profilakses un pretepidēmijas pasākumus infekcijas slimību perēkļos, arī gadījumos, ja ir konstatēta slimības saistība ar pārtikas uzņēmumu.

Pārtikas un veterinārais dienests atbilstoši valsts finansējumam plāno un veic pārtikas produktu nekaitīguma monitoringu ražošanas un izplatīšanas vietās, veicot nepieciešamos laboratoriskos izmeklējumus, kā arī pārbauda dzeramo ūdeni, ko izmanto pārtikas uzņēmumos. Diemžēl finansējums ir nepietiekams, tādēļ laboratoriskai kontrolei ir pakļauta tikai neliela daļa uzņēmumu.

Sanitārā robežinspekcija veic ievedamās pārtikas valsts uzraudzības un kontroles funkcijas valsts robežas kontrolpunktos, kā arī brīvajās zonās, brīvajās noliktavās un muitas noliktavās.

LITERATŪRA

1. Aulika B. Uztura higiēna. – Rīga: Darba un vides veselības institūts, AML/RSU, 2001. – 124 lpp.
2. Baltiņš M., Aulika B. Par tīru Daugavu // Konferences materiāli. – Rīga, 2002. – 29.–33. lpp.
3. Concern for Europe`s Tomorrow health and the environment in the WHO European Region, – 1995. – Pp. 242–273.
4. Dambis E. Kāstuve kā piena infekcijas avots // Latvijas lopkopis un piensaimnieks. – 1997. – Nr. 1. – 24.–25. lpp.
5. Evans H. L. Mercury // Environmental and Occupational Medicine / Editor W. N. Rom. – 3rd edition. – Philadelpia; New Jork: Lipincott–Raven, 1998. – Pp. 997–1003.
6. Friis R. H., Sellers T. A. Epidemiology for Public Health Practice. – 2nd edition. – Gaithersburg; Maryland: An Aspen Publication, – 1999. – 338 p.
7. Gavriļenko E. Pārtikas sanitārija un higiēna: Viesmīlības bibliotēka. – Rīga, 1999. – 23.–38. lpp.
8. Higiēna / Z. Lindbergas redakcijā. – Rīga: Zvaigzne, 1991. – 368 lpp.
9. Jassi A., Kjellström T., Kok Th., Guidotti T. L. Basic Environmental Health. – Oxford: University Press, 2001. – Pp. 242–280.
10. Jemeļjanovs A., Blūzmanis J. Piena kvalitāte un tās uzlabošanas pamatprincipi. – Ozolnieki, 2000. – 17.–26. lpp.
11. Kļaviņš M., Zicmanis A. Ūdeņu ķīmija. – Rīga, 1998. – 192 lpp.
12. Latvijas medicīnas statistika: Sabiedrības veselības analīze Latvijā 2001. – Rīga: Veselības statistikas un medicīnas tehnoloģijas aģentūra, 2002. – 45.–46. lpp.
13. Melngaile M. Skolēnu uztura kvalitātes pilnveidošana. – Rīga, 2001. – 79 lpp.
14. Ozola L., Ciproviča I. Piena pārstrādes tehnoloģija. – Jelgava: LLU Pārtikas tehnoloģijas fakultāte. – 2002. – 7.–49 lpp.
15. Rozenštoka I. Uzturs un vēzis // Latvijas Ārsts. – 1995. – Nr. 4. – 38.–44. lpp.
16. Strupulis A. Inhibitori govs pienā // Veterinārais Žurnāls. – 1996. – Nr. 2. – 4.–6. lpp.
17. Villeruša A., Pudule I., Grinberga D. Latvijas iedzīvotāju veselība un uztura paradumi: Bioloģiskā lauksaimniecība un mūsu veselība. – Jelgava, 2003. – 2.–3. lpp.
18. WHO "The Word Health Report 2002: Reducing Risks, promoting Healthy Life". – WHO France, 2002. – Pp. 52–61.
19. Zariņš Z., Neimane L. Uztura mācība. – Rīga: Rasa ABC, 1999. – 454 lpp.
20. Королева Н. С., Семенихина В. Санитария микробиологии молока и молочных продуктов. – Москва: Пищевая промышленность, 1980. – 256 с.
21. Тульгинский Т. Х., Варавикова Е. А. Новое общественное здравоохранение: Введение в современную науку. – Jerusalem, Israel: Hemed Press, 1999. – С. 512–567.

PIELIKUMS

Latvijas Republikas likumi, Ministru kabineta noteikumi

Šajā pielikumā apkopoti spēkā esošie likumdošanas akti līdz 01.01.2007.

Saīsinājumi:
LR – Latvijas Republika
MK – Ministru kabinets
LM – Labklājības ministrija

LR LIKUMI

Par mērījumu vienotību.	Pieņemts 27.02.1997.
Pārtikas aprites uzraudzības likums.	Pieņemts 19.02.1998.
Aizsargjoslu likums.	Pieņemts 05.02.1997.
Veterinārmedicīnas likums.	Pieņemts 26.04.2001.
Dzīvnieku barības aprites likums.	Pieņemts 26.09.2002.
Medību likums.	Pieņemts 07.08.2003.
Alkoholisko dzērienu aprites likums.	Pieņemts 22.04.2004.

MK NOTEIKUMI

Nr. 131 "Noteikumi par aromatizētāju lietošanu pārtikā"	Pieņemti 14.04.1998.
Nr. 203 "Dezinfekcijas, dezinsekcijas un deratizācijas pasākumu veikšanas kārtība"	Pieņemti 01.06.1999.
Nr. 38 "Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 222-99 "Ūdensapgādes ārējie tīkli un būves""	Pieņemti 01.02.2000.
Nr. 359 "Noteikumi par profesionālo darbību ierobežojošām infekcijas slimībām"	Pieņemti 18.10.2000.
Nr. 17 "Izplatīšanai nederīgas pārtikas turpmākās izmantošanas vai iznīcināšanas kārtība"	Pieņemti 09.01.2001.
Nr. 302 "Ātri sasaldēto produktu aprites noteikumi"	Pieņemti 03.07.2001.
Nr. 494 "Noteikumi par darbiem, kas saistīti ar iespējamo risku citu cilvēku veselībai un kuros nodarbinātās personas tiek pakļautas obligātajām veselības pārbaudēm"	Pieņemti 27.11.2001.
Nr. 149 "Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu"	Pieņemti 09.04.2002.
Nr. 596 "Higiēnas prasības izglītības iestādēm, kas īsteno pirmsskolas izglītības programmas"	Pieņemti 27.12.2002.
Nr. 610 "Higiēnas prasības vispārējās pamatizglītības, vispārējās vidējās izglītības un profesionālās izglītības iestādēm"	Pieņemti 27.12.2002.
Nr. 128 "Obligātās nekaitīguma un marķējuma prasības augļu sulām un tām līdzīgiem produktiem"	Pieņemti 18.03.2003.
Nr. 235 "Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība"	Pieņemti 29.04.2003.
Nr. 310 "Kaušanai paredzēto lauksaimniecības dzīvnieku aizsardzības prasības"	Pieņemti 17.06.2003.
Nr. 377 "Kvalitātes, klasifikācijas un marķējuma prasības dažādu veidu cukuriem"	Pieņemti 08.07.2003.
Nr. 378 "Kvalitātes, klasifikācijas un marķējuma prasības augļu džemam, želejai, marmelādei un saldinātam kastaņu biezenim"	Pieņemti 08.07.2003.
Nr. 521 "Klasifikācijas, kvalitātes un marķējuma prasības piena produktiem, saliktiem piena produktiem un piena produktu izstrādājumiem"	Pieņemti 16.09.2003.

Nr. 522 "Kvalitātes klasifikācijas un marķējuma prasības medum"	Pieņemti 16.09.2003.
Nr. 661 "Klasifikācijas, kvalitātes un marķējuma prasības kakao un šokolādes produktiem"	Pieņemti 25.11.2003.
Nr. 712 "Dzīvnieku, ganāmpulku un novietņu reģistēšanas un dzīvnieku apzīmēšanas kārtība"	Pieņemti 16.12.2003.
Nr. 713 "Dzīvnieku pārvadāšanas noteikumi"	Pieņemti 16.12.2003.
Nr. 43 "Aizsargjoslu ap ūdens ņemšanas vietām noteikšanas metodika"	Pieņemti 20.01.2004.
Nr. 152 "Cūku labturības prasības"	Pieņemti 23.03.2004.
Nr. 166 "Dzīvnieku barības marķēšanas kārtība"	Pieņemti 25.03.2004.
Nr. 334 "Noteikumi par pārtikas piesārņojumu un prasībām kodīgas ķīmiskās vielas saturošas pārtikas iepakojumam un marķējumam"	Pieņemti 20.04.2004.
Nr. 441 "Obligātās nekaitīguma prasības uztura bagātinātājiem un prasības to marķējumam"	Pieņemti 27.04.2004.
Nr. 533 "Svaigu augļu un dārzeņu kvalitātes un klasifikācijas prasības un kārtība, kādā novērtējama svaigu augļu un dārzeņu atbilstība standartiem"	Pieņemti 08.06.2004.
Nr. 964 "Pārtikas preču marķēšanas noteikumi"	Pieņemti 23.11.2004.
Nr. 140 "Kvalitātes, klasifikācijas un marķējuma prasības kafijas un cigoriņu ekstraktam"	Pieņemti 22.02.2005.
Nr. 381 "Noteikumi par klasifikācijas, kvalitātes un marķējuma prasībām dehidratētajiem piena produktiem un kārtību, kādā novērtējama minēto produktu atbilstība šīm prasībām"	Pieņemti 31.05.2005.
Nr. 409 "Pārtikas apritē nodarbināto personu profesionālās kvalifikācijas prasības"	Pieņemti 14.06.2005.
Nr. 435 "Noteikumi par pārtikas kazeīnu un kazeinātu kvalitātes, klasifikācijas un marķējuma prasībām un atbilstības novērtēšanas kārtību"	Pieņemti 21.06.2005.
Nr. 488 "Obligātās nekaitīguma, kvalitātes, higiēnas un marķējuma prasības pārtikā lietojamajam sālim un prasības sāls izplatīšanai un izmantošanai pārtikas ražošanā"	Pieņemti 05.07.2005.
Nr. 634 "Dabīgā minerālūdens un avota ūdens obligātās nekaitīguma un marķējuma prasības"	Pieņemti 23.08.2005.
Nr. 725 "Noteikumi par obligātajām nekaitīguma un marķējuma prasībām uztura bagātinātājiem un uztura bagātinātāju reģistrācijas kārtību"	Pieņemti 20.09.2005.
Nr. 947 "Labturības prasības dzīvu zivju turēšanai un nogalināšanai pārtikas uzņēmumu mazumtirdzniecības vietās"	Pieņemti 13.12.2005.
Nr. 470 "Higiēnas prasības augu izcelsmes produktu primārai ražošanai un tiešai piegādei galapatērētājam nelielā apjomā"	Pieņemti 13.06.2006.
Nr. 893 "Obligātās nekaitīguma un marķējuma prasības ābolu un bumbieru sidram"	Pieņemti 31.10.2006.
Nr. 931 "Noteikumi par kvalitātes prasībām svaigpienam, kas paredzēts siera ražošanai ar nogatavināšanu un kvalitātes atbilstības novērtēšanu"	Pieņemti 18.11.2006.
Nr. 981 "Noteikumi par mērīšanas līdzekļu atkārtotu verificēšanu, verificēšanas sertifikātiem un verificēšanas atzīmēm"	Pieņemti 05.12.2006.
Nr. 40 "Noteikumi par valsts metroloģiskajai kontrolei pakļauto mērīšanas līdzekļu sarakstu"	Pieņemti 09.01.2007.
Nr. 156 "Gaļas, maltas gaļas, mehāniski atdalītas gaļas, gaļas izstrādājumu un gaļas produktu marķēšanas noteikumi"	Pieņemti 27.02.2007.
Nr. 158 "Noteikumi par obligātajām nekaitīguma prasībām pārtikas piedevām un pārtikai, kurā izmantotas pārtikas piedevas, kā arī prasības pārtikas piedevu marķējumam"	Pieņemti 27.02.2007.
Nr. 379 "Bioloģiskās lauksaimniecības uzraudzības un kontroles kārtība"	Pieņemti 12.06.2007.

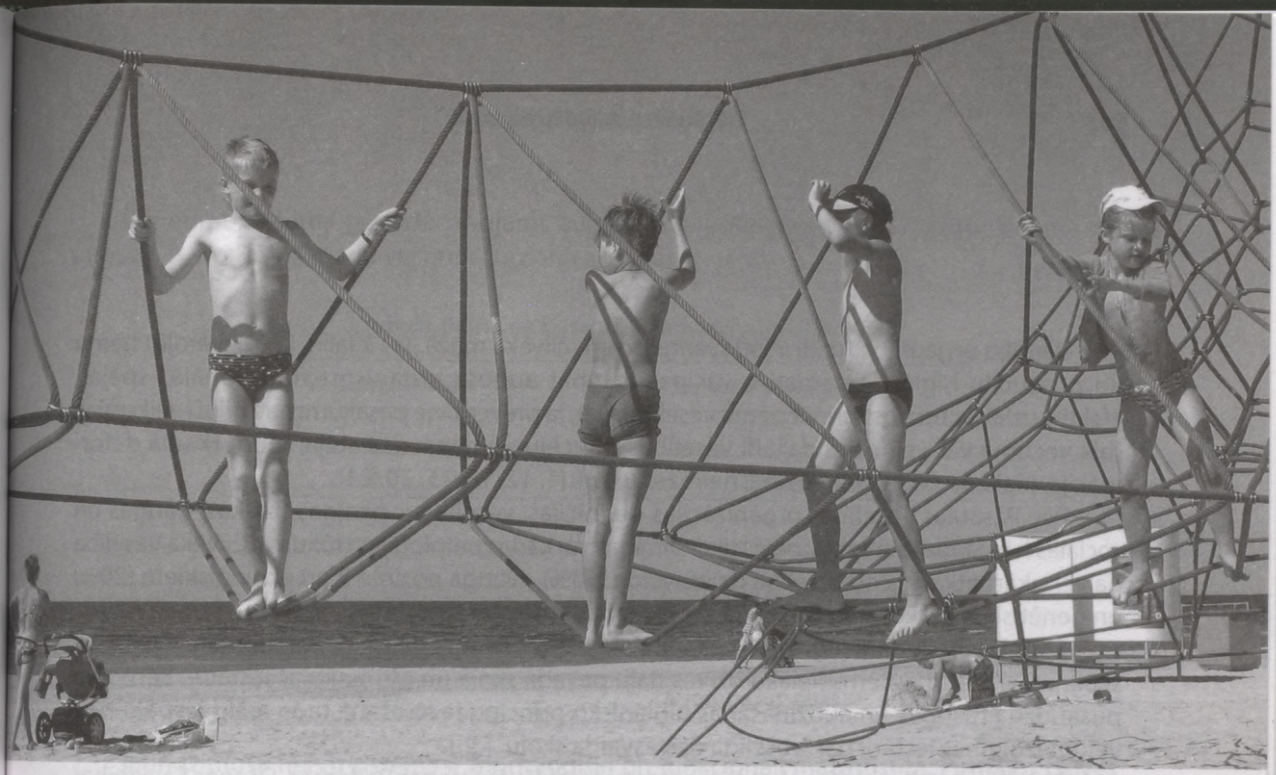
Nr. 486 "Noteikumi par valsts nodevu atļaujas saņemšanai un atļaujas izsniegšanas kārtību transportlīdzekļu grupām, kurām nepieciešama atļauja pārtikas pārvadāšanai"	Pieņemti 10.06.2007.
LM rīkojums Nr. 230 "Veselīga uztura ieteikumi"	Pieņemts 30.10.2002.

Eiropas Parlamenta, Eiropas Padomes un Eiropas Komisijas regulas un nolikumi

Saīsinājumi:
EP un P – Eiropas Parlaments un Padome
EK – Eiropas Komisija
EEZ – Eiropas ekonomiskā zona

Padomes regula nr. 3954/87 "Par pārtikas produktu un lopbarības maksimāli pieļaujamo radioaktīvā piesārņojuma līmeni pēc kodol-katastrofas vai citas radioloģiskas avārijas situācijas"	Pieņemta 22.12.1987.
Padomes regula nr. 1576/89, ar ko paredz vispārīgus noteikumus par stipro alkoholisko dzērienu definīciju, aprakstu un noformējumu	Pieņemta 29.05.1989.
Padomes regula nr. 2377/90, kas nosaka Kopienas procedūru veterināro zāļu maksimāli pieļaujamo atlieku daudzumu noteikšanai dzīvnieku izcelsmes produktos"	Pieņemta 26.06.1990.
Padomes regula nr. 1907/90 "Par noteiktiem standartiem olu tirdzniecībā"	Pieņemta 26.06.1990.
Padomes regula nr. 1601/91, kas nosaka vispārējus noteikumus aromatizētu vīnu, aromatizētus vīnus saturošu dzērienu un aromatizētus vīnus saturošu kokteiļu definēšanai, aprakstam un noformēšanai	Pieņemta 10.06.1991.
Padomes regula nr. 2092/91 "Par lauksaimniecības produktu bioloģisku ražošanu un attiecīgām norādēm uz lauksaimniecības produktiem un pārtiku"	Pieņemta 24.06.1991.
Padomes regula nr. 1536/92, kas nosaka kopējus tirdzniecības standartus tunču un pelamīdu konserviem	Pieņemta 09.06.1992.
Padomes regula nr. 2991/94, ar ko nosaka standartus ziežamajiem taukiem	Pieņemta 05.12.1994.
Padomes regula nr. 2200/96 "Par augļu un dārzeņu tirgus kopējo organizāciju"	Pieņemta 28.10.1996.
Padomes regula nr. 2597/97, ar ko paredz papildu noteikumus piena un piena produktu tirgus kopīgai organizācijai attiecībā uz dzeramo pienu	Pieņemta 18.12.1997.
Padomes regula nr. 104/2000 "Par zivsaimniecības un akvakultūras produktu tirgu kopīgo organizāciju"	Pieņemta 17.12.1999.
EP un P regula nr. 1760/2000, ar ko izveido liellopu identifikācijas un reģistrācijas sistēmu un paredz liellopu gaļas, liellopu gaļas produktu marķēšanu, kā arī atceļ Eiropas Parlamanta un Padomes regulu (EK) nr. 820/97	Pieņemta 17.07.2000.
Padomes regula nr. 1825/2000, ar ko nosaka sīki izstrādātus noteikumus Eiropas Parlamenta un Padomes regulas (EK) nr. 1760/2000 piemērošanai attiecībā uz lielopu gaļas un liellopu gaļas produktu marķēšanu	Pieņemta 25.08.2000.
Padomes regula nr. 999/2001, ar ko paredz noteikumus dažu transmisīvo sūkļveida encefalopātiju profilaksei, kontrolei un apkarošanai	Pieņemta 22.05.2001.
Komisijas regula nr. 1148/2001 "Par atbilstības pārbaudēm attiecībā uz tirdzniecības standartiem, ko piemēro svaigiem augļiem un dārzeņiem"	Pieņemta 12.06.2001.

Komisijas regula nr. 2065/2001, ar ko nosaka sīki izstrādātus noteikumus regulas nr. 104/2000 ieviešanai attiecībā uz patērētāju informēšanu par zivsaimniecības produktiem	Pieņemta 14.10.2001.
EP un P regula nr. 466/2001, ar ko nosaka atsevišķu piesārņotāju maksimālos pieļaujamos līmeņus pārtikas produktos	Pieņemta 08.03.2001.
Padomes regula nr. 178/2002, ar ko paredz vispārīgus pārtikas aprites tiesību aktu principus un prasības, izveido Eiropas Pārtikas nekaitīguma iestādi un paredz procedūras saistībā ar pārtikas nekaitīgumu	Pieņemta 28.01.2002.
Padomes regula nr. 1774/2002, ar ko nosaka veterinārus noteikumus attiecībā uz dzīvnieku izcelsmes blakusproduktiem, kas nav paredzēti lietošanai pārtikā	Pieņemta 02.10.2002.
Komisijas regula nr. 48/2003, ar ko nosaka normas, kas piemērojamas dažāda veida svaigu augļu un dārzeņu maisījumiem vienā tirdzniecības iepakojumā	Pieņemta 10.01.2003.
EP un P regula nr. 1829/2003 "Par ģenētiski modificētu pārtiku un barību"	Pieņemta 22.09.2003.
EP un P regula nr. 1830/2003, kas attiecas uz ģenētiski modificētu organismu izsekojamību un marķēšanu, kā arī no ģenētiski modificētiem organismiem ražotu pārtikas un lopbarības produktu izsekojamību un ar kuru groza EK Direktīvu 2001/18	Pieņemta 22.09.2003.
Komisijas regula nr. 2295/2003, ar ko ievieš sīki izstrādātus noteikumus, lai īstenotu Padomes regulu (EEK) nr. 1907/90 par konkrētiem olu tirdzniecības standartiem	Pieņemta 23.12.2003.
EP un P regula nr. 852/2004. "Regula par pārtikas produktu higiēnu"	Pieņemta 29.04.2004.
EP un P regula nr.853/2004, ar ko nosaka īpašus higiēnas noteikumus attiecībā uz dzīvnieku izcelsmes pārtiku	Pieņemta 29.04.2004.
EP un P regula nr. 854/2004, ar ko paredz īpašus noteikumus par lietošanai pārtikā paredzētu dzīvnieku izcelsmes produktu oficiālās kontroles organizēšanu	Pieņemta 29.04.2004.
EP un P regula nr. 1935/2004 "Par materiāliem un izstrādājumiem, kas paredzēti saskarei ar pārtikas produktiem, un par direktīvu 80/590/EEK un 89/109/EEK atcelšanu"	Pieņemta 27.10.2004.
Komisijas regula nr. 37/2005 "Par temperatūras kontroli lietošanai pārtikā paredzētu ātri sasaldētu pārtikas produktu transporta līdzekļos, tirdzniecības bāzēs un noliktavās"	Pieņemta 12.01.2005.
Komisijas regula (EK) nr. 2073/2005 "Par pārtikas produktu mikrobioloģiskajiem kritērijiem"	Pieņemta 15.11.2005.
Komisijas regula (EK) nr. 2074/2005, ar ko nosaka ieviešanas pasākumus noteiktiem produktiem saskaņā ar regulu (EK) nr. 882/2004, izņēmumus regulai (EK) nr. 852/2004 un groza regulu (EK) 853/2004 un (EK) 854/2004	Pieņemta 05.12.2005.
Komisijas regula (EK) nr. 2075/2005, ar ko nosaka īpašus noteikumus oficiālām *Trichinella* pārbaudēm gaļā (Dokuments attiecas uz EEZ)	Pieņemta 05.12.2005.
Komisijas regula (EK) nr. 2076/2005, ar ko nosaka pārejas noteikumus Eiropas Parlamenta un Padomes regulu nr. 853/2004, nr. 854/2004 un nr. 882/2004 īstenošanai un groza regulu nr. 853/2004 un regulu nr. 854/2004	Pieņemta 05.12.2005.
Padomes regula (EEK) nr. 1906/90 "Par dažiem standartiem tirdzniecībā ar mājputnu gaļu"	Pieņemta 26.06.1990.
Komisijas regula nr. 1881/2006, ar ko nosaka konkrētu piesārņotāju maksimāli pieļaujamo koncentrāciju pārtikas produktos (dokuments attiecas uz EEZ)	Pieņemta 19.12.2005.



12. nodaļa

BĒRNU UN PUSAUDŽU HIGIĒNA

Marija Avota

Bērnība un jaunības gadi ir ļoti svarīgs posms cilvēka mūžā. Tas ir laiks, kad, ievērojot bērnu un pusaudžu higiēnas pamatus, var paaugstināt augoša organisma funkcionālās spējas, efektīvi uzlabot un nostiprināt bērna veselību. Bet, ja preventīvie pasākumi nav bijuši veiksmīgi, šajā vecumā var veidoties dažādi veselības traucējumi: nepareiza stāja, mugurkaula deformācija, plakanā pēda, tuvredzība, neirozes u.tml. [1, 12, 13, 15, 20, 24].

Pēc Pasaules Veselības organizācijas definīcijas, veselība ir pilnīgas fiziskās, garīgās un sociālās labklājības stāvoklis, nevis tikai slimības vai kādas patoloģijas trūkums. Cilvēka veselība galvenokārt atkarīga no veselīga dzīvesveida (50%), svarīga nozīme ir arī ekoloģiskiem (20%) un ģenētiskiem faktoriem (20%), kā arī veselības aprūpei (10%) [19].

Sociālā veselība atkarīga no cilvēka spējas adaptēties apkārtējā vidē, kas bērnam ir ģimene, skola un vienaudži. Bērns lielāko dzīves daļu pavada skolā un pirmsskolas iestādē. Bērnu un pusaudžu attīstības un audzināšanas higiēnisko principu ievērošana rada reālu iespēju pārveidot izglītības iestādi par "veselīga dzīvesveida skolu" [26].

Vairākas Latvijas skolas eksperimenta veidā iekļāvās Eiropas Padomes, Eiropas Savienības Komitejas un Pasaules Veselības organizācijas (PVO) Eiropas veselību veicinošo skolu projektā. Šādā skolā skolēni paši piedalās veselīgas vides veidošanā skolā, vienlaikus apgūstot jaunas zināšanas un prasmes. Aktīva līdzdalība veselības veicināšanas darbā sekmē pozitīvu attieksmi pret veselību, kā arī palīdz apgūt veselību veicinošu uzvedību un dzīvesveidu. Stiprinās arī audzēkņu piederības izjūta skolai, ceļas viņu pašapziņa un pašcieņa.

Bērnu un pusaudžu higiēnas pamatu zināšana ir svarīgs priekšnoteikums medicīnas un pedagoģijas speciālistu sagatavošanā, atestācijā un sertifikācijā.

Bērnu un pusaudžu higiēnas galvenie uzdevumi ir:

- vispusīgi pētīt ārējās vides faktoru iedarbību uz bērnu un pusaudžu organismu;
- izstrādāt higiēniskos normatīvus, kas nodrošina bērnu un pusaudžu optimālu attīstību apmācības, audzināšanas un atpūtas apstākļos;
- saskaņā ar Latvijas likumdošanu kontrolēt šo normatīvu izpildi.

12.1. ORGANISMA AUGŠANAS UN ATTĪSTĪBAS LIKUMSAKARĪBAS

Organisma augšana un attīstība ir divi dažādi, bet cieši saistīti procesi, kas raksturīgi bērniem un pusaudžiem. Briedumgadi raksturīgi ar iemaņu un zināšanu apguvi, kas iespējama, pateicoties kustību aparāta un galvas smadzeņu garozas darbības pilnveidošanai. Fiziologi, biologi, vides veselības speciālisti un higiēnisti bērnu attīstību saprot kā nepārtrauktu maiņu, jaunu šūnu un funkciju veidošanās procesu [14, 20, 25, 29, 30].

Bērna organismam ir raksturīgs asimilācijas (anabolisma) pārsvars pār disimilāciju (katabolismu). Augoša organisma pamatmaiņa ir relatīvi augstāka nekā pieauguša organisma pamatmaiņa. Organismam augot, pamatmaiņas intensitāte samazinās. Vielmaiņas intensitāti ietekmē endogēni un eksogēni faktori, to regulē galvas smadzeņu pusložu garoza. Bērna augšana un attīstība ir pakļauta noteiktām likumsakarībām. Jo jaunāks ir bērns, jo intensīvāk noris augšana un attīstība. Gada vecumā bērna garums ir apmēram par 47% lielāks nekā piedzimstot, otrajā mūža gadā – tikai par 13%, bet trešajā gadā – par 9%. No 4 līdz 7 gadu vecumam bērna augums katru gadu palielinās par 5–7%, bet no 8 līdz 10 gadu vecumam tikai par 3%.

Dzimumbrieduma periodā vērojams augšanas paātrinājums, 16–17 gadu vecumā tas samazinās, bet 18–20 gadu vecumā augšana apstājas (1. tab.).

1. tabula. Bērnu un pusaudžu auguma pārmaiņas

Vecums (gados)	Garuma pieaugums (%)
1	47
2	l3
3	9
4–7	5–7
8–10	3
Dzimumbriedums	Paātrinās
18–20	Augšana apstājas

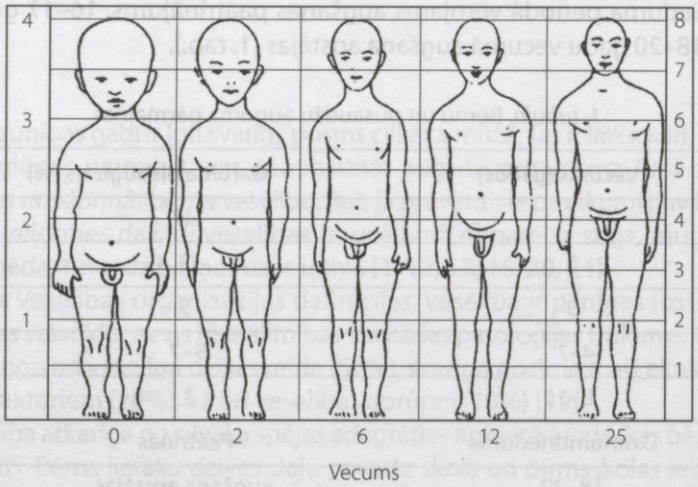
Jaundzimušā nervu sistēma ir morfoloģiski un funkcionāli mazattīstīta. Pirmajos dzīves gados strauji pieaug galvas un muguras smadzeņu masa. Jaundzimušā galvas smadzeņu masa ir 355–390 g, bet gada vecumā tā ir palielinājusies 2,5 reizes. Pēc trīs gadu vecuma galvas smadzeņu masa pieaug lēnāk. Pirmajos dzīves gados mainās arī galvas smadzeņu histoloģiskā struktūra, kas vēl pirmsskolas vecumā nedaudz atšķiras no pieauguša cilvēka smadzeņu struktūras. Pieauguša cilvēka galvas smadzeņu masa ir apmēram 1400 g. Augšanas un attīstības procesi noris nevienmērīgi, katram vecumam ir raksturīgas noteiktas anatomiski fizioloģiskas īpatnības.

Augšanas un attīstības nevienmērīgā gaita ir izskaidrojama ar to, ka masas palielināšanās ne vienmēr notiek līdztekus kvalitatīvām pārmaiņām. Tā, piemēram, bērna sirds pastiprināti aug pirmajā dzīves gadā. No 2 līdz 6 gadu vecumam sirds aug lēni un šūnu diferenciācija ir nenozīmīga, bet 11–13 gadu vecumā vienlaikus ar sirds muskuļa augšanu notiek arī sirds muskuļšūnu diferencēšanās.

Galvas un muguras smadzeņu masa beidz palielināties 8–10 gadu vecumā, bet nervu sistēmas funkcionālo spēju pilnveidošanās turpinās vēl daudzus gadus pēc tam. Arī ķermeņa daļu augšana noris nevienmērīgi. Dažādos attīstības periodos ķermeņa proporcijas ir dažādas. Jaundzimušā galvas garums ir 1/4 no ķermeņa garuma, turpretim pieaugušam cilvēkam – 1/8 (1. att.).

Augšanas un attīstības procesus ietekmē dzimums. Jaundzimušo zēnu fiziskās attīstības rādītāji – auguma garums, krūškurvja apkārtmērs, masa – nedaudz pārsniedz meiteņu vidējos fiziskās attīstības rādītājus; tie ir lielāki līdz pubertātes vecumam. Dzimumnobriešana meitenēm iestājas 11–13 gadu vecumā, t.i., agrāk nekā zēniem. Meitenes šajā vecumā strauji aug, palielinās to ķermeņa masa, krūškurvja apkārtmērs. Zēnu pubertāte iestājas nedaudz vēlāk – 13–14 gadu vecumā.

Salīdzinot zēnu un meiteņu fizisko attīstību, redzam, ka meiteņu fiziskās attīstības līkne līdz dzimumgatavības periodam ir nedaudz zemāka par zēnu fiziskās attīstības līkni. Meitenes strauji aug 11–13 gadu vecumā, un viņu fiziskās attīstības rādītāji šajā vecumā pārsniedz zēnu fizisko attīstību. Otro reizi fiziskās attīstības līknes krustojas zēnu pubertātes vecumā, kad zēnu fiziskās attīstības rādītāji atkal kļūst lielāki. Šāda fiziskās attīstības līkņu divreizēja krustošanās ir raksturīga veseliem bērniem un pusaudžiem.



1. attēls. Ķermeņa proporciju izmaiņas atkarībā no vecuma [27]

Bērnu attīstība ir nepārtraukts process, to augšana un attīstība periodiski noris gan lēni, gan ļoti strauji un intensīvi, pat lēcienveidā.

Bērnu un pusaudžu attīstībā var izšķirt šādus periodus:

- jaundzimušā periods 1–10 dienas
- zīdaiņa periods no 11. dienas līdz 1 gadam
- agrīnā bērnība 1–3 gadi
- pirmā bērnība 4–7 gadi
- otrā bērnība meitenēm 8–11 gadi
- otrā bērnība zēniem 8–12 gadi
- pusaudža vecums meitenēm 12–15 gadi
- pusaudža vecums zēniem 13–16 gadi
- jaunieša vecums meitenēm 16–20 gadi
- jaunieša vecums zēniem 17–21gads

Periodizācijas kritērijos ietverts bioloģiskā vecuma pazīmju rādītāju komplekss: ķermeņa un orgānu lielums, masa, skeleta pārkaulošanās, zobu šķilšanās, iekšējās sekrēcijas dziedzeru attīstība, dzimumnobriešanas pakāpe, muskuļu spēks, meiteņu un zēnu īpatnības.

Katram vecumperiodam piemīt specifiskas īpatnības, lai gan starp atsevišķiem periodiem ir pārejas laiks.

Pedagogi bieži izmanto bērnu vecuma periodizāciju, kas balstās uz pedagoģiskiem un socioloģiskiem kritērijiem, izdalot šādus periodus:

- zīdaiņa vecums līdz 1 gadam
- mazbērna vecums 1–3 gadi
- pirmsskolas vecums 3–6 gadi
- jaunākais skolas vecums 6–10–12 gadi
- vidējais skolas vecums 11–14 gadi
- vecākais skolas vecums 15–18 gadi

Jebkura vecuma periodizācija ir nosacīta, bērnu un pusaudžu kalendārais vecums ne vienmēr atbilst bioloģiskajam vecumam.

12.2. ORGANISMA ANATOMISKI FIZIOLOĢISKĀS ĪPATNĪBAS DAŽĀDĀ VECUMĀ

Mazbērna periods

Bērni vecumā no viena līdz trim gadiem aug un attīstās ļoti intensīvi. Pirmajā dzīves gadā bērna garums palielinās par 23–25 cm, bet otrajā un trešajā gadā – par 8–10 cm. Ķermeņa masa pirmajā gadā palielinās par 6 kg, otrajā un trešajā gadā – par 4–6 kg. Šajā periodā mainās ķermeņa proporcijas. Strauji aug skelets, intensīvi noris pārkaulošanās process. Veidojas mugurkaula izliekumi. Kakla izliekums veidojas jau zīdaiņa vecumā, kad bērns sāk turēt galvu. Jostas un krustu izliekumi veidojas laikā, kad bērns sāk stāvēt un staigāt. Mazbērna vecumā kaulaudi satur daudz organisko vielu, tie viegli deformējas. Muskulatūra turpina attīstīties. Atsevišķu muskuļu grupu augšana un attīstība noris nevienmērīgi; šie procesi kļūst intensīvāki laikā, kad attiecīgās muskuļu grupas sāk funkcionēt. Muskuļu inervācija turpina pilnveidoties, jo bērns vēl nespēj izdarīt sīkas, precīzas kustības.

Asinsrites sistēmā novēro sirds muskuļa masas palielināšanos un lēni noritošu histoloģisko elementu diferencēšanos. Sirds asinsapgāde ir laba, asinsrites ātrums liels. Artērijas un kapilāri ir plaši. Pulsa frekvence viena gada vecumā ir 120–125, vēlāk tā pakāpeniski samazinās. Mazbērna vecumā cirkulējošo asiņu daudzums uz 1 kg ķermeņa masas ir vislielākais. Audi un orgāni tiek bagātīgi apgādāti ar barības vielām un skābekli.

Augšējie elpceļi, traheja un bronhi ir šauri, to gļotāda ir bagātīgi apgādāta ar asinsvadiem. Plaušās ir labi attīstīti kapilāri, gāzu apmaiņa ir ļoti laba. Elpošanas frekvence ir liela: gadu vecs bērns elpo 30–35 reizes minūtē, 2–3 gadus vecs – 25–30 reizes minūtē.

Mazbērna vecumā notiek arī morfoloģiskas un funkcionālas pārmaiņas gremošanas orgānos. Gremošanas orgānu gļotādā ir daudz asinsvadu, bet gremošanas dziedzeru sekretoriskā funkcija vēl ir vāja. Apmēram pusgada vecumā bērnam sāk šķilties piena zobi: gadu vecam bērnam to ir 8, bet 2–2,5 gadu vecumā ir visi 20 piena zobi. Mazbērna vecumā notiek lielas morfoloģiskas un funkcionālas pārmaiņas nervu sistēmā. Sāk veidoties nosacījuma refleksi, kuri gan vēl ir nenoturīgi. Galvas smadzeņu garozā iradiācijas procesi prevalē pār koncentrācijas procesiem un, jo mazāks bērns, jo intensīvāk tas ir izteikts. Gadu vecs bērns izrunā jau 10 vārdus, otrajā dzīves gadā apgūst līdz 500 vārdu, bet 3 gadu vecumā izrunā jau 800–1000 vārdus. Dažreiz arī vesels bērns nespēj izrunāt atsevišķas skaņas, jo vēl pilnībā nepārvalda runas motoriku. Turpinās arī redzes un dzirdes orgānu attīstība.

Bērna audu un orgānu augšanu un attīstību stimulē iekšējās sekrēcijas dziedzeru hormoni.

Pirmsskolas vecums

Vecumā no trim līdz sešiem gadiem bērns aug vienmērīgi. Bērna garums katru gadu palielinās par 5–8 cm, ķermeņa masa – apmēram par 2 kg, bet krūškurvja apkārtmērs – par 1–2 cm. Mainās ķermeņa proporcijas: 7 gadu vecumā galvas augstums veido 1/6 ķermeņa garuma. Turpina attīstīties balsta un kustību aparāts, turpinās arī skrimšļu pārkaulošanās garo kaulu epifizēs un skriemeļos. Mugurkauls šajā vecumā viegli deformējas. Muskulatūras attīstība turpinās, īpaši intensīvi attīstās muskuļu grupas, kuras saistītas ar ķermeņa stāju un pārvietošanos telpā. Vēderpreses muskulatūra bērnam vēl joprojām vāji attīstīta; vāji attīstīti arī plaukstas un pirkstu muskuļi. Pirmsskolas vecumā bērns parasti nespēj izdarīt sīkas, precīzas kustības, piemēram, glīti rakstīt, zīmēt. Aktīvi pilnveidojas muskulatūras inervācija. Šī perioda beigās bērns jau spēj izdarīt koordinētas kustības.

Sirds muskulatūras augšana un diferencēšanās noris lēni. Pilnīgi izveidojas sirds muskulatūras nervu aparāts. Pirmsskolas vecumā sirds muskulatūra ir visai uzņēmīga pret infekciju, it īpaši pret reimatisma ierosinātājiem. Asinsvadi sašaurinās, arteriālais spiediens paaugstinās. 7 gadus vecam bērnam sistoliskais spiediens ir apmēram 90 mm Hg, pulsa frekvence – 85–90 reižu minūtē.

Plaušu audu veidošanās beidzas 7 gadu vecumā, tajos palielinās elastīgo elementu daudzums. Elpošana kļūst lēnāka, ieelpa dziļāka. Elpošanas biežums 6–7 gadu vecumā ir 22–24 reizes minūtē. Plaušu vitālā kapacitāte 4 gadu vecumā ir 1100 cm^3, bet 7 gadu vecumā – 1300–1400 cm^3. Elpošanas ritms mainīgs. Tas strauji mainās fiziskas slodzes un emociju laikā. Kuņģa un zarnu trakta sekretoriskā un motoriskā funkcija šī perioda beigās tuvojas pieauguša cilvēka funkcijai, 5–6 gadu vecumā piena zobus sāk aizvietot pastāvīgie zobi.

Pirmsskolas vecumā turpinās nervu sistēmas veidošanās, raksturīga nervu sistēmas labilitāte, galvas smadzeņu garozas šūnās ātri veidojas kavēšanas procesi. Nosacījuma refleksi veidojas samērā ātri, bet tie nav noturīgi. Ierosas procesi galvas smadzeņu garozā prevalē pār kavēšanas procesiem, bet iradiācija – pār koncentrāciju. Vesels bērns 5–6 gadu vecumā brīvi pārvalda runas motoriku un pareizi izrunā visas skaņas.

Pārmainās iekšējās sekrēcijas dziedzeru darbība. Sevišķi aktivizējas vairogdziedzera un hipofīzes priekšējās daivas funkcijas, kuras regulē bērna augšanu un attīstību.

Jaunākais skolas vecums

Tas ir vecums no septiņiem līdz desmit gadiem. Bērns intensīvi un vienmērīgi aug. Viņa garums katru gadu palielinās par 4–5 cm, masa – par 2–3 kg, krūškurvja apkārtmērs – par 1,5–2 cm. Turpinās skrimšļu pārkaulošanās. Mugurkauls var viegli deformēties, piemēram, ilgstoši sēžot neatbilstoša izmēra solā. Šādā gadījumā deformējas arī krūškurvis. Muskulatūras masa palielinās. Intensīvi attīstās lielie muskuļi, to spēks palielinās. Bērni kļūst ļoti kustīgi, skrien, lec. Attīstās arī plaukstas sīkie muskuļi, līdz ar to bērns spēj veikt sīkas, precīzas kustības – glīti rakstīt, zīmēt. Muskulatūras inervācija ir labi attīstīta.

Sirds muskuļa masa nedaudz palielinās, asinsvadi sašaurinās. Sistoliskais spiediens sasniedz 100–105 mm Hg, pulss – 80–85 sitienus minūtē. Sirds muskulatūra diferencējas lēni, tās inervācija sasniedz augstu attīstības pakāpi.

Turpinās plaušu funkcionālo spēju attīstība. Elpošana kļūst retāka, dziļāka. 10 gadu vecs bērns elpo 18–20 reižu minūtē, fiziskās slodzes un emociju ietekmē elpošana strauji paātrinās. Plaušu vitālā kapacitāte pieaug līdz 2000 cm^3. Turpinās piena zobu nomaiņa ar pastāvīgajiem zobiem.

Nervu sistēmas funkcionālā attīstība turpinās. 9–10 gadu vecumā galvas smadzeņu masa sasniedz 1300 g, un smadzeņu palielināšanās visumā beidzas. Šā perioda sākumā galvas smadzeņu garozā prevalē ierosas procesi, kavēšanas procesi joprojām ir nepietiekami izteikti. Sakarā ar to ātri veidojas aizsargkavēšana – iestājas nogurums. Nervu procesu iradiācija joprojām ir pārsvarā pār koncentrāciju. Bērns nespēj ilgstoši koncentrēties. 8–9 gadu vecumā nosacījuma refleksi sāk veidoties ātrāk un kļūst noturīgāki. Pakāpeniski pastiprinās negatīvās indukcijas procesi, kas nodrošina uzmanības saistīšanu un koncentrēšanos.

Šajā periodā pilnveidojas arī redzes orgāna funkcijas, attīstās arī dzirde. Dominējošie iekšējās sekrēcijas dziedzeri ir vairogdziedzeris un hipofīze. Jaunākajā skolas vecumā bērna organisms nostiprinās, kļūst mazāk uzņēmīgs pret nelabvēlīgiem ārējās vides faktoriem, bērnu saslimstība samazinās.

Vidējais skolas vecums

Bērniem vecumā no 11 līdz 14 gadiem ir raksturīga iekšējās sekrēcijas dziedzeru, it īpaši dzimumdzieru, darbības aktivizēšanās.

Šajā vecumā novēro orgānu un sistēmu funkcionālas pārmaiņas, kuras rodas sakarā ar dzimumgatavības iestāšanos.

Bērns šajā periodā intensīvi aug un attīstās. Viņa garums katru gadu palielinās par 4–7,5 cm, bet masa – par 3–5 kg. Meiteņu auguma garums šajā vecumā pārsniedz zēnu auguma garumu. Mainās ķermeņa proporcijas, intensīvi aug kājas un rokas. Skriemeļi turpina augt un pārkauloties, mugurkauls vēl viegli pakļaujas deformācijai.

Sākot ar 12 gadu vecumu, muskulatūras apjoms intensīvi palielinās, muskuļu šķiedras kļūst masīvākas. Muskuļu nervu aparāts pilnveidojas. Bērna muskulatūra kļūst spēcīgāka, tā spēj izturēt lielāku fizisko slodzi, bērns jau var izdarīt precīzas kustības. Fiziskā slodze ir jāierobežo un jākontrolē, jo sakarā ar dzimumgatavības iestāšanos un nervu sistēmas labilitāti bērns ātri nogurst.

Sirds muskuļa intensīva palielināšanās un pārmaiņas tā šķiedru struktūrā rada pārmaiņas asinsrites sistēmā. Asinsspiediens paaugstinās: sistoliskais spiediens sasniedz 115–120 mm Hg, bet diastoliskais – 75 mm Hg. Samērā bieži ir sirds ritma traucējumi, kas saistīti ar sirds un asinsvadu nervu centru paaugstinātu uzbudināmību iekšējās sekrēcijas dziedzeru darbības ietekmē.

Plaušu vitālā kapacitāte palielinās: 14 gadu vecumā tā zēniem sasniedz 3200 cm^3, bet meitenēm – 2700 cm^3. Uzlabojas plaušu ventilācija.

Nervu sistēmas funkcionālās spējas stipri palielinās. Nosacījuma refleksi veidojas ātri.

Bērns spēj labi koncentrēties un pietiekami ilgi saistīt uzmanību.

Šā perioda beigās krasi mainās endokrīnās sistēmas darbība. Dzimumdziedzeri intensīvi aug un attīstās. Aktivizējas vairogdziedzera, virsnieru un hipofīzes mugurējās daivas darbība. Endokrīnās sistēmas darbības aktivizēšanās nereti izraisa veģetatīvo funkciju traucējumus (sirdsdarbības, elpošanas ritma pārmaiņas). Bērns ātri nogurst, viņam novēro krasas emocionālā stāvokļa pārmaiņas.

Vecākais skolas vecums

Tas ir vecums no 15 līdz 18 gadiem. Perioda beigās augšanas intensitāte samazinās. Skeleta pārkaulošanās visumā beidzas 17–18 gadu vecumā, bet definitīvi tā beidzas pēc 20 gadu vecuma. Pieaug muskulatūras masa un spēks. Sirds muskulis turpina augt. Bieži novēro funkcionālus sirdsdarbības traucējumus: trokšņus, ritma pārmaiņas, asinsspiediena paaugstināšanos. Asinsrites sistēmas veidošanās beidzas 18 gadu vecumā. Nervu sistēmas regulējošā darbība pilnveidojas, tādēļ asinsrites sistēma spēj izturēt lielu slodzi. Pārmaiņas notiek arī elpošanas sistēmā. Palielinās plaušu vitālā kapacitāte, it īpaši zēniem. Elpošana kļūst dziļa, uzlabojas plaušu ventilācija. Nervu sistēma funkcionāli pilnveidojas. Perioda sākumā pusaudžiem var novērot psihisko procesu nelīdzsvarotību, negatīvisma izpausmes, afekta stāvokļus. Racionāls režīms, nodarbošanās ar sportu, pieaugušo saprātīga attieksme palīdz pusaudžiem pārdzīvot šo periodu bez funkcionāla rakstura pārmaiņām galvas smadzeņu garozā un zemgarozā. Perioda beigās izveidojas galvas smadzeņu garozas un zemgarozas harmoniska sadarbība. Nervu sistēma kļūst funkcionāli pilnvērtīga. Endokrīnā sistēma perioda beigās funkcionē tāpat kā pieaugušajiem.

12.3. AUGSTĀKĀS NERVU DARBĪBAS TIPI

Galvas smadzeņu pusložu garozas darbību, tāpat kā visas centrālās nervu sistēmas darbību, nodrošina divi pamatprocesi – ierosa un kavēšana jeb aizture. Cilvēka augstākās nervu darbības tipu nosaka ierosas un kavēšanas procesu stiprums, līdzsvarotība un kustīgums.

Pēc šīm ierosas un kavēšanas procesu īpašībām fiziologs Ivans Pavlovs cilvēka augstāko nervu darbību iedalīja četros tipos, kuri visumā atbilst jau Hipokrata aprakstītajiem temperamentiem.

Pirmais tips ir stiprais, līdzsvarotais, kustīgais tips. Šis tips pēc temperamenta atbilst sangviniķim. Šā tipa cilvēkiem galvas smadzeņu pusložu garozā ir spēcīgs ierosas process, šie cilvēki var ātri visu apgūt, iemācīties, jo garozā ātri veidojas pagaidu sakari, tātad – nosacījuma refleksi. Izveidojušies nosacījuma refleksi ir samērā stabili. Pirmā nervu darbības tipa cilvēki ir droši, spēj izturēt lielus psihiskus pārdzīvojumus, labi pārvar grūtības, un viņiem ir lielas darbaspējas. Viņiem galvas smadzeņu pusložu garozā ir ne vien spēcīgs ierosas, bet arī spēcīgs kavēšanas process, it īpaši – diferencējošā kavēšana. Tāpēc šiem cilvēkiem arī ir labi izteikta spēja atšķirt līdzīgus kairinātājus. Ārējā kavēšana viņiem ir maz izteikta, līdz ar to viņi labi spēj koncentrēties. Tam ir liela nozīme mācību procesā. Šiem cilvēkiem ir izteikta savaldība, kas ir atkarīga no kavēšanas procesa stipruma.

Pirmā nervu darbības tipa cilvēkiem ierosas un kavēšanas procesi ir līdzsvaroti. Šie cilvēki pieder pie stiprā, līdzsvarotā tipa. Viņiem ierosas un kavēšanas procesi ir kustīgi, tie ātri nomaina viens otru. Tāpēc šie cilvēki var ātri pārslēgties no viena darba uz citu, ātri pieņemt lēmumus un tos ātri izpildīt, viņi ātri pierod pie jauniem apstākļiem. Šā tipa pilnīgs raksturojums ir stiprais, līdzsvarotais, kustīgais tips.

Šā tipa cilvēki ir sabiedriski aktīvi, apdāvināti, atklāti, dzīvespriecīgi, kustīgi cilvēki, kas var ilgstoši strādāt garīgu darbu, spēj adekvāti rīkoties dažādās stresa situācijās, labi apzinās savas spējas. Tie ir stipras gribas cilvēki.

Otrais tips ir stiprais, līdzsvarotais, nekustīgais vai mazkustīgais tips, ko vēl sauc par mierīgo tipu un kurš pēc temperamenta atbilst flegmatiķim. Šā tipa cilvēkam galvas smadzeņu pusložu garozā ir stipri ierosas un kavēšanas procesi, bet tie ir mazkustīgi un lēni nomaina viens otru. Tāpēc šā tipa cilvēki nevar ātri pārslēgties no viena darba uz citu, nevar ātri pieņemt jaunus lēmumus un tos ātri izpildīt. Viņu uzvedībai raksturīgs lēnīgums, nesteidzība, vilcināšanās pieņemt lēmumus un izpildīt tos. Viņiem piemīt lēna uztvere, gausa domāšana, maz iniciatīvas, vāji izteiktas emocijas, žesti, mīmika. Izteikta pašsavaldība. Bieži vien šāda tipa cilvēkiem nav pa spēkam veikt darbu, kurā ātri jāpārorientējas no vienas darbības uz citu. Tos var "izsist no sliedēm" priekšlikumi, kas prasa ātru rīcību. Šā tipa bērni runā samērā lēni, bez emocijām. Tāpēc vecākiem un skolotājiem labi jāzina bērnu augstākās nervu darbības tipi un ar šīm īpatnībām jārēķinās. Ja bērna augstākās nervu darbības tips atbilst flegmatiskajam temperamentam, tad tādam bērnam, ja viņš skolā izsaukts atbildēt, jādod ilgāks laiks uzdotā jautājuma apdomāšanai un atbildēšanai. Skolotājs nedrīkst steigties ar vērtējumu.

Trešais tips ir stiprais, nelīdzsvarotais tips, kas pēc temperamenta atbilst holeriķim. Šā tipa cilvēkam ir stipri izteikts ierosas process garozā, bet vāji izteikta kavēšana, tātad šie procesi nav līdzsvaroti, turklāt ierosas process ir pārsvarā pār kavēšanu. Ar kavēšanu galvas smadzeņu garozā ir saistīta cilvēka spēja savaldīties. Šā tipa cilvēkiem ir raksturīga nesavaldība, spēcīgas emocijas, kas izpaužas izteiksmīgā mīmikā un žestos. Viņi viegli zaudē kontroli pār sevi stresa situācijās. Vājās kavēšanas dēļ šie cilvēki samērā slikti atšķir kairinājumus. Viņiem ir maz izteikta

diferencējošā kavēšana, ir grūti pareizi novērtēt situāciju. Tie ir ātri savā rīcībā, nervozi, bieži vien nerēķinās ar citu cilvēku domām. Šā tipa skolēni ir samērā grūti audzināmi, viņu uzvedība skolā bieži vien ir neapmierinoša. Stiprā, nelīdzsvarotā tipa cilvēki biežāk slimo ar augstākās nervu darbības funkcionāliem traucējumiem jeb neirozēm.

Ceturtais tips ir vājais tips, kas pēc temperamenta atbilst melanholiķim. Šā tipa cilvēkiem ir vāji ierosas procesi galvas smadzeņu pusložu garozā. Tāpēc viņiem ļoti lēni veidojas pagaidu sakari galvas smadzeņu garozā un līdz ar to lēni veidojas nosacījuma refleksi. Šā tipa cilvēkiem ir grūtāk kaut ko iemācīties un apgūt. Daudz vairāk ir jāpiestrādā mācību procesā, lai mācību viela iespiestos atmiņā. Viņi ir samērā bailīgi un nedroši, viņiem ir vājš gribasspēks, nav paļāvības savām spējām, viņi viegli pakļaujas citu ietekmei. Bieži vien noslēdzas sevī. Stipru emocionālu pārdzīvojumu brīžos dažkārt krīt panikā. Šāda tipa bērni ātri nogurst. Valoda attīstās samērā vēlu, viņi runā klusi. Lieli psihiski pārdzīvojumi var izraisīt psihiskus traucējumus. Šāda tipa cilvēki baidās no atbildības, bet ir precīzi darba izpildītāji, ja viņiem kas uzdots vai uzticēts. Ir nosliece uz grūtsirdību. Sabiedrībā šie cilvēki ir pasīvi, vairāk klusē, dzīve viņiem bieži vien šķiet nepārvaramu šķēršļu un grūtību pilna, pārsvarā valda negatīvās emocijas. Vājā tipa cilvēki, kuri pēc temperamenta atbilst melanholiķim, biežāk slimo ar augstākās nervu sistēmas darbības funkcionāliem traucējumiem jeb neirozēm.

Dzīvē biežāk sastopami cilvēki, kuriem ir vairāku tipu iezīmes. Cilvēku ar spilgti izteiktām kāda tipa iezīmēm ir samērā maz. Taču jāuzsver, ka nav labu un sliktu augstākās nervu darbības tipu. Dzīvē var gadīties situācijas, kurās katram tipam ir savas priekšrocības. Cilvēkam ir jāzina savs augstākās nervu darbības tips, lai izvēlētos tam atbilstošu profesiju un apzināti sevi pilnveidotu.

Sevišķi labi augstākās nervu darbības tipoloģiskās īpatnības ir jāzina skolotājiem. Ar skolēnu tipoloģiskajām īpašībām ir jārēķinās mācību un audzināšanas darbā. Strādājot ar skolēniem, jābūt individuālai pieejai, proti, jāņem vērā viņu augstākās nervu darbības īpatnības. Kaut arī tās ir iedzimtas, tomēr audzināšanas ietekmē var nedaudz mainīties. Tas jāievēro gan skolotājiem, gan vecākiem, kas vēlas ar izpratni audzināt savus bērnus, lai viņi veidotos par cilvēkiem ar labām fiziskām un garīgām darbaspējām, varētu pārvarēt dzīves grūtības, ātri orientēties mainīgās dzīves situācijās, būt noturīgi un savaldīgi stresa apstākļos [15, 16, 20].

12.4. FIZISKĀS ATTĪSTĪBAS STANDARTI

Fiziskās attīstības standarti ir fiziskās attīstības vidējie rādītāji, kurus iegūst, apsekojot lielu bērnu un pusaudžu kontingentu. Veidojot standartus, tiek ievērots dzimums, vecums un citi faktori. Indivīda fizisko attīstību ietekmē arī dzīvesvieta, teritoriālais stāvoklis, sanitārā kultūra, saslimstība, režīms, insolācija un citi apstākļi, kas nepārtraukti mainās, tādēļ fiziskās attīstības standartus dažādās apdzīvotās vietās periodiski izstrādā no jauna.

Salīdzinot atsevišķa bērna vai bērnu grupas fiziskās attīstības rādītājus ar noteikta dzimuma, vecuma un tautības bērnu fiziskās attīstības standartiem, ir iespējams spriest par apsekoto bērnu fizisko attīstību.

Raksturojot noteiktas bērnu vai pusaudžu grupas fizisko attīstību, iegūtie rezultāti ir statistiski jāapstrādā. Katrā vecuma grupā jābūt vismaz 100 bērniem. Atsevišķi jāapstrādā fiziskās attīstības rezultāti zēniem un meitenēm, jāievēro arī tautība. Jaundzimušos iedala atsevišķā grupā. Zīdaiņiem līdz viena gada vecumam fizisko attīstību nosaka katru mēnesi.

Mazbērna vecumā no viena gada līdz trim gadiem fizisko attīstību nosaka ik pēc trim mēnešiem, no trīs gadu vecuma līdz skolas vecumam (7 gadiem) – divas reizes gadā. Skolas vecumā fizisko attīstību skolēniem nosaka vienu reizi gadā.

Rīgas Stradiņa universitātes Anatomijas un antropoloģijas institūtā izstrādāta Latvijas bērnu fiziskās attīstības parametru noteikšanas metodika un datu novērtējumi, kas apstiprināti ar Labklājības ministrijas Veselības departamenta 2003. gada 20. janvāra rīkojumu nr. 2 [4, 10, 11].

Fiziskās attīstības parametru novērtēšanai izstrādātas bērna fizisko attīstību raksturojošo antropometrisko parametru vērtību procentuālā sadalījuma tabulas un speciālas fiziskās attīstības kartes (sk. 1. un 2. pielikumu šīs nodaļas beigās), kuras attīstību raksturojošos parametrus analizē pēc procentiļu sadalījuma metodes. Sadalījumam izmantota vērtēšanas standartlīkne. Grafisks standartlielumu atspoguļojums ir vispārpieņemta metode, kas ir ērti izmantojama individuāli, praktiski vērtējot bērna fizisko attīstību. Procentiļu sadalījuma grafiskajā attēlā konstruē fiziskās attīstības rādītājus: no 95 procentilēm un vairāk – parametra vērtība ir ļoti liela; no 95 līdz 85 procentilēm – parametra vērtība ir par lielu; no 85 līdz 65 procentilēm – parametra vērtība palielināta; no 65 līdz 35 procentilēm – parametra vērtība normāla; no 35 līdz 15 procentilēm – parametra vērtība samazināta; no 15 līdz 5 procentilēm – parametra vērtība par mazu; no 5 procentilēm un mazāk – parametra vērtība ļoti maza.

Fiziskās attīstības kartes dod iespēju izvērtēt katra bērna individuālo attīstību, atklāt tās traucējumus, kā arī palīdz citu somatisko slimību diagnostikā. Tādēļ ļoti svarīgi izdarīt regulārus antropometriskos mērījumus un atzīmēt tos grafiski kartēs.

12.5. AKCELERĀCIJA

Paātrinātu organisma augšanu un attīstību bērniem un pusaudžiem salīdzinājumā ar attīstības tempu iepriekšējās paaudzēs sauc par akcelerāciju (latīņu val. *acceleratio* – paātrināts).

Paātrināta bērnu attīstība, kā arī pārmaiņas, kas notikušas cilvēku dzīves laikā, tiek sauktas par "21. gadsimta tendenci". Šajā kopīgajā gadsimta tendencē augšanas un attīstības akcelerācija ir viena no galvenajām daļām un ietver tikai cilvēka nobriešanas periodu.

Daudz spilgtāk augšanas un attīstības akcelerācija izpaužas pusaudžu vecumā. Latvijā 1996.–1997. gadā veikto pētījumu rezultāti pirmoreiz ļauj raksturot latviešu meiteņu fiziskās attīstības dinamiku gadsimta laikā [2].

Jāatzīmē, ka akcelerācija ir raksturīga visos attīstības periodos.

No 7 gadu vecuma meitenēm novērojama akcelerācija, kas sasniedz maksimumu dzimumgatavības iestāšanās perioda vidusposmā. Ķermeņa garuma starpība 1933. un 1997. gadā mērītajām 12 gadu vecām meitenēm sasniedz 7,4 cm, bet starpība starp 1970. un 1997. gada mērījumu rezultātiem sasniedz 3,99 cm. Pubertātes nobeiguma posmā ķermeņa garuma vidējās vērtības starpība samazinās, tomēr saglabā statistisku ticamību.

Auguma garuma akcelerācijas tendence novērojama, salīdzinot vidējās vērtības 1933. un 1996. gada mērījumos. Ķermeņa garuma starpība 18 gadu vecām meitenēm sasniedz 5,9 cm.

Mērījumu rezultāti rāda, ka auguma garuma vidējā vērtība dažādās vecuma grupās gadsimta laikā ir pieaugusi.

Latviešu meiteņu ķermeņa garuma vidējā vērtība meitenēm 7 gadu vecumā 1933. gadā bija 120,6 cm, 1970. gadā – 124,4 cm, 1978.–1987. gadā – 126,6 cm, bet 1996.–1997. gadā – 126,45 cm. Salīdzinot 18 gadu vecas meitenes, tika novērots, ka 1933. gada pētījumā meiteņu

ķermeņa garuma vidējā vērtība bija 161,1 cm, 1970.gadā – 165,1 cm, bet 1996.–1997. gadā latviešu meiteņu auguma garuma vidējā vērtība bija 167,45 cm.

Analizējot datus par latviešu meiteņu ķermeņa masas pieaugumu no 1933. līdz 1997. gadam, novērots vienmērīgs pieaugums visās vecuma grupās.

Meitenēm par dzimumnobriešanu var spriest pēc pirmajām menstruācijām (menarhes). Vidējais menarhes sākuma vecums latviešu meitenēm laikā no 1933. līdz 1966. gadam ir mainījies un iestājas vidēji par 1,4 gadiem agrāk.

Šādas pārmaiņas novērojamas ne tikai mūsu valstī, bet arī citās valstīs. ASV un Eiropas valstīs bērnu augums 13–15 gadu vecumā vidēji palielinās par 2,5 cm desmitgadē [22, 23]. Pēdējā laikā gan speciālisti uzskata, ka akcelerācijas temps samazinās. Ir iemesls domāt, ka akcelerācijas process var ne tikai pārtraukt darboties, bet arī pagriezties atpakaļ.

Attīstības akcelerācija – viena no mūsu laika aktuālākajām mīklām. Kādi ir tās iemesli un sekas, cik ilgi mēs to novērosim — šie un daudzi citi jautājumi pagaidām vēl nav raduši atbildes. Dzimumnobriešanu nosaka arī sociālie un ekonomiskie faktori, ģeogrāfiskais stāvoklis, iedzimtība, psiholoģiskie faktori.

Dzimumnobriešanas ātrums cieši saistīts arī ar ģeomagnētisko aktivitāti, kas bijusi bērna dzimšanas gadā. Bērniem, kas piedzimuši paaugstinātas aktivitātes gadā, dzimumnobriešanas process ir palēninājies un iestājas vēlāk. Tas novērojams pēc menarhes sākuma pārmaiņām. Ja saules un ģeomagnētiskās aktivitātes ir maksimuma periodā, analīze rāda, ka cilvēka bioloģiskā attīstība samazinās. Notiek it kā aizture par saņemto informāciju: samazinās jaundzimušā masa un garums, šajos gados dzimušajiem dzimumnobriedums iestājas vēlāk. Brieduma gados samazinās kāju garums, bet palielinās krūškurvja apkārtmērs.

Citiem vārdiem sakot, gadus, kad saules aktivitāte ir minimāla, var nosaukt par akcelerācijas periodiem, bet gadus, kad saules aktivitāte ir maksimāla – par retardācijas vai aizkavēšanas periodiem.

Izvirzītas vairākas hipotēzes par akcelerācijas iemesliem, tomēr neviena no tām nevar izsmeļoši paskaidrot novirzes no bērnu augšanas un attīstības tempa.

Pastāv vairākas teorijas, kas skaidro akcelerācijas iemeslus [28].

Fizikāli ķīmiskā:
- heliogēnā (saules radiācijas ietekme),
- magnētiskā (elektromagnētisko lauku ietekme),
- kosmiskās radiācijas ietekme,
- paaugstinātas ogļskābās gāzes koncentrācijas ietekme.

Atsevišķu faktoru teorija:
- alimentāra (uztura ietekme),
- paaugstinātas informācijas ietekme.

Ģenētiska:
- ciklisku bioloģisku pārmaiņu ietekme,
- populācijas sajaukšanās ietekme.

Kompleksu faktoru teorija:
- urbānizācijas ietekme,
- kompleksa bioloģisko faktoru ietekme.

Tomēr jādomā, ka akcelerācija ir sekošana kopējai pārmaiņu tendencei mūsdienu cilvēka bioloģijā, kura notiek kompleksu faktoru ietekmē.

12.6. FIZISKĀS ATTĪSTĪBAS NOTEIKŠANAS METODES

Nosakot organisma fizisko attīstību, ir jāizdara dažādi antropometriskie mērījumi, kurus veic ar precīziem instrumentiem. Bērnam vai pusaudzim, kam izdara mērījumus, jābūt bez virsdrēbēm, sporta biksītēs, jāstāv pamatstājā. Mērījumus izdara, ievērojot antropometriskos punktus.

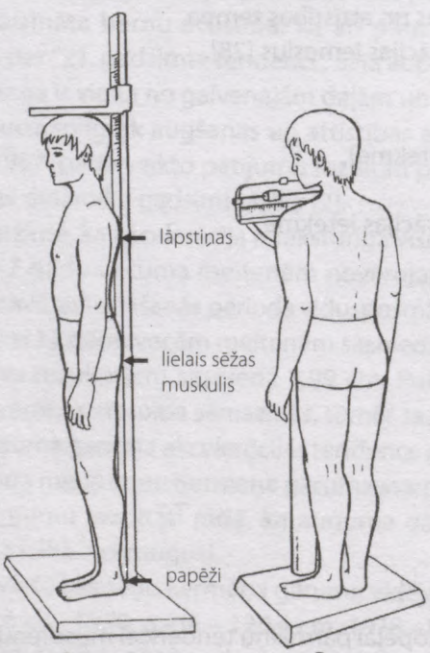
Bērna fizisko attīstību raksturo:

1) somatometriskie rādītāji – auguma garums un masa, atsevišķu ķermeņa daļu garums, diametrs un apkārtmērs;
2) fiziometriskie rādītāji – plaušu vitālā kapacitāte, muskuļu spēks; 3) somatoskopiskie rādītāji – skeleta un muskulatūras stāvoklis, anomālijas, krūškurvja un mugurkaula forma, dzimumattīstības pakāpe [27].

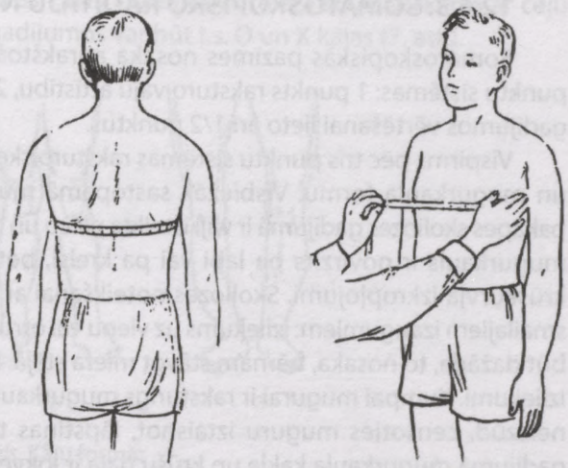
12.6.1. SOMATOMETRISKO RĀDĪTĀJU NOTEIKŠANA

Auguma un atsevišķu ķermeņa daļu garumu vēlams noteikt ar metāla antropometru, ar kuru var izdarīt mērījumus ar precizitāti līdz 1 mm; koka antropometri ir mazāk precīzi. Zīdaiņa auguma garumu mērī ar speciālu horizontālu mērītāju. Mērot auguma garumu, bērnam vai pusaudzim jānostājas miera stājā un jāpieskaras vertikālajam antropometram ar papēžiem, lielajiem sēžas muskuļiem, lāpstiņām. Galva jāpaceļ, lai orbītas apakšējā mala un auss ārējās ejas augšmala atrastos uz vienas horizontāles. Mērinstrumenta bīdāmo daļu nobīda līdz bērna galvai un nolasa rādījumu (cm un mm). Ar mērinstrumentiem nosaka arī dažādu ķermeņa anatomisko punktu augstumu (2. att.).

Ķermeņa masu nosaka ar medicīniskajiem svariem. Atsevišķo ķermeņa daļu diametru mērī ar speciāliem cirkuļiem. Ķermeņa daļu apkārtmēra noteikšanai vispiecīzākā ir metāla mērlente, bet var lietot arī parasto centimetru lenti. Krūškurvja apkārtmēru mērī miera stāvoklī (pēc izelpas), maksimālā ieelpā un maksimālā izelpā. Mērot krūškurvja apkārtmēru, izmeklējamam jāpaceļ rokas uz sāniem plecu augstumā, mērlentu uzliek uz lāpstiņu apakšējiem leņķiem, bet priekšpusē – IV ribas līmenī. Izmeklējamam nolaižot rokas gar sāniem, mērlente noslīd un, saņemot tās galus cieši kopā, nolasa rezultātu (3. att.).



2. attēls. Somatometrisko rādītāju noteikšana:
a) auguma mērīšana;
b) ķermeņa masas mērīšana.

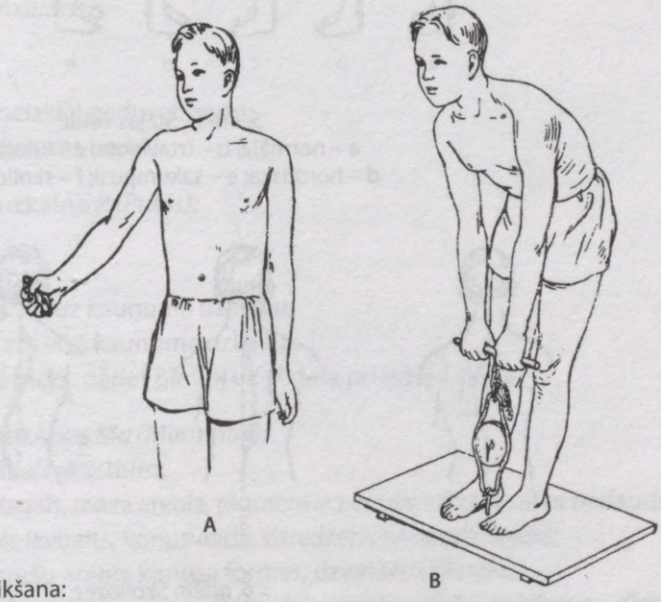


3. attēls. Krūškurvja apkārtmēra mērīšana:
a) skats no mugurpuses,
b) skats no priekšpuses.

12.6.2. FIZIOMETRISKO RĀDĪTĀJU NOTEIKŠANA

Plaušu vitālo kapacitāti nosaka ar ūdens vai portatīvā sausā spirometra palīdzību. Izmeklējamam maksimāli jāieelpo, jāaiztur elpa, pēc tam ar lūpām jāaptver spirometra stikla vai plastmasas uzgalis un jāizelpo caur muti (nedrīkst vienlaikus izelpot caur degunu !). Mērījumus atkārto 2 vai 3 reizes un atzīmē maksimālo lielumu.

Roku muskuļu spēku mērī ar rokas dinamometru; izmeklējamai personai tas izstieptā rokā maksimāli jāsaspiež. Rezultātus nolasa uz dinamometra skalas (kilogramos). Muguras un kāju muskuļu spēku mērī ar speciālu dinamometru (4. att.).

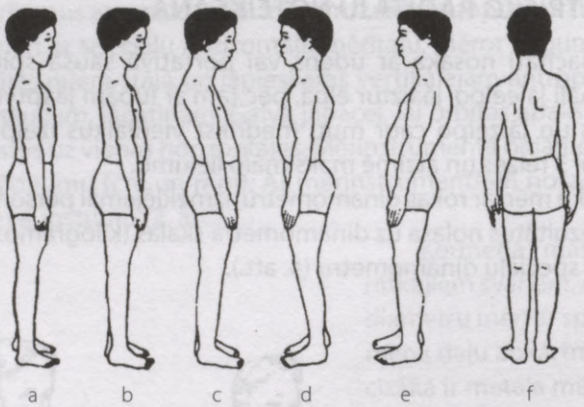


4. attēls. Fiziometrisko rādītāju noteikšana:
a) rokas muskuļu spēka mērīšana;
b) muguras un kāju muskuļu spēka mērīšana.

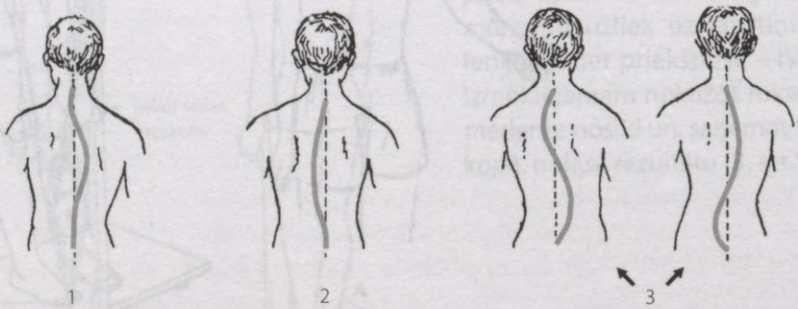
12.6.3. SOMATOSKOPISKO RĀDĪTĀJU NOTEIKŠANA

Somatoskopiskās pazīmes nosaka aprakstoši. Bērna attīstību novērtē vizuāli pēc trīs punktu sistēmas: 1 punkts raksturo vāju attīstību, 2 – vidēju, bet 3 – labu attīstību. Atsevišķos gadījumos vērtēšanai lieto arī 1/2 punktus.

Vispirms pēc trīs punktu sistēmas raksturo skeleta attīstību, pēc tam apraksta krūškurvja un mugurkaula formu. Visbiežāk sastopamā mugurkaula deformācija ir skolioze. Pirmās pakāpes skoliozes gadījumā ir vāji izteikta plecu un lāpstiņu asimetrija. Otrās pakāpes gadījumā mugurkauls ir novirzīts pa labi vai pa kreisi, bet trešās pakāpes skoliozei pievienojas arī krūškurvja izkropļojumi. Skoliozes noteikšanai ar rādītājpirkstu novelk līniju pāri skriemeļu smailajiem izaugumiem: izliekums uz vienu vai otru pusi norāda uz skoliozi. Muguras forma var būt dažāda, to nosaka, bērnam stāvot miera stājā. Normālai mugurai ir raksturīgi fizioloģiskie izliekumi. Kumpai mugurai ir raksturīgs mugurkaula krūšu daļas izliekums uz mugurpusi, kas neizzūd, cenšoties muguru iztaisnot, lāpstiņas tālu stāvošas, atkārušās. Apaļas muguras gadījumā mugurkaula kakla un krūšu daļa ir lokveidā izliekta. Plakanai mugurai mugurkaula kakla, krūšu un jostas daļas izliekumi ir stipri samazināti (5., 6. att.).



5. attēls. Stājas veidi:
a – normāla; b – iztaisnota; c – kifotiska;
d – horotiska; e – sakumpusi; f – skoliotiska.



6. attēls. Skoliozes:
1 – krūšu; 2 – kreisās puses vispārēja;
3 – S veida abpusēja.

Jānosaka arī kāju forma. Pareizi veidotas kājas, nostājoties miera stājā, saskaras ar ceļu locītavām, lieliem, papēžiem. Patoloģijas gadījumos var būt t.s. O un X kājas (7. att.).



7. attēls. Kāju forma:
1 – normālas kājas; 2 – X kājas; 3 – O kājas.

Muskulatūras attīstību vērtē vizuāli. Vāji attīstītai muskulatūrai ir maza apjoma muskuļi ar vāju tonusu. Labi attīstītai muskulatūrai raksturīgi lieli, reljefi muskuļi.

Dzimumgatavības pakāpes noteikšanai parasti izmanto J. Tannera metodi [18].

Dzimumattīstības pakāpi meitenēm raksturo apmatojums padusēs *(Axillaris – Ax)*, apmatojums uz kaunuma uzkalna *(Pubis – P)*, krūšu dziedzeri *(Mammae – Ma)*, menstruācijas *(Menarche – Me)*.

Dzimumattīstības pakāpi zēniem raksturo apmatojums padusēs *(Axillaris – Ax)*, apmatojums uz kaunuma uzkalna *(Pubis – P)*, balss izmaiņas *(Vox – V)*, sejas apmatojums *(Facialis – F)*, balsenes attīstība *(Larynx – L)*.

Apmatojums padusēs Ax *(Axillaris):*
Ax_0 –apmatojuma nav;
Ax_1 –nedaudz, reti matiņi;
Ax_2 – apmatojums biezāks, neizklāj paduses bedri;
Ax_3 –apmatojums aizpilda paduses bedri.

Apmatojums uz kaunuma uzkalna *P (Pubis):*
P_0 – apmatojuma nav;
P_1 – īsi atsevišķi matiņi;
P_2 – apmatojums biezāks, pāriet uz kaunuma uzkalnu;
P_3 – apamatojums izteikti biezs visā kaunuma uzkalnā;
P_4 – apmatojums vienmērīgi biezs, pāriet plašāk uz vēdera priekšējo sienu.

Krūts dziedzera attīstības pakāpes *Ma (Mammae):*
Ma_0 – krūšu dziedzeri nav sākuši attīstīties;
Ma_1 – uz priekšu izvirzīts krūtsgals, maza areola, pigmentācijas nav vai tā izteikta nedaudz;
Ma_2 – areola lielāka, krūtsgals izvirzīts, konusveida, dziedzeris nedaudz lielāks;
Ma_3 – krūtsgals palielināts, krūšu areola konusa formas, dziedzeris platāks;
Ma_4 – krūtsgals izvirzīts, areola plakana, pigmentēta, dziedzeris puslokā, konusa vai diska formas.

Menstruācijas funkcija *Me (Menarche):*
Me_0 – menstruāciju nav;
Me – pirmās menstruācijas vecums Me_{13}.

Sejas apmatojums *F (Facialis):*
F_1 – maigi matiņi augšējā lūpā;
F_2 – atsevišķi cieti matiņi sejā;
F_3 – veidojas ūsas un bārda.

Balsī mutācija *V (Vox):*
V_1 – balss lūzums;
V_2 – vīrieša balss.

Balsenes attīstība *L (Larynx):*
L_1 – nav kontūru, bet palpējama;
L_2 – ir kontūras.

Sekundāro dzimumpazīmju attīstību meitenēm un zēniem novērtē pēc tabulām (sk. 2., 3. tab.).

2. tabula. Sekundāro dzimumpazīmju attīstība meitenēm

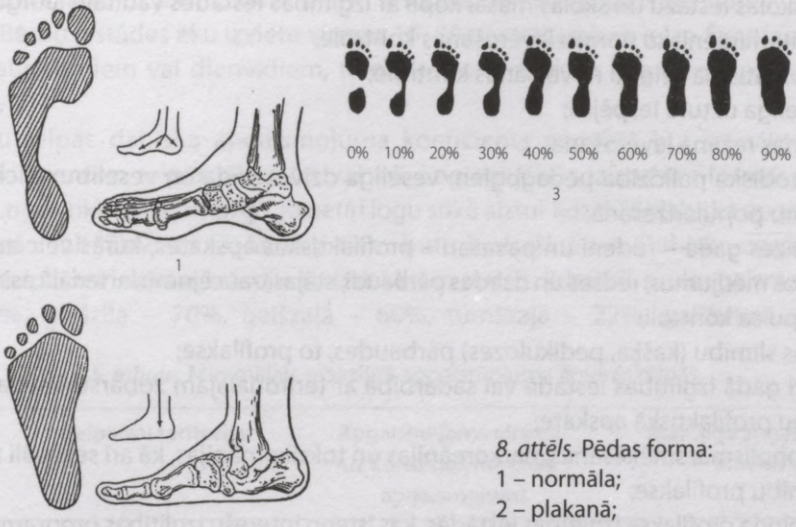
Vecums gados	Somatiskās izmaiņas
8	Infantils stāvoklis
8–9	Dzemdes augšana
10–11	Straujš augšanas tempa paātrinājums, *gl. mammae* augšana
11–12	Iegurņa feminizācija, *gl. mammae* attīstība, apmatojuma parādīšanās uz *mons pubis*, parādās izdalījumi no maksts
13	Tauku izgulsnēšanās raksturīgajās vietās, aksilārais apmatojums, svara palielināšanās, *menarche, acne*
14–15	Beidz veidoties *gl. mammae,* divfāzu ovulācijas cikls, izteikts apmatojums uz *mons pubis*
16–17	Slēdzas epifizārās augšanas zonas, augšana apstājas

3. tabula. Sekundāro dzimumpazīmju attīstība zēniem

Vecums gados	Somatiskās izmaiņas
10–12	Sākas muskuļu attīstība
11–12	Palielinās un attīstās *scrotum, testis* un dzimumloceklis. Viegli pietūkst krūšu gali
12–13	Sāk parādīties kaunuma apmatojums, notiek pirmā (nakts) pollūcija
13–14	Intensīva augšana (10 cm/gadā), *acne vulgaris,* balss lūzums. Apmatojums padusēs, pastiprinās sviedru aromāts. Dzimumloceklis aug un nobriest. *Testis* turpina augt, pastiprinās *scrotum* pigmentācija
15–18	Pilnīgi izveidojies fiziskā ķermeņa veidols, izteikts kaunuma apmatojums. Apmatojums uz sejas kļuvis ciets

12.6.4. PĒDU DIAGNOSTIKA – PODOMETRIJA

Agrāk svara sadalījumu pēdai konstatēja ar pēdas plantogrammu (8. att.).

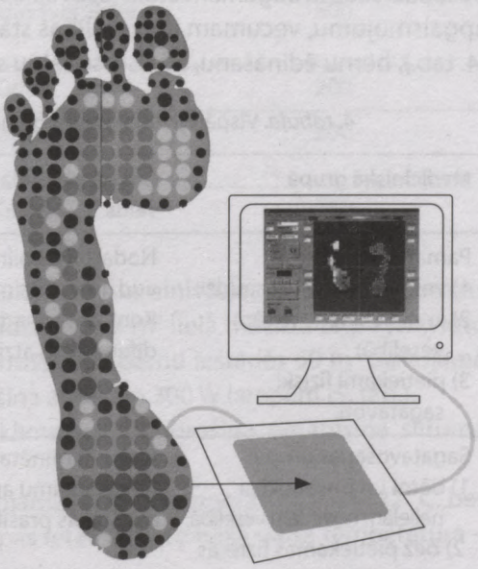


8. attēls. Pēdas forma:
1 – normāla;
2 – plakanā;
3 – dažādas pakāpes plakanā pēda.

Pateicoties jaunām tehniskām iespējām, tika izveidota jauna diagnostikas metode – datorizēta diagnostikas sistēma *PAD PROFESSIONAL*, kas precīzi nosaka slodzi pēdai. Šī sistēma sastāv no podometra ar 1024 spiedienjutīgiem elementiem, kuru var pieslēgt pie jebkura datora. Izmeklēšanas gaitā var noskaidrot:

- slodzi katrai pēdai (stāvot);
- slodzi priekšējai un mugurējai pēdas daļai;
- pēdas atbalsta laukuma lielumu;
- vidējo slodzi pēdai.

Šī programma ļauj iegūt krāsainu attēlu, kas raksturo pēdas slodzi miera stāvoklī un ejot, kā arī precīzi identificē pēdas deformācijas veidu (9. att.).



9. attēls. Datorizēta sistēma *PAD PROFESSIONAL* pēdu slodzes sadalījuma un deformācijas noteikšanai

12.7. MEDICĪNISKĀ KONTROLE MĀCĪBU IESTĀDĒS, PEDIATRA UN MEDICĪNAS MĀSAS NOZĪME

Pirmsskolas iestāžu un skolas māsai kopā ar izglītības iestādes vadītāju jāorganizē:

- sanitārhigiēnisko normu ievērošanas kontrole;
- traumatisma cēloņu novēršanas kontrole;
- veselīga uztura iespējas;
- dienas režīma ievērošana;
- metodiska palīdzība pedagogiem veselīga dzīvesveida un veselību veicinošu pasākumu popularizēšanā;
- 2 reizes gadā – rudenī un pavasarī – profilaktiskas apskates, kurās veic antropometriskos mērījumus, redzes un dzirdes pārbaudi, stājas traucējumu, arteriālā asinsspiediena un pulsa kontroli;
- ādas slimību (kašķa, pedikulozes) pārbaudes, to profilakse;
- reizi gadā izglītības iestādē vai sadarbībā ar teritoriālajām zobārstniecības iestādēm zobu profilaktiskā apskate;
- alkoholisma, smēķēšanas, narkomānijas un toksikomānijas, kā arī seksuāli transmisīvo slimību profilakse;
- dopinga profilakse izglītības iestādēs, kas īsteno interešu izglītības programmas sportā.

Pārbaužu uzdevums ir laikus konstatēt slimību, novirzes fiziskajā attīstībā un veikt nepieciešamos ārstnieciskos un profilaktiskos pasākumus. Svarīgs medicīnas darbinieku uzdevums ir bērnu un pusaudžu mugurkaula deformācijas profilakse. Viņiem arī jārūpējas, lai bērni un pusaudži sēdētu augumam atbilstošos solos, jārūpējas par bērnu iestāžu un skolu telpu pareizu apgaismojumu, vecumam un veselības stāvoklim atbilstošu mācību darba un fizisko slodzi (4. tab.), bērnu ēdināšanu, atbilstošu telpu sanitāro stāvokli un vēdināšanas režīmu [8, 9].

4. tabula. Vispārēji ieteikumi skolēnu sadalīšanai grupās fiziskajā audzināšanā

Medicīniskā grupa	Obligātais nodarbību veids	Papildus ieteiktais nodarbību veids
Pamata grupa: 1) veseli bērni un pusaudži; 2) ar nelielām novirzēm veselībā; 3) pietiekami fiziski sagatavoti.	Nodarbības pilnā apjomā pēc fiziskās audzināšanas mācību programmas. Kontrolnormatīvu kārtošana ar diferencētu atzīmi.	Sporta nodarbības.
Sagatavošanas grupa: 1) bērni un pusaudži ar nelielām novirzēm veselībā; 2) bez pietiekamas fiziskās sagatavotības.	Iepriekš minētais, bet ar pakāpenisku vingrinājumu apguvi, uzstādot arvien augstākas prasības organismam.	Papildu treniņi, lai paaugstinātu fiziskās sagatavotības līmeni.
Speciālā grupa: bērni un pusaudži, kam ir pastāvīga vai īslaicīga rakstura pārmaiņas veselībā.	Nodarbības ar speciālu programmu un diferencētu pieeju; atbrīvojami no kontrolnormatīvu kārtošanas.	Pieejamo fizisko vingrinājumu veidu izmantošana skolas dienas režīmā un sadzīvē.

12.8. HIGIĒNISKĀS PRASĪBAS PIRMSSKOLAS BĒRNU IESTĀDĒM UN SKOLĀM

Ceļot un iekārtojot pirmsskolas bērnu iestādes un skolas, jāievēro noteikts teritorijas iedalījums. Bērnu iestādes ēku izvieto vismaz 15–20 m attālumā no ielas. Ēkas fasādi orientē uz dienvidaustrumiem vai dienvidiem, tā nodrošinot dabisko apgaismojumu galvenajās telpās [6, 7].

Mācību telpās dabiskā apgaismojuma koeficients nedrīkst būt mazāks par 1,5%. Gaismas koeficientam telpās jābūt 1:4 vai 1:5. Logiem jābūt taisnstūra formas, ar zemām palodzēm. Logu stikli bieži jāmazgā, jo netīri logu stikli aiztur līdz 40% dabiskā apgaismojuma. Mācību telpās soli jāizvieto tā, lai logi tiem būtu kreisajā pusē. Dabisko apgaismojumu ietekmē arī telpas un iekārtas krāsojums: baltā krāsa atstaro līdz 90% saules gaismas, dzeltenā krāsa – 80%, gaišzilā – 70%, gaišzaļā – 60%, tumšzaļā – 22%, gaišbrūnā – 25–30%.

5. tabula. Minimālais mākslīgā apgaismojuma līmenis telpās

Nr. p. k.	Telpa vai teritorija	Apgaismojamā virsma, uz kuras tiek normēts apgaismojums	Mākslīgā apgaismojuma līmenis (lx)
1.	Iestādes teritorija	Zeme	20
2.	Mācību telpa	Galda virsma	300
		Tāfeles vidus (vertikāli)	500
3.	Rasēšanas un zīmēšanas kabinets	Tāfeles vidus (vertikāli)	500
4.	Aktu zāle	Grīda	200
5.	Sporta zāle vai sporta zālei pielāgojama aktu zāle	Grīda	200
6.	Garderobe	Grīda	150

Mākslīgajam apgaismojumam lieto kvēlspuldžu un luminiscējošo spuldžu gaismas ķermeņus. Optimālā mākslīgā apgaismojuma radīšanai 50 m^2 lielā mācību telpā jāizvieto 8 gaismas ķermeņi, katrs ar 300 W lielu jaudu. Pirmsskolas bērnu iestādēs 60 m^2 dzīvojamā telpā pietiekamu mākslīgo apgaismojumu nodrošina ar sešām 300 W lampām (5. tab.).

Pirmsskolas bērnu iestāžu un skolu mikroklimatam jānodrošina organisma siltuma līdzsvars.

Mazbērna vecumā (1–3 gadi) optimālā dzīvojamās telpas temperatūra ir 21–22 °C, bet 3–7 gadus veciem bērniem – 19–20 °C; guļamtelpās ieteicama zemāka gaisa temperatūra – 14–16 °C.

Skolu mācību telpās un klasēs gaisa temperatūrai jābūt 16–18 °C, gaisa temperatūrai fiziskās audzināšanas zālēs jābūt 14–16 °C.

Relatīvā gaisa mitruma norma pirmsskolas bērnu iestādēs un skolās ir 30–60%, gaisa kustības ātrums – ne lielāks par 0,15 m/s.

12.9. HIGIĒNISKĀS PRASĪBAS IEKĀRTĀM, MĒBELĒM UN MĀCĪBU LĪDZEKĻIEM

Bērnu iestāžu un skolu mēbelēm jāatbilst bērnu augumam, tām jānodrošina pareizs un ērts ķermeņa stāvoklis. Mēbelēm jābūt arī pietiekami izturīgām, vieglām, gaumīgām, to lietošanai jārada patīkamas emocijas.

Iekārta un mēbeles nedrīkst radīt traumas. Mēbelēm jābūt viegli tīrāmām, no epidemioloģiskā viedokļa drošām. Pirmsskolas bērnu iestādēs un mācību iestādēs audzēkņu lietošanai nedrīkst izvietot t.s. mīkstās (ar audumu pārvilktās) mēbeles, kuras uzkrāj putekļus un mikroorganismus. Pirmsskolas iestādēs nedrīkst lietot mīkstās rotaļlietas.

Pirmsskolas bērnu iestādē garderobes telpā katram bērnam nepieciešams individuāls skapītis (obligāti iezīmēts ar pazīšanās zīmi) virsdrēbju un apavu novietošanai. Skapīša augšdaļā iekārto plauktiņu galvassegai, bet apakšdaļā – kasti apaviem; durvīs ierīko atveres vēdināšanai.

Grupas dzīvojamā telpā nepieciešams trauku skapis, skapis vai plaukti rotaļlietām un mācību līdzekļiem, galds un krēsls audzinātājai. Vissvarīgākās dzīvojamās telpas mēbeles ir audzēkņu augumiem atbilstoši galdi un krēsli. Lieto sešu izmēru galdus un krēslus.

Audzēkņu atpūtai un miegam guļamtelpās izvieto dažādu izmēru metāla vai koka gultas. Lai bērnam būtu ērti gulēt, gultas garumam par 20–25 cm jāpārsniedz bērna garums.

Mazgāšanas telpā bērniem ērti sasniedzamā augstumā jāiekārto plauktiņi ziepēm un zobu sukām, kā arī dvieļu pakaramie. Mazbērnu novietnēs izlietnes roku mazgāšanai bērniem ierīko 40 cm virs grīdas, bet bērnudārza audzēkņiem – 50–60 cm virs grīdas.

Mazbērnu novietnēs tualetes telpā jāiekārto plaukti, kuros novieto individuāli iezīmētus, ar vāku nosedzamus podiņus. Bērnudārza tualetes telpās izvieto vairākus 25–30 cm augstus tualetes podus. Tualetes telpās jābūt nelielam baseinam norūdīšanās procedūrām (kāju aplaistīšanai).

Mazbērnu novietnē jāierīko neliels baseins bērnu apmazgāšanai.

Skolas mēbelēm un iekārtai ir liela nozīme pedagoģiskajā procesā. Novērots, ka skolēnu darbaspējas stipri samazinās, ja bērns sēž augumam neatbilstošā solā. Šādos solos skolēni sēž neērtā pozā, tāpēc ātri nogurst, jo skolas vecuma bērniem muskulatūra, kaulu sistēma un saišu aparāts nav vēl pilnīgi attīstījies un nostiprinājies.

Lai skolēniem nodrošinātu ērtu pozu, novērstu priekšlaicīgu noguruma iestāšanos un mugurkaula deformāciju, skolas soliem jāatbilst vairākām prasībām:

- sēdekļa augstumam jābūt vienādam ar apakšstilba garumu, pie tā pieskaita arī apavu papēža augstumu (apmēram 2 cm);
- sēdekļa platumam jālīdzinās 2/3 augšstilba garuma, atzveltnei jābūt mugurkaula jostas izliekuma līmenī;
- galda virsmai jābūt ar nelielu (12–15°) slīpumu. Tas nodrošina optimālu redzes orgānu darbību, jo, galvu nedaudz pieliecot, acis atradīsies 33–35 cm attālumā no grāmatas vai burtnīcas.

Pareiza ķermeņa stāvokļa nodrošināšanā liela nozīme ir sēdekļa distancei, t.i., attālumam pa horizontāli starp galda mugurējo malu un sēdekļa priekšējo malu. Iespējami trīs sēdekļa distances varianti:

- negatīvās distances gadījumā sēdekļa priekšējā mala ir par 3–5 cm pabīdīta zem galda mugurējās malas. Sēžot šādā solā, skolēns var muguru turēt relatīvi taisni, atbalstot to pret atzveltni;

- nulles distances gadījumā sēdekļa priekšējā mala un galda mugurējā mala atrodas uz vienas vertikāles;
- pozitīvās distances gadījumā sēdeklis ir atbīdīts no galda.

Sēdekļa nulles un pozitīvās distances gadījumā, skolēnam rakstot, viņa ķermenis saliecas uz priekšu. Šāds stāvoklis var sekmēt kifozes veidošanos, tiek arī saspiests krūškurvis un samazinās elpošanas apjoms.

Sēdekļa diferencei, t.i., attālumam pa vertikāli starp sēdekļa virsmu un galda mugurējo malu, jābūt vienādai ar attālumu no sēdekļa virsmas līdz sēdoša skolēna elkoņa locītavām plus 2–2,5 cm. Palielināta sēdekļa diference veicina skoliozes attīstību, bet samazinātas sēdekļa distances gadījumā veidojas uzkumpusi mugura. Lai novērstu stājas un mugurkaula deformāciju, kā arī priekšlaicīgu noguruma iestāšanos, skolēniem solos jāsēž noteiktā pozā, mugura jātur taisni. Šādā stāvoklī ķermeņa smaguma centrs atrodas tieši virs atbalsta punkta un muskulatūras piepūle ķermeņa noturēšanai vertikālā stāvoklī ir maza. Ilgstoši sēžot, muskulatūras piepūli samazina atzveltne, pret kuru jāatbalsta muguras jostas vieta. Lasot un rakstot galva nedaudz jānoliec uz priekšu, lai acis būtu 33–35 cm attālumā no grāmatas vai burtnīcas. Skolas sola galda augstumam jābūt elkoņa locītavu augstumā, bet apakšdelmiem jābūt uz galda.

Lai nesaspiestu lielos asinsvadus un vēdera dobuma orgānus, starp galda mugurējo malu un skolēna vēderu jābūt 3–5 cm lielam attālumam. Sēžot augšstilbam 2/3 garumā jāatrodas uz sēdekļa, kājām ceļa locītavās jābūt saliektām taisnā leņķī, pēdas jāatbalsta pret grīdu.

Skolās lieto divu tipu – Erismaņa un jauna tipa – solus. Erismaņa tipa sols ir stabils divvietīgs galds ar slīpu virsmu, pie kura optimālā attālumā pievienots divvietīgs sēdeklis ar atzveltni.

Izgatavo septiņu izmēru šāda tipa solus, kurus numurē no 6. līdz 12. izmēram.

Viena izmēra solā normāli var sēdēt skolēni ar auguma garuma starpību līdz 10 cm. Šie soli nodrošina skolēnam pareizu un ērtu ķermeņa pozu mācību laikā.

Jaunā tipa skolas sols ir divvietīgs vieglas konstrukcijas horizontāls galds un divi atsevišķi krēsli. Šā tipa divu mazāko izmēru soli vēl joprojām sastāv no galda, pie kura stabili pievienots divvietīgs sēdeklis ar atzveltni, bet lielāko izmēru soliem galdi un krēsli nav savienoti, šie soli ir ļoti viegli, bet nestabili un ātri lūst. Izgatavo sešu izmēru šā tipa solus; viena izmēra solā var sēdēt skolēni ar auguma starpību līdz 15 cm (6. tab.).

6. tabula. Iestādes mēbeļu augstuma atbilstība izglītojamā augumam

Mēbeles izmērs	Izglītojamā augums (cm)	Galda augstums (cm)	Krēsla augstums (cm)
1.	Līdz 115	46–50	26–30
2.	116–130	51–56	31–34
3.	131–145	57–62	35–38
4.	146–160	63–68	39–42
5.	161–174	69–74	43–44
6.	> 174	> 74	> 44

Tā kā galds un sēdeklis nav savienoti, skolotājiem ir rūpīgi jāseko, lai, skolēnam sēžot arī auguma garumam atbilstošā jaunā tipa skolas solā, tiktu nodrošināta sola sēdekļa negatīvā distance.

Skolas tāfeles izmēri ir 3–3,5 m x 1,2 m. Tāfeles apakšējai malai jaunākajās klasēs jāatrodas 80 cm virs grīdas, bet vecākajās klasēs – 90 cm. Ieteicama matēta tāfeles virsma, bez spīduma.

Attālumam no tāfeles līdz pirmajam solam jābūt ne mazākam par 2 m, bet līdz pēdējam solam – ne lielākam par 10 m.

Iekārtojot **datorklasi,** vienam izglītojamajam paredz platību, kas nav mazāka par 4 m^2 [3].

Minimālais attālums starp darba galdu ar monitoru (no monitora aizmugures) līdz nākamajam darba galdam ar monitoru nedrīkst būt mazāks par 1 m, bet attālums starp galdu sānu virsmām – ne mazāks par 0,5 m. Monitora ekrāna minimālam attālumam līdz acīm jābūt 0,6 ± 0,15 m. Datorklases logi jāaprīko ar saules aizsargierīcēm. Ik pēc 15–20 minūšu darba pie displeja jābūt 5–10 minūšu garam pārtraukumam.

Fizikas un ķīmijas kabinetos laboratorijas galdiem jābūt ar horizontālu virsmu, katram skolēnam jābūt atsevišķam krēslam. Divvietīga laboratorijas galda izmēri ir 130–140 cm x 60 cm, galda augstums attiecīgi 73–76,5 cm.

Ķīmijas kabinetos laboratorijas galdiem jābūt drošības apmalēm, lai trauki nenokristu; krēslu sēdekļa augstums – 44–47 cm.

Vispārizglītojošo skolu mācību programmās no 5. līdz 8. klasei paredzēta elementāru darba iemaņu apgūšana kokapstrādes un metālapstrādes darbnīcās, dārzkopībā un mājsaimniecībā.

Darbnīcās iekārto darbgaldus un darba vietas 20 skolēniem. Darba apstākļiem jānodrošina pareizs skolēna ķermeņa stāvoklis, lai piepūle būtu minimāla, lai skolēns priekšlaicīgi nenogurtu un nezaudētu interesi par veicamo darbu. Vislabākais ir šāds ķermeņa stāvoklis: taisna vai nedaudz uz priekšu noliekta mugura, nedaudz pieliekta galva, abām rokām vienmērīgi sadalīta darba slodze. Lai novērstu atsevišķu muskuļu grupu pārpūli, noturot ķermeni vienā stāvoklī, ieteicams ķermeņa stāvokli bieži mainīt. Strādājot mācību darbnīcās, vienu darba operāciju skolēni drīkst veikt 8–10 minūtes, lai nepārpūlētu funkcionāli vēl mazattīstīto muskulatūru. Darba operācijas ieteicams bieži mainīt, lai novērstu vienu un to pašu muskuļu grupu piepūli. Kokapstrādes darbnīcās nepieciešami trīs dažāda augstuma darbgaldi: 75,5, 78,0 un 80,5 cm. Darbgalda augstums ir atbilstošs, ja skolēns, stāvot pie galda, var nolikt uz galda virsmas plaukstu, nesaliecot muguru vai roku elkoņa locītavā.

12.10. HIGIĒNISKĀS PRASĪBAS MĀCĪBU GRĀMATĀM

Redzes orgānu pārpūle, strādājot ar grāmatām, ir atkarīga no tā, kā grāmata ir noformēta, kāds tai papīrs, burtu lielums, iespieduma krāsa un intensitāte, attālums starp atsevišķiem burtiem, vārdiem un rindām, rindu garums. Higiēnisti izstrādājuši speciālas prasības mācību grāmatām:

- tai jābūt iespiestai uz balta vai gaišdzeltena papīra;
- papīram jābūt gludam un blīvam (spožs papīrs apgrūtina lasīšanu);
- grāmatai jābūt iesietai stingrā, blīvā materiālā, kas ilgstoši saglabājas un ir viegli tīrāms;
- burtu izmēriem ir jābūt tādiem, lai skolēns varētu lasīt grāmatu bez piepūles.

Mācību grāmatu burtu lielums:

- ābeces burtu augstums – 2,5–2,9 mm;
- jaunāko klašu (1.– 4.) grāmatu burtu augstums– 2,1–2,4 mm;
- vecāko klašu mācību grāmatu burtu augstums – 1,5–1,75 mm.

Burtu rindu garums:

- pirmsskolas un jaunāko klašu skolēniem – 78–81 mm;
- vecāko klašu skolēniem nedrīkst pārsniegt 100–108 mm.

Attālumam starp burtu rindām jābūt ne mazākam par 3 mm, attālumam starp vārdiem – ne mazākam par 2 mm, bet attālumam starp burtiem – 0,5–0,6 mm.

Burtu blīvums salikumā nedrīkst pārsniegt 15 rakstu zīmes 1 cm^2. Mācību grāmatas lappusēm jābūt 18–20 mm platām, baltām malām. Iespieduma burtu formai jābūt vienkāršai, iespieduma krāsai – intensīvi melnai. Mācību grāmatās nav pieļaujama nevienmērīga burtu krāsas intensitāte.

Skolēna mācību grāmatās materiāls jāpapildina ar mākslinieciski noformētām interesantām ilustrācijām. Jaunāko klašu grāmatu ilustrācijām obligāti jābūt daudzkrāsainām.

Grāmatu svaram jābūt nelielam: jaunākām klasēm – 250–300 g, bet vecākām klasēm – ne vairāk par 500 g.

12.11. HIGIĒNISKĀS PRASĪBAS BĒRNU ROTAĻLIETĀM

Rotaļlietas ir nepieciešamas bērnu fiziskajai un psihiskajai attīstībai, tām jāatbilst higiēniskām prasībām. Rotaļlietām jābūt izgatavotām no nekaitīga materiāla, kas nesatur indīgus piemaisījumus, tām jābūt viegli tīrāmām un tās jāvar dezinficēt. Tām jābūt izturīgām, bez asām, griezošām malām, stūriem un izciļņiem, lai neradītu traumas. Izjauktām detaļām jābūt pietiekami lielām, ne mazākām par 3 cm diametrā, lai bērns tās netīšām nenorītu.

Rotaļlietām jāatbilst bērna vecumam, jāsekmē viņa attīstība, jāiepazīstina ar apkārtējo vidi, darba iemaņām, jāieaudzina pozitīvas rakstura īpašības; tām jābūt estētiski noformētām.

Zīdaiņu rotaļlietām jābūt ļoti vieglām (10–20 g), nelielām, viegli satveramām, spilgti krāsotām. Zīdaiņu rotaļlietām obligāti jābūt epidemioloģiski drošām, mazgājamām. Tās drīkst izgatavot tikai no blīvas vieglas plastmasas vai gumijas, tām jābūt pietiekami izturīgām, lai zīdainis neiegūtu traumu, nevarētu norīt rotaļlietu detaļas.

Mazbērna rotaļlietas ir sarežģītākas. To izgatavošanai vēlams lietot vieglas plastmasas, gumiju, vieglu, rūpīgi apstrādātu metālu vai koku. Arī šīm rotaļlietām jābūt epidemioloģiski drošām, mazgājamām. Šajā vecumā ieteicamas rotaļlietas, kas iepazīstina bērnu ar apkārtējo vidi (dzīvnieki, zivis, putni, lelles), rosina darboties un domāt (klucīši, vienkāršas mašīnas, bumbas). Mazbērnu rotaļlietām jābūt izturīgām, atsevišķās detaļas nedrīkst radīt traumas. Vēlamā rotaļlietu masa – ne lielāka par 200 g.

Pirmsskolas vecuma bērnu un jaunāko klašu skolēnu rotaļlietām jābūt sarežģītākām. Tām jārosina intensīvi domāt, darboties apzināti. Ieteicami dažādi konstruktori, darbmašīnas, kustīgas rotaļlietas, lelles, saimniecības piederumi, spēles u.tml.

Bērnu kolektīvos nedrīkst lietot t.s. mīkstās rotaļlietas, kas izgatavotas no auduma, mākslīgās vai dabiskās kažokādas, jo tās nav iespējams regulāri mazgāt. Zīdaiņu un mazbērnu rotaļlietas ir rūpīgi jākopj, tās katru dienu jāmazgā karstā ūdenī (+80 °C) ar ziepēm. Mīkstās rotaļlietas var dezinficēt.

12.12. HIGIĒNISKĀS PRASĪBAS BĒRNU APĢĒRBAM UN APAVIEM

Apģērbs cilvēku pasargā no ārējās vides nelabvēlīgās iedarbības, no mehāniskiem bojājumiem un piesārņojuma.

Apģērbs ap ķermeni izveido dabisku mikroklimatu, kas stipri atšķiras no ārējās vides klimata. Tā temperatūra ir no 28 līdz 34 °C, mitrums – 20–40%, gaisa kustības ātrums ir nenozīmīgs,

ogļskābās gāzes koncentrācija – no 0,006 līdz 0,097%. Apģērbs samazina organisma siltumatdevi, saglabājot nemainīgu ķermeņa temperatūru, atvieglo ādas un termoregulācijas gāzu apmaiņas funkciju. Šie procesi īpaši svarīgi bērniem, jo:

- bērnu vecumā termoregulācijas mehānismi ir nepilnīgi, organisma atdzišana vai pārkaršana var izraisīt veselības traucējumus;
- bērnu lielās aktivitātes dēļ to siltumprodukcijas procesi pieaug 2–4 reizes;
- bērnu āda ir maiga un viegli ievainojama;
- bērnu organisma vielmaiņas procesos ādas elpošanai ir lielāka nozīme nekā pieaugušo vielmaiņas procesos.

Veļai jābūt brīvai un ērtai, lai nodrošinātu ventilāciju un normālu ādas elpošanu. Ieteicams veļas izgatavošanai izmantot smalkus, mīkstus audumus, trikotāžu, adītus materiālus, lai nodrošinātu gaisa caurlaidību. Bērnu veļai nedrīkst būt biezas šuves, stingras gumijas.

Vasaras apģērbam jābūt tādam pašam kā veļai – maigam, mīkstam, gaisu caurlaidīgam. Tam jābūt brīvam un jānodrošina maksimāli laba ventilācija.

Ziemā telpās, kurās temperatūra ir virs 20 °C, bērniem jāvalkā apakšveļa un piemērots apģērbs, tā auduma kvalitātei un konstrukcijai jābūt analoģiskai vasaras apģērbam. Telpā, kur gaisa temperatūra ir zem 19 °C, ieteicams izmantot biezākus apģērbus, kā arī apģērbus no vilnas auduma. Apģērbs var būt trīs kārtās, ieskaitot zeķubikses, garās bikses, vestes, džemperus.

Virsējām drēbēm ir jāizpilda sava galvenā funkcija – siltuma izolācija, kā arī jāpasargā no mitruma un vēja. Tām jāsastāv no trīs slāņiem. Virsējo slāni izgatavo no auduma ar zemu gaisa caurlaidību, higroskopisku un mitrumu neuzsūcošu, lai tas neļautu aukstam gaisam iekļūt zem apģērba, pasargātu to no samirkšanas, bet vienlaikus paaugstinātu apģērba siltuma aiztures īpašības. Otram slānim jābūt siltumnoturīgam, pagatavotam no gaisu saturoša, poraina auduma. Iekšējo slāni izgatavo no auduma, kam piemīt augsta gaisa caurlaidība, higroskopiskums.

Bērnu ziemas apģērbi jāizgatavo no audumiem ar minimālu gaisa caurlaidību, lai nodrošinātu minimālu gaisa apmaiņu ar apkārtējo vidi.

Apaviem jāatbilst šādām prasībām:

- jāsargā organisms no nelabvēlīgas meteoroloģiskās iedarbības un mehāniskiem bojājumiem;
- jāatbilst bērna anatomiski fizioloģiskām īpašībām, bērna pēdas izmēram;
- jānodrošina labvēlīgs mikroklimats ap pēdu, atbilstošs temperatūras un mitruma režīms jebkuros mikroklimatiskajos apstākļos.

Apavu galvenie elementi:

pēdiņa – apava iekšējā daļa, kurai ir ciešs kontakts ar pēdas ādu, tai jānodrošina komfortabls temperatūras un mitruma režīms apava iekšpusē;

zole – galvenais apavu apakšas elements; tai jābūt optimāli lokanai, biezai, ar labām siltumaiztures īpašībām;

papēdis – mākslīgi paaugstina pēdas izliekumu, pasargā kājas papēdi no traumām, kā arī paaugstina apavu izturību. Kurpju nēsāšana bez papēža atļaujama tikai bērniem agrā vecumā.

Papēža augstums pirmsskolas vecuma bērniem ieteicams 5–10 mm, skolēniem 8–10 gadu vecumā – ne vairāk kā 20 mm, zēniem 13–17 gadu vecumā – 30 mm, meitenēm 13–17 gadu vecumā – līdz 40 mm.

Bērnu apaviem jābūt drošiem, aiztaisāmiem, tādiem, kas netraucē staigāt.

Vislabākais apavu materiāls ir dabiskā āda. Vasarai var izmantot arī dažus tekstilmateriālus – atsevišķi vai kombinējot ar ādu. Siltinātu apavu izgatavošanai ieteicams izmantot dabisko ādu un kokvilnas materiālus. Bērnu apavos var izmantot arī speciālus polimērmateriālus.

12.13. AGRĪNĀ VECUMA BĒRNU DIENAS REŽĪMS

Konstatēts, ka līdz 3 gadu vecumam notiek īpaši intensīva bērnu augšana un attīstība, mainās arī to fizioloģiskās spējas un vajadzības.

Pirmajos dzīves mēnešos CNS vēl ir funkcionāli vāja, daudzi ārējie kairinātāji ir pārāk spēcīgi, tāpēc tā strauji pagurst. Šo iemeslu dēļ bērna nomoda laiks diennaktī ir salīdzinoši īss – 5–7 stundas; ik pēc 1,5–2 stundām bērns aizmieg. Pakāpeniski miega daļa un ēdienreižu skaits samazinās. Līdz 3 gadu vecumam ierosas procesi prevalē pār kavēšanas procesiem, ātri veidojas pozitīvi nosacījuma refleksi, kas grūtāk nekā citos vecumos pakļaujas pārveidei. Īpaši grūti ir pārveidot izveidoto dinamisko stereotipu, tāpēc vides faktoru maiņa izraisa spēcīgu reakciju, uzvedības maiņu, miega traucējumus, atsacīšanos no ēšanas. Šajā vecumā galvenajam padomdevējam par bērna dienas režīmu un tā saistību ar bērna veselības stāvokli jābūt ģimenes ārstam, pediatram un medicīnas māsai.

12.14. PIRMSSKOLAS VECUMA BĒRNU DIENAS REŽĪMS

Šajā vecumā tiek ņemtas vērā bērna augstākās nervu darbības īpatnības, kurām vēl joprojām raksturīgs viegls smadzeņu garozas šūnu izsīkums un nervu procesu nestabilitāte. Pirmsskolas vecumā uzbudinājums joprojām prevalē pār kavēšanu, bet irradiācija – pār koncentrāciju. Bērnudārza vecumā sākas jau pārdomāts un mērķtiecīgs pedagoģiskais un audzināšanas process, tiek veidota pareiza runa un dikcija, higiēniskas iemaņas, notiek pirmā iepazīstināšana ar bērnu izpratnei pieejamām parādībām un priekšmetiem, mākslinieciskās gaumes veidošana utt. Bez tam bērniem iemāca veikt vienkāršākus lietderīgus darbus, lielāku patstāvību pašapkalpošanā. Dienas režīma obligātie komponenti pirmsskolas vecumā:

- obligātas organizētas nodarbības;
- rotaļas un spēles;
- pastaigas svaigā gaisā;
- ēdienreizes;
- dienas miegs.

Katrai pirmsskolas bērnu iestādes grupai ir atšķirīgs režīms, kas atkarīgs no bērna vecuma:

- no 3–4 gadiem (jaunākā grupa),
- no 4–5 gadiem (vidējā),
- no 5–6 gadiem (vecākā),
- no 6–7 gadiem (sagatavošanas grupa vai 1. klase).

Jaunākajā grupā bērniem jāparedz 12–12,5 stundas miega, t.sk. 2 stundas dienā, vairāk laika salīdzinājumā ar nākošajām vecuma grupām jāatvēl ēdienreizēm un galda kultūras, kā arī personiskās higiēnas iemaņu ieaudzināšanai. Ziemā pat aukstā laikā, ja nav klimata ierobežojumu, bērnam 3–4 stundas jāpavada svaigā gaisā pastaigās, bet vasarā – praktiski visa diena, pēc iespējas arī miegu organizējot svaigā gaisā. Šajā vecumā dienā ir viena nodarbība, sākumā 10–15 minūšu gara (zīmēšana, veidošana, runas attīstība).

Vidējā grupā saglabājams tas pats miega ilgums, taču obligātās nodarbības garums gada laikā var palielināties no 15 līdz 20 minūtēm, palielinās tās piesātinājums un dažādība.

Vecākajā grupā miega garums samazinās līdz 11,5 stundām, t.sk. dienas miegs līdz 1,5 stundām. Dienā ir jau 2 nodarbības: pirmā 25–30 minūšu gara, otrā – 15–20 minūšu gara, starp tām desmit minūšu starpbrīdis. Nodarbībām jau piemīt mācību raksturs, brīvais laiks atvēlēts rotaļām (bērnu psihiskajai attīstībai nepieciešamas arī rotaļlietas).

12.15. DIENAS REŽĪMS SKOLAS VECUMA BĒRNIEM UN PUSAUDŽIEM

Bērnu un pusaudžu mācību darbs galvenokārt ir garīgais darbs, ko veic galvas smadzeņu lielo pusložu garozas šūnas. Pēc noteikta laika intensīvas darbības iestājas nogurums, respektīvi, samazinās šūnu, audu vai visa organisma darbaspējas.

Jāņem vērā, ka bērniem jebkuras darbības dēļ darbaspējas samazinās krasāk un ātrāk nekā pieaugušajiem. Bērnu noguruma pakāpe ikdienas darbā ir apgriezti proporcionāla vecumam: jo mazāks bērns, jo noguruma pakāpe ir lielāka, un otrādi.

Pārmērīga slodze, precīza garīgā darba sasprindzinājuma un atpūtas mijas trūkums, nepietiekams miegs un neattaisnotas papildu nodarbības var skolēnu pārpūlēt. Bērni kļūst nervozi, viegli uzbudināmi, raudulīgi, sāk slikti mācīties. Sistemātiska garīga pārpūlēšanās var novājināt visu organismu, radīt smagu nervu un psihisko stāvokli. Ir izstrādāta skolēnu mācību slodze nedēļā, kuru nedrīkst pārsniegt:

1. klasē – 20 mācību stundas, 2. klasē – 22, 3.–4. klasē – 24; 5. klasē – 30, 6. klasē – 32, 7.–11. klasē – 34 un 12. klasē – 36 mācību stundas.

Mācību stundu skaits dienā:

1. klasē – 4 mācību stundas, 2.–4.klasē – 5, 5.–7. klasē – 6 un 8.–12. klasē – 8 mācību stundas.

Stundu ilgums:

1. klasē – 35 minūtes, 2.–4. klasē – 40 minūtes, bet, sākot ar 5. klasi, – 45 minūtes.

Minimālais pārtraukums starp mācību stundām visu klašu skolēniem ir 10 minūtes, turklāt jāparedz viens 30 minūšu garš pārtraukums vai divi 20 minūšu gari pārtraukumi. Vēlams pārtraukumus pavadīt svaigā gaisā un aktīvās kustībās.

Mācību procesu skolā var organizēt 5 vai 6 darba dienās nedēļā, divās maiņās dienā. Pirmo, otro un izlaiduma klašu audzēkņiem nodarbībām jānotiek tikai pirmajā maiņā. Nedrīkst pieļaut, ka vieni un tie paši skolēni mācās otrajā maiņā vairāk nekā divus mācību gadus pēc kārtas.

Mācības otrajā maiņā uzsākamas ne ātrāk kā 30 min. pēc pirmās maiņas nodarbību beigām.

Mācību procesam skolā jābūt organizētam, ņemot vērā bērnu darbaspējas. Maksimāla slodze mācību nedēļas laikā plānojama otrdienās un trešdienās. Grūtāko mācību priekšmetu nodarbības plānojamas 2. vai 3. mācību stundā, bet vecāko klašu skolēniem var arī 5. stundā.

Nav pieļaujams dubultot viena un tā paša mācību priekšmeta stundas 1.–4. klasē, izņemot fizkultūras stundas slēpošanas nodarbībām ziemā. Nav ieteicams plānot kontroldarbus mācību nedēļas pirmajā un pēdējā dienā.

Stundu sagatavošana mājās stingri jānormē atkarībā no skolēna vecuma: 1. klases skolēniem – līdz 1 stundai; 2.–4. klases – līdz 2 stundām; 5.–7. klases – līdz 3 stundām; 8.–12. klases – līdz 4 stundām.

Skolēniem, kas mācās pirmajā maiņā, mājas uzdevumi jāveic pēc atpūtas svaigā gaisā. Nav vēlams stundas gatavot vēlu vakarā, kad galvas smadzeņu lielo pusložu garozā dienā saņemtās informācijas plūsmas rezultātā jau izveidojusies aizsargkavēšana.

Skolēniem, kas mācas otrajā maiņā, stundas jāsagatavo nākošās dienas rītā (no plkst. 9.00 līdz 12.00).

12.16. SKOLĒNA UZTURS

Dzīvības uzturēšanai un darba veikšanai organisms patērē enerģiju, kuras atjaunošanai nepieciešams uzturs.

Cilvēks ar uzturu saņem olbaltumvielas, taukus, ogļhidrātus, kā arī vitamīnus un minerālvielas. Šīs vielas nodrošina organisma enerģētiskiem un plastiskiem procesiem nepieciešamās izejvielas, kā arī iekļaujas šūnās kā to struktūrkomponenti. Tauki un ogļhidrāti ir galvenais enerģētiskais materiāls, bet olbaltumi – galvenais šūnas uzbūves materiāls. Vielmaiņai ir divi savā starpā saistīti procesi – anabolisms jeb asimilācija un katabolisms jeb disimilācija, kuri atrodas dinamiskā līdzsvarā. Anabolisms ir uzņemto uzturvielu pārvēršanās par audu sastāvdaļām, bet katabolisms – noārdīšanās ar enerģijas atbrīvošanos. Organisma augšanas un attīstības periodā pārsvarā ir asimilācijas procesi, kuri organismu nodrošina ar izejvielām, kas nepieciešamas enerģētiskajām un plastiskajām norisēm.

Pareizs uzturs nodrošina cilvēka organisma optimālu augšanu, attīstību, darbaspējas un adaptāciju ārējās vides faktoriem [21]. Mūsdienu uzturzinātne uzskata, ka uzturam jābūt dažādam, sabalansētam un mērenam.

Sabalansēta uztura galvenais princips ir galveno uzturvielu un bioloģiski aktīvo vielu pareizas attiecības, kas atkarīgas no vecuma, dzimuma, darba veida un organisma funkcionālā stāvokļa.

Bērna uzturam jābūt pilnvērtīgam, lai nodrošinātu optimālu garīgu un fizisku attīstību. Lai uzņemtu nepieciešamo enerģiju un visas nepieciešamās uzturvielas, bērnam jāēd regulāri (4–5 reizes dienā), jo trīs ēdienreizēs nepieciešamo uzturvielu daudzumu ir grūti uzņemt, turklāt bērni starp ēdienreizēm izjūt izsalkumu, tāpēc nepieciešamas vēl otrās brokastis un launags. Ēdienreizēm jābūt vienā un tajā pašā laikā. Pēc nakts miera organismā iepriekšējā dienā uzņemtie enerģijas krājumi ir izsmelti, tāpēc ir svarīgi ēst brokastis, lai varētu koncentrēties mācībām skolā. Brokastīs vajadzētu lietot ar ogļhidrātiem bagātus ēdienus: dažāda veida putras, pārslas ar pienu vai jogurtu, graudu vai kliju maizi ar sieru, augļus un dārzeņus vai to sulas. Brokastīm jānodrošina 25% dienā nepieciešamā enerģijas daudzuma. Vairāk nekā puse no dienā nepieciešamā enerģijas daudzuma jānodrošina ar ogļhidrātiem, tāpēc katrā ēdienreizē jāiekļauj kartupeļi, makaroni, rīsi, griķi vai citi ar ogļhidrātiem bagāti ēdieni. Tie organismu nodrošina ar enerģiju, kas nepieciešama augšanai un fiziskai aktivitātei. Skolas gados bērni strauji aug, rodas vajadzība pēc papildu enerģijas, tāpēc ēstgriba palielinās.

Augot un attīstoties organismam īpaši nepieciešami olbaltumi, tāpēc ik dienu jāēd olas, piens un tā produkti, liesa gaļa vai zivis. Olbaltumi ir īpaši svarīgi augšanas un attīstības procesā.

Piens un piena produkti ir neatņemama bērnu uztura sastāvdaļa. To sastāvā ir tādas nepieciešamas uzturvielas kā olbaltumi, vitamīni, makroelementi un mikroelementi. Piena produktu olbaltums ir bioloģiski augstvērtīgs. Tas ir svarīgs viegli izmantojama dabiskā kalcija un fosfora avots, kam līdztekus ar D vitamīnu un fiziskajām aktivitātēm ir svarīgākā nozīme

kaulaudu veidošanā. Piena produktos ir vislabākās kalcija un fosfora attiecības, tādēļ arī organisms kalciju vislabāk izmanto tieši no šiem produktiem.

Katrā ēdienreizē jāēd augļi vai dārzeņi, kuri ir bagātīgs vitamīnu, minerālvielu, šķiedrvielu un citu bioloģiski aktīvu vielu avots.

Arī tauki ir nepieciešami bērna uzturā. Tie palīdz nodrošināt fiziski aktīva un augoša bērna organismu ar nepieciešamo enerģiju. Ar taukiem dienā jāuzņem līdz 35% kopējā enerģijas daudzuma; vēlams, lai 10% būtu dzīvnieku izcelsmes tauki.

Ja bērnam starp ēdienreizēm rodas izsalkums, var ēst jogurtu, augļus vai riekstus, nevis čipsus.

Ar uzturu jāuzņem arī pietiekams daudzums šķidruma (ūdens, svaigas sulas). Tā kā bērnu organismā ir relatīvi vairāk ūdens nekā pieaugušo organismā, tam var ātrāk iestāties ūdens zudums. Tādēļ bērniem jāpiedāvā padzerties vairākas reizes dienā, maksimāli ierobežojot saldos un gāzētos dzērienus.

12.17. TUVREDZĪBAS PROFILAKSE

Redzes traucējumi, tāpat kā stājas traucējumi, ir samērā bieža skolēnu slimība. Visbiežāk sastopama ir tuvredzība. Novērots straujš tuvredzības pieaugums līdz ar skolēnu vecumu.

Pētījumi rāda, ka tuvredzības izplatība no sākumskolas līdz vidusskolas vecumam palielinās gandrīz piecas reizes [1]. Viens no galvenajiem iemesliem ir slikts apgaismojums, nepareiza sēdēšana nodarbību laikā, garīgā darba un atpūtas režīma neievērošana.

Jēdziens "racionāls apgaismojums" ietver sevī ne vien nepieciešamo apgaismojuma daudzumu, bet arī tā kvalitāti.

Visbiežākie mācību telpu apgaismojuma trūkumi ir:

- nepilnīga mūsdienīgu apgaismošanas iekārtu izmantošana;
- pārāk mazs lampu skaits – mazāks nekā tas būtu nepieciešams;
- mazas jaudas lampu izmantošana;
- netiek izmantotas speciālās lampas klases tāfeles apgaismošanai;
- netiek laikus nomainītas izdegušās lampas;
- nepilnīgi tiek izmantots mākslīgais apgaismojums rudens un ziemas sezonā agrās rīta un pēcpusdienas stundās.

Dažkārt tiek traucēta dienas gaismas iekļūšana mācību telpās un līdz ar to samazinās dabiskais apgaismojums. Iemesli tam ir dažādi:

- mācību līdzekļi, puķes, akvāriji uz palodzēm;
- aizkari pie logiem;
- neregulāri tīrīti logi;
- kokiem aizēnoti logi.

Redzes sasprindzinājums ir minimāls, ja skolēniem ir pareiza darba poza: attālumam no grāmatām vai burtnīcām atkarībā no skolēna vecuma jābūt 26–35 cm. Šāds attālums ir apmēram vienāds ar rokas garumu no elkoņa līdz pirkstu galiem. Skolēnu redzi īpaši ietekmē pareizs lasīšanas režīms. Lasīšana ir komplicēts psiholoģisks process, kas prasa redzes saspringumu, asumu, akomodāciju un saskaņotu acu kustību, lai veidotos pareiza redzes uztvere un redzes atmiņa. Nepareizs lasīšanas režīms ir skolēnu redzes traucējumu veidošanās riska faktors.

Skolēnu redzes funkcijas apsekošanas rezultāti parādīja, ka lasīšanas ilgumam jābūt ierobežotam: jaunākā skolas vecuma bērniem – 15–20 min., vidējā skolas vecuma bērniem – 25–30 min., bet vecākā skolas vecuma bērniem – 45 min.

Ilgāks lasīšanas laiks vairākumam dažāda vecuma skolēnu izraisa acs funkcijas spriegumu, maina acu kustības raksturu un gala rezultātā noved pie tā, ka bērns neapzināti samazina attālumu no acīm līdz grāmatai. Lai redze atjaunotos, vajadzīga 6–10 min. ilga atpūta, kuras efektivitāte pieaug, ja stundās tiek veikti kompleksi vingrinājumi.

Īpaši lielu redzes slodzi rada darbs ar datortehniku. Par to liecina skolas higiēnistu pētījumu dati: skolēniem, kuri pēc mācību stundām strādā ar datoriem, redzes nogurdināmība reģistrēta 38%, bet pēc parastām stundām – tikai 8,6% gadījumu.

Arī televizora skatīšanās nelabvēlīgi ietekmē bērnu veselību. Jaunākā skolas vecuma bērni var skatīties televīzijas pārraides ne vairāk kā 2–3 reizes nedēļā, un tikai tajās dienās, kad ir mazāka mācību slodze. Pārraižu skatīšanās ilgums nedrīkst pārsniegt 60 minūtes. Telpu, kurā atrodas televizors, ieteicams apgaismot ar vispārēju vai vietējo apgaismojumu, kas novietots aiz skatītāja. Televizora ekrānam jāatrodas 2–3 metru attālumā no skatītāja un jābūt acu līmeņa augstumā.

Acu vingrinājumi

1. Ātri pamirkšķināt, aiztaisīt acis un mierīgi pasēdēt, lēni skaitot līdz 5 (atkārtot 4–5 reizes).
2. Cieši aizvērt acis (skaitīt līdz 3), atvērt acis un skatīties tālumā (skaitīt līdz 5); vingrinājumu atkārtot 5 reizes.
3. Izstiept labo roku uz priekšu un, nepagriežot galvu, sekot ar acīm izstieptās rokas rādītājpirksta kustībām pa kreisi un pa labi, uz augšu un uz leju (atkārtot 4–5 reizes).
4. Skatīties uz izstieptas rokas rādītājpirkstu un skaitīt līdz 4, tad pārnest skatienu tālumā un skaitīt līdz 6 (atkārtot 4–5 reizes).
5. Vidējā tempā veikt 3–4 apļveida kustības ar acīm uz labo pusi, pēc tam – uz kreiso pusi. Pēc tam atslābināt acu muskuļus, skatīties tālumā, skaitot līdz 6 (atkārtot 2–3 reizes).

12.18. MUGURKAULA UN PĒDU DEFORMĀCIJAS PROFILAKSE

No mugurkaula ir atkarīga cilvēka stāja, gaita, sēdēšana, ķermeņa stāvoklis darba laikā. Ja stāja ir pareiza, tad balsta un kustību sistēma funkcionē normāli un pareizs ir gan iekšējo orgānu, gan arī ķermeņa smaguma centra novietojums. Pareizu stāju raksturo pareizs mugurkaula stāvoklis ar dabiskiem izliekumiem krūšu un jostas rajonā, simetrisks plecu un lāpstiņu novietojums, taisnas kājas, normāls pēdu izliekums.

Mugurkauls aug un veidojas bērna augšanas un attīstības laikā, tas viegli padodas deformācijai. Mugurkaula formas defekti var būt dažādi – gan pārmērīgi izteikti dabiskie izliekumi, gan izliekumi uz sāniem, arī t.s. spārnveida lāpstiņas, plecu joslas asimetrija, saplacināts krūškurvis. Visi minētie defekti apgrūtina sirds, plaušu un gremošanas orgānu darbību, pasliktina vielmaiņu, samazina darbaspējas. Piemēram, skoliozes gadījumā var būt gan sirds labā, gan kreisā kambara darbības traucējumi. Meitenēm mugurkaula defekti bieži vien maina ķermeņa formu, to sašaurinot, kas vēlāk var izraisīt dzemdību traucējumus.

Stāja galvenokārt veidojas 6–7 gadu vecumā. Tāpat kā citi ieradumi, arī pareiza ķermeņa poza ejot, veicot darbu stāvus vai atbildot pie tāfeles, kā arī pareiza vairāku stundu ilga sēdēšana skolas solā vai mājās pie rakstāmgalda ir saistīta ar sistemātiskumu un atkārtojamību. Pareizas stājas veidošanās notiek pakāpeniski un ilgstoši – no agras bērnības. Stājas traucējumi var

rasties, ja bērnu pārāk agri sēdina, apkārt apliekot spilvenus, nepareizi nes uz rokām, pārāk agri sāk mācīt staigāt (apejot rāpošanas stadiju), pastaigu laikā pastāvīgi tur pie rokas. Pirmsskolas gados stājas traucējumus veicina plakanā pēda, nepareiza poza zīmējot, darbs mazdārziņā, strādājot ar inventāru, kas pēc izmēriem neatbilst bērna vecumam.

Skolas gaitu sākumā tam vēl pievienojas citi negatīvi momenti: stipri samazinās kustības (gandrīz par 50% salīdzinājumā ar pirmsskolas periodu), palielinās statiskā slodze sakarā ar vajadzīgo darba pozu (stāvot vai arī sēžot), kā arī tikai vienā rokā nesot skolas somu ar smagām grāmatām un burtnīcām.

LR Ministru kabineta noteikumos Nr. 610, kas pieņemti 2002. gada 27. decembrī, ir izstrādātas normas maksimālam pārnēsājamo priekšmetu smagumam attiecīgajā vecuma grupā:

- skolēniem, kas ir jaunāki par 9 gadiem – 2,5–3,5 kg;
- no 9–11 gadiem – 3,5–4 kg;
- no12–13 gadiem – 4–4,5 kg;
- no 14–15 gadiem – 4,5–5 kg;
- no 16 gadiem – 5 kg un vairāk.

Nepareizas stājas veidošanos veicina arī dažādi kaitīgi ieradumi: sēdēšana ar uzmestu kūkumu, kas veicina apaļās muguras veidošanos, vai ar kūkumu uz vieniem sāniem, kas veicina kifoskoliozi (mugurkaula izliekums uz vieniem sāniem jostas un krūšu rajonā), stāvēšana, atbalstoties uz vienas kājas, kas var radīt mugurkaula izliekumu uz sāniem. Arī iešana ar nodurtu galvu un uz priekšu noliektiem pleciem var veidot apaļu muguru. Nepareizus mugurkaula izliekumus un līdz ar to nepareizu stāju var veicināt arī nepareizi organizēts naktsmiegs bērniem un pusaudžiem: īsa, šaura gulta, mīksti pēļi, augsts spilvens. Kā sekas ieradumam gulēt uz vieniem sāniem, kājas pievelkot pie vēdera, var būt asinsrites traucējumi un nepareizs mugurkaula stāvoklis. Cilvēka stāju un iekšējo orgānu darbību negatīvi ietekmē pārāk ciešas jostas, kas nospiež vēdera augšdaļu, tā traucējot pareizu, dziļu elpošanu un daudzu muskuļu koordinētās kustības, kas notur krūškurvi pareizā stāvoklī, neļaujot tam deformēties. Pareiza stāja skolēniem veidojas, ja viņi veic gan organismu stiprinošus daudzveidīgus vingrinājumus un ievēro visus higiēnas noteikumus, kā arī tad, kad darba apstākļi skolā vai ārpus tās atbilst bērna un pusaudža vecuma īpatnībām [5].

Bērniem un pusaudžiem samērā bieži ir sastopama plakanā pēda. Tās gadījumā bērni un pusaudži sūdzas par sāpēm kājās, tās ātri nogurst, it īpaši ilgstošu pastaigu laikā, ekskursijās, pārgājienos. Normāli pēdai ir augsta balsta velve. Pēdas balsta virsma nepārsniedz 1/3 pēdas laukuma. Pēda ir plakana, ja tās balsta virsma ir 50–60% pēdas virsmas. Plakanās pēdas gadījumā (8. att.) pēda pieskaras grīdai (zemei) gandrīz ar visu tās virsmu, un pēdas nospiedumā nav iekšējā izliekuma (izgriezuma).

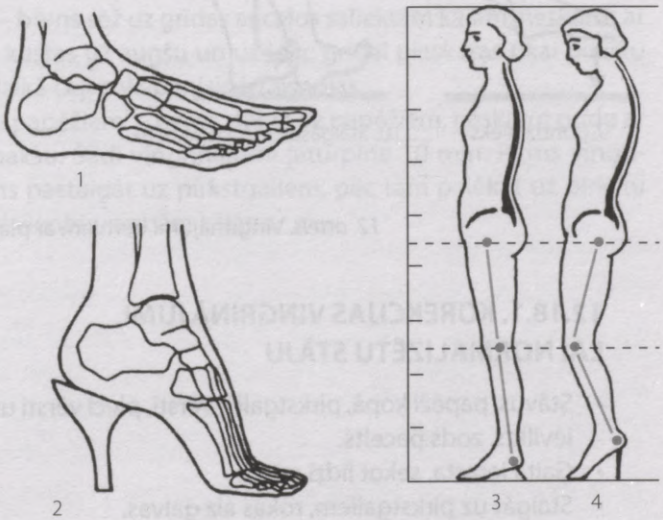
Plakanā pēda biežāk ir iegūta, daudz retāk – iedzimta. Iegūta plakanā pēda var būt statiska, traumatiska un paralītiska. Statiskā plakanā pēda bērniem izveidojas pakāpeniski. Tā rodas tad, ja slodze uz saitēm, muskuļiem un kauliem neatbilst higiēnas prasībām (pārmērīga ķermeņa masa, pārāk lielu, vecumam neatbilstošu smagumu nešana, vaļīgu apavu un apavu ar cietu, neelastīgu zoli, kā arī bezpapēžu apavu valkāšana). Statiskās plakanās pēdas rašanās iemesls var būt arī rahīts.Traumatiskā plakanā pēda attīstās pēc pēdas vai pēdas locītavas bojājuma. Paralītiskā plakanā pēda ir nervu sistēmas slimību, visbiežāk – bērnu triekas sekas. Lai novērstu plakanās pēdas veidošanos, bērniem ir jāmāca pareizi staigāt: ejot vai stāvot apavu purngaliem jābūt vērstiem uz priekšu, lai slodze būtu uz pēdas pirmā un piektā pirksta, bet pēdas iekšējā velve nenoplaktu.

Lai stiprinātu muskuļus, kas notur pēdas velvi, iesaka staigāt basām kājām pa nelīdzenu, bet mīkstu (smiltis, mīksta grunts) virsmu, periodiski sasprindzinot un atslābinot pirkstus. Gan profilakses, gan koriģēšanas nolūkā rīta vingrošanas kompleksā jāievieš dažādi pēdas nostiprinoši vingrinājumi (iešana uz pirkstgaliem, uz papēžiem, uz pēdas iekšmalām un ārmalām, lēcieni, vingrinājumi, izmantojot speciālas ierīces). Līdzīgi vingrinājumi jāveic arī fizkultūras nodarbībās un speciālās koriģējošās vingrošanas nodarbībās. Ļoti svarīgi ir valkāt apavus, kas atbilst higiēnas prasībām (10. att.).

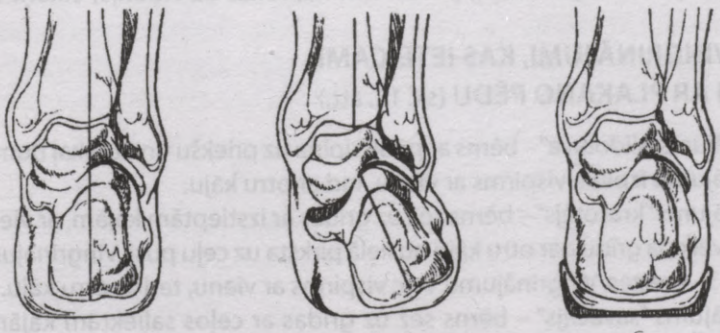
Apaviem jāatbilst garumam un platumam, tie nedrīkst nedz spiest, nedz arī būt pārāk vaļīgi, tiem jābūt ar pietiekami platiem purniem, lai nesaspiestu pirkstus, jābūt platam 1,5–2,0 cm augstam papēdim, elastīgai zolei. Meitenēm neiesaka valkāt apavus ar augstiem papēžiem, lai nerastos stājas traucējumi un patoloģiski mugurkaula izliekumi, skriemeļu nobīde, nepareizs iegurņa stāvoklis un izmēri. Ieteicami ārstnieciskie vingrojumi speciāla masāža un kāju kontrastvannas.

Plakanās pēdas gadījumā nepieciešami speciāli ieliktņi – supinatori (11. att.).

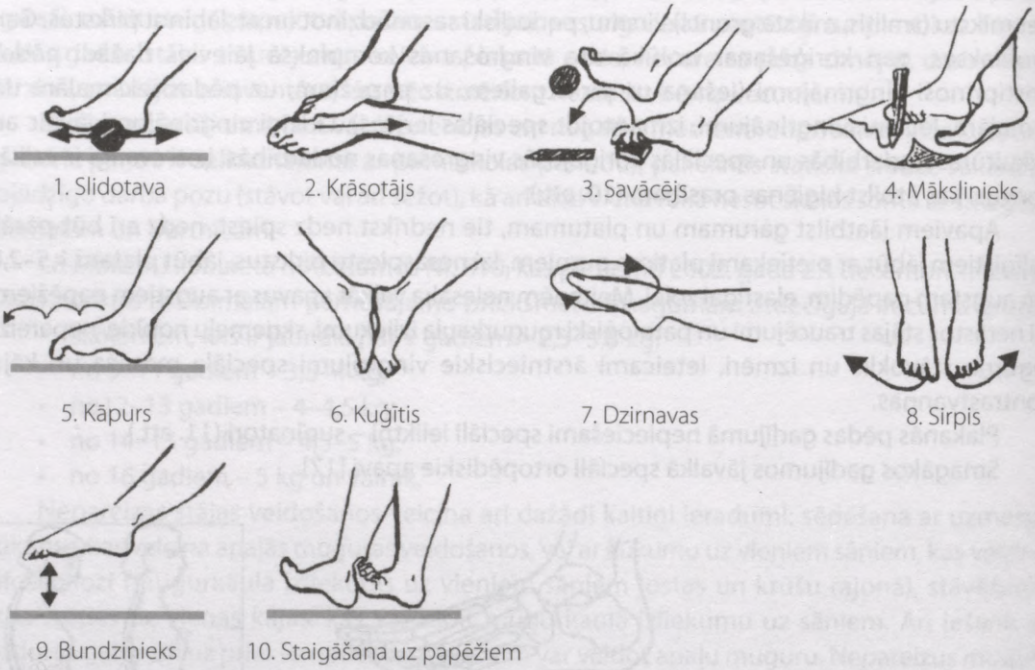
Smagākos gadījumos jāvalkā speciāli ortopēdiskie apavi [17].



10. attēls. Augstpapēžu apavu izraisītā pēdas un stājas deformācija:
1 – pēda normālā kurpē;
2 – deformēta pēda augstpapēžu kurpē;
3 – stalta stāja normālos apavos;
4 – neveikla stāja augstpapēžu apavos.



11. attēls. Pēdas forma (no mugurpuses):
a – normāla; b – plakanā; c – korekcija ar supinatoru.



12. attēls. Vingrinājumi bērniem ar plakano pēdu

12.18.1. KOREKCIJAS VINGRINĀJUMI, LAI NORMALIZĒTU STĀJU

- Stāvus, papēži kopā, pirkstgali izvērsti, pleci vērsti uz aizmuguri, lāpstiņas kopā, vēders ievilkts, zods pacelts.
- Gaita ierasta, sekot līdzi stājai.
- Staigāt uz pirkstgaliem, rokas aiz galvas.
- Staigāt uz papēžiem, rokas uz vidukļa.
- Staigāt uz pēdu ārējās malas, pirksti savilkti, rokas uz vidukļa, elkoņi vērsti atpakaļ.

12.18.2. VINGRINĀJUMI, KAS IETEICAMI BĒRNIEM AR PLAKANO PĒDU (sk. 12. att.)

1. Vingrinājums "slidotava" – bērns ar pēdu ripina uz priekšu un atpakaļ bumbu vai pudeli. Vingrinājumu izpilda vispirms ar vienu, tad ar otru kāju.
2. Vingrinājums "krāsotājs" – bērns sēž uz grīdas ar izstieptām kājām, ar vienas kājas lielo pirkstu velk pa grīdu gar otru kāju no lielā pirksta uz ceļu pusi. Vingrinājumu "krāsotājs" atkārto 3–4 reizes. Vingrinājumu veic vispirms ar vienu, tad ar otru kāju.
3. Vingrinājums "savācējs" – bērns sēž uz grīdas ar ceļos saliektām kājām, vāc ar kāju pirkstiem dažādus sīkus priekšmetus no grīdas un liek tos kaudzītē. Ar otru kāju dara to pašu. Pēc tam bez roku palīdzības liek šos priekšmetus no vienas kaudzītes otrā. Pārliekot priekšmetus no vienas kaudzītes otrā, tie nedrīkst izkrist no kāju pirkstiem.

4. Vingrinājums "mākslinieks" – bērns ar zīmuli, kas satverts ar kāju pirkstiem, zīmē uz papīra dažādas figūras, pieturot papīra lapu ar otru kāju. Vingrinājumu veic vispirms ar vienu, tad ar otru kāju.
5. Vingrinājums "kāpurs" – bērns sēž ar ceļos saliektām kājām, papēži pie grīdas. Saliecot kāju pirkstus, bīda papēdi pie kāju pirkstiem. Tad pirkstus atslābina un kustības atkārto (imitējot kāpura kustības). Šīs kustības jāatkārto tik ilgi, kamēr kājas tiek iztaisnotas. Vingrinājumu izpilda ar abām kājām reizē.
6. Vingrinājums "kuģītis" – bērns sēž uz grīdas ar ceļos saliektām kājām, un spiežot pēdas vienu pret otru, cenšas lēnām iztaisnot ceļus tik ilgi, kamēr pirksti un papēži saskarsies kopā (veido ar pēdām kuģīša formu).
7. Vingrinājums "dzirnavas" – bērns sēž uz grīdas ar iztaisnotiem ceļiem un ar pēdām veido apļveida kustības divos virzienos.
8. Vingrinājums "sirpis" – bērns sēž uz grīdas ar ceļos saliektām kājām, atbalstot pēdu apakšu pret grīdu (attālums starp pēdām 20 cm). Abu pēdu saliektos kāju pirkstus vispirms tuvina, tad attālina. Vingrinājuma izpildes laikā papēži visu laiku ir pie grīdas. Vingrinājumu atkārto vairākas reizes.
9. Vingrinājums "bundzinieks" – bērns sēž uz grīdas ar ceļos saliektām kājām, neskarot ar papēžiem grīdu, ar pēdām kustas uz augšu un uz leju; grīdai pieskaras tikai pirkstu gali. Vingrinājuma izpildes laikā ceļi pakāpeniski iztaisnojas.
10. Vingrinājums "staigāšana uz papēžiem" – bērns staigā uz papēžiem, neskarot grīdu ar kāju pirkstiem un pēdu apakšu. Šādi vingrinājumi jāturpina 10 min. Pirms vingrinājumu veikšanas ieteicams pastaigāt uz pirkstgaliem, pēc tam palēkāt uz pirkstu galiem ar lecamo auklu – uz vienas un abām kājām.

PROTOKOLI

Pirmsskolas bērnu iestādes izvietojuma, iekārtojuma, audzēkņu dienas režīma higiēniskā novērtējuma protokola paraugs

1. Bērnu iestādes nosaukums, adrese, apkalpojamais rajons.
2. Bērnu iestādes izvietojuma raksturojums. Tuvākie objekti: dzīvojamie nami, rūpniecības uzņēmumi, parki, skvēri.
3. Teritorijas raksturojums: lielums (ha), iežogojums, apstādījumi pa teritorijas perimetru, apbūves procents, grupu rotaļu laukumi un nojumes, saimniecības pagalms; teritorijas sanitārais stāvoklis.
4. Ēkas celtniecības tips, stāvu skaits, plānotais grupu skaits.
5. Bērnu skaits mazbērnu novietnēs un bērnudārza grupās.
6. Bērnu uzraudzība un kopšana (audzinātāju un aukļu skaits grupās). Medicīniskais personāls: ārsts, medicīnas māsas.
7. Telpu komplekss katrai grupai: garderobe, dzīvojamā istaba, guļamtelpa, bufetes telpa, mazgāšanās un tualetes telpa. Telpu noformējuma raksturojums.
8. Bērnu iestādes kopīgās telpas: telpa muzikālajām nodarbībām, vingrošanai, virtuves bloks, veļas mazgātava.
9. Ārsta un vecākās māsas kabinets, procedūru telpa, izolators.
10. Mēbeļu higiēniskais raksturojums, to lielumi.
11. Rotaļlietas, to dažādība grupās; tematiskās rotaļlietas.
12. Dienas režīma novērtējums: tā īpatnības dažāda vecuma grupās; uztura režīms grupās; nodarbību ilgums un skaits dažāda vecuma grupās; miega ilgums un iespēja gulēt pie atvērtiem logiem; pastaigu ilgums un biežums dažādās grupās.
13. Fiziskās audzināšanas raksturojums grupās: rīta rosme; obligātās nodarbības.
14. Norūdīšanās procedūras, raksturot – kādas: ar ūdeni, svaigu gaisu, sauli. Kontrindikācijas.
15. Bērnu veselības un fiziskās attīstības pārbaudes: padziļinātās medicīniskās pārbaudes un to biežums; slimo bērnu uzskaite un novērošana.
16. Pretepidēmiskie profilaktiskie pasākumi: bērnu ikdienas profilaktiskās apskates; profilaktiskās potēšanas; grupu izolācija, individuālā izolācija slimības gadījumā; personāla profilaktiskās apskates; sanitārās izglītības darbs ar bērnu vecākiem un personālu.
17. Telpu uzkopšana un vēdināšana.
18. Telpu sanitārhigiēniskais novērtējums.
19. Slēdziens un bērnu iestādes iekārtojuma un režīma sanitārhigiēniskais novērtējums (labs, apmierinošs, neapmierinošs).
20. Priekšlikumi.
21. Paraksts, ieņemamais amats, datums.

Mācību iestādes izvietojuma, iekārtojuma, mācību darba plānojuma higiēniskā novērtējuma protokola paraugs

1. Mācību iestādes nosaukums, adrese, skolēnu skaits, maiņu skaits.
2. Mācību iestādes izvietojuma raksturojums: tuvākās transporta maģistrāles, rūpniecības uzņēmumi, dzīvojamais rajons.
3. Teritorijas raksturojums: izmēri (ha), plānojums (atpūtas, sporta, bioloģijas, saimniecības zonas), iežogojums.
4. Skolas ēkas stāvu skaits, fasādes orientācija, ēkas izvietojums teritorijā, attālums līdz ielas braucamajai daļai.
5. Skolēnu izvietojums skolas ēkā; kādos stāvos izvietotas jaunākās, vidējās, vecākās klases.
6. Telpu raksturojums: klašu, mācību kabinetu, laboratoriju, fiziskās audzināšanas zāles un rekreācijas telpu orientācija, izmēri, noformējums, sienu krāsojums, telpu uzkopšanas režīms.
7. Telpu mikroklimats un vēdināšana.
8. Gaisa piesārņojums mācību telpās: $C0_2$ koncentrācija dažādās telpās.
9. Apgaismojuma raksturojums mācību telpās: logu orientācija, gaismas koeficients, dabiskā apgaismojuma koeficients, dabisko apgaismojumu mazinoši faktori, mākslīgā apgaismojuma gaismas ķermeņi, apgaismojums luksos.
10. Mēbeļu raksturojums: solu tipi, numerācija, solu atbilstība skolēnu augumam; pārējo mēbeļu raksturojums un to noformējums.
11. Mācību iestādes darba režīms: stundu ilgums, pārtraukumu ilgums starp stundām un maiņām.
12. Stundu saraksta higiēniskais novērtējums: stundu skaits nedēļā dažādās klasēs; mācību priekšmetu plānojums nedēļas dienās un atsevišķu dienu stundās.
13. Skolas darbnīcas: to skaits (kādiem darbiem), izmēri; telpu iekārtojuma higiēniskais novērtējums, apgaismojums, vēdināšana, darba aizsardzības pasākumi, darbarīku un darbgaldu atbilstība skolēnu augumam, darba apģērbs. Roku mazgāšanas ierīces darbnīcās, ziepes.
14. Fiziskās audzināšanas zāles raksturojums: traumatisma profilakses pasākumi. Nodarbību medicīniskā kontrole. Skolēnu iedalījums veselības grupās. Zāles palīgtelpas: garderobes, dušas un sanitārā mezgla telpas zēniem un meitenēm.
15. Darba organizācija skolas bioloģijas zonā, darbarīku atbilstība skolēnu augumam.
16. Ēdināšana skolā: virtuves bloka iekārtojums, ēdienu saraksts, pārtraukumu ilgums ēdienreizēs.
17. Darba raksturojums pagarinātās dienas grupā.
18. Mācību iestādes medicīniskā apkalpošana: medicīnas darbinieku skaits, darba uzdevumi, dokumentācija.
19. Mācību iestādes iekārtojuma un darba režīma sanitārhigiēniskais novērtējums (labs, apmierinošs, neapmierinošs).
20. Priekšlikumi.
21. Paraksts, ieņemamais amats, datums.

Grāmatas higiēniskā novērtējuma protokola paraugs

1. Grāmatas nosaukums, kādam vecumam atbilst.
2. Materiāls (kādi vāki).
3. Svars (g).
4. Izmēri (cm x cm).
5. Kāda krāsa (balta, dzeltena) un kvalitāte (gluds, spožs) papīram.
6. Burtu lielums (mm).
7. Burtu rindas garums (mm).
8. Attālums starp burtu rindām (mm).
9. Burtu blīvums (1 cm).
10. Lappuses baltām malām, attālums (mm).
11. Sanitārhigiēniskais slēdziens.
12. Paraksts.

Rotaļlietu higiēniskā novērtējuma protokola paraugs

1. Rotaļlietas nosaukums.
2. Materiāls.
3. Svars.
4. Izmēri (cm).
5. Izturība, izjaucamo detaļu raksturojums.
6. Traumatizēšanas iespējas: asas, griezošas malas, stūri, izciļņi.
7. Krāsojuma raksturojums:

   a) krāsas šķīdība ūdenī (beržot rotaļlietu vairākas minūtes ar ūdenī samitrinātu vates tamponu);

   b) krāsas šķīdība siekalās (beržot rotaļlietu ar siekalās samitrinātu vates tamponu).
8. Rotaļlietas estētiskais noformējums.
9. Rotaļlietas audzinošā nozīme.
10. Rotaļlietas mazgāšanas un tīrīšanas iespējas.
11. Sanitārhigiēniskais slēdziens: jāatzīmē rotaļlietas pozitīvās un negatīvās īpašības, tās atbilstība un nepieciešamība noteikta vecuma bērniem.
12. Paraksts, ieņemamais amats, datums.

PIELIKUMI

Bērna fizisko attīstību raksturojošo antropometrisko parametru vērtību procentuālā sadalījuma tabulas [10]

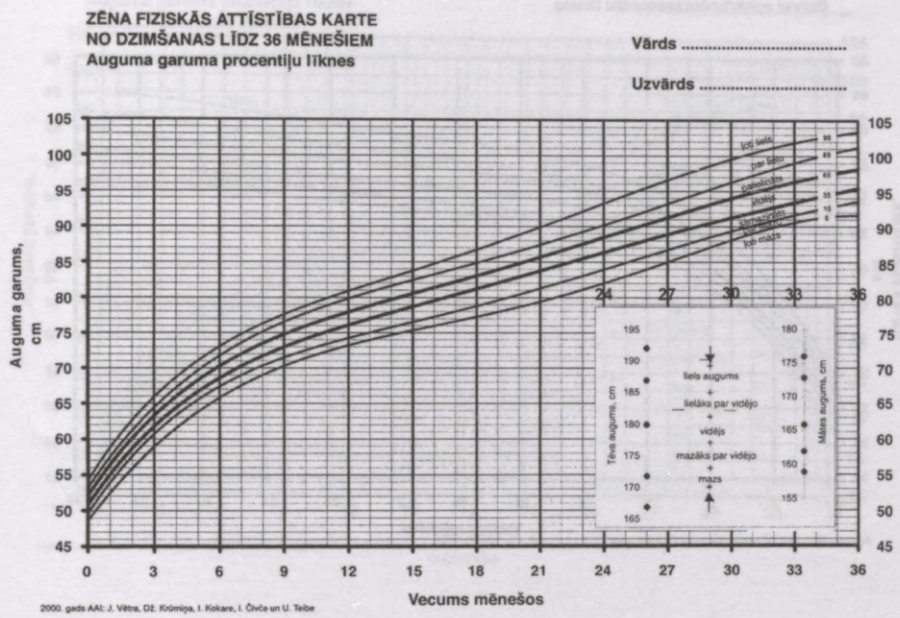
Pazīmes	Vecums (mēnešos)	Zēni						
		Procentiles						
		5%	15%	35%	50%	65%	85%	95%
Auguma garums (cm)	0	48,8	50,0	50,8	51,5	52,8	53,8	54,7
	1	52,5	53,9	55,1	55,9	56,5	57,7	59,0
	3	59,0	60,8	61,8	62,6	63,5	64,6	66,0
	6	65,5	67,3	68,6	69,5	70,2	71,8	73,0
	9	70,3	71,5	73,0	73,8	75,0	76,5	77,8
	12	73,1	74,0	76,0	77,0	78,0	80,0	81,0
	18	77,2	78,9	81,3	82,4	83,0	85,0	87,0
	24	82,0	84,0	86,0	87,2	88,5	90,0	93,0
	30	88,0	89,4	91,3	92,3	94,0	96,2	99,5
	36	91,6	93,0	95,4	96,5	98,1	101,1	103,3
Ķermeņa masa (kg)	0	3,0	3,2	3,5	3,7	3,8	4,1	4,3
	1	3,9	4,2	4,5	4,8	4,9	5,2	5,5
	3	5,5	5,9	6,2	6,4	6,8	7,1	7,7
	6	7,0	7,5	8,1	8,5	8,9	9,4	10,0
	9	8,1	8,7	9,4	9,8	10,2	11,0	11,5
	12	8,8	9,5	10,3	10,7	11,0	12,0	12,5
	18	10,2	11,0	11,5	12,2	12,7	13,4	14,2
	24	11,4	12,1	12,8	13,6	14,0	14,6	15,6
	30	12,5	13,2	14,2	14,8	15,4	16,3	17,0
	36	13,5	14,4	15,3	16,0	16,5	17,5	18,0
Galvas apkārtmērs (cm)	0	34,3	35,2	35,8	36,2	36,8	37,2	37,8
	1	36,2	37,0	37,5	38,0	38,5	39,0	39,7
	3	39,5	40,1	40,8	41,2	41,8	42,1	43,0
	6	43,7	43,5	44,0	44,7	45,0	45,5	46,5
	9	45,0	45,5	46,0	46,5	47,2	47,6	48,7
	12	46,1	46,5	47,4	48,0	48,5	49,0	50,0
	18	47,1	47,7	48,6	49,0	49,6	50,2	51,2
	24	47,9	48,5	49,1	49,7	50,2	51,0	52,2
	30	48,6	49,5	50,0	50,5	51,0	52,0	53,3
	36	49,0	50,0	50,9	51,5	52,0	53,0	54,0
Krūšu apkārtmērs (cm)	0	32,0	33,0	34,0	34,5	35,0	35,8	37,5
	1	34,5	35,8	36,5	37,0	37,5	38,8	40,0
	3	38,5	39,8	40,5	41,3	41,9	43,3	44,0
	6	42,0	43,5	44,5	44,9	46,0	47,3	48,2
	9	44,0	45,5	46,7	47,4	48,2	49,5	50,8
	12	45,1	47,7	48,0	49,0	49,8	50,8	52,2
	18	46,8	48,2	49,5	50,3	51,0	52,2	53,8
	24	48,2	49,6	51,0	51,4	52,2	54,0	55.0
	30	49,0	50,5	52,0	53,0	53,6	55,2	56,8
	36	49,5	50,9	52,6	54,0	54,8	56,3	57,5

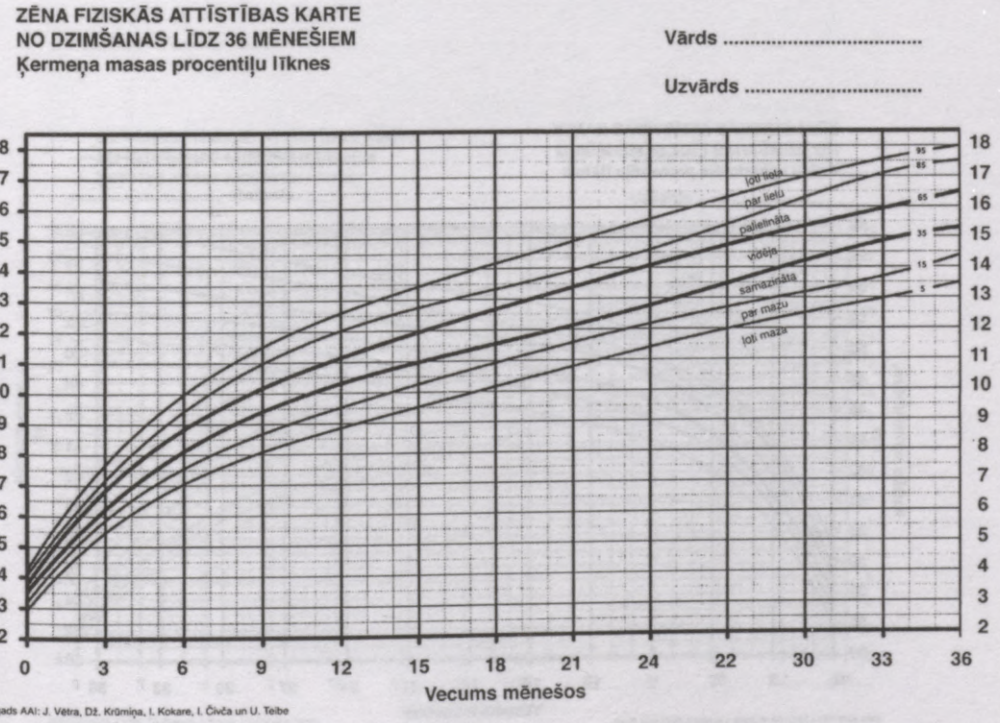
Pazīmes	Vecums (mēnešos)	Meitenes						
		Procentiles						
		5%	15%	35%	50%	65%	85%	95%
Auguma garums (cm)	0	47,6	48,5	50,0	50,6	51,0	52,5	53,5
	1	51,1	52,3	54,2	55,0	55,5	56,5	58,0
	3	56,8	58,5	59,9	60,6	61,5	63,2	64,3
	6	64,1	65,1	66,6	67,6	68,4	70,1	71,8
	9	68,0	69,0	70,8	71,5	72,8	74,1	76,3
	12	71,1	72,1	74,1	75,1	76,1	77,5	79,5
	18	75,4	77,2	79,5	80,6	81,8	83,0	84,4
	24	80,7	82,4	84,7	85,9	87,6	89,0	91,0
	30	86,5	88,0	89,4	91,6	94,6	96,3	98,8
	36	90,0	91,2	93,5	95,4	98,0	99,4	101,9
Ķermeņa masa (kg)	0	2,7	3,0	3,3	3,4	3,6	3,9	4,3
	1	3,4	3,9	4,2	4,3	4,5	4,9	5,5
	3	5,0	5,3	5,7	5,9	6,2	6,7	7,5
	6	6,6	7,0	7,4	7,8	8,1	8,7	9,5
	9	7,6	8,0	8,5	8,8	9,5	10,2	11,0
	12	8,4	8,9	9,5	9,9	10,4	11,0	11,8
	18	9,9	10,3	10,9	11,3	11,8	12,5	13,7
	24	11,1	11,5	12,1	12,8	13,2	13,9	15,1
	30	11,8	12,4	13,2	13,7	14,5	15,0	16,0
	36	12,5	13,2	14,3	14,8	15,5	16,2	17,0
Galvas apkārtmērs (cm)	0	32,4	33,8	34,5	34,8	35,2	36,2	37,5
	1	35,0	36,0	37,0	37,5	37,7	38,2	39,2
	3	38,0	39,0	39,9	40,1	43,3	41,5	42,1
	6	41,5	42,0	42,9	43,4	43,6	44,5	45,1
	9	43,3	44,0	44,8	45,1	45,5	46,2	47,0
	12	44,3	45,0	45,9	46,4	46,8	47,3	48,2
	18	45,8	46,3	47,0	47,4	47,8	48,5	49,5
	24	46,9	47,5	48,3	48,7	49,0	49,5	50,5
	30	47,1	47,8	48,6	49,2	49,5	50,2	51,5
	36	47,3	48,0	49,0	49,6	50,1	50,8	51,8
Krūšu apkārtmērs (cm)	0	30,6	32,2	33,5	34,0	34,5	35,8	37,0
	1	33,5	35,0	35,8	36,2	36,9	38,0	39,5
	3	37,7	39,0	39,4	40,0	40,4	41,8	43,2
	6	41,2	42,1	43,0	43,5	44,1	45,6	46,7
	9	43,1	44,2	45,2	45,7	46,7	47,8	48,9
	12	44,3	45,5	46,8	47,5	48,1	49,1	50,1
	18	46,0	47,0	48,2	48,7	49,3	50,8	52,0
	24	47,5	48,5	49,3	49,9	50,4	51,8	53,2
	30	48,0	49,0	49,9	50,7	51,6	52,6	54,0
	36	48,3	49,5	51,0	51,9	52,8	54,0	55,2

Pazīmes	Vecums (gados)	Meitenes						
		Procentiles						
		5%	15%	35%	50%	65%	85%	95%
Auguma garums (cm)	3	88,6	91,4	94,9	96,0	97,4	100,0	103,8
	4	95,0	98,0	101,1	102,5	104,0	106,5	109,8
	5	101,2	104,3	108,0	110,0	111,4	114,1	117,2
	6	107,2	111,0	115,0	117,0	118,9	122,0	125,1
	7	113,2	117,0	121,4	123,0	124,9	128,0	132,0
	8	119,0	122,0	125,4	127,3	129,6	133,0	137,0
	9	124,4	127,2	131,0	133,0	135,9	139,0	142,4
	10	13,00	133,4	136,5	139,1	141,6	145,4	149,5
	11	135,5	138,8	142,5	145,5	149,0	152,0	145.0
	12	140,8	144,2	149,0	152,4	155,2	159,4	163,0
	13	146,6	150,5	154,0	157,0	160,0	164,3	168,2
	14	151,7	154,2	158,6	161,1	164,3	168,1	171,7
	15	155,0	158,0	161,0	164,1	167,1	170,6	174,0
	16	157,7	159,5	163,3	166,0	168,0	171,9	174,7
	17	159,5	161,5	164,2	167,0	168,8	173,0	176,0
	18	160,0	162,0	165,0	167,0	169,5	173,0	176,5
Ķermeņa masa, (kg)	3	12,2	13,2	14,3	14,9	15,5	16,4	17,5
	4	13,9	15,1	16,0	16,6	17,5	18,8	20,3
	5	15,4	16,8	17,9	18,8	19,6	21,2	23,5
	6	16,5	18,4	20,0	21,1	22,0	23,9	26,8
	7	18,2	20,0	22,2	23,4	25,0	26,7	30,0
	8	19,0	22,6	24,0	25,0	26,5	29,0	33,0
	9	21,0	24,5	26,8	28,0	30,3	32,9	37,0
	10	24,0	27,5	29,5	31,5	34,5	37,5	41,8
	11	27,3	31,5	34,0	36,0	39,0	42,5	46,8
	12	31,2	35,8	38,6	40,5	44,2	48,0	52,3
	13	35,2	39,8	43,5	45,0	49,0	53,0	57,0
	14	39,0	43,6	47,6	49,5	53,5	57,0	61,7
	15	43,0	47,0	51,0	52,6	56,4	61,6	65,0
	16	46,0	49,3	53,0	55,3	58,2	64,0	67,3
	17	47,5	50,8	54,5	57,0	60,0	65,7	69,9
	18	48,0	51,0	55,5	57,5	61,5	66,6	71,1

Pazīmes	Vecums (gados)	Zēni						
		Procentiles						
		5%	15%	35%	50%	65%	85%	95%
Auguma garums (cm)	3	88.8	92,.5	95,0	96,7	99,0	101,6	104,0
	4	97,8	100,0	102,2	104,0	105,8	109,2	111,5
	5	103,5	106,0	109,1	111,0	112,1	116,0	118,0
	6	108,2	112,0	115,7	117,0	119,0	122,0	124,5
	7	114,5	118,3	121,3	123,3	126,0	129,1	132,3
	8	119,8	124,1	127,2	129,2	130,9	134,4	138,0
	9	124,0	128,3	132,1	134,0	136,2	140,0	143,5
	10	128,5	132,6	137,6	140,0	141,9	144,9	149,8
	11	132,8	138,2	142,2	145,0	147,0	151,6	157,0
	12	138,0	143,8	149,2	151,6	153,8	158,6	164,0
	13	143,8	148,4	154,4	157,0	159,4	165,2	170,7
	14	149,6	155,3	161,6	164,7	167,4	172,5	176,7
	15	156,6	161,7	167,3	170,6	173,4	178,0	182,8
	16	162,1	167,0	171,5	174,9	177,8	182,0	186,5
	17	166.0	170,0	175,0	178,5	181,0	184,7	190,0
	18	168,0	171,3	176,4	179,8	181,5	186,0	191,0
Ķermeņa masa (kg)	3	12,8	13,9	14,8	15,6	16,0	17,3	18,6
	4	14,5	15,6	16,6	17,4	18,2	19,8	21,5
	5	16,4	17,2	18,5	19,4	20,1	22,0	23,8
	6	18,0	19,0	20,7	21,6	22,6	24,5	26,6
	7	19,1	21,0	22,9	24,2	25,9	28,2	30,9
	8	22,0	23,4	25,5	26,8	28,1	30,5	34,7
	9	24,6	25,5	28,0	29,5	31,0	34,5	38,9
	10	26,2	28,3	31,0	32,5	34,8	38,2	43,2
	11	28,3	31,0	34,0	35,9	37,5	42,0	47,0
	12	31,0	34,5	38,0	40,4	42,8	48,3	53,1
	13	34,5	37,5	42,8	44,8	48,0	54,0	59,2
	14	39,2	43,0	48,5	51,8	55,3	60,1	64,5
	15	44,0	48,6	54,0	57,1	61,2	67,1	71,1
	16	50,2	54,5	59,4	63,0	66,5	72,2	77,4
	17	54,5	58,7	63,3	67,5	70,9	76,5	81,1
	18	57,0	61,7	65,5	68,5	72,0	79,5	84,5

Bērnu fiziskās attīstības kartes (procentiļu līknes) [10]

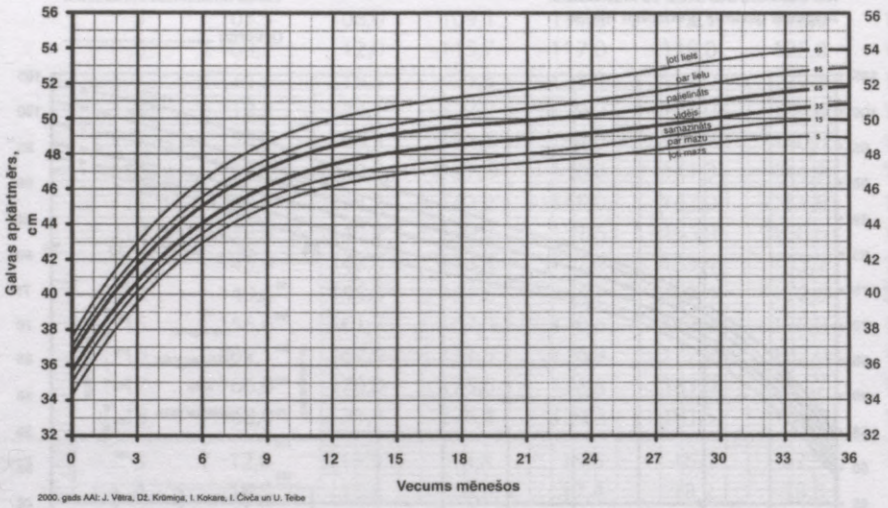




ZĒNA FIZISKĀS ATTĪSTĪBAS KARTE
NO DZIMŠANAS LĪDZ 36 MĒNEŠIEM
Galvas apkārtmēra procentiļu līknes

Vārds .....

Uzvārds .....

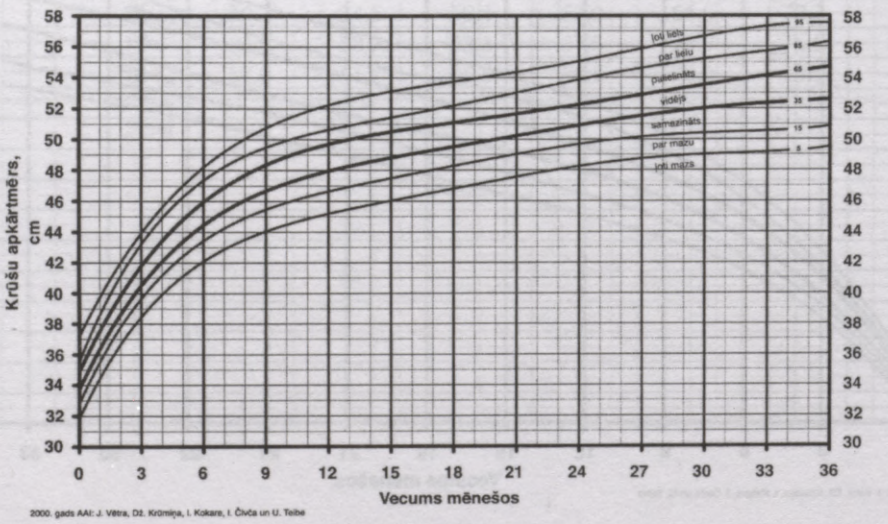


2000. gads AAI: J. Vētra, Dz. Krūmiņa, I. Kokare, I. Čivča un U. Teibe

ZĒNA FIZISKĀS ATTĪSTĪBAS KARTE
NO DZIMŠANAS LĪDZ 36 MĒNEŠIEM
Krūšu apkārtmēra procentiļu līknes

Vārds .....

Uzvārds .....

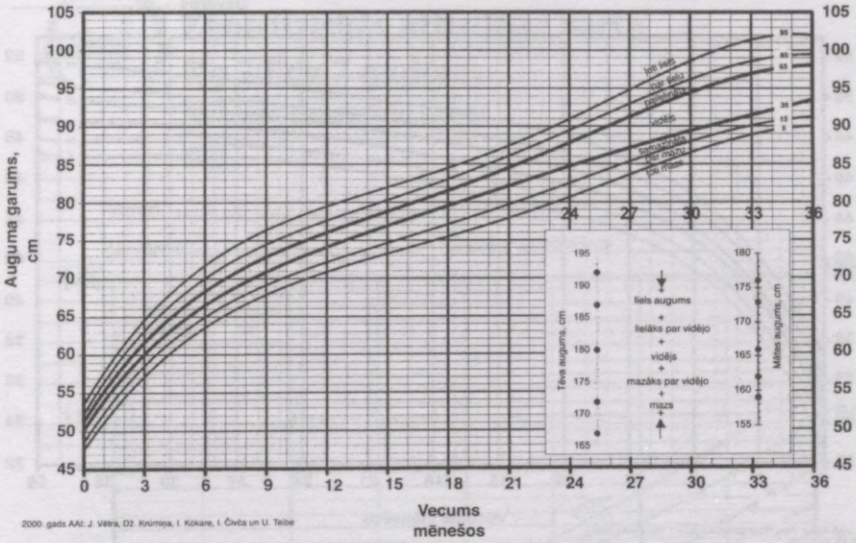


2000. gads AAI: J. Vētra, Dz. Krūmiņa, I. Kokare, I. Čivča un U. Teibe

MEITENES FIZISKĀS ATTĪSTĪBAS KARTE
NO DZIMŠANAS LĪDZ 36 MĒNEŠIEM
Auguma garuma procentiļu līknes

Vārds .....

Uzvārds .....

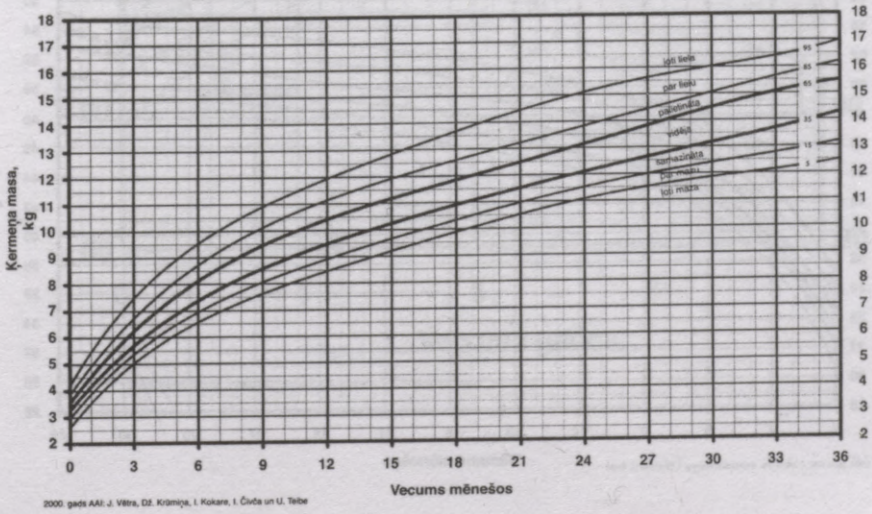


2000. gads AAI: J. Vētra, Dž. Krūmiņa, I. Kokare, I. Čivča un U. Teibe

MEITENES FIZISKĀS ATTĪSTĪBAS KARTE
NO DZIMŠANAS LĪDZ 36 MĒNEŠIEM
Ķermeņa masas procentiļu līknes

Vārds .....

Uzvārds .....

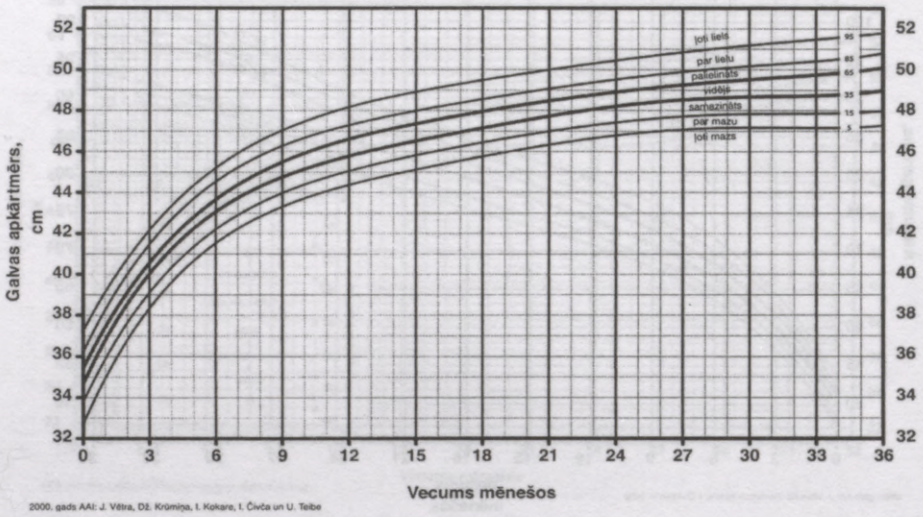


2000. gads AAI: J. Vētra, Dž. Krūmiņa, I. Kokare, I. Čivča un U. Teibe

MEITENES FIZISKĀS ATTĪSTĪBAS KARTE
NO DZIMŠANAS LĪDZ 36 MĒNEŠIEM
Galvas apkārtmēra procentiļu līknes

Vārds .....

Uzvārds .....

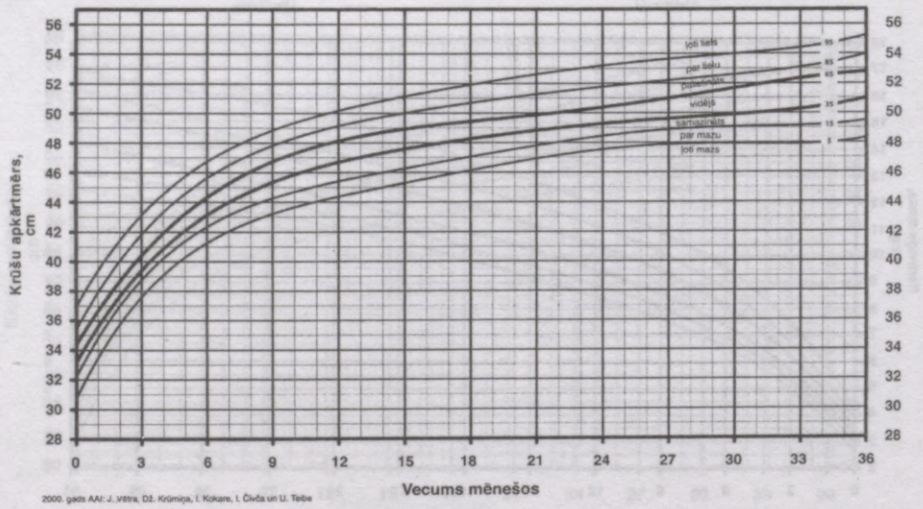


2000. gads AAI: J. Vētra, Dž. Krūmiņa, I. Kokare, I. Čivča un U. Tebe

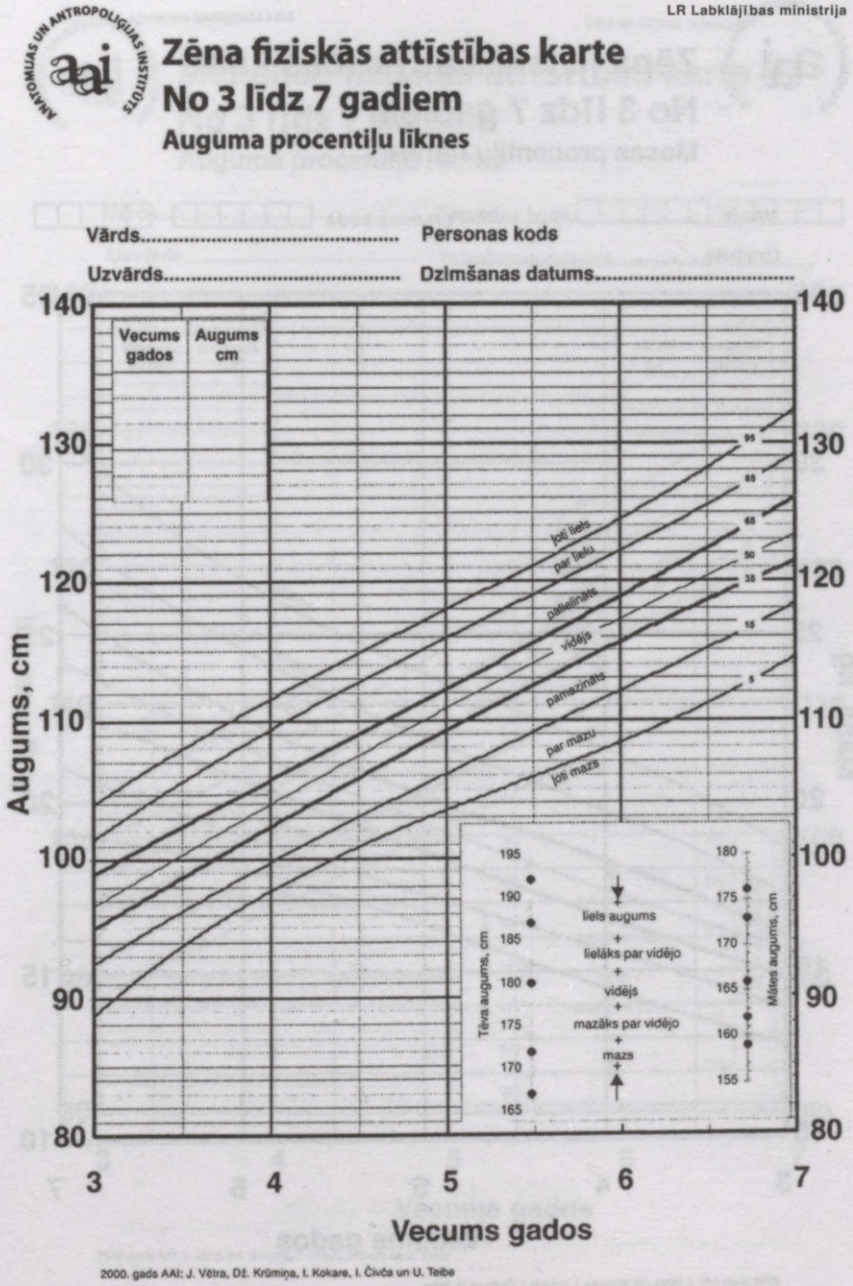
MEITENES FIZISKĀS ATTĪSTĪBAS KARTE
NO DZIMŠANAS LĪDZ 36 MĒNEŠIEM
Krūšu apkārtmēra procentiļu līknes

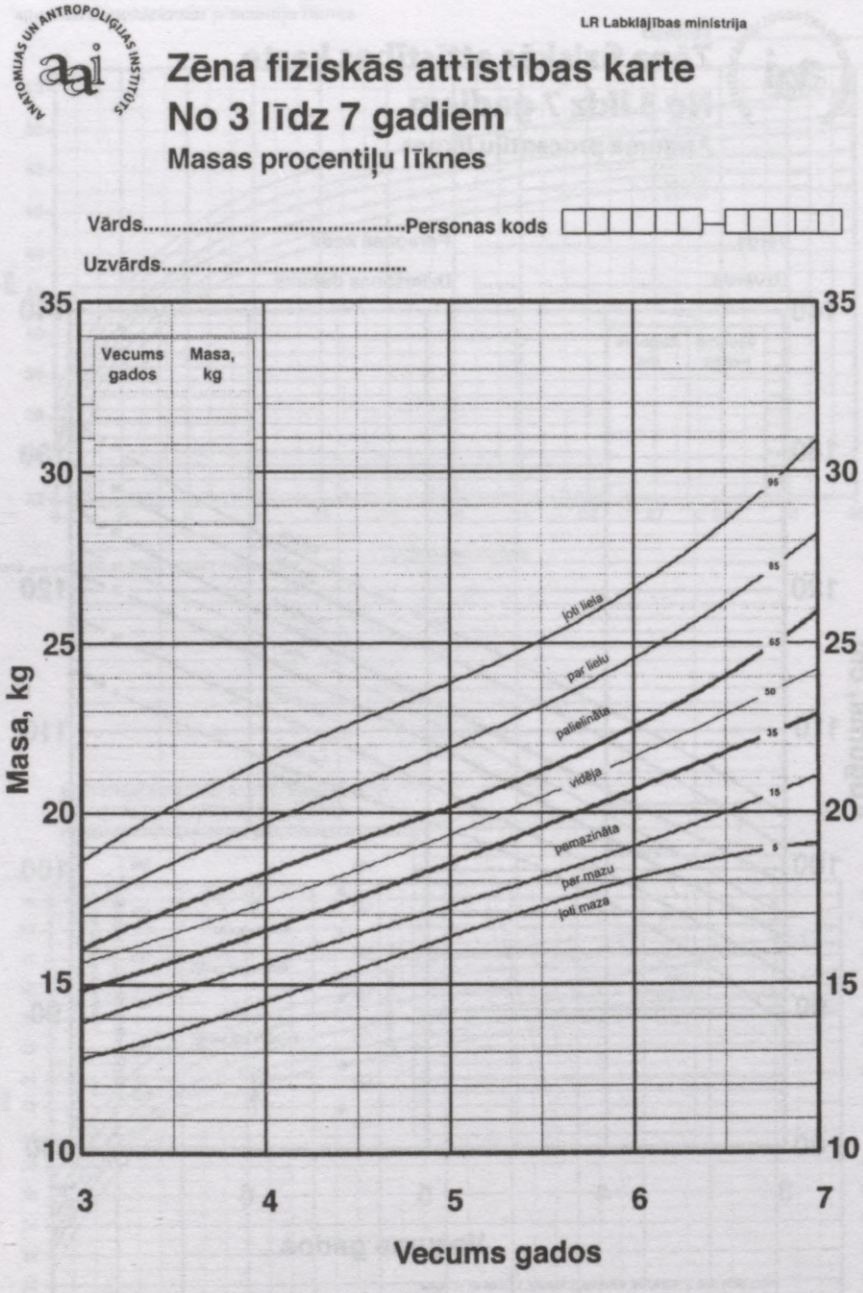
Vārds .....

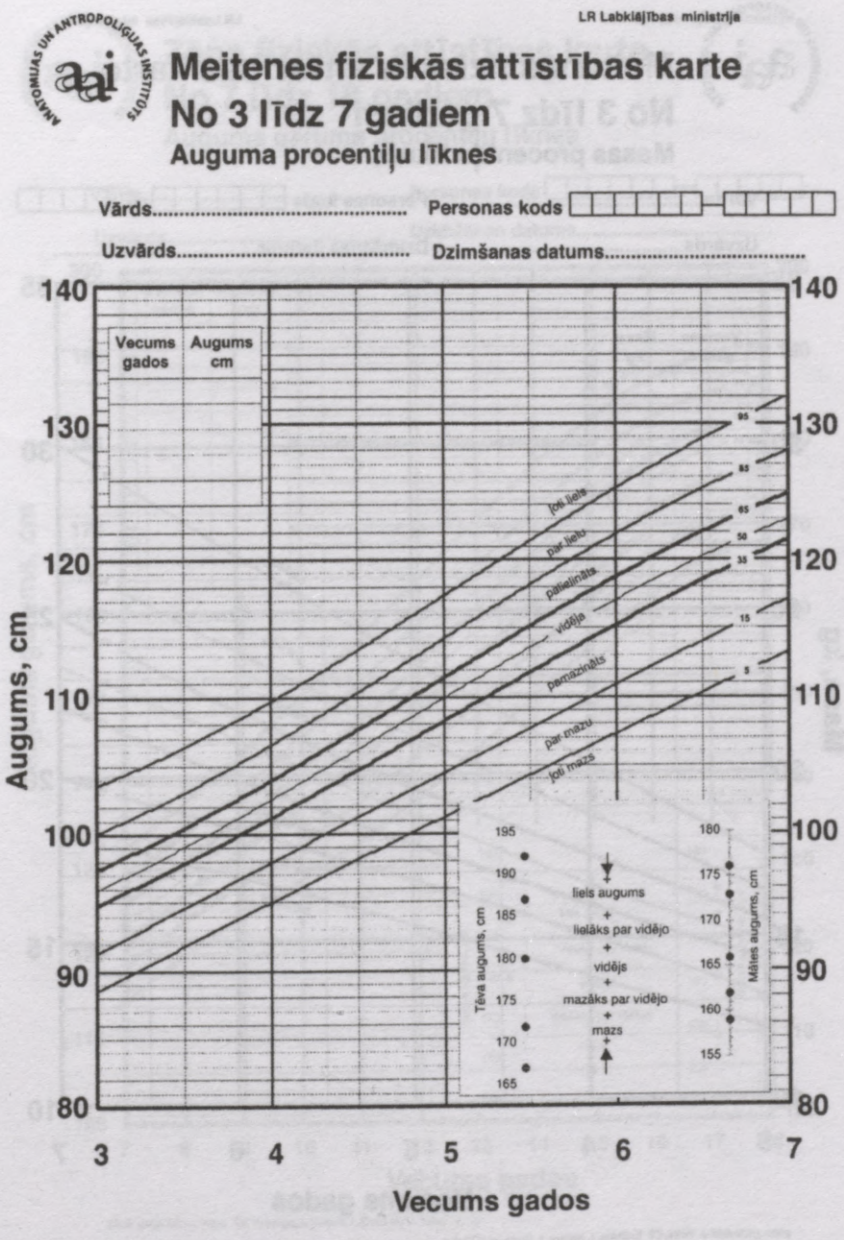
Uzvārds .....



2000. gads AAI: J. Vētra, Dž. Krūmiņa, I. Kokare, I. Čivča un U. Tebe


LR Labklājības ministrija
ANATOMIJAS UN ANTROPOLOĢIJAS INSTITŪTS
aai
Zēna fiziskās attīstības karte
No 3 līdz 7 gadiem
Auguma procentiļu līknes
Vārds..... Personas kods
Uzvārds..... Dzimšanas datums.....
Vecums gados
Augums cm
Augums, cm
Vecums gados
95
85
65
50
35
15
5
ļoti liels
par lielu
palielināts
vidējs
pamazināts
par mazu
ļoti mazs
Tēva augums, cm
Mātes augums, cm
liels augums
lielāks par vidējo
vidējs
mazāks par vidējo
mazs
2000. gads AAI: J. Vētra, Dž. Krūmiņa, I. Kokare, I. Čivča un U. Teibe


ANATOMIJAS UN ANTROPOLOĢIJAS INSTITŪTS
aai
LR Labklājības ministrija
Zēna fiziskās attīstības karte
No 3 līdz 7 gadiem
Masas procentiļu līknes
Vārds.....Personas kods
Uzvārds.....
Vecums gados
Masa, kg
Masa, kg
Vecums gados
95
85
65
50
35
15
5
ļoti liela
par lielu
palielināta
vidēja
pamazināta
par mazu
ļoti maza
35
30
25
20
15
10
3
4
5
6
7
2000. gads AAI: J. Vētra, Dž. Krūmiņa, I. Kokare, I. Čivča un U. Teibe

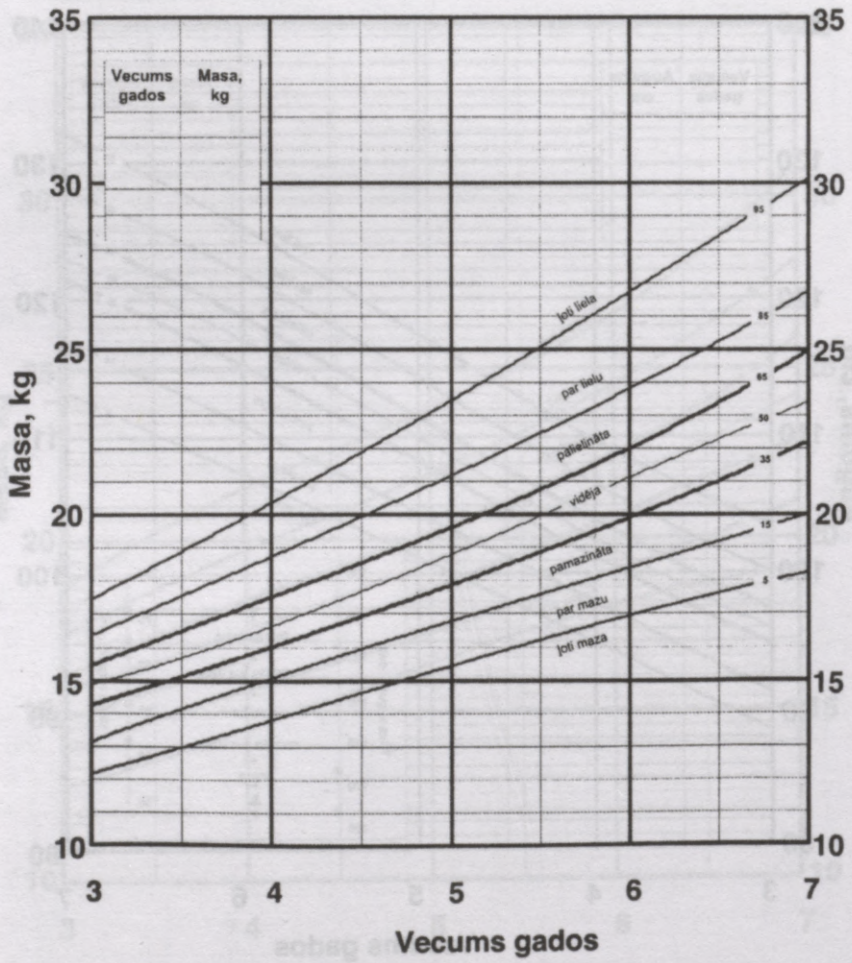

LR Labklājības ministrija
ANATOMIJAS UN ANTROPOLOĢIJAS INSTITŪTS
aai
Meitenes fiziskās attīstības karte
No 3 līdz 7 gadiem
Auguma procentiļu līknes
Vārds..... Personas kods
Uzvārds..... Dzimšanas datums.....
Vecums gados
Augums cm
Augums, cm
Vecums gados
95
85
65
50
35
15
5
ļoti liels
par lielu
palielināts
vidēja
pamazināts
par mazu
ļoti mazs
Tēva augums, cm
Mātes augums, cm
liels augums
lielāks par vidējo
vidējs
mazāks par vidējo
mazs
2000. gads AAI: J. Vētra, Dž. Krūmiņa, I. Kokare, I. Čivča un U. Teibe

LR Labklājības ministrija

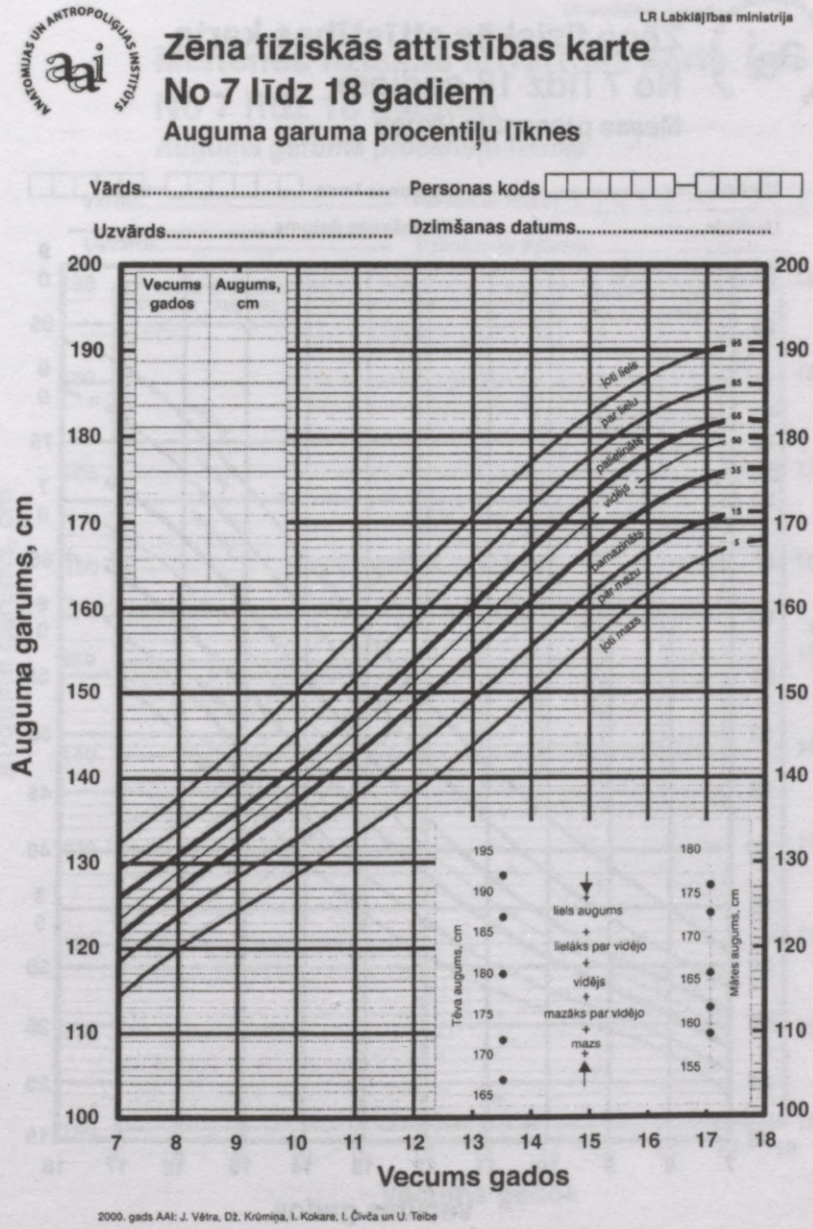
Meitenes fiziskās attīstības karte
No 3 līdz 7 gadiem
Masas procentiļu līknes

Vārds..... Personas kods

Uzvārds..... Dzimšanas datums.....



2000. gads AAI: J. Vētra, Dž. Krūmiņa, I. Kokara, I. Čivča un U. Teibe



2000. gads AAI: J. Vētra, Dž. Krūmiņa, I. Kokare, I. Čivča un U. Teibe

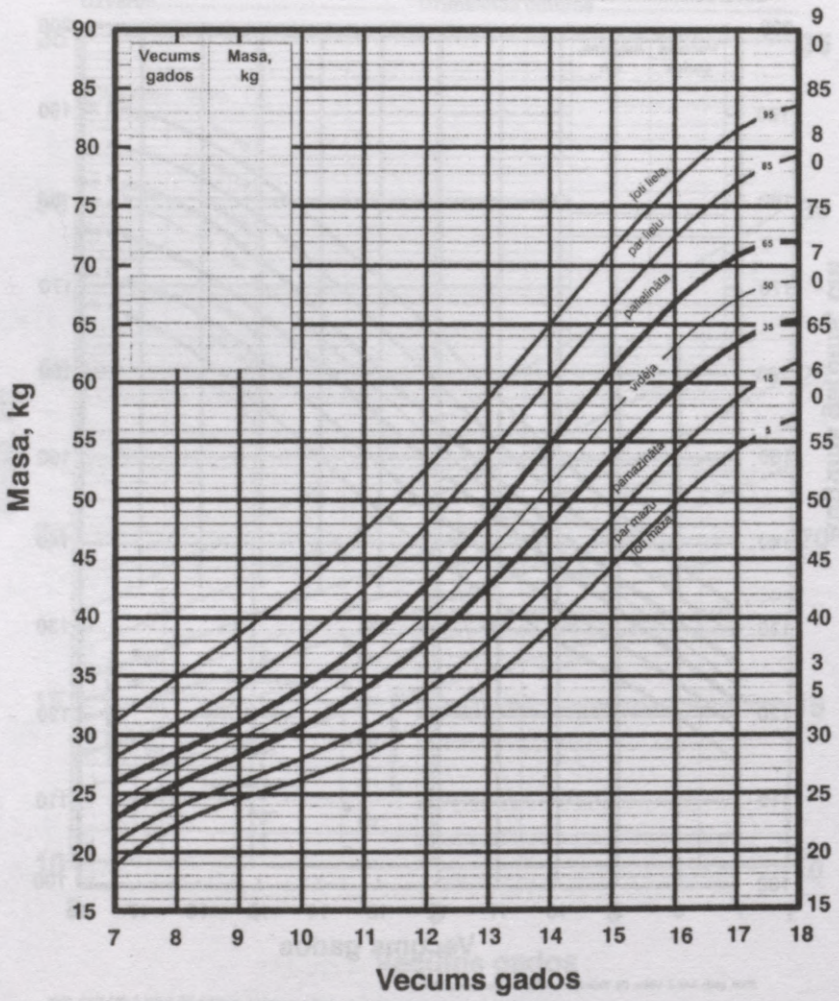
LR Labklājības ministrija

AUGUMA UN ANTROPOLIĢIJAS INSTITŪTS aai

Zēna fiziskās attīstības karte
No 7 līdz 18 gadiem
Masas procentiļu līknes

Vārds..... Personas kods

Uzvārds..... Dzimšanas datums.....



2000. gads AAI: J. Vētra, Dž. Krūmiņa, I. Kokare, I. Čivča un U. Teibe

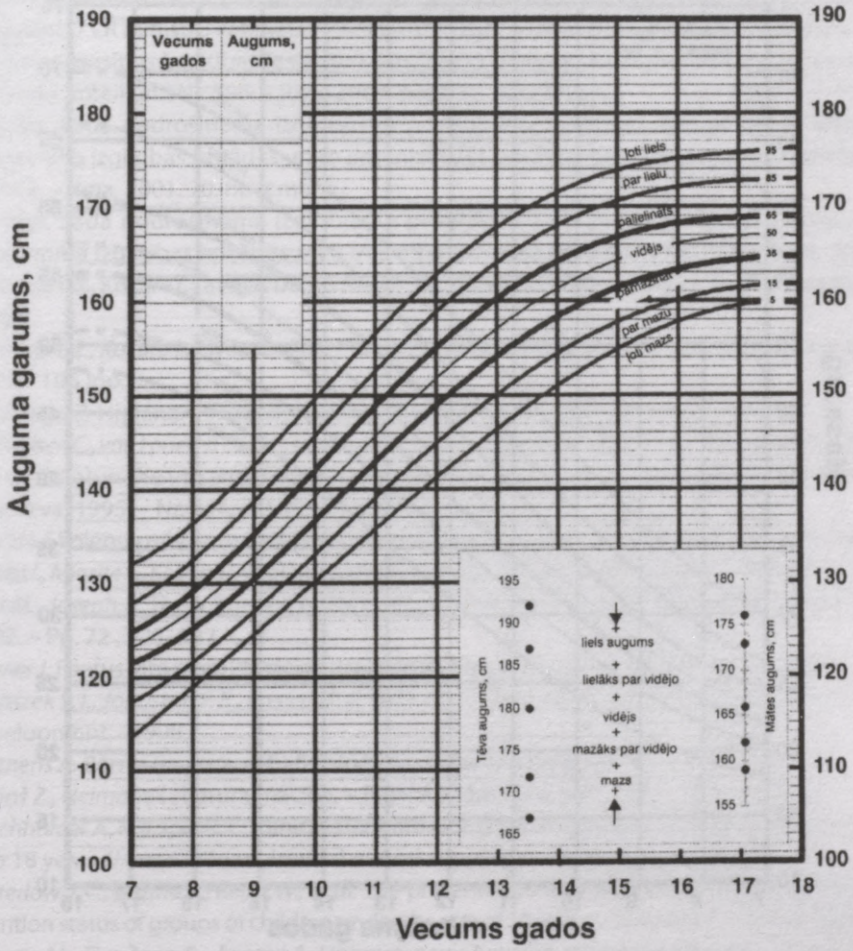
LR Labklājības ministrija

ANATOMIJAS UN ANTROPOLOĢIJAS INSTITŪTS aai

Meitenes fiziskās attīstības karte
No 7 līdz 18 gadiem
Auguma garuma procentiļu līknes

Vārds..... Personas kods

Uzvārds..... Dzimšanas datums.....



2000. gads AAI: J. Vētra, Dz. Krūmiņa, I. Kokare, I. Čivča un U. Teibe

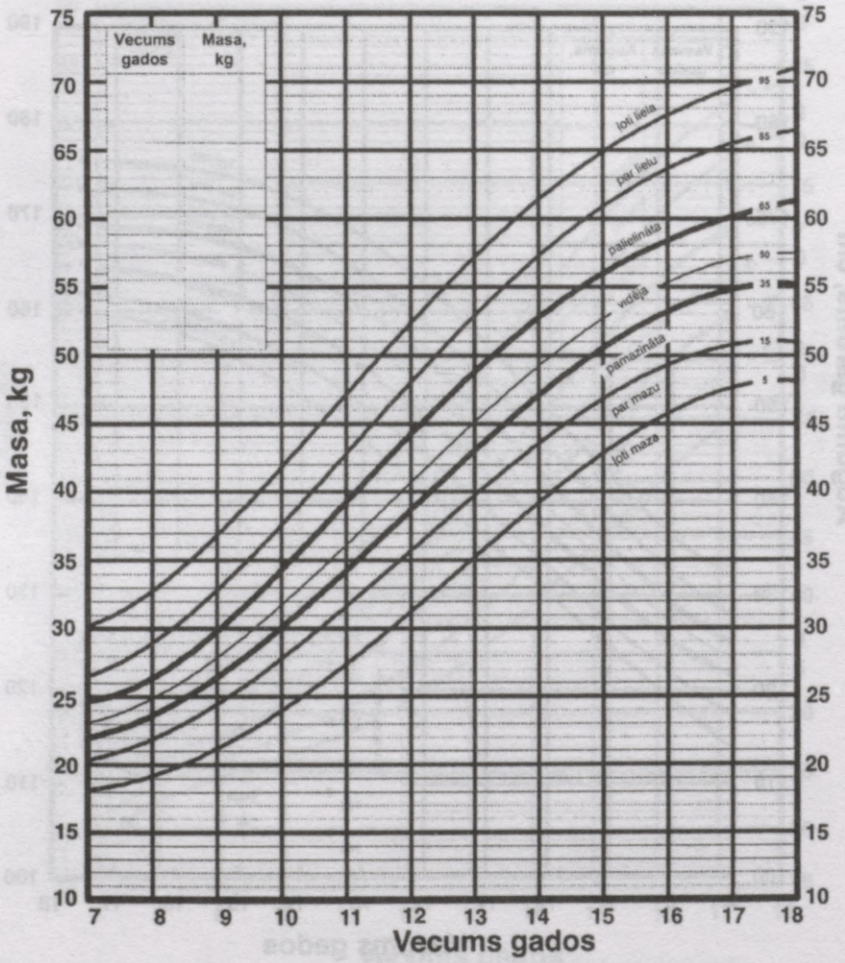
LR Labklājības ministrija

ANATOMIJAS UN ANTROPOLOĢIJAS INSTITŪTS aai

Meitenes fiziskās attīstības karte
No 7 līdz 18 gadiem
Masas procentiļu līknes

Vārds..... Personas kods ☐☐☐☐☐–☐☐☐☐☐

Uzvārds..... Dzimšanas datums.....

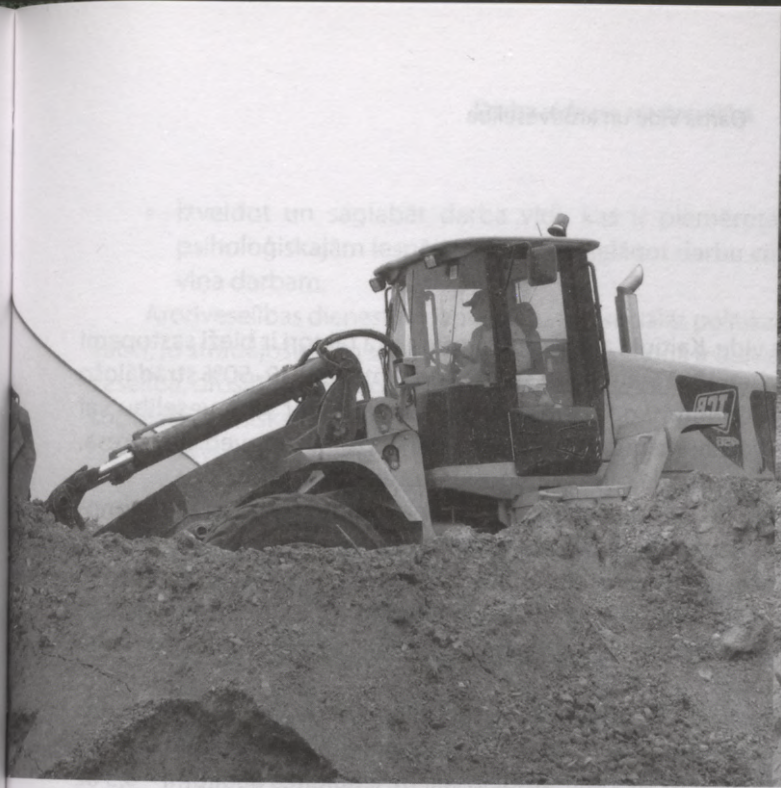


2000. gads AAI: J. Vētra, Dž. Krūmiņa, I. Kokare, I. Čivča un U. Teibe

LITERATŪRA

1. *Avota M., Aulika B., Pandere D.* Rīgas pašvaldības izglītības iestāžu audzēkņu veselības stāvoklis no 1995. līdz 2001. mācību gadam // Medicīnas nozares zinātniskā konference. – Rīga: RSU, 2003. – 100. lpp.
2. *Duļevska I.* Rīgas skolas vecuma latviešu meiteņu fiziskās attīstības izvērtējums gadsimta pārmaiņu procesos: Medicīnas doktora disertācija. – Rīga, 2003.
3. *Eglīte M.* Darba medicīna. – Rīga, 2000. – 534.–540. lpp.
4. *Gavričenkova L., Krūmiņa Dz., Kokare I., Vētra J.* Pirmsskolas vecuma bērnu fiziskās attīstības izmaiņas 1962. – 2000. // Pasaules latviešu ārstu 4. kongress. – Rīga, 2001.– 71. lpp.
5. *Glikasa O., Kļujevs M.* Fizisko vingrinājumu izmantošana bērnu stājas profilaksei un korekcijai mājas apstākļos. – Liepāja: Liepājas Pedagoģiskā augstskola, 1997. – 29.–32. lpp.
6. Higiēnas prasības vispārējās pamatizglītības, vispārējās vidējās izglītības un profesionālās izglītības iestādēm // LR Ministru kabineta noteikumi Nr. 610. – Rīga, 2002.gada 27. decembris.
7. Higiēnas prasības izglītības iestādēm, kas īsteno pirmsskolas izglītības programmu // Ministru kabineta noteikumi Nr. 596. – Rīga, 2002. gada 27. decembris.
8. Kārtība, kādā nodrošināma izglītojamo profilaktiskā veselības aprūpe un pirmās palīdzības pieejamība izglītības iestādēs un to organizētajos pasākumos // LR Ministru kabineta noteikumi Nr. 492. – Rīga, 2001. 20. novembris.
9. Kārtība, kādā nodrošināma izglītojamo profilaktiskā veselības aprūpe un pirmās palīdzības pieejamība izglītības iestādēs // LR Ministru kabineta noteikumi Nr. 279. – Rīga, 2002. 2. jūlijs.
10. Krūmiņa Dž., Kokare I. Latvijas bērnu fiziskās attīstības normatīvi. – Rīga: Nacionālais apgāds, 2005. – 39 lpp.
11. *Krūmiņa Dž., Kokare I., Čivča I., Vētra J.* Bērnu un vecāku auguma garuma pazīmes sakarība. – Rīga, 2001. –106 lpp.
12. *Lindberga Z.* Higiēna. – Rīga: Zvaigzne, 1991. – 226.–319. lpp.
13. *Michielsen C., van Loneren H., Vos. I.G.* Environ. Health Perspect. 1999. – vol. 107., suppl. 5. – Pp. 783–792.
14. Physical status: the use and interpretation of anthropometry // Report of WHO Expert Committee. – Geneva, 1995. – Nr. 854. – P. 452 .
15. *Pukše I.* Skolēnu psihosomatiskās sūdzības // Latvijas Ārsts.– 1996. – Nr. 2. – 93.–96. lpp.
16. *Ranka I., Miezīte S., Kalniņa I.* Skolēnu garīgā veselība Latvijā // Latvijas Ārsts. – 1996. Nr. 2. – 89.–92. lpp.
17. *Rao M., Joseph B.* The influence of footwear on the prevalence of flat foot // J. Bone Surg. (B_2). – 1992. – Pp. 72 , 525–527.
18. *Tanner J.* Foetus into man: Physical growth from conception to maturity. – London, 1978. – Pp. 32–38.
19. *Ulijaszek S. I., Johnston F. E., Preece M. A.* (Edit.) The Cambridge encyclopedia of human growth and development. –1998.
20. *Valtneris A.* Bērnu un pusaudžu fizioloģija. – Rīga: Zvaigzne, 2000. – 105 lpp.
21. *Zariņš Z., Neimane L.* Uztura mācība. – Rīga: Apgāds Rasa ABC, 1999. – 13.–65. lpp.
22. *Wachholder A. Hauspie R. C.* Clinical standards for growth in height of Belgian boys and girls, aged 2 to 18 years // International Journal of Anthropology. – 1996. – Nr. 1. – P. 328.
23. *Waterlow J. C., Buzina R., Keller W., et al.* The presentation and use height and weight for comparing nutrition status of groups of children under the age of 10 years // Bull. WHO. – 1997. – Pp. 55, 489–498.
24. *Авота М., Пандере А., Авотс А.* Нервно-психическое здоровье Латвийских школьников // Здоровье, обучение и воспитание детей. История и современность (1904 – 1959 – 2004): Научные труды /Союз педиатров России, Научный центр здоровья детей Российской академии медицинских наук. – Москва: изд. дом "Династия", 2006. – С. 28–31.
25. *Антропова М.* Гигиена детей и подростков. – Москва: Медицина, 1977. – С. 44–79.
26. *Куинджи Н.* Валеология.– Москва: Аспект пресс, 2000. – С. 3–136.

28. *Баранова А. А., Кучма В. Р.* Методы исследования физического развития детей и подростков в популяционном мониторинге : Руководство для врачей. – Москва, 1999. – 225 с.
29. *Кучма В. Р., Сердюковская Г. Н., Демин А. К.* Руководство по гигиене и охране здоровья школьников. – Москва, 2000. – 151 с.
30. *Миллере Р., Сегленице К.* Стандарты физического развития дошкольного и школьного возраста г. Риги: Медико-социальные исследования // Сборник научных статей. – Рига: РМИ , 1977. – С. 42–45.
31. *Сухарев А.* Здоровье и физическое воспитание детей и подростков. – Москва: Медицина, 1991. – 272 с.





13. nodaļa

DARBA VIDE UN ARODVESELĪBA

Maija Eglīte

Darba vieta nereti ir kaitīga vide. Kaitīgie arodveselības un riska faktori ir bieži sastopami daudzās ekonomikas nozarēs un ietekmē lielu skaitu strādājošo. Aptuveni 30–50% strādājošo min kādu fizikālo, ķīmisko vai ergonomisko faktoru, kas varētu ietekmēt viņu veselību vai darbaspējas; tikpat daudz strādājošo atzīmē psiholoģisko pārslodzi, kas noved pie stresa. Daudzi cilvēki trešdaļu savas dzīves pavada šādos kaitīgos darba apstākļos [13].

Aptuveni 100 000 ķīmisko vielu, 50 fizikālo faktoru, 200 bioloģisko faktoru, 20 ergonomisko faktoru un identisks skaits fizisko darba slodžu uzskatāmi par kaitīgiem faktoriem vai apstākļiem darba vietā un ir saistīti ar ļoti daudzām psiholoģiskām un sociālām problēmām – arodslimībām, stresa reakcijām, neapmierinātību ar darbu, labklājības trūkumu. Lielākā daļa šo problēmu ir novēršamas. Tādējādi uzlabotos gan strādājošo veselība un labklājība, gan darba ražīgums un ekonomika vispār [13].

Starptautiskā darba organizācija (SDO) norāda, ka pasaulē katru gadu darba vietās notiek aptuveni 120 miljoni nelaimes gadījumu un aptuveni 200 000 no tiem ir letāls iznākums. Tas nozīmē, ka nelaimes gadījumu skaits ir 42 uz 1000 strādājošajiem, letalitātes gadījumi – 8,3 uz 100 000. Eiropā šie skaitļi ir attiecīgi 25 uz 1000 un 6,25 uz 100 000. Novērtēt arodslimību skaitu ir samērā grūti, jo trūkst informācijas, bez tam dažādās pasaules valstīs arodslimības tiek definētas ļoti atšķirīgi. Ņemot vērā šo slimību incidenci (3–5 uz 1000) Eiropas valstīs, kur ir labi organizēta reģistrācija, domājams, ka pasaulē katru gadu no jauna reģistrē 68–157 miljonus arodslimību gadījumu, un 30–40% no tām var kļūt par hroniskām slimībām, aptuveni 10% izraisa pastāvīgu darba nespēju, 0,5–1% – nāvi. Pēc Pasaules Veselības organizācijas (PVO) datiem, papildus oficiāli reģistrētajām arodslimībām ir arī liels skaits ar darbu saistītu slimību – slimības, ar kurām slimo strādājošie cilvēki un kuras daļēji izraisa vai veicina arodfaktori, vai kuru attīstību nosaka dzīvesveids, ko savukārt nosaka darbs. Kopumā var teikt, ka liela daļa arodslimību vispār netiek diagnosticētas, tādēļ arī netiek reģistrētas [16].

"Vecais" kontinents Eiropa joprojām ir visvairāk industrializētais pasaules reģions, kur ražošanā strādājošo darba drošības un veselības problēmas ir ļoti aktuālas. Biežāk sastopamās arodslimības ir muskuļu un skeleta slimības, pneimokoniozes, alerģiskās slimības un dzirdes pavājināšanās trokšņa dēļ [5].

13.1. ARODVESELĪBAS NOZARE UN TĀS UZDEVUMI

Ar strādājošo veselības un darba drošības jautājumiem nodarbojas plaša nozare – darba veselība jeb arodveselība. Pasaulē lietoto terminu "*occupational health*" var tulkot divējādi – darba veselība vai arodveselība. Mēs izvēlējāmies terminu "arodveselība", jo to jau Latvijā lieto.

Pēc Starptautiskās darba organizācijas (SDO) un Pasaules Veselības organizācijas (PVO) Arodveselības komitejas 1950. gada 1. sesijas definīcijas, arodveselība ir multidisciplināra nozare, kuras mērķis ir:

- visās profesijās strādājošajiem veicināt un saglabāt augstu fiziskās, garīgās un sociālās labklājības līmeni;
- veikt profilaktiskus pasākumus, lai novērstu veselības traucējumus, ko var izraisīt nedroši, neveselīgi darba apstākļi, kā arī pasargāt no riska, ko rada veselībai nelabvēlīgi darba faktori;

- izveidot un saglabāt darba vidi, kas ir piemērota strādājošo fizioloģiskajām un psiholoģiskajām iespējām, tātad – pielāgot darbu cilvēkam un katru cilvēku pielāgot viņa darbam.

Arodveselības dienestam jābūt vienai no sociālās politikas galvenajām aktivitātēm jebkurā valstī, jo strādājošie gan skaita, gan nozīmīguma ziņā ir galvenā iedzīvotāju grupa. Strādājošo veselība, drošība, motivācija strādāt un darba produktivitāte ir izšķirošie faktori vispārējā valsts sociālekonomiskajā attīstībā gan tagad, gan nākotnē.

Arodveselības dienestā strādā dažādu specialitāšu pārstāvji:

- darba medicīnas jeb arodslimību ārsti,
- arodveselības ārsti,
- darba aizsardzības speciālisti,
- darba higiēnisti,
- darba toksikologi,
- darba psihologi un psihoterapeiti,
- ergonomisti,
- rehabilitologi,
- epidemiologi,
- vidējais medicīniskais personāls.

Arodslimību vai arodveselības ārstam ir jāvada šī multidisciplinārā arodveselības dienesta brigāde.

Viena no svarīgākajām arodveselības dienesta disciplīnām ir darba medicīna. Mūsu dienās sakarā ar jauno likumdošanu ir palielinājusies darba aizsardzības loma. Darba aizsardzība nozīmē nodarbināto drošību un veselību darbā.

Darba medicīna ir klīniskās medicīnas nozare, kas:

- pētī darba vides ietekmi uz cilvēka organismu, līdztekus novērtējot arī ārējās vides faktoru ietekmi;
- novērtē darba vides izraisītās patoloģiskās pārmaiņas, arodslimības, ar darbu saistītās slimības un darba traumas;
- izstrādā pasākumus darba apstākļu optimizēšanai, kā arī arodslimību, ar darbu saistīto slimību un darba traumu profilaksei;
- nodarbojas ar minēto slimību diagnosticēšanu, ārstēšanu, darba ekspertīzes jautājumu risināšanu un slimnieku rehabilitāciju.

Darba medicīnas mērķis ir nodrošināt visu profesiju pārstāvjiem pēc iespējas labāku medicīnisko apkalpošanu, lai novērstu vai samazinātu darba apstākļu izraisītus veselības traucējumus [10].

Darba medicīnai ir īpaša vieta citu klīnisko disciplīnu vidū.

- Tā ir cieši saistīta ar vispārējo patoloģiju, darba higiēnu, vides medicīnu, epidemioloģiju, sociālajām zinātnēm.
- Darba medicīna savā attīstības gaitā nodalījusies no vispārējās medicīnas pēc etioloģijas principa.
- Arodslimību atklāšana galvenokārt ir atkarīga no pareizi savāktas slimības vēstures un darba apstākļu novērtēšanas.
- Arodslimības gandrīz vienmēr iespējams novērst ar dažādiem profilakses pasākumiem, kas jāorganizē galvenokārt mediķiem.

Darba medicīna ir patstāvīga klīniskā disciplīna ar savu terminoloģiju, slimību izcelsmes hipotēzēm un teorijām, slimību diagnostikas un ārstēšanas metodēm un paņēmieniem.

13.2. AR DARBU SAISTĪTĀS SLIMĪBAS UN TO KLASIFIKĀCIJA

Veselība ir līdzsvara stāvoklis starp cilvēka organismu un vides fizikālajiem, bioloģiskajiem un sociālajiem faktoriem, kas nodrošina normālas organisma funkcijas. Svarīga vides daļa ir darba vide, tādēļ veselība lielā mērā ir atkarīga no darba apstākļiem.

Pēc PVO 1985. gada definīcijas, ar darbu var būt saistītas dažādas slimību grupas.

1. Slimības, kas atzītas par arodslimībām. Tās ir atsevišķām darbinieku kategorijām raksturīgas slimības, kuru cēlonis ir darba vietas fizikālie, ķīmiskie, bioloģiskie, psiholoģiskie un citi faktori.
2. Ar darbu saistītās slimības. Tās ir slimības ar daudzfaktoru etioloģiju, kuru izcelsmē nozīme ir arī nelabvēlīgiem darba apstākļiem. Šādas slimības ir, piemēram, arteriālā hipertensija, koronārā sirds slimība, hroniskās nespecifiskās plaušu slimības, balsta un kustību aparāta slimības, kuņģa un divpadsmitpirkstu zarnas čūla.
3. Dažādas slimības, ja to gaitu pasliktina kaitīgi darba apstākļi, piemēram, endēmijas, kas saistītas ar nepietiekamu mikroelementu daudzumu uzturā, infekcijas slimības un citas.

Atšķirības starp arodslimību un ar darbu saistītu slimību

Arodslimība:	**Ar darbu saistīta slimība:**
• slimībai parasti ir noteikts specifisks ierosinātājs;	• slimību ierosina vairāki faktori;
• slimības simptomi rodas darba laikā;	• slimības simptomi pastiprinās darba laikā;
• slimības attīstību var aizkavēt, ja agrīni nosaka diagnozi;	• slimības attīstību var aizkavēt, ja veic tehniska rakstura vai cita veida aizsardzības pasākumus;
• parasti slimība ir minēta valsts likumdošanā	• slimība parasti nav minēta valsts likumdošanā.

Kaut arī arodslimības ir sastopamas retāk nekā citas pamatslimības, tām ir liela sociāla nozīme, jo ar arodslimībām slimo cilvēki darbspējīgā vecumā, nereti tās norisinās smagi un ir invaliditātes cēlonis.

Darba vides vai darba procesa faktorus, kas nelabvēlīgi ietekmē strādājošo organismu un ilgstošas, intensīvas iedarbības rezultātā izraisa slimības, sauc par **kaitīgajiem arodfaktoriem.**

Kaitīgie arodfaktori parasti ir saistīti:

- ar ražošanas procesu, tā tehnoloģiju un iekārtām (ražošanas putekļi, toksiskās ķīmiskās un radioaktīvās vielas, jonizējošais starojums, troksnis, vibrācija, paaugstināts vai pazemināts atmosfēras spiediens, paaugstināta vai pazemināta temperatūra, elektromagnētiskais starojums u.c.);
- ar darba procesu, tā organizāciju, sasprindzinātību un ilgumu (nervu sistēmas, redzes, dzirdes, balss saišu sasprindzinājums, biežas vienveidīgas kustības, atsevišķu muskuļu grupu sasprindzinājums, ilgstošs ķermeņa piespiedu stāvoklis u.c.) [2, 6, 7, 8, 12, 18].

Sakarā ar kaitīgo arodfaktoru daudzveidību un savdabību, to dažādām kombinācijām un iedarbību uz organismu veidojas arodslimību īpatnējā klīniskā struktūra. Tā kā vairākumam kaitīgo arodfaktoru piemīt politropiska iedarbība, bieži veidojas polisindroma viscerāla, neiroloģiska un cita patoloģija, kas konkrētās kombinācijās iegūst zināmu specifiskumu [11, 25].

Līdz šim nav izstrādāta vienveidīga arodslimību klasifikācija.

Pašlaik arodslimības grupē gan pēc etioloģijas principa, gan arī pēc slimības skarto orgānu un sistēmu principa [1, 11, 12, 14, 26].

Pēc etioloģijas principa izšķir vairākas arodslimību grupas.

1. **Ražošanas putekļu izraisītās arodslimības:** pneimokoniozes (silikoze, silikatozes, karbokoniozes, metalokoniozes, organisko putekļu pneimokoniozes), eksogēnais alerģiskais alveolīts, bisinoze, hroniskais putekļu bronhīts.
2. **Ķīmisko vielu izraisītās arodslimības:** akūta, subakūta, subhroniska, hroniska arodsaindēšanās un stabilas atlieku parādības pēc arodsaindēšanās; metāliskais drudzis; ādas slimības (kontaktdermatīts, fotodermatīts u.c.).
3. **Fizikālo faktoru izraisītās arodslimības:** vibrācijas slimība, jonizējošā un nejonizējošā starojuma izraisītās slimības, trokšņa, augstas un zemas temperatūras, paaugstināta atmosfēras spiediena izraisītā arodpatoloģija.
4. **Fizisko pārslodžu un atsevišķu orgānu un sistēmu pārpūles izraisītās arodslimības:** koordinācijas neirozes, akūtas, subakūtas vai hroniskas perifēriskās nervu sistēmas un balsta un kustību aparāta slimības (mononeiropātija, polineiropātija, jostas un krustu daļas radikulīts, tendovaginīts, deformējošā osteoartroze u.c.).
5. **Bioloģisko faktoru izraisītās arodslimības:** infekcijas un parazitārās slimības (tuberkuloze, bruceloze, ērču encefalīts, vīrushepatīts u.c.), disbakteriozes, ādas un gļotādas kandidomikoze, viscerālā kandidoze.
6. **Alerģiskās arodslimības:** konjunktivīts, rinīts, rinofaringīts, bronhiālā astma, eksogēnais alerģiskais alveolīts, dermatīts, ekzēma.
7. **Onkoloģiskās arodslimības:** ādas, mutes dobuma un elpošanas orgānu, aknu, urīnpūšļa, kuņģa, kaulu ļaundabīgie audzēji, leikoze u.c.

Kā jau norādīts, arodslimības klasificē arī pēc slimības skarto orgānu un sistēmu principa. Izšķir arodslimības, kuru gadījumā tiek skarti galvenokārt:

- elpošanas orgāni,
- nervu sistēma,
- asinsrades sistēma,
- hepatobiliārā sistēma,
- nieres un urīnizvadceļi.

Latvijā pašlaik ir spēkā LR Ministru kabineta noteikumi Nr. 908 "Arodslimnieku izmeklēšanas un uzskaites kārtība" (pieņemti 06.09.2006.). Šo noteikumu 1. pielikumā ir publicēts arodslimību saraksts, kurā ardoslimības grupētas pēc etioloģijas principa.

Atkarībā no kaitīgo faktoru iedarbības ilguma un intensitātes izšķir:

- akūtas,
- subakūtas,
- hroniskas arodslimības.

Akūtas arodslimības attīstās pēkšņi pēc vienreizējas vai atkārtotas ķīmisko vielu vai citu kaitīgu darba faktoru iedarbības (vienas darba maiņas laikā), piemēram, akūta saindēšanās, fiziskas pārslodzes (lumbago).

Subakūtas arodslimības novēro pēc ķīmisko vielu vai citu kaitīgo darba faktoru iedarbības neilgā laika periodā (daži mēneši), piemēram, subakūta saindēšanās ar organiskajiem šķīdinātājiem, lumbaļģija.

Hroniskas arodslimības attīstās kaitīgo darba faktoru ilgstošas iedarbības rezultātā. Mūsu dienās visraksturīgākās ir hroniskās arodslimības. Tās attīstās pakāpeniski. Nereti slimības sākumā ir maz klīnisko simptomu [11].

13.3. LIKUMDOŠANA ARODVESELĪBĀ UN DARBA DROŠĪBĀ

Arodveselības dienesta attīstību valstī veicina pēdējos gados pieņemtie likumi un ratificētās starptautiskās konvencijas par strādājošo darba drošību un veselības aizsardzību. Latvijai kā Eiropas Savienības (ES) dalībvalstij savā likumdošanā ir jāiestrādā ES direktīvu prasības, tai skaitā par darba aizsardzības jautājumiem. Šobrīd Latvijā ir iestrādātas praktiski visu ES darba aizsardzības direktīvu prasības, bet jaunākās ES direktīvu prasības tiek pārņemtas atbilstoši noteiktajiem un ar ES institūcijām saskaņotajiem termiņiem.

Latvijā darba un sociālās likumdošanas jomā pieņemtie likumi un svarīgākie Ministru kabineta noteikumi

Likumi

- Darba aizsardzības likums (20.06.2001.)
- Darba likums (20.06.2001.)
- Valsts darba inspekcijas likums (03.12.2001.)
- Likums "Par bīstamo iekārtu tehnisko uzraudzību" (24.09.1998.)
- Likums "Par obligāto sociālo apdrošināšanu pret nelaimes gadījumiem darbā un arodslimībām" (02.11.1995.)
- Likums "Ķīmisko vielu un ķīmisko produktu likums" (01.04.1998.)

Ministru kabineta noteikumi

- Ministru kabineta 2001. gada 23. augusta noteikumi Nr. 379 "Darba vides iekšējās uzraudzības veikšanas kārtība"
- Ministru kabineta 2001. gada 27. decembra noteikumi Nr. 539 "Noteikumi par darba aizsardzības prasībām, saskaroties ar kancerogēnām vielām darba vietās"
- Ministru kabineta 2002. gada 19. marta noteikumi Nr. 125 "Darba aizsardzības prasības darba vietās"
- Ministru kabineta 2002. gada 23. aprīļa noteikumi Nr. 163 "Noteikumi par trokšņa emisiju no iekārtām, kuras izmanto ārpus telpām"
- Ministru kabineta 2002. gada 21. maija noteikumi Nr. 189 "Darba aizsardzības prasības, saskaroties ar bioloģiskajām vielām
- Ministru kabineta 2002. gada 6. augusta noteikumi Nr. 343 "Darba aizsardzības prasības, strādājot ar displeju"
- Ministru kabineta 2002. gada 6. augusta noteikumi Nr. 344. "Noteikumi par darba aizsardzības prasībām, pārvietojot smagumus"
- Ministru kabineta 2002. gada 20. augusta noteikumi Nr. 372 "Darba aizsardzības prasības, lietojot individuālos aizsardzības līdzekļus"
- Ministru kabineta 2002. gada 3. septembra noteikumi Nr. 399 "Darba aizsardzības prasības, saskaroties ar ķīmiskām vielām darba vietās"
- Ministru kabineta 2002. gada 3. septembra noteikumi Nr. 400 "Darba aizsardzības prasības drošības zīmju lietošanā"
- Ministru kabineta 2002. gada 9. decembra noteikumi Nr. 526 "Darba aizsardzības prasības, lietojot darba aprīkojumu un strādājot augstumā"
- Ministru kabineta 2003 .gad 4. februāra noteikumi Nr. 66 "Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret darba vides trokšņu radīto risku"

- Ministru kabineta 2004. gada 13. aprīļa noteikumi Nr. 284 "Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret vibrācijas radīto risku darba vidē"
- Ministru kabineta 2004. gada 13. jūnija noteikumi Nr. 527 "Kārtība, kādā veicama obligātā veselības pārbaude"
- Ministru kabineta 2004. gada 12. oktobra noteikumi Nr. 852 "Darba aizsardzības prasības darbā ar azbestu"
- Ministru kabineta 2005. gada 8. februāra noteikumi Nr. 99 "Noteikumi par komercdarbības veidiem, kuros darba devējs iesaista kompetentu institūciju"
- Ministru kabineta 2005. gada 9. augusta noteikumi Nr. 585 "Nelaimes gadījumu darbā izmeklēšanas un uzskaites kārtība" u.c.
- Ministru kabineta 2006. gada 6. novembra noteikumi Nr. 908 "Arodslimību izmeklēšanas un uzskaites kārtība".

13.4. ARODVESELĪBAS UN DARBA DROŠĪBAS DIENESTA UZDEVUMI UN ORGANIZĀCIJA

Kā jau norādīts, daudzās pasaules valstīs ar strādājošo arodveselības un darba drošības (AVDD) jautājumiem nodarbojas arodveselības dienests.

Pasaules Veselības organizācijas (PVO) un Starptautiskās darba organizācijas (SDO) izvirzītie pieci principi arodveselības jomā [4]:

- aizsardzības un preventīvais princips – strādnieku nodrošināšana pret kaitīgiem arodfaktoriem;
- adaptācijas princips – darba un darba vides pielāgošana strādājošo spējām;
- veselības veicināšanas princips – centieni uzlabot darbinieku fizisko, garīgo un sociālo labklājību;
- ārstēšanas un rehabilitācijas princips – arodtraumu, arodslimību un ar darbu saistītu slimību izpausmju un seku mazināšana;
- vispārējas primārās veselības aprūpes princips.

Pēc PVO un SDO principiem katra darba devēja pienākums ir nodrošināt arodveselības dienesta pakalpojumu pieejamību ikvienam darba ņēmējam.

Šo principu ievērošanas apjoms dažādās pasaules valstīs ir atšķirīgs. Strādājošo medicīniskās apkalpošanas veids ir atkarīgs no likumdošanas, ražošanas un ģeogrāfiskajām īpatnībām. Parasti tiek ievērots veselības aizsardzības un preventīvais princips. Attīstītākajās valstīs arodveselības dienesta aktivitātes paplašinās multidisciplinārā virzienā un integrējas ar citām darba vietas aktivitātēm, ieskaitot ražošanu un citus dienestus. Daudz ir diskutēts par jautājumu, kādam īsti jābūt arodveselības dienestam, cik plaši tam jāveic vispārējā veselības aprūpe. Pēdējā laikā uzskata, ka arodveselības dienesta uzdevumi ir ļoti plaši [21, 22, 23].

Arodveselības dienesta uzdevumus detalizēti ir izstrādājis Somijas Arodveselības institūta direktors J. Rantanens [20].

A. Arodveselības dienesta nepieciešamības novērtējums, kaitīgo arodfaktoru identifikācija, riska novērtējums.
B. Profilaktiskie pasākumi vides uzlabošanai.
C. Profilaktiskie pasākumi veselības aizsardzībai.
D. Ārstnieciskie pasākumi.
E. Sadarbība.
F. Zinātne, atskaites un darbības novērtējums.

Somija ir vienīgā valsts pasaulē, kur arodveselības dienesta pakalpojumus saņem 90% strādājošo. Francijā šādi pakalpojumi pieejami 75% strādājošo, Zviedrijā – 72%, Vācijā – 60%, Nīderlandē – 44%, Dānijā – 20%. Pēc 1996. gada datiem, kopumā Eiropā arodveselības dienesta pakalpojumus saņem 47% strādājošo [13].

Arodveselības dienestam jābūt organizētam pēc iespējas tuvāk darba vietai. Tā modeļi ir dažādi, un, kā rāda pieredze, arodveselības dienesta pakalpojumus var saņemt maksimāli daudz strādājošo, ja valstī izmanto dažādus šā dienesta modeļus [20]. Tas ir labi saprotams, jo lielie un mazie uzņēmumi, pastāvīgās un mobilās darba vietas, uzņēmumos nodarbinātie un pašnodarbinātie prasa dažādus apkalpošanas veidus.

Plašās arodveselības dienesta funkcijas nevar veikt kādas vienas specialitātes pārstāvji. Kā jau norādīts, šim dienestam jābūt multidisciplināram, un tajā jāstrādā dažādiem speciālistiem.

Vadošais speciālists arodveselības komandā ir arodslimību vai arodveselības ārsts. Šāda multidisciplināra speciālistu komanda ir iespējama tikai lielās arodveselības dienesta vienībās, kādas organizēt bieži vien dažādu apsvērumu dēļ nav iespējams. Šās problēmas risinājums tiek meklēts, dažādi eksperimentējot. Tā, piemēram,

- agrāk Zviedrijā populārs modelis bija mazo arodveselības dienesta vienību apvienošanās lielākos reģionālos centros vai grupu pakalpojumi;
- tagad Zviedrijā arodveselības dienests ir organizēts tā, ka viena vai vairākas arodveselības dienesta vienības apkalpo kādu konkrētu ražošanas nozari, piemēram, būvmateriālu ražošanu;
- Somijā medicīnas personālam (ārstam, medicīnas māsai), kas strādā ražošanas uzņēmumos, palīdzību sniedz Arodveselības institūts.

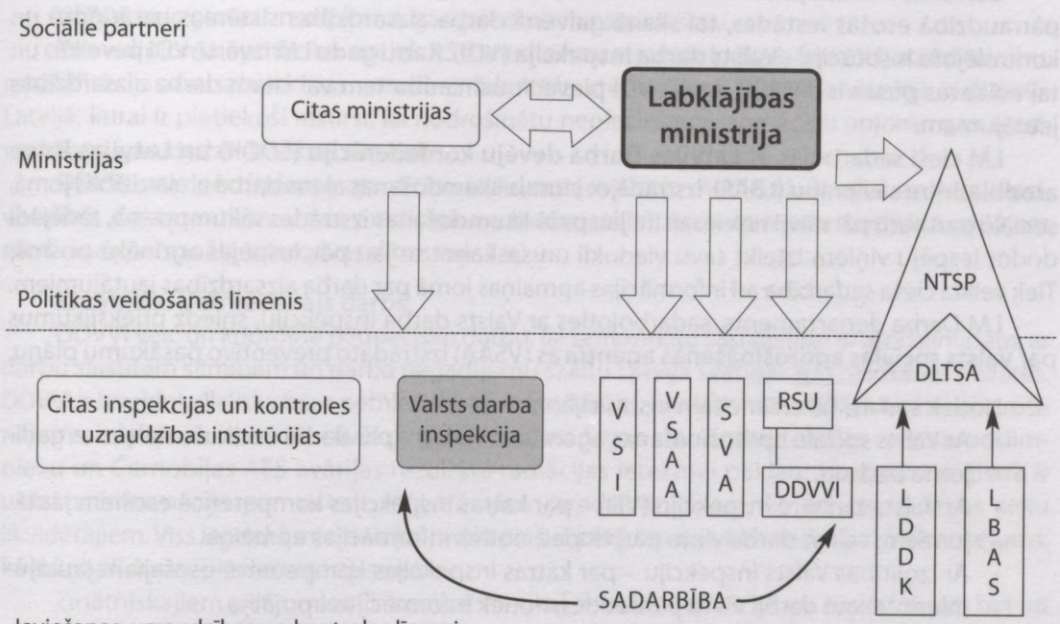
Sakarā ar to, ka pasaulē mainās darba organizācija (palielinās mazo uzņēmumu, pašnodarbināto personu, mobilo darba vietu skaits) un mainās arī nodarbinātības veidi (īstermiņa nodarbinātība, blakusdarbi un citi jauna veida nodarbinātības modeļi, kam arī ir nepieciešami arodveselības dienesta pakalpojumi), attīstās tendence organizēt arodveselības dienesta ārējo pakalpojumu vienības, kas varētu apkalpot gan uzņēmumus un darba vietas, gan arī individuālus darba ņēmējus. Latvijā ir apstiprināti MK noteikumi Nr. 99 (08.02.2005.) "Noteikumi par komercdarbības veidiem, kuros darba devējs iesaista kompetentu institūciju".

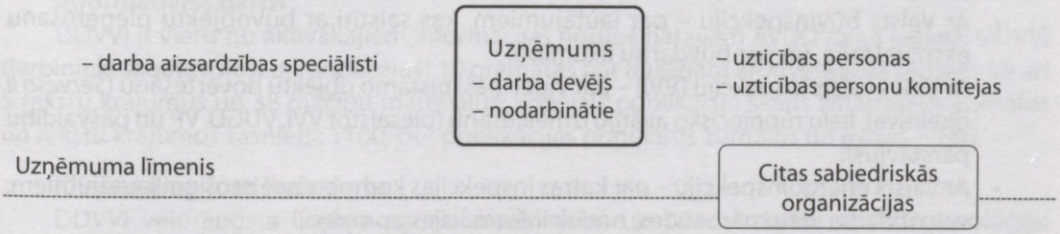
Ikvienā uzņēmumā saskaņā ar likumu par darba aizsardzību ir jābūt darba aizsardzības speciālistam, ko norīko darba devējs. Lielākos uzņēmumos ir darba drošības dienests, ko vada **darba aizsardzības speciālists.** Darba aizsardzības speciālistu darbības lauks ir aizsargāt strādājošos, īpašumu un vidi. Viņu galvenie uzdevumi:

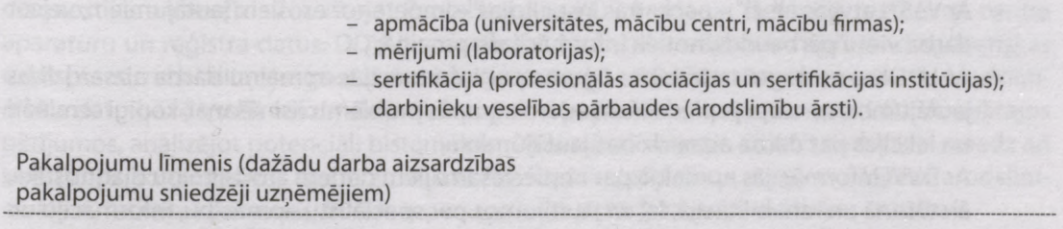
- paredzēt, identificēt un novērtēt kaitīgos apstākļus, tehnoloģiju, iekārtas un darba organizāciju;
- izstrādāt kaitīgo arodfaktoru kontroles plānus, metodes un programmas;
- nodrošināt informāciju par kaitīgajiem arodfaktoriem un visu plānoto aizsardzības pasākumu ieviešanu;
- mērīt, pārbaudīt kaitīgo arodfaktoru kontroles programmu efektivitāti.

Latvijā šobrīd galvenā loma darba aizsardzības sistēmas darbībā ir Labklājības ministrijai, kas veic darba aizsardzības sistēmas un politikas izstrādi, plānošanu un koordinēšanu, un tās pārraudzībā esošajai Valsts darba inspekcijai, kas ir galvenā uzraugošā un kontrolējošā institūcija darba aizsardzības jomā.

Valstī pašlaik esošo darba aizsardzības institucionālās sistēmas shēmu sk. 1. attēlā.







1. attēls. Darba aizsardzības institucionālā sistēma Latvijā

1) DLTSA – Darba lietu trīspusējās sadarbības apakšpadome;
2) DVVI – Darba drošības un vides veselības institūts;
3) LBAS – Latvijas Brīvo arodbiedrību savienība;
4) LDDK – Latvijas Darba devēju konfederācija;
5) NTSP – Nacionālā trīspusējās sadarbības padome;
6) RSU – Rīgas Stradiņa universitāte;
7) SVA – Sabiedrības veselības aģentūra;
8) VSAA – Valsts sociālās apdrošināšanas aģentūra;
9) VSI – Valsts sanitārā inspekcija.

Galvenās institūcijas, ar kurām sadarbojas **Labklājības ministrija,** ir visas tās pārziņā un pārraudzībā esošās iestādes, tai skaitā galvenā darba aizsardzības sistēmas uzraugošā un kontrolējošā institūcija – **Valsts darba inspekcija** (VDI). Katru gadu LM izvērtē VDI paveikto un tai no savas puses ir tiesības ieteikt VDI pievērst uzmanību tam vai citam darba aizsardzības jautājumam.

LM cieši sadarbojas ar **Latvijas Darba devēju konfederāciju** (LDDK) **un Latvijas Brīvo arodbiedrību savienību** (LBAS), izstrādājot jaunus likumdošanas aktus darba aizsardzības jomā, sociālo partneru pārstāvji tiek iesaistīti jau pašā likumdošanas izstrādes sākumposmā, tādējādi dodot iespēju viņiem izteikt savu viedokli un saskaņot to jau pēc iespējas agrīnākā posmā. Tiek veikta cieša sadarbība arī informācijas apmaiņas jomā par darba aizsardzības jautājumiem.

LM Darba departaments, sadarbojoties ar Valsts darba inspekciju, sniedz priekšlikumus par **Valsts sociālās apdrošināšanas aģentūras** (VSAA) izstrādāto preventīvo pasākumu plānu.

Notiek sadarbība arī ar citām institūcijām:

- Ar Valsts sociālo apdrošināšanas aģentūru (VSAA) – par darbā notikušo nelaimes gadījumu uzskaiti.
- Ar Valsts sanitāro inspekciju (VSI) – par katras inspekcijas kompetencē esošiem jautājumiem; veicot darba vietu pārbaudes, notiek informācijas apmaiņa.
- Ar Izglītības Valsts inspekciju – par katras inspekcijas kompetencē esošajiem jautājumiem; veicot darba vietu pārbaudes, notiek informācijas apmaiņa.
- Ar Valsts dzelzceļa tehnisko inspekciju – par katras inspekcijas kompetencē esošiem jautājumiem; veicot darba vietu pārbaudes, notiek informācijas apmaiņa.
- Ar Valsts būvinspekciju – par jautājumiem, kas saistīti ar būvobjektu pieņemšanu ekspluatācijā, un par būvdarbu likumību.
- Ar Vides valsts inspekciju (VVI) – par videi īpaši bīstamo objektu novērtēšanu (*Serveso II* direktīva), lielu rūpniecisko avāriju izmeklēšanu (piesaistot VVI, VUGD, VP un pašvaldību pārstāvjus).
- Ar Valsts energoinspekciju – par katras inspekcijas kompetencē esošiem jautājumiem; veicot darba vietu pārbaudes, notiek informācijas apmaiņa;
- Ar VAS "Latvijas meži" – par katras inspekcijas kompetencē esošiem jautājumiem; veicot darba vietu pārbaudes, notiek informācijas apmaiņa;
- Ar LDDK – noslēgts sadarbības līgums par informācijas apmaiņu darba aizsardzības jautājumos, savsarpēja piedalīšanās darba grupās problēmu risināšanai, kopīgi semināri un lekcijas par darba aizsardzības jautājumiem;
- Ar DVVI informācijas apmaiņa par nepieciešamajiem datiem arodslimību diagnostikā, ārstēšanā un rehabilitācijā, kā arī jautājumos par speciālistu apmācību, informāciju un zinātniskām konsultācijām.

Darba drošības un vides veselības institūts (DDVVI) ir akadēmiska, pētnieciska un ārstnieciska Rīgas Stradiņa universitātes aģentūra, kas izveidojusies, ilgstoši sadarbojoties RSU Higiēnas un arodslimību laboratorijai, Aroda un vides medicīnas katedrai, kā arī Paula Stradiņa Klīniskās universitātes slimnīcas Aroda un radiācijas medicīnas centram.

Galvenās DDVVI funkcijas:

- apmācība arodveselībā un darba drošībā,
- zinātniski pētnieciskais darbs,
- informatīvais darbs,
- klīniski diagnostiskais darbs,
- konsultatīvais darbs.

Apmācība arodveselībā un darba drošībā

DDVVI veic gan pirmsdiploma, gan pēcdiploma apmācību.

Pirmsdiploma apmācība notiek RSU medicīnas, stomatoloģijas, farmācijas, māszinību, rehabilitācijas un sabiedrības veselības fakultāšu studentiem. DDVVI ir vienīgā institūcija Latvijā, kurai ir pietiekoši resursi, lai nodrošinātu nepieciešamo apmācību apjomu gan arodveselības, gan darba drošības aspektos.

DDVVI veic pēcdiploma apmācību rezidentiem aroda medicīnā, maģistrantiem arodveselībā, doktorantiem aroda medicīnā un arodveselībā, ārstiem aroda medicīnā, vidējam medicīnas personālam (arodveselības māsām) u.c.

Zinātniski pētnieciskais darbs

DDVVI veic un koordinē pētniecisko darbu, lai samazinātu saslimstību ar arodslimībām, ar darbu saistītām slimībām un darba negadījumu skaitu Latvijā svarīgākajās ražošanas nozarēs. DDVVI ir izveidota lieliska bāze pētnieciskā darba veikšanai, jo ir labs materiāli tehniskais nodrošinājums, iespējams izmeklēt cilvēkus gan ambulatori, gan stacionārā, Latvijas valsts arodslimnieku un Černobiļas AES avārijas rezultātā radiācijas ietekmei pakļauto personu reģistrā ir uzkrāta informācija par visiem reģistrētajiem arodslimniekiem, kā arī par avārijas seku likvidētājiem. Viss iepriekš minētais ļauj veikt plašus pētījumus, ja tiek nodrošināts finansējums, kā arī papildus nepieciešamā aparatūra.

Zinātniskajiem pētījumiem ir nozīme ne tikai riska identifikācijā un novērtēšanā, bet arī arodveselības administrēšanā, plānošanā un apmācības organizēšanā.

Informatīvais darbs

DDVVI ir viens no aktīvākajiem informācijas nodrošinātājiem AVDD jomā Latvijā. DDVVI darbinieki sagatavojuši un publicējuši 10 grāmatas par dažādām arodveselības tēmām, kā arī 5 rakstu krājumus un 38 mācību materiālus; kopējais publikāciju skaits zinātniskos žurnālos un rakstu krājumos sasniedz 1160, bet publikācijas populāros žurnālos un avīzēs – 180.

Klīniski diagnostiskais darbs

DDVVI veic augsta līmeņa agrīnu arodslimību un citu ar darbu saistītu patoloģiju diagnostiku un analīzi, izmantojot Paula Stradiņa KUS Aroda un radiācijas medicīnas centra aparatūru un reģistra datus. DDVVI speciālisti ir iesaistīti arodslimību agrīnās diagnostiskas uzlabošanā, rehabilitācijas pasākumu izstrādāšanā, kā arī saslimstības datu analīzē. Arodslimnieku datu bāzē esošā informācija tiek regulāri papildināta un izmantota DDVVI veiktajos pētījumos, analizējot potenciāli bīstamākās rūpniecības nozares. DDVVI darbinieki sniedz arī kvalificētu konsultatīvu, ambulatoru un stacionāru palīdzību Latvijā esošajiem arodslimniekiem, ieskaitot personas, kurām ir paaugstināts riska faktors arodslimību attīstībai.

Konsultatīvais darbs

DDVVI sniedz ļoti plašu konsultatīvo palīdzību arodveselības un darba drošības jautājumos. DDVVI speciālisti līdzdarbojas normatīvo dokumentu izstrādē arodveselības un darba drošības jomā, tiek pieaicināti kā tehniskie eksperti standartizācijas tehniskajās komitejās, kuras izstrādā arodveselības un darba drošības nozarei nepieciešamos standartus.

DDVVI Higiēnas un arodslimību laboratorija ir akreditēta pilna spektra darba vides faktoru mērījumu veikšanai, kā arī ir vienīgā laboratorija Latvijā, kas var veikt vielu toksikoloģisko novērtējumu. Laboratorija piedalās Latvijas un starptautiskajā laboratoriju kontroles testēšanā. Laboratorijas speciālisti sniedz ļoti plašu konsultatīvu palīdzību darba devējiem un citām ieinteresētām personām par darba vides riska faktoru novērtēšanu un noteikšanu, kā arī praktiski veic darba vides laboratoriskos mērījumus.

Arodslimību ārsta uzdevumi ir noteikti 1992. gadā pieņemtajā Starptautiskajā arodveselības speciālistu ētikas kodeksā, vairākās PVO un SDO rekomendācijās un rezolūcijās, tie minēti arī vairākās Eiropas Savienības direktīvās [10, 15, 20].

Mūsu valstī ar Labklājības ministrijas 2003. gada 28. novembra rīkojumu Nr. 152 ir apstiprināts Arodslimību ārsta specialitātes nolikums.

Arodslimību ārsta specialitāte ir ārstniecības personu pamatspecialitāte, kurā ārsts veic arodslimību, ar darbu saistīto slimību un darba traumu profilaksi, diagnostiku, ārstēšanu un pacientu rehabilitāciju, pētī darba vides ietekmi uz cilvēka organismu, vērtē darba vides izraisītās patoloģiskās pārmaiņas, arodslimības, ar darbu saistītās slimības un traumas, izstrādā pasākumus darba apstākļu optimizācijai, kā arī risina darba ekspertīzes jautājumus.

Arodslimību ārstam ir augstākā medicīniskā izglītība, viņš atbilstoši šim nolikumam apguvis pēcdiploma apmācības programmu arodslimību ārsta specialitātē, nokārtojis sertifikācijas eksāmenu un ieguvis arodslimību ārsta sertifikātu.

Arodslimību ārsta uzdevumi [10, 24]:

- Darba vietā esošo kaitīgo riska faktoru identifikācija un novērtēšana.
- Piedalīšanās ar arodveselības un darba drošības jautājumiem saistītās politikas izveidošanā, kas balstīta uz ētiskiem principiem.
- Pasākumu veicināšana, kas nodrošinātu darba piemērošanu strādājošiem. Darba piemērotības novērtēšana.
- Pasākumu veicināšana, kuri nodrošinātu darba pielāgošanu īpašās situācijās strādājošiem (atbilstoši direktīvām par strādājošām grūtniecēm un jauniem cilvēkiem).
- Strādājošo un darba devēju informēšana, apmācīšana un izglītošana par jautājumiem, kas saistīti ar darba drošību un veselību.
- Nodarbošanās ar pētniecisko darbību, kas saistīta ar arodveselību un darba drošību, ņemot vērā jau esošos pētījumus par veselības problēmām darba vietā, ar pētniecisko un medicīnisko darbību saistītos ētiskos jautājumus.
- Pasākumu organizēšana, kuri nodrošinātu ar arodveselību un darba drošību saistīto likumu ieviešanu dzīvē.
- Rūpnieciskās darbības apkārtējai videi nodarītā kaitējuma novērtēšana.
- Arodveselības veicināšana un ar veselību saistīto izglītības programmu izveidošana.
- Arodveselības dienestu vadīšana.
- Darbs multidisciplinārā komandā.

Darba higiēna ir zinātnes nozare, kas nodarbojas ar tādu vides faktoru un spriedžu paredzēšanu, pazīšanu, novērtēšanu un kontroli, kas var rasties darba vietā vai darba dēļ un izraisīt slimības, veselības un labklājības traucējumus, kā arī diskomfortu darbiniekiem vai citiem cilvēkiem.

Darba higiēnisti ir arodveselības speciālisti, kas primāri nodarbojas ar darba apstākļu novērtēšanu un kontroli. Pēc pamatizglītības darba higiēnisti var būt inženieri, ķīmiķi, fiziķi, biologi, mediķi, kas papildus specializējušies darba higiēnā. Viņiem jāzina, kāda ir darba vides ķīmisko, fizikālo, bioloģisko un ergonomisko faktoru ietekme uz cilvēka veselību [17].

Darba higiēnista uzdevumi [17]:

- Sīki izpētīt darba operācijas un procesus, iegūt pilnīgu priekšstatu par darba raksturu, materiāliem un aparatūru, ražojamiem produktiem un blakusproduktiem, darbinieku skaitu, dzimumu, darba stundām.

- Izdarīt pašam vai vadīt attiecīgus mērījumus, lai noteiktu nelabvēlīgos darba vides faktorus, izraudzīties mērījumiem nepieciešamo aparatūru un instrumentus.
- Novērtēt darba vides faktoru mērījumu rezultātus un noteikt to iespējamo ietekmi uz cilvēku veselību, strādājošo darbaspējām, apkārtējo iedzīvotāju labklājību, sagatavot un iesniegt secinājumus darba devējam.
- Izdarīt secinājumus par kontrolmērījumu efektivitāti, dot padomus, kādi mērījumi nepieciešami, lai novērtētu darba vidi un apkārtējo vidi.
- Sagatavot noteikumus, priekšrakstus, standartus, lai darbu varētu veikt veselīgos apstākļos un tas neradītu kaitējumu sabiedrībai.
- Sagatavot ekspertīzes slēdzienus tiesām, likumīgi noteiktiem izmeklētājiem u.c.
- Sagatavot tekstus uzrakstiem un citu informāciju, lai tiktu ievērota piesardzība darbā ar kaitīgiem materiāliem un produktiem.
- Veikt strādājošo izglītošanu arodslimību un citu veselības traucējumu profilaksei.
- Veikt epidemioloģiskus pētījumus, lai atklātu arodslimības.
- Vadīt pētījumus vai piedalīties tajos, lai noskaidrotu dažādu darba vides faktoru iedarbību uz strādājošo un pārējo iedzīvotāju veselību.

Darba devēja pienākumi arodveselības jomā

Eiropas Savienībā ekspertu grupa ir izstrādājusi direktīvas, kas nosaka darba devēju pienākumus. Tie ir šādi [3]:

- novērtēt veselības un drošības risku, veikt preventīvos pasākumus un izstrādāt preventīvo pasākumu politiku;
- norīkot kompetentus cilvēkus, kas būtu atbildīgi par strādājošo veselību un darba drošību, vai arī izmantot attiecīgus organizāciju pakalpojumus;
- nodrošināt pirmās palīdzības sniegšanu, ugunsgrēku dzēšanu un citus neatliekamus pasākumus;
- organizēt strādājošo obligātās veselības pārbaudes, ziņot par nelaimes gadījumiem darba vietās un arodslimībām;
- informēt strādājošos par darba apstākļiem, kas varētu būt kaitīgi viņu veselībai, nodrošināt strādājošo vai viņu pārstāvju izglītošanu arodveselības un darba drošības jautājumos.

Starptautisko institūciju dokumentos, kas saistīti ar arodveselību un darba drošību, un to valstu likumdošanā, kurās ir senas un stabilas arodveselības un darba drošības tradīcijas, izvirzīti šādi galvenie principi:

1) izvairīšanās no kaitīgiem arodfaktoriem (primārā profilakse);
2) droša tehnoloģija;
3) darba apstākļu optimizācija;
4) ražošanas, arodveselības un darba drošības pasākumu integrēšana;
5) valdības atbildība, iespējas un prasme uzlabot un kontrolēt darba apstākļus;
6) darba devēja vai par darba vietas nekaitīgumu un drošību atbildīgās personas primārā atbildība;
7) darba devēju un strādājošo sadarbība uz vienlīdzīgiem pamatiem;
8) strādājošo tiesības piedalīties to lēmumu pieņemšanā, kuri ir saistīti ar konkrēto darbu;
9) strādājošo tiesības zināt par darba apstākļu iespējamo negatīvo ietekmi uz veselību;
10) pastāvīga darba apstākļu uzraudzība un uzlabošana.

Šo principu ieviešanai nepieciešami atbilstoši likumi, administratīvā organizācija un ar arodveselību un darba drošību saistītu dienestu sistēma.

Globālās programmas "Arodveselību visiem" mērķis ir valstīs, kurās jau tagad ir pozitīvas iezīmes arodveselības un darba drošības jomā, turpināt uzlabot arodveselības un darba drošības rādītājus, samazinot atšķirību starp veselības un drošības līmeni zema un augsta riska profesijās un uzņēmumos. Valstīs, kur šīs iezīmes ir negatīvas, nepieciešama pozitīva attīstība, kas sevī ietvertu gan likumdošanas darbu, gan nepieciešamo resursu un infrastruktūras izveidošanu. Visām valstīm ir vajadzīga pozitīva arodveselības dienestu attīstība – tā, lai šie dienesti spētu apkalpot visus strādājošos neatkarīgi no ekonomikas nozares, uzņēmuma lieluma, cilvēku profesijas, nodarbinātības formas [13].

13.5. ARODSLIMĪBU DIAGNOSTIKAS PRINCIPI UN ARODSASLIMSTĪBAS ANALĪZE LATVIJĀ

13.5.1. ARODSLIMĪBU DIAGNOSTIKAS PRINCIPI

Arodslimību diagnostika ir ļoti sarežģīta. Novērtējot arodfaktoru iedarbību uz strādājošo cilvēku organismu, ir svarīgi atšķirt "parastu iedarbību" no kaitīgas iedarbības. Ar jebkura arodfaktora (ķīmiska, fizikāla, bioloģiska) kaitīgās iedarbības slieksni saprot tādu tā minimālo koncentrāciju vai iedarbības līmeni darba vidē, kas izraisa organismā pārmaiņas, kuras atšķiras no fizioloģiskām homeostatiskām adaptācijas reakcijām, vai arī rada slēptu (uz laiku kompensētu) patoloģiju.

Kā zināms, organisma un nelabvēlīgā faktora savstarpējā iedarbība var norisināties vairākās stadijās. Ja kaitīgā arodfaktora iedarbības līmenis ir zems, novēro primāro reakciju fāzi, kam seko fizioloģiskā adaptācija. Tā ir organisma pielāgošanās vides pārmaiņām. Ja nelabvēlīgā faktora iedarbības līmenis ir augstāks, tad pēc adaptācijas fāzes organismā rodas traucējumi, kas kādu laiku var tikt kompensēti (patoloģiskā procesa kompensācijas stadija), bet vēlāk tiek traucēta homeostāze un veidojas dekompensētās patoloģijas stadija. Dažreiz šīs fāzes ir grūti atšķirt. Lai atšķirtu fizioloģiskās reakcijas no patoloģiskām, var izmantot dažādus slodzes testus (fizioloģiskos, farmakoloģiskos u.c.) [11].

Novērtējot strādājošo veselības stāvokli, svarīgi ir radušos veselības traucējumus atklāt agrīni. Saskaņā ar PVO Darba higiēnas ekspertu komisijas rekomendāciju ar agrīnu kaitīgo arodfaktoru izraisīto veselības traucējumu atklāšanu saprot organisma homeostatisko un kompensatorisko mehānismu traucējumu konstatēšanu pirmsslimības posmā, kad bioķīmiskās, morfoloģiskās un funkcionālās pārmaiņas vēl ir atgriezeniskas [9, 26].

Galvenie orientieri arodslimību sākumstadijas diagnostikā ir nevis klīniskie simptomi, bet gan morfoloģiskās un bioķīmiskās pārmaiņas šūnās un audos [5].

13.5.2. ARODSASLIMSTĪBAS ANALĪZE LATVIJĀ LAIKA PERIODĀ NO 1993. LĪDZ 2006. GADAM

ES struktūrfondu nacionālās programmas "Darba tirgus pētījumi" projekta "Labklājības ministrijas pētījumi" Nr. VPD/ESF/NVA/04/NP/3.1.5./003 pētījuma "Darba apstākļi un riski Latvijā" ietvaros veikta arodsaslimstības analīze Latvijā.

Pēc Latvijas Valsts arodslimnieku reģistra datiem, Latvijā laika posmā no 1993. līdz 2006. gadam ir reģistrēti 4 736 jauni arodslimnieki, no tiem 2194 vīrieši un 2 542 sievietes (1. tab.).

Šiem arodslimniekiem kopā ir reģistrētas 10 928 arodslimības, no tām 4 362 – vīriešiem un 5 455 – sievietēm (2. tab.). Tātad katram arodslimniekam vidēji ir konstatētas 2,36 arodslimības, pie tam vīriešiem vidēji 2,28 arodslimības, bet sievietēm – 2,43. Tas liecina par dažādu kaitīgo arodfaktoru vienlaicīgu iedarbību.

Ļoti svarīgi ir rūpīgi veikt strādājošo obligātās veselības pārbaudes (OVP). Ministru kabinets ir pieņēmis noteikumus Nr. 527 "Kārtība, kādā veicama obligātā veselības pārbaude" (08.06.2004.). Minētie noteikumi nosaka kārtību, kādā veicama OVP tiem nodarbinātajiem, kuru veselības stāvokli ietekmē vai var ietekmēt veselībai kaitīgie darba vides faktori, un tiem nodarbinātajiem, kuriem darbā ir īpaši apstākļi. OVP nepieciešams veikt, lai:

- noteiktu, vai darbinieka veselības stāvoklis pieļauj strādāt darba vietās, kur sastopami konkrēti darba riska faktori;
- savlaicīgi identificētu veselības traucējumus, kas radušies darba vides kaitīgo faktoru ietekmes rezultātā;
- identificētu, vai nodarbinātajam nav attīstījusies kāda vispārēja rakstura slimība (piemēram, paaugstināts asinsspiediens vai koronārā sirds slimība), kuras dēļ nodarbinātā veselības stāvoklis neatbilst veicamajam darbam.

Regulāri un kvalitatīvi veiktas OVP ļauj savlaicīgi atklāt kaitīgo faktoru ietekmi uz nodarbināto veselību un izstrādāt preventīvus pasākumus, lai novērstu šo kaitīgo faktoru ietekmi, nepieļaujot nodarbināto saslimšanu, kā arī ļauj atklāt arodslimības, ar darbu saistītās slimības un vispārēja rakstura slimības agrīnās stadijās, kad iespējama efektīva nodarbināto ārstēšana un rehabilitācija.

1. tabula. Kopējais pirmreizējo arodslimnieku skaits (sadalījums pa gadiem un dzimumiem)

Gads	Pirmreizējo arodslimnieku skaits					
	Kopā		Vīrieši		Sievietes	
	absolūtais skaits	uz 100000 nodarbināto	absolūtais skaits	uz 100000 nodarbināto vīriešu	absolūtais skaits	uz 100000 nodarbināto sieviešu
1993	82	–	43	–	39	–
1994	185	–	72	–	113	–
1995	174	–	96	–	78	–
1996	109	11,5	55	11,1	54	11,9
1997	118	11,9	77	15,2	41	8,5
1998	149	15,1	75	14,6	74	15,6
1999	211	23,1	108	21,5	103	22,1
2000	232	25,5	105	21,9	127	27,5
2001	332	35,5	150	30,9	182	38,2
2002	433	45,9	181	35,8	252	52,1
2003	554	56,9	235	45,5	319	65,1
2004	786	78,5	343	65,7	443	89,3
2005	782	75,1	370	71,7	412	84,5
2006	589	54,2	293	54,4	296	56,0
Kopā	**4736**		**2203**		**2533**	

2. tabula. Kopējais pirmreizējo arodslimību skaits

Gads	Pirmreizējo arodslimību skaits					
	Kopā		Vīrieši		Sievietes	
	absolūtais skaits	uz 100000 nodarbināto	absolūtais skaits	uz 100000 nodarbināto vīriešu	absolūtais skaits	uz 100000 nodarbināto sieviešu
1993	127	–	76	–	51	–
1994	284	–	110	–	174	–
1995	311	–	180	–	131	–
1996	194	20,4	94	19,0	100	22,0
1997	260	26,3	179	35,2	81	16,8
1998	346	35,1	196	38,3	150	31,6
1999	434	44,8	223	44,3	211	45,3
2000	760	80,8	344	71,7	416	90,2
2001	891	92,6	392	80,7	499	104,8
2002	1150	116,3	483	95,6	667	137,8
2003	1520	150,9	601	116,2	919	187,6
2004	1847	181,4	750	143,7	1097	221,2
2005	1693	163,4	734	142,2	959	196,7
2006	1076	115,0	482	86,2	594	112,4
Kopā	**10 893**		**4844**		**6049**	

Pirmreizēji konstatēto arodslimnieku un arī arodslimību gadījumu skaits pakāpeniski no 1993. līdz 2004. gadam pieaug, bet 2005. un 2006. gadā atkal konstatējama neliela arodslimību skaita samazināšanās. 2004. gadā salīdzinājumā ar 1993. gadu pirmreizēji diagnosticēto arodslimnieku skaits bija palielinājies 9,5 reizes un arodslimību gadījumu skaits – 14,5 reizes.

Tā kā Latvijā galvenokārt tiek konstatētas hroniskas arodslimības, kuras attīstās daudzu gadu gaitā, un to konstatēšanas laiks nesakrīt ar darba vidē esošo riska faktoru iedarbības laiku, tad jādomā, ka arodslimību gadījumu skaita palielināšanās nav tik daudz saistāma ar darba apstākļu ietekmi, cik ar citiem iemesliem. Tie varētu būt sekojoši: darbinieki ir labāk informēti par darba vides riska faktoriem un arodslimību pazīmēm; arvien vairāk darbinieku saņem informāciju par iespējām saņemt finansiālu palīdzību arodslimību gadījumā; uzlabojas ārstu zināšanas un obligāto veselības pārbaužu kvalitāte.

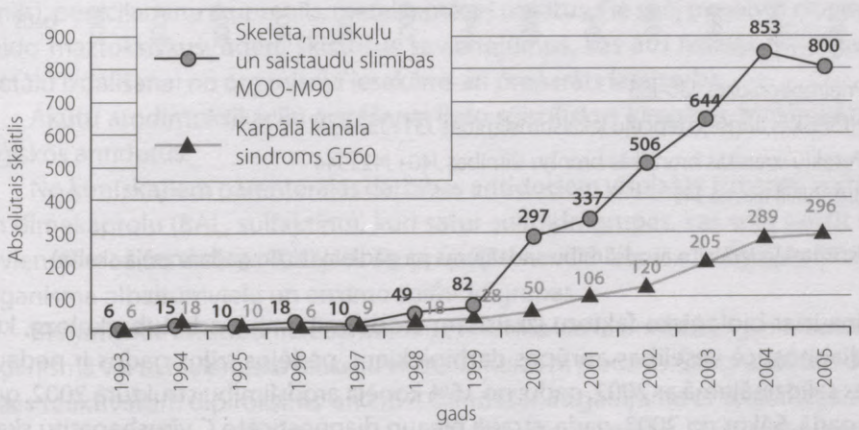
Pirmreizēji atklāto arodslimību gadījumu skaita samazināšanos 2005. un 2006. gadā varētu izskaidrot ar izmaiņām likumdošanā – LR MK noteikumos par obligāto veselības pārbaužu veikšanas kartību. LR MK noteikumos Nr. 86 (03.04.1997.) "Par obligāto veselības pārbaudi un apmācību pirmās palīdzības sniegšanā" tika noteikts, ka slēdzienu par strādājošā veselības stāvokļa atbilstību veicamajam darbam drīkst dot tikai sertificēts arodslimību ārsts, bet LR MK noteikumos Nr. 527 (08.06.2004.) "Noteikumi par obligātajām veselības pārbaudēm" paredzēts, ka slēdzienu par strādājošā veselības stāvokļa atbilstību veicamajam darbam var dot arodslimībās sertificēts ārsts un arī ģimenes ārsts. Ģimenes ārstu nekompetence risināt šos jautājumus varētu būt viens no cēloņiem, kāpēc pirmreizēji diagnosticēto arodslimību skaits pēdējos gados nedaudz ir samazinājies.

Analizēts Latvijā biežāk sastopamo arodslimību sadalījums pa gadiem (absolūtos skaitļos un uz 100000 nodarbināto), kā arī šo slimību strukturālais sadalījums.

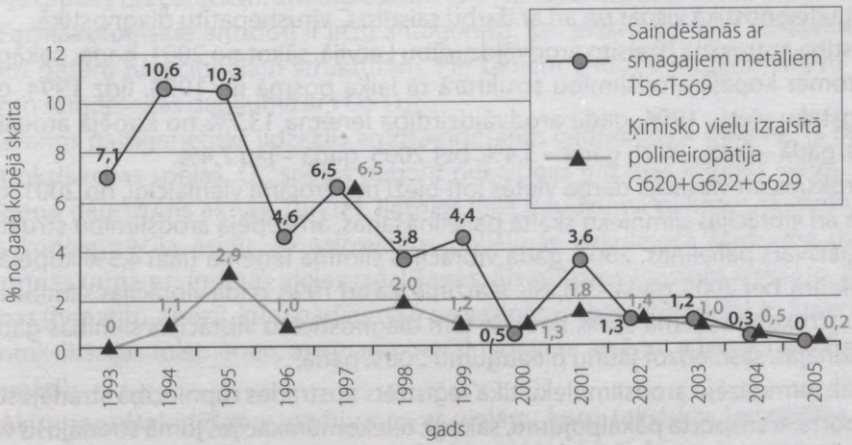
Latvijā gadu gaitā mainās arodslimību struktūra. Sākot no 1999. gada, strauji pieaug saslimstība ar fizisko pārslodžu izraisītām arodslimībām – skeleta, muskuļu un saistaudu slimībām un karpālā kanāla sindromu. Sevišķi tas attiecas uz skeleta, muskuļu un saistaudu slimībām, kuras no 2000. līdz 2005. gadam ieņem pirmo vietu gada arodslimību struktūrā – 40–48%. Minēto slimību skaits tomēr 2005. gadā ir nedaudz samazinājies, ko daļēji varētu izskaidrot ar Latvijas arodslimību ārstu biedrībā izstrādātām un gada sākumā pieņemtām vadlīnijām mugurkaula arodslimību diagnosticēšanā.

Saslimstība ar karpālā kanāla sindromu 2005. gadā ieņem 18% kopējā arodslimību struktūrā, un tā ir viena no nopietnākajām arodslimībām.

No ķīmisko vielu izraisītām arodslimībām galvenokārt konstatēta saindēšanās ar smagajiem metāliem un ķīmisko vielu izraisītā polineiropātija. Saindēšanās ar smagajiem metāliem prevalēja laika periodā no 1994. līdz 1995. gadam un 2001. gadā. Pēdējos gados kopējā arodslimību struktūrā šīs patoloģijas ieņem vairs tikai dažus procentus (3. att.).

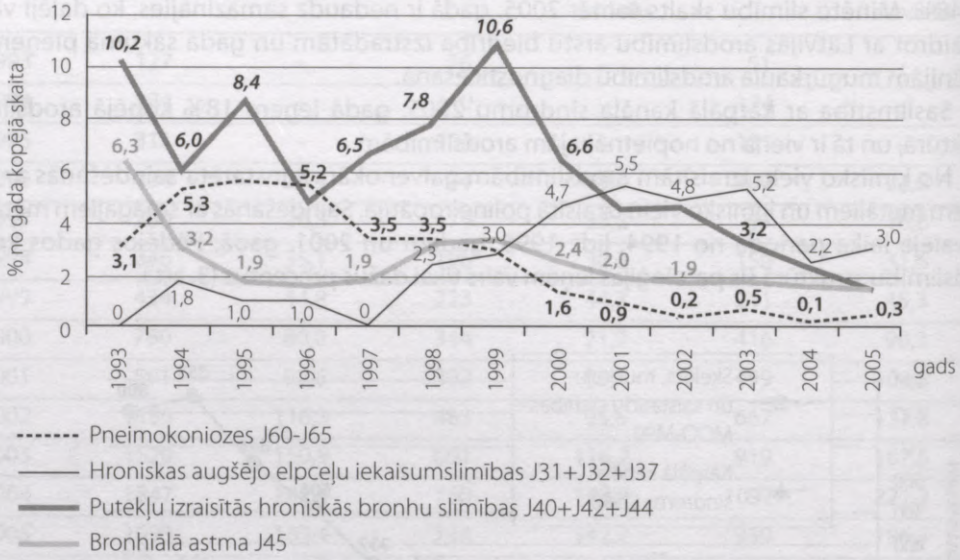


2. attēls. Fizisko pārslodžu izraisīto arodslimību sadalījums pa gadiem (absolūtais skaits)



3. attēls. Ķīmisko vielu izraisīto arodslimību sadalījums pa gadiem (% no gada kopējā skaita)

Runājot par putekļu izraisītām arodslimībām, pēdējos gados kopējā arodslimību struktūrā samazinās pneimokoniožu, hronisku putekļu bronhītu, hronisku augšējo elpceļu iekaisuma slimību skaits. Kopējā arodslimību struktūrā pneimokoniozes ieņēma 4,5 līdz 5%, bet pēdējos gados – 0,3%. Augšējo elpošanas ceļu iekaisumi laika posmā no 2000. līdz 2003. gadam ieņēma 2,5 līdz 3%, bet vēlāk – zem 2% (4. att.).



4. attēls. Putekļu izraisīto arodslimību sadalījums pa gadiem (% no gada kopējā skaita)

Citāda aina ir ar bioloģisko faktoru izraisītām arodslimībām. Aroda tuberkuloze, kuru galvenokārt diagnosticē veselības aprūpes darbiniekiem, pēdējos trijos gados ir nedaudz samazinājusies salīdzinājumā ar 2002. gadu: no 15% kopējā arodslimību struktūrā 2002. gadā līdz 8% 2005. gadā. Sākot no 2003. gada, strauji pieaug diagnosticēto C vīrushepatītu skaits, 2002. gadā netika konstatēts neviens gadījums, 2003. gadā C vīrushepatīts ieņēma 39% kopējā arodslimību struktūrā un 2005. gadā – 22%. Tas būtu izskaidrojams ar jaunām atziņām C vīrushepatīta diagnostikā vispār un arī ar darbu saistīto C vīrushepatītu diagnostikā.

Saslimstība ar trokšņa izraisīto arodvājdzirdību Latvijā, sākot no 2001. gada, pakāpeniski palielinās, tomēr kopējā arodslimību struktūrā tā laika posmā no 1993. līdz 1994. gadam ieņēma augstāku vietu, 1994. gadā arodvājdzirdība ieņēma 13,7% no kopējā arodslimību skaita, 2000. gadā – 0,4%, 2001. gadā – 3,4%, bet 2005. gadā – jau 7,4%.

Tā kā troksnis un vibrācija darba vietās ļoti bieži novērojami vienlaicīgi, no 2001. gada ir novērojama arī vibrācijas slimnieku skaita palielināšanās, arī kopējā arodslimību struktūrā šo slimnieku īpatsvars palielinās. 2001. gadā vibrācijas slimība ieņēma tikai 4,5% kopējā arodslimību struktūrā, bet 2005. gadā – 10,2%. Jāatzīmē, ka arī 1998. gadā vibrācijas slimība kopējā arodslimību struktūrā ieņēma 9,8%, bet pēc tam diagnosticēto vibrācijas slimības gadījumu skaits samazinājās, sasniedzot jaunu pieaugumu 2005. gadā.

Visvairāk pirmreizējo arodslimnieku tika reģistrēts apstrādes rūpniecībā strādājošo vidū, kā arī transporta, transporta pakalpojumu, sakaru, telekomunikācijas jomā strādājošo vidū un veselības un sociālās aprūpes nozares darbiniekiem.

13.6. ARODSLIMĪBU UN VIDES SLIMĪBU ĀRSTĒŠANAS PRINCIPI

Arodslimību un vides slimību ārstēšanas principi neatšķiras no vispārējiem slimību ārstēšanas principiem. Tomēr arodslimību terapijai ir savas īpatnības. Bieži ir zināms slimības etioloģiskais faktors un līdz ar to arī patoģenētiskie slimības posmi.

Galvenais princips arodslimību ārstēšanā ir novērst kaitīgā darba vai ārējās vides faktora iedarbību. Nereti ārstēšanā izšķiroša nozīme ir tieši racionālai iekārtošanai darbā, kur nav kaitīgu arodfaktoru.

Visbiežāk arodslimību ārstēšanā tiek izmantots ārstniecisko pasākumu komplekss, kas ietver etioloģiskās, patoģenētiskās un simptomātiskās ārstēšanas metodes.

Viena no galvenajām arodslimību ārstēšanas metodēm ir t.s. izdalīšanas terapija. Ja konstatēta hroniska saindēšanās ar metāliem un to savienojumiem (svinu, dzīvsudrabu, mangānu, kadmiju, kobaltu u.c.), lieto kompleksus veidojošus savienojumus – t.s. kompleksonus jeb helātus, piemēram, tetacīna kalciju (EDTA, nātrija-kalcija edetāts, ledklaīrs), pentacīnu (pentamils), penicilamīnu (kuprenils, metalkaptāze) un citus. Tie spēj piesaistīt citu metālu jonus un veido maztoksiskus, ūdenī šķīstošus savienojumus, kas ātri izdalās no organisma. Smago metālu izdalīšanai no organisma iesakāms arī preparāts lamisorbs.

Akūtu arodintoksikāciju ārstēšanai lieto specifiskus ķīmiskos, bioķīmiskos un farmakoloģiskos antidotus.

No **ķīmiskajiem** parenterālas darbības **antidotiem** visplašāk izmanto unitiolu (dimavālu) un dimekaprolu (BAL, sulfaktīnu), kuri satur sulfhidrilgrupas, kas spēj saistīt smago metālu savienojumus un arsēnu. Tādējādi šie preparāti novērš iespēju indīgajām ķimikālijām bloķēt organisma olbaltumvielu un enzīmu sulfhidrilgrupas.

Bioķīmiskie antidoti neiedarbojas uz toksisko vielu, bet labvēlīgi maina tās metabolismu organismā vai to bioķīmisko reakciju virzienu, kurās tā piedalās. Šās grupas antidoti ir holīnesterāzes reaktivatori: dipiroksims un citi – saindēšanās gadījumā ar fosfororganiskajiem savienojumiem (FOS); metilēnzilais – ja ir saindēšanās ar vielām, kas veido methemoglobīnu; etilalkohols – ja ir saindēšanās ar metilalkoholu un etilēnglikolu, nalorfīns – ja ir saindēšanās ar opija grupas preparātiem; antioksidanti – ja ir saindēšanās ar tetrahloroglekli.

Farmakoloģiskie antidoti ir inžu antagonisti, kas iedarbojas pret to ietekmi uz vienām un tām pašām funkcionālām struktūrām. Pie šādiem antidotiem pieskaitāms atropīns, ko izmanto saindēšanās gadījumā ar FOS [1].

Svarīgs patoģenētisks līdzeklis arodsaindēšanās gadījumos ir **glikoze.** Tā palielina aknu dezintoksikācijas spējas, t.i., spējas padarīt nekaitīgas dažādas indīgas vielas, jo palielinās glikogēna daudzums aknās. Turklāt, lietojot lielā daudzumā glikozes šķīdumu, samazinās indes koncentrācija asinīs, jo asinsvados palielinās cirkulējošā šķidruma daudzums un pastiprinās urīna un indīgās vielas izdalīšanās. Šīs glikozes īpašības izmanto, ārstējot aknu slimības (hepatītu, cirozi), kuru gadījumā ir samazinātas aknu antitoksiskās funkcijas, un dažādas intoksikācijas (piemēram, ar smago metālu joniem, arsēnu, anilīnu, hloroformu, fosforu, tvana gāzi).

Akūtu arodsaindēšanos gadījumos ar vielām, kuru toksiskās iedarbības patoģenēzē galvenā nozīme ir skābekļa nepietiekamībai (oglekļa oksīds, benzola amidosavienojumi un nitrosavienojumi, arsēnūdeņradis, sērūdeņradis, slāpekļa oksīdi, ciānsavienojumi u.c.),

kompleksā ārstēšanā vispirmām kārtām jāveic pasākumi indes turpmākas iedarbības pārtraukšanai un tās izdalīšanai no organisma, detoksikācijai un dažādo saindēšanās simptomu likvidēšanai. Patoģenētiska ārstēšanas metode šajā gadījumā ir **skābekļa terapija.** Pēdējā laikā sekmīgi lieto hiperbārisko oksigenāciju.

Skābekļa lietošana ir būtiski svarīga gan akūtu elpošanas orgānu arodslimību (akūts toksisks bronhīts, bronhiolīts, plaušu tūska, toksiska pneimonija), gan arī hronisku plaušu arodslimību (hronisks bronhīts, pneimokoniozes, hroniska obstruktīva plaušu slimība), to paasinājumu un komplikāciju (*cor pulmonale*) gadījumos. Bez skābekļa terapijas šo slimību gadījumos nepieciešami arī līdzekļi, kas uzlabo bronhu drenāžas funkciju un to caurlaidību, likvidē bronhu spazmu, cīnās pret infekciju, mazina plaušu un sirds mazspēju. Plaušu arodslimību kompleksajā ārstēšanā liela nozīme ir ārstnieciskajai fizkultūrai, krūškurvja masāžai, dažādām fizioterapeitiskām procedūrām, kas palīdz samazināt iekaisuma parādības, bronhu spazmu, sāpju sindromu un elpošanas traucējumus (induktotermija, elektroforēze ar novokaīnu vai kalcija hlorīdu krūškurvim, ultravioleto staru terapija).

Hronisko aroda etioloģijas neirointoksikāciju un to attālo seku gadījumos sakarā ar daudzajiem sindromiem kompleksajā terapijā jāiekļauj līdzekļi, kas uzlabo smadzeņu un perifērisko asinsapgādi, nervu audu metabolismu, normalizē biogēno amīnu maiņu, novērš neirohumorālos un neirohormonālos traucējumus. Jāizmanto arī **vitamīni, sedatīvie preparāti un trankvilizatori** [11, 25].

Perifēriskās nervu sistēmas un balsta un kustību aparāta arodslimību gadījumos līdztekus tradicionālajām ārstēšanas metodēm mūsu dienās izmanto arī dažādas **nemedikamentozās ārstēšanas metodes** – manuālo terapiju, akupunktūru, magnētterapiju, vakuummasāžu, pašmasāžu, vingrinājumus uz trenažieriem un citas.

Daudzu arodslimību ārstēšanā sekmīgi izmanto elektroterapiju un hidroterapiju, kā arī balneoloģiskos faktorus [25].

Liela nozīme ir pasākumiem, kas uzlabo organisma vispārējo stāvokli un tā pretestības spējas (pilnvērtīgs uzturs, vitamīnu terapija, ārstēšanās sanatorijā, klimatterapija).

Arī vides slimību gadījumā ļoti svarīgi ir novērst vides faktoru nelabvēlīgo iedarbību. Tipisks piemērs ir vides faktoru izraisītās alerģiskās slimības, piemēram, polinozes, dzīvesvietai blakus esošo uzņēmumu ķīmisko izmešu izraisītās alergozes u.c. Kā rāda mūsu pieredze, šādos gadījumos nereti palīdz dzīvesvietas maiņa vai pasākumi alergēnu samazināšanai vidē. Kā pozitīvs piemērs jāmin papeļu nomainīšana ar citiem kokiem dzīvojamos rajonos, jo papeļu ziedputekšņi un sēklu pūkas ir spēcīgs alergēns. Līdztekus pasākumiem vides apstākļu uzlabošanai alerģisko vides un aroda slimību gadījumos jālieto antihistamīna līdzekļi, kas mazina histamīna ietekmi uz orgāniem un orgānu sistēmām. Iesakāmi ir antihistamīna preparāti fenkarols, bikarfens, cirtols u.c. Kā labs preparāts sezonas alerģiskā rinīta, siena drudža un pastāvīga alerģiskā rinīta, tai skaitā arī aroda etioloģijas rinīta ārstēšanai un profilaksei ir deguna aerosols *Flixonase.* Tas ir flutikazona propionāta (*Fluticazoni propionas*) mikrodaļiņu ūdens suspensija, kas paredzēta lokālai lietošanai uz deguna dobuma gļotādas ar dozējoša, atomizējoša smidzinātāja palīdzību. Minētais preparāts iesakāms arī deguna polipu konservatīvā ārstēšanā. Bronhiālās astmas un hroniskas obstruktīvās plaušu slimības (HOPS) ārstēšanā ir iesakāmi kombinētie preparāti, piemēram, tāds preparāts ir *Seretide,* kura sastāvā ir flutikazons un salmeterols. Regulāra ārstēšana ar *Seretide* nepieļauj astmas simptomus, pateicoties pastāvīgā iekaisuma kontrolei.

13.7. PREVENTĪVIE PASĀKUMI ARODSLIMĪBU UN DARBA TRAUMU NOVĒRŠANAI

Preventīvie pasākumi vispirmām kārtām ir darba apstākļu uzlabošana. Lai novērstu kaitīgos arodfaktorus, tiek veikti visdažādākie pasākumi – tehnoloģiskie, sanitārtehniskie, higiēniskie, organizatoriskie, medicīniskie. Liela nozīme ir likumdošanai darba aizsardzības jomā.

Kā **tehnoloģiskie pasākumi** minami ražošanas procesu mehanizācija un automatizācija, tehnoloģisko procesu un iekārtu pilnveidošana un modernizācija, ievērojot atbilstošas higiēnas un fizioloģijas prasības; maksimāla ar rokām veicamo operāciju ierobežošana; pareiza darba iekārtu, darbgaldu, instrumentu uzstādīšana un izmantošana; kaitīgo faktoru nomainīšana ar mazāk kaitīgiem.

Sanitārtehniskie pasākumi ir efektīvas vispārējās un vietējās ventilācijas ierīkošana, pareiza apkures un apgaismošanas sistēmas izveidošana, dušas un mazgāšanās telpu iekārtošana.

Higiēniskie pasākumi ir regulāra darba apstākļu novērtēšana un darba vides riska faktoru noteikšana, piemēram, regulāri gaisa paraugu, apgaismojuma, mikroklimata mērījumi, fizikālo un bioloģisko faktoru noteikšana; higiēnisko normu izstrāde un ievērošana praksē, darba telpu uzkopšana, strādājošo personiskās higiēnas ievērošana, personisko aizsarglīdzekļu (darba apģērbu, apavu, cimdu, elpošanas orgānu, ausu, acu un sejas aizsarglīdzekļu) lietošana.

Organizatoriskie pasākumi ir strādājošo veselības uzlabošanas programmu izstrādāšana; pareiza darba dienas organizācija, ievērojot mikropauzes; darba vingrošana, darba un atpūtas racionalizācija; instruktāža par darba drošības noteikumiem; informācija par kaitīgiem arodfaktoriem un to ietekmi uz veselību, brīdinājuma zīmju izvietošana, strādājošo izglītošana.

Medicīniskie pasākumi ir veselības aprūpe, obligātās veselības pārbaudes (pirms stāšanās darbā un periodiskās), apmācība pirmās palīdzības sniegšanā; ārstnieciski profilaktiskais uzturs; ergonomisko un psiholoģisko problēmu risināšana, pasākumi stresa samazināšanai.

Likumdošanai darba aizsardzības jomā jābūt zinātniski pamatotai un stingrai (arodekspozīcijas robežvērtības, higiēniskie noteikumi, darba dienas reglamentācija, sievietes un pusaudžu darba reglamentācija, strādājošo medicīniskās apskates un to termiņu ievērošana, papildu atvaļinājumi utt.). Kā jau norādīts, mūsu valstī ir spēkā likums "Par darba aizsardzību", kurā noteikti darba devēja un darba ņēmēja pienākumi attiecībā uz darba aizsardzību.

Eiropas Kvalitātes organizācija (*European Organization for Quality, EOQ*) labi apzinās strādājošo veselības aizsardzības nozīmi kvalitātes sistēmas izveidē un produkcijas kvalitātes nodrošināšanā. Lai iekļūtu Eiropas Savienības kopējā tirgū, produkcijas ražotājiem būs nepieciešams sertificēt produkciju atbilstoši Starptautiskās standartizācijas organizācijas (SSO) standartiem, kuros īpaši akcentēta kvalitātes vadības sistēma, kas saistīta ar vides, ražošanas līdzekļu un darbinieku veselības nodrošinājuma harmonizāciju.

Šajā sakarā jāievēro Eiropas Savienības pamatdirektīvas par aizsarglīdzekļiem: 89/686/EEC (Eiropas saskaņotā standartu un izstrādājumu sertifikācijas sistēma), 89/656/EEC (aizsarglīdzekļu izsniegšana un apkalpe). Katram aizsarglīdzekļu veidam jāatbilst attiecīgu Eiropas standartu vai tiem pielīdzināto nacionālo standartu normām. SSO standarti īpaši uzsver to, ka par produkcijas kvalitāti, par darba vides un tehnoloģiskā aprīkojuma atbilstību higiēnas normām atbild ražotāji. Tādēļ savlaicīga riska faktoru apzināšanās, tehnoloģijas uzlabošana, aizsarglīdzekļu iegāde un pareiza to izmantošana dos iespēju darba devējam samazināt izdevumu rašanās risku sakarā ar ārstēšanu un / vai kompensāciju izmaksāšanu darbiniekiem arodslimību un darba traumu gadījumos, kā arī ar soda naudām par darba aizsardzības neievērošanu.

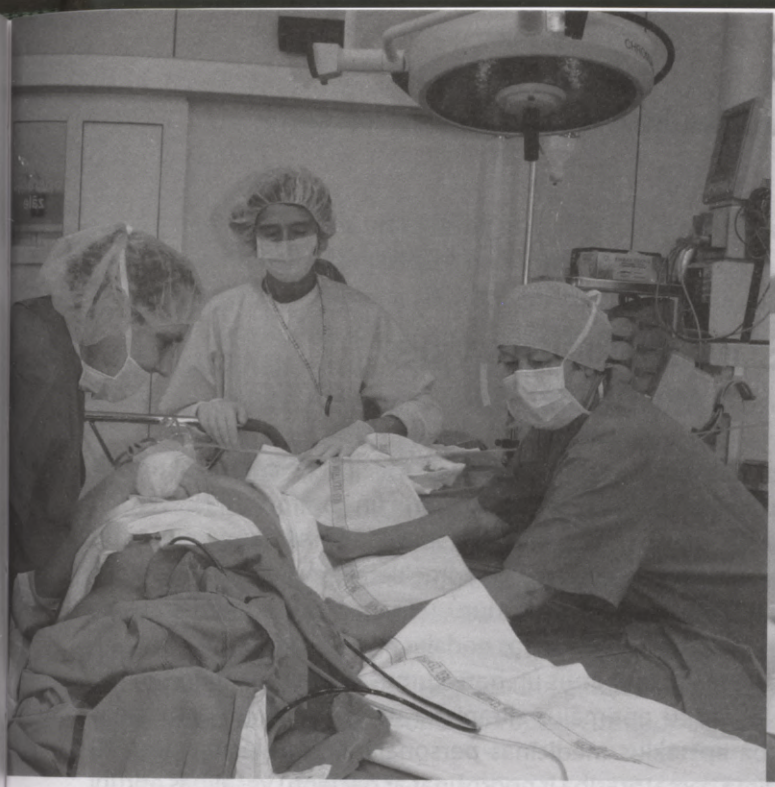
Kaitīgo faktoru ietekmi uz cilvēku var salīdzināt ar tā iešanu pār nesalabotu tiltu: "Ja tilts pār upi ir ar caurumiem vai bez aizsargmargām, daļa cilvēku, kas to šķērso, var iekrist upē. Daļa no tiem, kas iekrīt, savukārt nemāk peldēt. Lai glābtu tos no noslīkšanas, pirmās palīdzības glābēji metas ūdenī un velk viņus krastā, kur uzsāk cietušo atdzīvināšanu. Ja glābēji nepaspēj laikus izvilkt visus slīkstošos, daļa no viņiem tiek ar straumi aiznesti līdz ūdenskritumam un ar ūdens triecienu tiek nospiesti upes dibenā. Tad to glābšanai un atdzīvināšanai, kas jau tā izmaksā daudz dārgāk, nepieciešami speciāli sagatavoti darbinieki.

Saprotams, ka vienmēr jābūt labi sagatavotiem glābšanas dienestiem, tomēr vispirms jāsalabo tilti, jāuzliek tiem aizsargmargas un brīdinājuma zīmes. Jāinformē cilvēki, cik bīstami ir iekrist upē, īpaši, ja nemāk peldēt. Jācenšas visiem iemācīt peldēt tā, lai vajadzības gadījumā varētu izglābt savu biedru" [19].

LITERATŪRA

1. *Anšelēvics J.* Neatliekamā palīdzība internajā medicīnā. – Rīga: Zvaigzne, 1985. – 289 lpp.
2. *Brune D.* The workplace. – Volume 1: Funamentals of Health, Safety and Welfare/ Editors D. Brune, G. Gerhardsson, G. W. Crockford, D. D`Auria. – International Occupational Safety and Health Informations Centre (CIS), International Labour Office, Geneva, 1997. – Pp. 1–988.
3. Conditions of work digest / International Labour Organisation // Workers privacy, part III. Testing in the workplace. – 1993. – 12. – P. 2.
4. Convention for the protection of human rights and dignity of the human being with regard to the application of biology and medicine / Council of Europe. – Strasbourg: DJR / JUR, 1996. – 96. – P. 14.
5. Council Directive of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work (89/39/EEC) // Official Journal of the European Communities. – 1998. – 1. – 2183.
6. Darba apstākļi un veselība darbā / Spānijas nacionālais darba drošības un higiēnas institūts (*Institutio Nacional de Seguridad e hihiene en el Trabajo*), 2003. – 142 lpp.
7. Darba drošība / Spānijas nacionālais darba drošības un higiēnas institūts (*Institutio Nacional de Seguridad e hihiene en el Trabajo*), 2003. – 286 lpp.
8. Darba higiēna / Spānijas nacionālais darba drošības un higiēnas institūts (*Institutio Nacional de Seguridad e hihiene en el Trabajo*), 2003. – 158 lpp.
9. Early detection of occupational diseases.– Geneva: WHO, 1986.– 272 p.
10. *Edling C., Waldron H.* The medical role in occupational health // Occupational Health Practice / Editors H. A. Waldron, C. Edling. – 4th edition. – Oxford: Butterworth–Heinemann Ltd., 1997. – Pp. 1–17.
11. *Eglīte M.* Darba medicīna. – Rīga, 2000. – 704 lpp.
12. Ergonomika darbā / Spānijas nacionālais darba drošības un higiēnas institūts (*Institutio Nacional de Seguridad e hihiene en el Trabajo*), 2003. – 176 lpp.
13. Global strategy on occupational health for all: Recommendation of the second meeting of the WHO Collaborating Centres in Occupational Health 11–14 October – 1994. – Beijing (China), Geneva,Helsinki: Printed in Mikor, 1995. – 68 p.
14. *Izrailietis Ļ., Eglīte M.* Arodslimības. – Rīga: Zvaigzne, 1981. – 210 lpp.
15. International code of ethics for occupational health professionals / Internatioanl Commission on Occupational Health. – 2nd printing. – Singapore, 1992.
16. *Kaļķis V., Roja Ž.* Darba vides riska faktori un strādājošo veselības aizsardzība. – Rīga: Elpa, 2001. – 500 lpp.
17. *Plog B.* Overview of industrial hygiene // Fundamentals of Industrial Hygiene / Editors B. P. Log, J. Niland, P. Quinlan. – Itasca, Illionois: National Safety Council, 1996. – Pp. 3–32.

18. Psihosociālā darba vide / Spānijas nacionālais darba drošības un higiēnas institūts (*Institutio Nacional de Seguridad e hihiene en el Trabajo*), 2003. – 136 lpp.
19. Psihosociālie un organizatoriski kaitīgie faktori darba vietā. [V. Siliņas tulkojums no PVO Eiropas arodveselības sērijas nr. 5 "Psychosocial and Organizational Hazards at Work; Control and monitoring"]. – Rīga: LMA Darba un vides veselības institūts, 1997. – 26 lpp.
20. *Rantanen* J. Occupational health services: An overview // WHO Regional Publications European Series No. 26: World Health Organization. Regional Office Europe. – 1990. – 48. – P. 34.
21. *Rantanen J.* The current situation and trends in occupational health services (OHS) in Europe // Occupatioanl Health and Safety in Progress: Abstracts of Northern–Baltic–Karelian Regional Symposium, 12–14 August 1996, Lapeeranta. – Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health, 1996. – Pp. 1–3.
22. *Rantanen J.* Evolution of occupational health services in Finland // Tyoterveys Laakari (The Journal of Finnish Occupational Physicians). – 1998. – 1. – Pp. 4–9.
23. *Rantanen J.* Orientation of occupational health practices in the European region – consequences to ethics // Proceedings of the International Symposium. – Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health, 1998.– Pp. 43–50.
24. *Zenc C.* Occupatioanl physician // Fundamentals of industrial hygiene / Editors B. Plog, J. Niland, P. Quinlan.– Illionois: National Safety Council, 1996. – Pp. 701–728.
25. *Измеров Н. Ф., Монаенкова А. М., Попова Т. Б.* Общие теоретические вопросы профессиональной патологии // Профессиональные заболевания / Под ред. Н. Ф. Измерова. – 2-е изд. – Москва: Медицина, 1996. – Том 1. – С. 14–52.
26. Раннее выявление профессиональных болезней. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 1998. – 298 с.





14. nodaļa

VESELĪBAS IESTĀŽU HIGIĒNA, ARODVESELĪBA

14.1. SLIMNĪCU HIGIĒNA, VIDES UN ARODVESELĪBA

Mārīte Ārija Baķe

14.2. ZOBĀRSTNIECĪBAS IESTĀŽU HIGIĒNA, VIDES UN ARODVESELĪBA

Jānis Dundurs

14.1. SLIMNĪCU HIGIĒNA, VIDES UN ARODVESELĪBA

Veselības jeb ārstnieciski profilaktiskās iestādes atrodas specifiskās celtnēs, kurās ir dažādas vides. Lai saglabātu un uzlabotu cilvēku veselību, drošumu un komfortu, ir jāievēro šo iestāžu specifiskās higiēnas un vides prasības. Veselības iestādēs jānodrošina piemēroti un droši apstākļi ārstnieciskam personālam, pacientiem un arī apmeklētājiem. Veselības iestādēs bez specifiskām diagnostikas, terapeitiskām un procedūru telpām ir vēl administratīvās, tehnoloģiju apkalpes, pārtikas un ēdināšanas, kā arī citas nodaļas.

Ārstniecības iestāžu higiēna ietver nosacījumus un noteikumus plānojumam un sanitāri tehniskajam nodrošinājumam, lai radītu optimālus slimnieku uzturēšanās un ārstēšanas apstākļus, kā arī labvēlīgus darba apstākļus medicīnas personālam. Ārstniecības iestāžu higiēniskā un pretepidēmiskā režīma pamatprasība ir nodrošināt ar pacientu veselības aprūpi cēloniski saistītu infekcijas slimību (t.s. nozokomiālo slimību) profilaksi un epidemioloģiskās kontroles pasākumu ievērošanu konkrētajā iestādē. Pamatprasību ievērošanas pamatā ir piesardzības princips, kas balstās uz pieņēmumu, ka ikviens pacients ir potenciāls infekcijas slimības ierosinātāja nēsātājs un viņa orgāni un audi, bioloģiskie šķidrumi un atdalījumi tieši vai netieši izplata infekciju slimību ierosinātājus ārstniecības iestādes vidē [8, 10, 11, 25].

Veselības aprūpes vidē ir dažādi riska faktori: fizikālie (jonizējošais un nejonizējošais starojums, troksnis, mikroklimats, apgaismojums), ķīmiskie (šķīdinātāji, dezinfekcijas un anestēzijas līdzekļi, ārstnieciskās vielas), bioloģiskie (vīrusi, baktērijas, sēnes, pacientu bioloģiskās vides), ergonomiskie (piespiedu poza, smagumu celšana un pārvietošana), kā arī psiholoģiskie un organizatoriskie faktori (uztvere, savstarpējās attiecības, darba stundas). Minētie faktori var izraisīt nepatīkamas sajūtas vai diskomfortu (termālais diskomforts, acu un elpceļu kairinājuma simptomi), bet smagākos gadījumos – slimības (piemēram, slimnīcā iegūtās infekcijas, traumas). Ņemot vērā iepriekš teikto, riska novērtējumam un kontrolei veselības aprūpes iestādē nepieciešama starpdisciplināra pieeja, iesaistot ārstus, higiēnistus, inženierus, arhitektus, ekonomistus u.c. preventīvu pasākumu veikšanā, sākot ar vietas izvēli, telpu plānojumu, konstrukcijām, dizainu, celtniecības materiāliem, prasībām ventilācijas, apsildes un gaisa kondicionēšanas iekārtām, līdz pat specifiskai pieejai ārstnieciski organizatoriskiem uzdevumiem. Protams, specializētām ārstniecības iestādēm vai nodaļām (piemēram, ortopēdijas centriem, dzemdību namiem, psihiatriskām iestādēm, rehabilitācijas centriem, neatliekamās un ambulatorās palīdzības nodaļām) ir nepieciešama specifisku nosacījumu ievērošana. Vispārējie higiēnas noteikumi, kas jāievēro, lai nodrošinātu gan pacientu, gan veselības aprūpes darbinieku labsajūtu un veselību, kā arī ārstniecisko pasākumu maksimāli labvēlīgu ietekmi, aptver:

- telpu vidi, turklāt ne tikai to apdari, apgaismojumu, trokšņa kontroli, bet arī plānojumu un iekārtas, lai nepieļautu potenciāli bīstamo pacientu un apmeklētāju apdraudējumu personālam;
- ventilācijas sistēmas, kas samazina un novērš infekcijas ierosinātāju un potenciāli bīstamo ķīmisko vielu ekspozīciju;

- noliktavu telpas un to iespējas glabāt gan materiālus, gan ārstniecības līdzekļus, gan inventāru, lai samazinātu pacientu un apmeklētāju inficēšanos;
- garderobes telpas ar slēdzamiem skapīšiem, dušas un atpūtas telpas personālam;
- ērti novietotas roku mazgājamās ierīces katrā aprūpes telpā un zonā;
- ejas, liftus un tualetes, kas piemērotas pacientiem ar ratiņkrēsliem;
- automātiskas un darbinieku kontrolētas sazināšanās un brīdinājuma sistēmas;
- noliktavu un arhīvu telpu atbilstošu iekārtojumu, lai mazinātu smagumu celšanu un pārvietošanu, liekšanos un stiepšanos;
- toksisko atkritumu, netīrās veļas un apģērbu savākšanas, uzglabāšanas vai utilizācijas mehānismus un organizāciju.

Svarīgākā veselības iestāde ir slimnīca, kas ir stacionāra tipa ārstniecības iestāde. Pie šādām iestādēm pieder arī nozaru hospitāļi, specializētie centri un medicīnas augstskolu klīnikas, kur slimniekam sniedz neatliekamo medicīnisko palīdzību, nosaka diagnozi un veic ārstēšanu. Tajās pacientiem ir nodrošināta gultasvieta un ēdināšana, viņi atrodas pastāvīgā un nepārtrauktā medicīnas personāla aprūpē un uzraudzībā, līdz ir noteikta diagnoze vai sasniegts ārstniecības rezultāts.

No higiēnas viedokļa slimnīcās liela nozīme ir sanitārām caurlaides telpām, kuras jāizveido tā, lai nepieļautu slimību ierosinātāju iekļūšanu telpās, kur noteikts stingrs sanitārais režīms (piemēram, operāciju zālē, dzemdību zālē).

Ārstniecības iestāžu higiēnas uzdevumi jārisina jau to projektēšanas, vietas izvēles un celtniecības laikā. Jāievēro arī to iespējamā nelabvēlīgā iedarbība uz ārējo vidi, kas galvenokārt attiecas uz infekcijas, radioloģijas un onkoloģijas slimnīcu.

14.1.1. SLIMNĪCAS TERITORIJAS UN SLIMNĪCAS TELPU IZVIETOJUMS

Izvēloties veselības iestādes celšanas vietu, jāievēro četri galvenie kritēriji – vides faktors, ģeoloģiskie apstākļi, pilsētas plānojums un vietas plašums un pieejamība. Vēlams, lai teritorija būtu vienā līmenī. Protams, lifti un pacēlāji var kompensēt kalnu radītās problēmas visām cilvēku grupām, t.sk. vecākiem cilvēkiem un invalīdiem, kā arī ugunsdzēsības un evakuācijas dienestiem. Tie var atvieglot pieeju veselības aprūpes iestādei, bet tas sadārdzina celtniecību un ekspluatāciju. Plānojot jaunas slimnīcas teritoriju, tā jāizvēlas valdošo vēju pusē attiecībā pret apdzīvoto vietu, pēc iespējas tālāk no ražošanas uzņēmumiem un satiksmes maģistrālēm, kas piesārņo vidi un rada troksni. No ģeoloģiskās situācijas viedokļa jāizvēlas vieta ar pietiekami zemu gruntsūdens līmeni, lai nepieļautu ūdens infiltrāciju pamatos. Pēc apdzīvotās vietas kopējā plānojuma veselības aprūpes iestādei jābūt ērti sasniedzamai potenciāliem lietotājiem un apkalpes dienestiem (transports, ūdensapgāde, kanalizācija, elektroapgāde). Teritorijai jābūt pietiekami lielai, lai nodrošinātu iespējamu paplašināšanos un transporta novietojumu [18, 20, 21, 25].

Higiēnas prasībām atbilstošs ārstniecības iestādes iekārtojums nodrošina cilvēkiem ērtu un ātru nokļūšanu tajā. Atkarībā no iestādes darbības profila un tipa to izvieto tieši apdzīvotā teritorijā vai ārpus tās, to labiekārtojot. Parasti ārpus apdzīvotām vietām izvieto tuberkulozes slimnīcas un psihiatriskās slimnīcas. Ārstniecības iestādes teritorijā vai tās tiešā tuvumā jābūt parkam vai mežam, vai arī teritorija ir jāapzaļumo; vēlams ūdenstilpnes tuvums. Minētie nosacījumi labvēlīgi ietekmē slimnieku psihi un uzlabo ārējās vides mikroklimatu. Ārstniecības

iestādes teritorijas lielums ir atkarīgs no celtņu plānojuma un vietu skaita stacionārā. Piemēram, vispārēja tipa slimnīcas teritorijai uz 1 gultas vietu paredz no 80 m^2 (1000 gultu slimnīcai) līdz 350 m^2 (35 gultu slimnīcai), bet bērnu slimnīcai – no 135 m^2 (600 gultu slimnīcai) līdz 250 m^2 (150 gultu slimnīcai) [1, 20, 25].

Latvijā pēdējos gadu desmitos veiksmīgs centralizēts zemstāvu bloku plānojums realizēts Rīgas pilsētas 1. bērnu klīniskajā slimnīcā, bet tipiskas daudzstāvu ārstniecības iestādes ir Rīgas pilsētas 7. klīniskā slimnīca "Gaiļezers" un Republikāniskā Onkoloģiskā slimnīca.

Mūsdienu celtniecības prakse ļauj veselības iestāžu celtniecībā izvēlēties starp horizontāli izstieptām atsevišķām ēkām un monolītām vertikālām augstceltnēm. To lielums atkarīgs no nepieciešamā gultu skaita. Atsevišķu ēku celtniecību realizē zema blīvuma celtnēm, kur gultu skaits parasti nepārsniedz 300. Daudzstāvu celtniecību (augsta blīvuma celtnēm) izvēlas, ceļot daudzprofilu vai specializētas slimnīcas, kurās paredzētas 800–1000 gultu vietas.

Daudzstāvu slimnīcu ekspluatācija ir saistīta ar daudzām higiēniskām problēmām [20, 11, 12, 18, 16]. Aktuāla problēma ir t.s. hospitālās infekcijas izplatīšanās profilakse, jo lielā slimnīcas ēkā vienlaikus atrodas vairāki tūkstoši cilvēku (slimnieki, medicīniskais un apkalpojošais personāls, studenti, apmeklētāji), tādēļ tiek izvirzītas īpašas prasības pretepidēmiskam un higiēnas režīmam un ventilācijai. Daudzstāvu ēkās slimniekiem bieži rodas mikroklimata radīts diskomforts, grūtības iziet slimnīcas dārzā, noslogots lifts, bet dažiem slimniekiem ātrgaitas liftu lietošana pat ir kontrindicēta. Īpaši risināms ir jautājums par specializēto nodaļu, slimnieku palātu un palīgtelpu racionālu izvietojumu, par atkritumu savākšanu, veļas un pārtikas transportēšanu.

Lai ārstniecības iestādēs varētu labāk un efektīvāk nodrošināt higiēnas prasību ievērošanu, to teritoriju iedala divās zonās: ārstniecības ēku zonā, kur izvieto nodaļas, ārstniecības kabinetus un laboratorijas, un saimniecības zonā, kurā ir garāžas, darbnīcas, veļas mazgātavas, apkures sistēmas u.tml.; šajā zonā ieteicams izvietot arī patoloģiskās anatomijas nodaļu.

Slimnīcas pagrabstāvā izvietojamas šādas palīgtelpas:

- noliktavas (saimniecības inventāra noliktavas, medicīnas dokumentu arhīvi vai glabātavas, netīrās veļas savāktuves un šķirotavas, darbnīcas, citas palīgtelpas);
- personāla higiēnas un sadzīves telpas (garderobe, dušas telpas, ēdnīca, citas palīgtelpas).

Rentgenkabinetus un telpas, kuru izmantošana un aprīkojums saistīts ar radioaktīvā jonizējošā starojuma avotiem, izvieto atbilstoši likumam "Par radiācijas drošību un kodoldrošību" un citiem normatīviem aktiem, kas attiecas uz radiācijas un kodoldrošības jomu.

Operāciju bloku izvieto atsevišķi. Ar citām slimnīcas telpām to savieno pārejas vai koridori. Personāls operāciju blokā ieiet cauri sanitārās caurlaides telpām.

Ja daudzprofilu slimnīcā ir dzemdību nodaļa, tās pacienti jānodrošina ar atsevišķu uzņemšanas nodaļu.

Slimnīcās, kur funkcionālās diagnostikas, fizikālās terapijas, rentgena un endoskopijas nodaļu, kā arī laboratorijas izmanto arī ambulatoriskie pacienti, stacionāra un ambulatorisko pacientu pieņemšanu veic dažādos laikos.

14.1.2. SLIMNĪCU SANITĀRTEHNISKAIS APRĪKOJUMS UN TELPU APDARE

Ārstniecības iestāžu nodaļām atkarībā no to darbības specifikas ir noteiktas higiēnas prasības, nepieciešams īpašs sanitārtehniskais aprīkojums. Lai radītu veselībai un ārstniecībai labvēlīgus apstākļus, telpu plānojumam un sanitārtehniskajam labiekārtojumam jānodrošina atbilstošs mikroklimats un svaigs gaiss, klusums, miers, pareizs apgaismojums. Ārstniecības

iestādēs paredzētas dažāda tipa telpas: slimnieku palātas, ārstniecības kabineti (operāciju telpas, diagnostikas un procedūru kabineti, poliklīniskās nodaļas), personāla kabineti, saimniecības un sanitārā mezgla telpas.

Stacionāra tipa ārstniecības iestādēs (slimnīcās) **slimnieku telpas/palātas** var veidot ar dažādu – lielāku vai mazāku – slimnieku gultu skaitu. Lielās atklātā tipa telpās ir 20–30 gultu, kuras izvieto gar abām sienām ar galvas galu uz sienas pusi vai rindās paralēli logiem. Visbiežāk iekārto mazākas telpas – ar 6–10 vai 1–4 gultām. Atkarībā no stacionārās nodaļas tipa tai ir noteikta nepieciešamā platība: vismaz 6–8 m^2 uz 1 gultu lielām atklāta tipa telpām, 5–7 m^2 uz 1 gultu vairāku slimnieku palātai un 9 m^2 – vienvietīgām palātām. Katram slimniekam jānodrošina vismaz 25 m^3 gaisa, pie gultas nepieciešams skapītis personīgām lietām un krēsls. Telpā jābūt drēbju pakaramajam – virsvalkiem. Katra nodaļa jānodrošina ar būvnormatīviem atbilstošu skaitu sanitārā mezgla telpu (vannas istaba, tualete, sanitārās apdares telpa, mazgāšanās telpas). Vēlams sanitārtehniskās ierīces ierīkot slimnieku palātās. Ja tas nav iespējams, tad uz desmit slimnieku vietām ierīko vismaz vienu vīriešu tualeti ar pisuāru un vienu sieviešu tualeti ar bidē, izlietni roku mazgāšanai un dušas telpu. Staigājošiem slimniekiem nodaļā iekārto atpūtas telpu; šim nolūkam var izmantot arī koridora nišu un paplašinājumu.

Nodaļas personālam ierīko vismaz vienu tualeti un vienu dušas telpu.

Operāciju telpā operācijas vide jāatdala no sanitārās caurlaides un apkalpošanas zonas. Atbilstoši starptautiskai klasifikācijai operāciju telpas iedala šādi:

- galvenā operāciju telpa ar vismaz 33,5 m^2 lielu laukumu;
- ortopēdisko operāciju telpa ar tai blakus izvietotu vietu šinu u.c. nepieciešamo līdzekļu uzglabāšanai;
- sirds un asinsvadu ķirurģijas telpai nepieciešams vismaz 44 m^2 liels laukums, kurai tieši līdzās atrodas ķirurģiskie komplekti, sūkņu iekārtas un to apkalpes zona;
- endoskopijas procedūru telpai nepieciešams vismaz 23 m^2 liels laukums;
- pacientu uzgaidāmās telpas pirms un pēc operācijas;
- sanitārās caurlaides telpas ar sterilizācijas iekārtām, anestēzijas gāzu telpa, telpa apģērba nomaiņai un uzglabāšanai.

Operāciju un dzemdību blokos, kā arī dažādu manipulāciju zālēs ierīko roku mazgātuves, kas nodrošinātas ar mehānisku (ar kāju vai elkoni darbināmu) vai automātisku (ar fotoelementu palīdzību) ūdens maisītāju.

Operāciju bloka sanitārās caurlaides telpās ierīko ģērbtuves, dušas telpas un tualetes.

Dzemdību nodaļā un jaundzimušo nodaļā sanitārās caurlaides telpās paredz vismaz vienu dušas telpu pieciem cilvēkiem.

Diagnostikas procedūras saistītas ar dažādām laboratoriskām analīzēm (un tās ir asins analīzes, klīniskās ķīmijas, mikrobioloģiskās, patoloģiskās, citoloģiskās analīzes), kā arī ar radioloģiskiem u.c. izmeklējumiem. Katrā laboratorijā jāparedz telpa tiešu analīžu veikšanai, telpas paraugu un materiālu savākšanai, trauku uzglabāšanai, iekārtām (piemēram, ledusskapjiem). Nepieciešamas arī telpas un iekārtas sterilizācijai, atkritumu uzglabāšanai (ir speciālas iekārtas un noteikumi radioaktīvo atkritumu uzglabāšanai). Radioloģijas nodaļā atsevišķi jābūt uzgaidāmām un diagnostikas telpām, kurās izvietota ekranizētas kontroles / caurskates vieta, iekārtu zona ar stingrām atbalsta konstrukcijām griestos montētām iekārtām. Fluoroskopiskām procedūrām nepieciešamais telpu lielums ir 23 m^2, radiogrāfiskiem izmeklējumiem – 16 m^2. Radioloģisko izmeklējumu telpu sienām atkarībā no celtniecības materiāla jābūt 8–12 cm (lietais betons) vai 12–15 cm (izdedžu bloki vai ķieģeļi) biezām. Šajā nodaļā nepieciešamas arī speciālas labi ventilētas telpas filmu attīstīšanai un caurskatei.

Poliklīniskās nodaļas stacionāros vai kā atsevišķas vienības veic ambulatorisko pacientu vispārēju vai speciālu mērķtiecīgu izmeklēšanu un sniedz konsultācijas. To telpu platības lielumam pēc starptautiskiem atzinumiem jābūt no 7,4 m^2 līdz 11 m^2 (ja nepieciešama specifiska aparatūra) [10].

Stacionārās nodaļās nepieciešamas **saimniecības telpas**: veļas un inventāra noliktavas, ēdiena sagatavošanas un uzglabāšanas telpas, ēdamtelpa, trauku mazgātava, kā arī atsevišķas vai visai iestādei kopējas inženiertehnisko dienestu telpas. Visām saimnieciskajām telpām jābūt apgādātām ar roku mazgāšanas ierīcēm.

Koridoriem un pārejām jābūt pietiekami plašām un marķētām, lai nodrošinātu tīro un netīro materiālu atdalītu plūsmu, kā arī nepieļautu apmeklētājiem traucēt medicīnas darbiniekus. Koridoru platums nedrīkst būt mazāks par 2 m, durvīm un liftiem jānodrošina iespēja telpā iekļūt un no tās izkļūt ar ratiņkrēsliem.

Ārstniecības iestādēm nepieciešamas arī biroja telpas, kas jāizolē no slimnīcas vides, īpaši no atkritumu novietnēm, lai izsargātos no infekcijām.

Mūsdienās ārstniecības iestādēs izvēlas galvenokārt nedegošus celtniecības un apdares materiālus, lai mazinātu nelaimes gadījumu risku, it īpaši ugunsgrēkus. Slimnīcu **telpu apdarē** izmanto noteiktām prasībām atbilstošus materiālus, kas pieļauj mitro uzkopšanu un dezinfekciju.

Operāciju un dzemdību zāles sienas līdz pat griestiem pārklāj ar flīzēm vai citiem mitrai uzkopšanai un dezinfekcijai paredzētiem materiāliem. Grīdu segumam izmanto ūdensnecaurlaidīgus materiālus. Akmens plātņu materiālu un linoleju aizstāj ar polivinilhlorīda materiālu, it īpaši operāciju telpās, lai novērstu elektrostatiskā lādiņa uzkrāšanos, tādējādi novēršot anestēzijas gāzu uzliesmošanas risku.

Telpām, kurās notiek darbība ar radioaktīvajām vielām, rentgena kabinetos, kā arī klīnisko un bioķīmisko laboratoriju apdarē izmanto normatīvo aktu prasībām atbilstošus materiālus.

Detalizētas norādes par kritērijiem slimnīcās izmantojamo apdares materiālu izvēlē ietvertas Eiropas Savienības direktīvā Nr. 89/106 (1. tab.).

1. tabula. Ārstniecības iestādēm izmantojamo celtniecības materiālu kritēriji

Kritērijs	Mainīgās pazīmes
Funkcijas	Statiskā, pārvietojamā un ietekmes slodze, ilgums, konstruktīvās prasības
Drošums/ nekaitīgums	Iebrukšanas risks, ugunsgrēka risks (reakcija uz atklātu liesmu, ugunsizturība, uzliesmojamība), statiskā elektrības izlāde, eksplozijas risks, elektriskā šoka risks, asas virsmas (ievainojuma risks), saindēšanās risks (kaitīgu ķīmisko vielu izdalīšanās), paslīdēšanas risks, radioaktivitāte
Komforts un labsajūta	Akustiskais, optiskais un vizuālais un taktilais komforts, mitruma un siltuma / termoregulācijas komforts, estētika, smaku izdalīšanās, iekštelpu gaisa uztvere
Higiēniskums	Insektu, pelējuma sēņu, baktēriju klātbūtne, jutība pret krāsām, un putekļiem; viegla telpu un inventāra tīrīšana, mazgāšana un dezinfekcija, higiēnas ievērošana apkalpošanas procedūrās
Elastīgums/ pielāgojamība	Jutība pret izmaiņām, atbilstības faktors (paneļu izmēra un uzbūves atbilstība)
Vides ietekme	Izejmateriāli, rūpnieciskā ražošana, atkritumu apsaimniekošana
Izmaksas	Materiālu uzstādīšanas/ instalācijas, apkalpes un citas izmaksas

Pēc tam, kad sienu un griestu apdare pabeigta, nepieciešama pastiprināta telpu vēdināšana, lai izvadītu no telpām apdares materiālu izdalītās gaistošās organiskās vielas.

14.1.3. SLIMNĪCU TELPU MIKROKLIMATS, APKURE UN VENTILĀCIJA

Slimnīcām jābūt nodrošinātām ar nepārtrauktu aukstā un karstā ūdens padevi, kanalizāciju, siltumapgādi un ventilāciju. Komfortabls mikroklimats ārstniecības iestāžu telpās labvēlīgi ietekmē slimnieku organismu un veicina atveseļošanos, tas nedrīkst radīt pacientiem un personālam termoregulācijas traucējumus. Telpu mikroklimatu veido apkures sistēma, ventilācija un gaisa kondicionēšanas sistēmas. Ārstniecības iestāžu apkures un ventilācijas sistēmai jānodrošina normatīviem atbilstoši optimālie mikroklimatiskie parametri (temperatūra, gaisa relatīvais mitrums, gaisa kustības ātrums), jābūt iespējai regulēt gaisa temperatūru telpās, apkures sistēma nedrīkst piesārņot telpas gaisu, bet sildķermeņi – veicināt putekļu uzkrāšanos. Sistēmai jābūt drošai, izturīgai un vienkāršai lietošanā, apsildes ķermeņi nedrīkst pārkarst un veicināt putekļu sadegšanu [1, 11, 12, 16]. 2. tabulā sniegta informācija par minimālo gaisa temperatūru, kas jānodrošina dažādās slimnīcas telpās saskaņā ar normatīvo dokumentu prasībām.

2. tabula. Nepieciešamā minimālā gaisa temperatūra slimnīcas telpās

Slimnīcas telpa	Gaisa temperatūra (°C)
Pieaugušo palātas	18
Bērnu palātas	20
Jaundzimušo (arī neiznēsāto) un zīdaiņu palātas	22
Operāciju zāles, dzemdību zāles, reanimācijas palātas, barokameras	22
Pārsiešanas un procedūru telpas	20
Ārstu kabineti	18
Rentgenkabinets un fizioterapijas kabinets	18
Laboratorijas telpas	18
Vannas istabas, dušas telpas	20
Slimnieku atpūtas telpas, ēdamistabas	18
Nodaļu virtuves, bufetes telpas	16
Tualetes telpas	16
Slimnīcas koridori	16
Materiālu sterilizācijas telpas	18

Ārstniecības iestādēs izmanto galvenokārt centālapkures un paneļu apkures sistēmu. Vietējo krāsns apkuri mūsdienās izmanto ļoti reti. Pēc Latvijas būvnormatīva LBN 231–03 "Dzīvojamo un publisko ēku apkure un ventilācija" vietējās cietā kurināmā apkures ierīces atļauts izbūvēt vienstāvu ārstniecības un veselības aprūpes iestādēs ar kopējo platību līdz 300 m^2. No higiēnas viedokļa slimnīcām vispiemērotākā ir centrālapkure ar karstu ūdeni, kad apkures caurulēs ievada karstu ūdeni (parasti 85 °C), kas nodrošina centrālapkures radiatoru mērenu sasilšanu (līdz 70 °C). Ārstniecības iestādēs, izņemot saimniecības telpas (piemēram, darbnīcas, veļas mazgātava, virtuve), nedrīkst ierīkot centālapkuri ar karstu tvaiku, jo karstais tvaiks var stipri sakarsēt sildķermeņu virsmas (pārsniedzot 100 °C) un radīt ādas apdegumus. Apsildes ķermeņus parasti izvieto zem logiem, tiem jābūt gludiem, viegli tīrāmiem. Paneļu apkures sistēmu

lietderīgi ierīkot operāciju un dzemdību zālēs, tā ieteicama arī slimnieku, it īpaši bērnu palātās. Šajā apsildes sistēmā sildķermeņi tiek iebūvēti grīdas, sienu un griestu konstrukcijās – tas izslēdz putekļu uzkrāšanos, jo telpā nav lieku priekšmetu.

Apkures sistēmas ļauj uzturēt nepieciešamo temperatūras režīmu telpās, bet gaisa apmaiņu nodrošina ventilācija: dabiskā ventilācija notiek caur porainiem celtniecības materiāliem, atverot logus vai iebūvējot telpu sienās vēdināšanas kanālus, bet mākslīgo ventilāciju nodrošina ar mehāniskām pieplūdes-velkmes ventilācijas sistēmām. Piespiedu ventilācijas sistēma un gaisa kondicionēšanas iekārtas pastāvīga mikroklimata radīšanai ir ieteicamas un pat nepieciešamas operāciju un dzemdību telpās, neiznēsātu bērnu telpās, pēcoperāciju, intensīvās terapijas un astmatiķu palātās. Laboratorijas, diagnostikas kabineti (rentgena, radioloģijas) un saimnieciskās darbības telpas (virtuves, veļas mazgātavas, inženiertehniskas darbnīcas) parasti arī tiek nodrošinātas ar mehānisko pieplūdes-velkmes ventilāciju.

Ārējo gaisu, pirms to ievada operāciju zālē, dzemdību zālē, pēcoperāciju palātā, intensīvās terapijas palātā, kā arī ādas apdegumu slimnieku palātā, attīra baktericīdos filtros. Pievadāmā gaisa tīrība ir jākontrolē; tā tīrību reglamentē normatīvie dokumenti. Baktēriju daudzums un sastāvs gaisā nedrīkst pārsniegt 3. tabulā norādīto pieļaujamo līmeni (pēc vides monitoringa kritērijiem).

3. tabula. Gaisa mikrobioloģiskās piesārņotības pieļaujamais līmenis pēc vides monitoringa kritērijiem

Slimnīcas telpa	Laikposms	Pieļaujamais daudzums 1 m^3 gaisa	
		mikrobu koloniju skaits	patogēno stafilokoku koloniju skaits
Operāciju zāle	līdz darba uzsākšanai	ne vairāk kā 500	nedrīkst būt nemaz
	darba laikā	ne vairāk kā 1000	nedrīkst būt nemaz
Dzemdību zāle un operāciju zāle dzemdību nodaļā	līdz darba uzsākšanai	ne vairāk kā 500	nedrīkst būt nemaz
	darba laikā	ne vairāk kā 1000	ne vairāk kā 4
Bērnu palātas	laikā, kad palātu sagatavo bērnu uzņemšanai	ne vairāk kā 500	nedrīkst būt nemaz
	darba laikā	ne vairāk kā 750	ne vairāk kā 4
Intensīvās terapijas bērnu palātas	laikā, kad palātu sagatavo bērnu uzņemšanai	ne vairāk kā 500	nedrīkst būt nemaz
	darba laikā	ne vairāk kā 750	nedrīkst būt nemaz
Piena savākšanas un pasterizācijas telpa	darba laikā	ne vairāk kā 1000	ne vairāk kā 4

Atbilstošu mikroklimatu nodrošina gaisa filtrācija un gaisa apmaiņa, pareiza spiedienu attiecība starp telpām, kā arī lamināra gaisa plūsma. Vispārējās prasības gaisa kondicionēšanas sistēmām nosaka gaisa pieplūdes un nosūces novietojuma principus un prasības filtru materiālam. Ārējā gaisa ieplūdes vietai jāatrodas vismaz 9,1 m attālumā no iespējamā piesārņojuma avota un arī no izplūdes ventilācijas vietas, bez tam tai jābūt vismaz 1,8 m virs zemes, bet, ja pieplūdes ventilācija ir novietota uz jumta, tad tai jābūt vismaz 0,8 m virs jumta seguma [11].

Filtru skaitam un efektivitātei jāatbilst vides specifikai. Piemēram, operāciju, intensīvās terapijas un orgānu transplantu telpai jāizmanto divi filtrācijas slāņi ar 25 un 90% efektivitāti. Filtru instalācijai un apkalpošanai ir noteikti šādi kritēriji: nedrīkst būt noplūde starp filtru

segmentiem, atsevišķām kārtām un atbalsta konstrukciju, ventilācijas sistēmā jāievieto spiediena kontroles mērinstrumenti, lai pēc to rādījumiem varētu konstatēt spiediena pārmaiņas un izslēgtu gaisa piesārņojumu [11, 16]. Pareizi ierīkota pieplūdes-velkmes ventilācija nodrošina svaiga gaisa pievadi telpai, kā arī ierobežo infekcijas un piesārņojuma izplatīšanos. Septiskajās un aseptiskajās operāciju zālēs, dzemdību blokos, reanimācijas nodaļā un radioloģijas nodaļā nepieciešama atsevišķa ventilācijas sistēma.

Gaisa tīrību un komfortablu mikroklimatu ārstniecības iestāžu telpās reglamentē starptautiski gaisa apmaiņas nosacījumi, kas atspoguļoti 4. tabulā [11, 16].

4. tabula. Ventilācijas prasības ārstniecības iestāžu telpām

Telpas	Spiediena attiecība pret blakustelpu	Telpā ievadāmais minimālais āra gaisa apmaiņas biežums stundā (reizes)	Telpas kopējais minimālais gaisa apmaiņas biežums stundā (reizes)	Gaisa izvadīšana tieši ārā	Gaisa recirkulācijas izmantošana telpai
Ārstniecības telpas					
Slimnieku telpas	+/–	2	2	Pēc izvēles	Pēc izvēles
Intensīvā terapija	Pozitīva	2	6	Pēc izvēles	Nē
Pacientu koridors	+/–	2	4	Pēc izvēles	Pēc izvēles
Operāciju zāle (kopējā sistēma)	Pozitīva	15	15	Jā*	Nē
Operāciju zāle (recirkulācijas sistēma)	Pozitīva	5	25	Pēc izvēles	Nē**
Rentgenkabineti	+/–	2	6	Pēc izvēles	Pēc izvēles
Laboratorijas					
Bakterioloģijas	Negatīva	2	6	Jā	Nē
Klīniskās ķīmijas	Pozitīva	2	6	Pēc izvēles	Nē
Patoloģijas	Negatīva	2	6	Jā	Nē
Seroloģijas	Pozitīva	2	6	Pēc izvēles	Nē
Sterilizācija	Negatīva	Pēc izvēles	10	Jā	Nē
Laboratorijas trauku mazgātava	Negatīva	2	10	Jā	Pēc izvēles
Saimniecības telpas					
Uztura sagatavošanas telpas***	+/–	2	10	Jā	Nē
Trauku mazgātava	Negatīva	Pēc izvēles	10	Jā	Nē
Veļas mazgātava (vispārēji)	+/–	2	10	Jā	Nē
Netīrās veļas šķirotava un glabātava	Negatīva	Pēc izvēles	10	Jā	Nē
Tīrās veļas glabātava	Pozitīva	2 (Pēc izvēles)	2	Pēc izvēles	Pēc izvēles

+/– Nepārtraukta virziena kontrole nav nepieciešama.

* Ja āra gaisa 100% izmantošanu ierobežo vietējie apstākļi, tad to lieto tikai ar nosacījumu, ka izmanto siltuma reģenerācijas ierīces.

** Var lietot, ja recirkulācijas telpai atbilst filtrēšanas prasības pēc laukuma.

*** Uztura sagatavošanas telpu ventilācijas sistēmai jānodrošina pozitīvs spiediens vados, kad sistēma nedarbojas; gaisa apmaiņas biežums var mainīties atkarībā no smaku izplatības.

Ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēmas profilaktisko apskati veic atbilstoši attiecīgo iekārtu tehniskajos dokumentos noteiktajām prasībām, bet ne retāk kā divas reizes gadā; reizi mēnesī veic filtru apskati, tīrīšanu un nomaiņu.

Slimnīcas telpu mikroklimata un gaisa piesārņojuma pārbaužu biežums:

- operāciju zālē, dzemdību zālē, pēcoperāciju un intensīvās terapijas palātās, kā arī radioloģijas nodaļā – ne retāk kā reizi trīs mēnešos;
- infekcijas nodaļā, mikrobioloģijas laboratorijā un rentgenkabinetā – ne retāk kā reizi sešos mēnešos.

Slimnīcas telpās optimālais gaisa relatīvais mitrums ir 55–60%, bet gaisa kustības ātrums nedrīkst pārsniegt 0,15 m/s.

14.1.4. SLIMNĪCAS TELPU APGAISMOJUMS

Gaismai cilvēka dzīvē ir svarīga nozīme, jo tā ietekmē organisma fizioloģiskos procesus un augstākās psihiskās funkcijas. Īpaša nozīme apgaismojumam ir ārstniecības iestāžu telpās, jo labs apgaismojums iedarbojas tonizējoši, rada dzīvespriecīgu noskaņojumu, uzlabo nervu sistēmas galvenos procesus. Slimnīcu telpas izvērtē pēc saules gaismas iedarbības jeb insolācijas nepieciešamības. Visu gadu nepieciešama saules gaisma telpās, kur slimnieki uzturas dienā (piemēram, palātās, procedūru telpās, operāciju un dzemdību telpās), vienlaikus nepieļaujot pārkaršanu un novēršot saules žilbinošo gaismu. Lai novērstu saules staru karsējošo un žilbinošo iedarbību, ierīko speciālas aizsargierīces (piemēram, žalūzijas).

Visās ārstniecības iestāžu telpās ierīko vispārējo mākslīgo apgaismojumu. Ārstniecības iestādes var apgaismot ar luminiscentām spuldzēm vai kvēlspuldzēm. Palātās ierīko vispārējo un vietējo apgaismojumu, kā arī nakts (dežūras) mākslīgo apgaismojumu.

No apgaismojuma higiēniskā viedokļa nozīme ir arī dažādu krāsu efektam. Sarkanoranžā krāsu spektra josla uzbudina un pastiprina siltuma sajūtu, dzeltenzaļā nomierina, zilganvioletā – pastiprina kavēšanas procesus. Dažiem slimniekiem var būt specifiska krāsu uztvere, piemēram, slimniekiem ar žultsceļu un aknu slimībām vislabāk patīk zaļa un zaļzila krāsa, bet nepatīk dzeltena. Lai izvairītos no krāsu specifiskās iedarbības, slimnieku telpās jāizmanto gaišas krāsas neitrālos toņos, piemēram, gaišzaļa, zeltaini dzeltena, bēša, oranža krāsa. Gulošiem slimniekiem īpaši svarīga ir griestu un sienas redzamās daļas krāsa, siena var būt arī balta, īpaši tad, ja to izdaiļo optimistiska, gaiša glezna. Sienas krāsojumam jābūt neitrālam un gaišam, lai ārstam vieglāk būtu noteikt pacienta ādas krāsu [4, 19].

Apgaismojumam jābūt racionālam un pietiekami intensīvam, bet tas nedrīkst būt pārlieku spilgts un izkropļot krāsu uztveri. Tam ir īpaša nozīme telpās, kur notiek slimnieku diagnostiskā apskate. Apgaismojumam jāatbilst medicīnas tehnoloģijām. Nepieciešamās apgaismojuma normas atkarīgas no veicamā darba rakstura (precizitāte, izšķiramā objekta izmēri). Atbilstoši Eiropas valstīs pieņemtajiem standartiem ļoti augstas precizitātes darbiem ar objektu izmēriem, kas mazāki par 0,15 mm (piemēram, ķirurģijā), normatīvais kombinētais apgaismojums ir 3000–5000 lx atkarībā no objekta kontrasta un fona rakstura, bet vispārējais vai lokālais apgaismojums – 750–1500 lx. Turpretī augstas precizitātes darbiem (diagnostikā), kur objektu izmēri svārstās no 0,15 līdz 0,3 mm, noteikts 2000 lx liels kombinētais minimālais apgaismojums, vispārējais vai lokālais apgaismojums – 500 lx. Savukārt vidējas precizitātes darbos, kad objekta izmēri ir 0,5–1,0 mm (piemēram, laboratorijās), minimālais kombinētais apgaismojums ir 750 lx, bet vispārējais vai lokālais apgaismojums – 300 lx [2, 19].

14.1.5. SLIMNĪCAS TELPU UZKOPŠANA, VEĻAS LIETOŠANAS KĀRTĪBA UN PERSONISKĀ HIGIĒNA

Telpas tīra saskaņā ar iestādes higiēnas plānu, kurā ir noteiktas tīrības zonas un biežums, mazgāšana un dezinfekcijas pasākumi, darba veicēji, kā arī paredzēta higiēnas plāna prasību izpildes kontroles sistēma. Noteikts telpu dalījums šādās tīrības zonās:

- paaugstinātās tīrības zona. Tajā ietilpst operāciju telpas, intensīvās terapijas nodaļa, invazīvo diagnostisko un ārstniecisko procedūru telpas, imūndeficīta pacientu palāta, apdeguma pacientu palātas, sterilo materiālu glabātava, jaundzimušo palātas un aprūpes telpas, transplantācijas nodaļa, asins un asins komponentu sagatavošanas telpa, piena virtuve;
- parastās tīrības zona. Tās ir telpas, kas paredzētas pacientu uzgaidīšanai un reģistrācijai, pacientu pieņemšanas un apskates telpas, pacientu palātas un atpūtas telpas, telpa pacientu aprūpes priekšmetu glabāšanai, rehabilitācijas kabineti, darbinieku telpas, zobārstniecības kabinets, zobu tehniskā laboratorija, diagnostiskās izmeklēšanas nodaļa, neinvazīvo ārstniecisko procedūru telpa, uzņemšanas nodaļa, tīrās veļas noliktava un administrācijas telpas;
- potenciali kontaminētā zona, kurā ietilpst infekciozo pacientu palātas, sanitārā telpa, pacientu un darbinieku dušas telpas, tualetes telpa, uzkopšanas piederumu telpa, instrumentu dekontaminācijas telpa, septisko operāciju nodaļa, mikrobioloģiskās laboratorijas telpas, netīrās veļas telpa, atkritumu vākšanas telpa un veļas mazgātava, autopsiju zāle, telpa miruša cilvēka ķermeņa glabāšanai.

Slimnīcas telpu uzkopšanas vispārīgie noteikumi paredz telpu tīrīšanu sākt no mazāk piesārņotās vietas, veicot visu slimnīcas telpu mitro uzkopšanu vismaz divas reizes diennaktī. Dezinfekciju veic paaugstinātas tīrības zonā, infekcioza pacienta palātā, potenciāli kontaminētās vietās, telpās, kur ir tiešs kontakts ar pacienta ādu, kā arī nozokomiālu slimību uzliesmojuma gadījumā. Parasti slimnīcas nodaļās telpu dezinfekciju izdara ne retāk kā reizi mēnesī; operāciju bloka telpu un dzemdību zāles dezinfekciju veic ne retāk kā reizi nedēļā.

Mazgāšanas un tīrīšanas līdzekļus, kā arī dezinfekcijas līdzekļus lieto saskaņā ar ražotāja informāciju par lietošanu. Katrai tīrības zonai ir savi tīrīšanas piederumi, tos marķē un glabā sanitārā telpā atsevišķā skapī vai nodalījumā. Telpu tīrīšanai lietoto piederumu tīrīšanu un dezinfekciju veic saskaņā ar higiēnas plānā noteikto kārtību. Vannu un dušas iekārtu mazgā pēc katra pacienta.

Slimnīcas veļas lietošanas kārtība ir šāda:

- katras nodaļas veļa tiek marķēta. Dzemdību un jaundzimušo nodaļā lieto sterilu vai vienreizējas lietošanas veļu;
- slimnieku gultas veļu maina ne retāk kā reizi septiņās dienās, ja nepieciešams – biežāk. Dzemdību nodaļā gultas veļu maina ne retāk kā reizi trīs dienās, ja nepieciešams – biežāk;
- netīro veļu savāc polietilēna maisos, veļu šķiro atsevišķā telpā. Veļas šķirotājiem jālieto aizsargtērps, aizsargmaska, galvassega un aizsargcimdi;
- slimnīcas veļu mazgā centralizēti slimnīcas veļas mazgātavā. Pieļaujama slimnīcas veļas mazgāšana arī citās veļas mazgātavās, mazgājot to atsevišķi no pārējās veļas;
- infekcijas un strutainās ķirurģijas nodaļas veļu pirms mazgāšanas dezinficē. Slimnīcas veļu transportē tikai iesaiņotā veidā; tīrās un netīrās veļas taru attiecīgi marķē. Veļu pārvadā atsevišķi no citām precēm un uzturā lietojamiem produktiem;
- izrakstot slimnieku no slimnīcas, viņa gultas matraci, spilvenu un segu dezinficē dezinfekcijas kamerā; ja gultas matracis pārvilkts ar ūdensnecaurlaidīgu materiālu, veic tā mitro dezinfekciju.

Ārstniecības iestādes higiēnas plānā vides objektus pēc to iespējamās pacienta inficēšanas riska pakāpes iedala zema, vidēja un augsta **inficēšanās riska** vides objektos un atbilstoši tam veic vides objektu dekontamināciju un sterilizāciju.

Zema inficēšanās riska vides objektus, kas var nonākt saskarē ar veselu ādu, tīra (mazgā) un, ja nepieciešams, dezinficē.

Vidēja inficēšanās riska vides objektus, kas potenciāli kontaminēti ar virulentiem mikroorganismiem (arī padubes, urīntrauki) vai, kurus lietojot, tie saskārušies ar gļotādu vai bojātu ādu (respiratorās terapijas aprīkojums, anestēzijas instrumenti un piederumi, inhalatori, endotraheālās caurules, nazālie spoguļi, vaginālie spoguļi un fleksiblie endoskopi), kā arī priekšmetus, kurus lieto pacientiem ar nomāktu imunitāti, dekontaminē, dezinficē manuāli vai ar automātiskajām mazgāšanas un dezinfekcijas iekārtām.

Augsta inficēšanās riska vides objektus (to skaitā ķirurģiskos instrumentus, sirds, asinsvadu un urīnpūšļa katetrus, biopsijas instrumentus, akupunktūras un neiroloģisko testu adatas, šķīdumus intravenozai ievadīšanai, ķirurģisko veļu), kurus lietojot notiek saskare ar iekšējiem ķermeņa audiem, orgāniem un dobumiem, sterilizē. Vides objektu dezinfekciju un sterilizāciju veic īpaši apmācīts darbinieks, kas organizē procesu tā, lai nenotiktu nesterilo un sterilizēto objektu saskare, nodrošinot vienvirziena principu. Sterilizācijas procesu atdala no tīrīšanas procesa laikā un telpā, sterilizē tikai dezinficētus un vizuāli tīrus objektus. Sterilizē ar fizikālām vai ķīmiskām metodēm, nodrošinot dzīvo mikroorganismu, arī sporu, skaita samazināšanos objektos, uz tā virsmām un materiālā atbilstoši sterilitātes garantijas līmenim (SAL 10^{-6}). Sterilizāciju veic ar karstu gaisu, tvaiku vai gāzi (formaldehīds, etilēnoksīds, plazma). Vismaz reizi gadā sterilizācijas iekārtas un procesu pārbauda sertificēta organizācija, kas veic sterilizācijas ciklu fizikālo lielumu validāciju. To veic arī pēc iekārtas uzstādīšanas, remonta vai apkopes darbiem, kas saistīti ar sistēmas parametru maiņu un ietekmē sterilizācijas procesu.

Slimnieka personiskā higiēna:

- slimniekam uzņemšanas nodaļā veic nepieciešamos higiēnas pasākumus atbilstoši noteiktajām prasībām, izsniedz tīru veļu un apģērbu (slimniekiem atļauts valkāt arī personisko apģērbu);
- slimniekam jānodrošina iespēja ne retāk kā reizi nedēļā nomazgāt visu ķermeni, kā arī noskūt bārdu un apgriezt matus.

Slimnīcas personāla personiskā higiēna:

- pirms stāšanās darbā slimnīcas personāls pakļaujams obligātām pirmreizējām veselības pārbaudēm, bet turpmāk — periodiskām veselības pārbaudēm normatīvos aktos noteiktajā kārtībā;
- darba devējs nodrošina slimnīcas personālu ar darba apģērbu atbilstoši noteiktajām prasībām;
- slimnīcas personālam jābūt iespējai atsevišķi glabāt personisko un darba apģērbu.

14.1.6. ĀRSTNIECĪBAS IESTĀŽU ATKRITUMU SAVĀKŠANA UN LIKVIDĒŠANA

Ārstniecības iestāžu atkritumu savākšanas mērķis ir aizsargāt veselības aprūpes personāla, pacientu, apmeklētāju un slimnīcas tuvumā dzīvojošo cilvēku veselību no to iespējamās nelabvēlīgās ietekmes. Vienlaikus slimnīcas higiēnas plānam jānodrošina darbinieki ar piemērotiem individuālās aizsardzības līdzekļiem, lai, nonākot saskarē ar atkritumiem un to savākšanu, viņiem būtu minimāls risks saslimt.

Atkritumus, kas rodas, veicot dažādas medicīniskas manipulācijas, atbilstoši to bīstamībai vāc, šķiro, pārvieto (transportē), glabā, kā arī apstrādā un pārstrādā (sadedzina). LR Ministru kabineta

noteikumi paredz pareizu atkritumu apsaimniekošanu (5. tab.). Inficētos atkritumus pirms apglabāšanas vai uzglabāšanas dezinficē. Sadzīves atkritumus izved atbilstoši normatīvajos aktos noteiktajām prasībām un vietējās pašvaldības noteiktā kārtībā. Gada laikā uz vienu stacionāro gultu rodas apmēram 200 kg cieto atkritumu [1, 25].

5. tabula. Ārstnieciskajā darbībā radušos atkritumu apstrāde un pārstrāde

Grupa	Atkritumi (klasifikācijas kods)	Atkritumu apstrāde un pārstrāde
A	**Sadzīves atkritumi**	Saskaņā ar citu tiesību aktu prasībām.
B	**Veselības aprūpes atkritumi** (180103):	
	asie priekšmeti (t.sk. lietotās šļirces, adatas, skarifikatori, skalpeļi, saplēsti stikla priekšmeti un lauskas);	Dedzina vai pārstrādā, mainot priekšmetu izskatu.
	ķermeņa šķidrumi: asinis un asins produkti, drenāžas maisi, strutas, eksudāti, likvors un citi bioloģiskie šķidrumi;	Sadedzina* vai lej** kanalizācijā.
	vienreizējās lietošanas priekšmeti, kurus lieto urīna, fekāliju un citu organisma atdalījumu, asins un bioloģisko šķidrumu vākšanai (t.sk. padubes, stomu maisiņi, urīna savācējmaisiņi)	Sadedzina vai apglabā izgāztuvē saskaņā ar citu tiesību aktu prasībām.
C	**Bīstamie atkritumi jeb infekciozie atkritumi, kuru savākšanai un uzglabāšanai noteiktas speciālas prasības** (180103):	
	mikrobioloģiskie atkritumi – izmantotās barotnes un audu kultūras, mikroorganismu kultūras, dzīvo infekcijas slimību ierosinātāju saturošās vakcīnas vai to atliekas, lietotie diagnostikumi, mikrobioloģiskajām pārbaudēm lietoti dzīvnieku audi, citi potenciāli inficēti mikrobioloģijas laboratoriju materiāli;	Pirms iznešanas no laboratorijas apstrādā ar augstspiediena tvaika tehnoloģiju (autoklāvā), augstfrekvences mikroviļņu tehnoloģiju vai dezinficē, pēc tam sadedzina.
	atkritumi no infekciozas personas palātas, kas rada inficēšanās risku darbiniekiem un citām personām;	Pirms iznešanas no iestādes struktūrvienības dezinficē no ārpuses, pēc tam sadedzina.
	stingrās izolācijas režīma palātas atkritumi, kas rada inficēšanās risku darbiniekiem un citām personām;	Pirms iznešanas no iestādes struktūrvienības apstrādā ar augstspiediena tvaika tehnoloģiju (autoklāvā), augstfrekvences mikroviļņu tehnoloģiju vai dezinficē, pēc tam sadedzina.
D	**Specifiskie (neinfekciozie) bīstamie atkritumi:** medikamenti, citostatiskas vielas, ķīmiskās vielas, radioloģiskie materiāli, sintētiskās eļļas, dzīvsudrabs u.c. (180106, 180108 un 180110).	Saskaņā ar citu tiesību aktu prasībām.
E	**Anatomiskie atkritumi:** atkritumi, kas rodas cilvēka dzemdībās vai aborta laikā (placenta, nabas saite, auglis), ķermeņa daļas, orgāni un cilvēka audi (180102).	Sadedzina (kremē) atbilstoši atkritumu veidam un bīstamībai.

* Asinis un bioloģiskos šķidrumus, kā arī to atliekas, kas atrodas drošā, noslēgtā tvertnē vai intravenozā sistēmā, uzmanīgi transportē līdz sadedzināšanas vietai.

** Asinis un bioloģiskos šķidrumus no daudzreiz lietojamām iekārtām (aparātiem) vai tvertnēm lej sanitārās telpas speciālajā notekā vai klozetpodā, nepieļaujot šķidruma izšļakstīšanos.

PVO un Starptautiskā Darba organizācija ir noteikusi vadlīnijas veselības aprūpes atkritumu apsaimniekošanai, lai palīdzētu nodrošināt piemērotu slimnīcas higiēnu un drošumu veselības darbiniekiem, kā arī sabiedrībai. PVO ir noteikusi šādas veselības aprūpes atkritumu kategorijas:

- infekciozie atkritumi (atkritumi, kuros var būt patogēnas laboratorijas kultūras, atkritumi no izolācijas palātām, audi, tamponi, materiāli un instrumenti, kas bijuši kontaktā ar inficētiem pacientiem, ekskrētu);
- patoloģiskie atkritumi (cilvēku audi vai šķidrumi);
- asi priekšmeti (piemēram, injekcijas adatas, infūzijas komplekti, skalpeļi, asmeņi, saplēsts stikls);
- farmaceitiski atkritumi (medikamenti, kuru derīguma termiņš ir beidzies vai kuri vairāk nav vajadzīgi, priekšmeti, kurus inficējuši medikamenti vai kuri tos satur);
- genotoksiskie atkritumi (piemēram, atkritumi, kas satur citostatiskus medikamentus, genotoksiskas ķīmiskas vielas);
- ķīmiskie atkritumi (piemēram, laboratorijas reaģenti, filmu attīstītāji, dezinfekcijas līdzekļi, šķīdinātāji;
- atkritumi ar augstu smago metālu saturu (baterijas, saplīsuši termometri, asinsspiediena mērītāji);
- konteineri zem spiediena (gāzes cilindri, gāzes kasetes, aerosola konteineri);
- radioaktīvi atkritumi (piemēram, neizmantoti šķīdumi no radioterapijas un laboratorijas pētījumiem, inficēti stikla trauki, iepakojums vai absorbējošs papīrs ar nehermetizētiem radionuklīdiem, ārstētu vai testētu pacientu urīns un ekskrēts).

14.1.7. RADIĀCIJAS DROŠĪBAS PASĀKUMI ĀRSTNIECĪBAS IESTĀDĒS

Mūsdienu ārstniecības iestādēs izmanto radioterapiju – gan radioaktīvas vielas, gan skraji jonizējošos starojuma veidus – rentgenstarus un gamma starus [5, 25]. Radioaktīvās vielas un jonizējošo starojumu izmanto ārstēšanā, diagnostikā, kā arī zinātniskos pētījumos, tā nelabvēlīgai iedarbībai var tikt pakļauts medicīniskais personāls un arī pacienti. Ārstniecības iestādēs svarīgi ir ievērot prasības aizsardzībai pret jonizējošo starojumu atbilstoši radiācijas drošības un kodoldrošības pamatprincipiem, kā arī ievērot jonizējošā starojuma devu limitus attiecībā uz veselības aprūpē nodarbinātajiem un iedzīvotājiem.

Latvijā ir izdots likums "Par radiācijas drošību un kodoldrošību" (26.10.2000.), kura mērķis ir nodrošināt cilvēku un vides aizsardzību no jonizējošā starojuma kaitīgās iedarbības un noteikt valsts institūciju, fizisko un juridisko personu pienākumus un tiesības radiācijas drošības un kodoldrošības jomā. Likums nosaka drošības prasības jonizējošā starojuma avotiem un darbībām ar tiem un izvirza īpašas prasības valsts nozīmes jonizējošā starojuma objektiem, kā arī nosaka pienākumu sadali starp valsts iestādēm radiācijas drošības un kodoldrošības jomā. Darbību ar jonizējošā starojuma avotiem licencēšana ir viens no radiācijas drošības un kodoldrošības uzraudzības un kontroles stūrakmeņiem. To veic Radiācijas drošības centrs (www.rdc.gov.lv.).

Darbības ar jonizējošā starojuma avotiem ir tās cilvēka darbības (jonizējošā starojuma avotu ražošana, importēšana, eksportēšana, transportēšana, pārdošana, pārvietošana, iznomāšana, iegūšana īpašumā vai lietošanā, glabāšana, remontēšana un citas līdzīgas darbības, izņemot apstarošanu avāriju gadījumos), kas var palielināt darbinieku vai iedzīvotāju apstarošanu no mākslīgajiem vai dabiskajiem jonizējošā starojuma avotiem tādos procesos, kuros tiek izmantotas radionuklīdu radioaktīvās, kodoldalīšanās vai kodolpārvērtību īpašības.

Jonizējošais starojums ir enerģijas plūsma daļiņu vai elektromagnētisko viļņu veidā (viļņa garums vienāds ar 100 nanometriem vai mazāks vai viļņa svārstību frekvence vienāda ar 3 x 1015 herciem vai lielāka). Tas ir gamma starojums, rentgenstarojums, korpuskulārais starojums un jebkāds cits starojums, kas spēj radīt jonizāciju tiešā vai netiešā veidā. **Jonizējošā starojuma avoti** ir ierīces, radioaktīvās vielas, kodolmateriāli, radioaktīvie atkritumi vai iekārtas, kas spēj ģenerēt jonizējošo starojumu vai no neradioaktīviem materiāliem radīt radioaktīvās vielas, tos apstarojot ar daļiņām vai augstas enerģijas gamma starojumu, kā arī jonizējošā starojuma ģenerēšanas tehnisko iekārtu nozīmīgas daļas.

Likuma praktiskam nodrošinājumam izstrādāti **"Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu"** (MK 2002. gada 9. aprīļa noteikumi Nr. 149), kuros definētas pamatprasības aizsardzībai pret jonizējošo starojumu, radiācijas drošības un kodoldrošības prasības jonizējošā starojuma avotam, zonējuma noteikšana attiecībā pret avotu, darbinieku, mācekļu un studentu aizsardzība pret jonizējošo starojumu, paredzamās apstarošanas novērtēšana, kā arī noteiktas drošības prasības personām, kas ir iesaistītas darbību veikšanā ar jonizējošā starojuma avotiem vai veic darbības jonizējošā starojuma avotu tuvumā. Veselības aprūpē papildus izstrādāti "Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu medicīniskajā apstarošanā" (MK 2002. gada 5. marta noteikumi Nr. 97), kuros, pamatojoties uz iepriekšējo dokumentu normām, nosaka radiācijas drošības un kodoldrošības pamatprincipu ieviešanu cilvēku aizsardzībai pret jonizējošo starojumu medicīniskajā apstarošanā. Medicīniskā apstarošana ir process, kura laikā jonizējošais starojums medicīniskos nolūkos (slimības diagnostika vai ārstēšana, vai veselības pārbaude) iedarbojas uz cilvēka audiem, orgāniem un organismu kopumā [6, 7].

Radioloģijā izmanto šādas medicīniski radioloģiskās procedūras, kuru laikā cilvēks tiek pakļauts medicīniskajai apstarošanai:

- radiodiagnostisko procedūru – medicīnisko izmeklēšanu, izmantojot radionuklīdu vai citu jonizējošā starojuma avotu tikai diagnostiskos nolūkos (piemēram, kodolmedicīnas diagnostisko procedūru, rentgenoloģiju, datortomogrāfiju, invazīvo radioloģiju, kā arī zobārstniecības radioloģiju);
- radioterapeitisko procedūru – ārstēšanu, izmantojot radionuklīdu vai citu jonizējošā starojuma avotu (piemēram, kodolmedicīnas terapeitisko procedūru, paātrinātāju un citu jonizējošā starojuma avotu saturošu iekārtu izmantošanu radioterapijā un invazīvajā radioloģijā).

Radiācijas drošības un kodoldrošības prasības jonizējošā starojuma avotam un tā konstrukcijai nosaka, ka jonizējošā starojuma avotu projektē tā, lai to nevarētu izmantot citiem mērķiem, kas varētu palielināt cilvēku apstarošanās risku vai radīt vides radioaktīvo piesārņojumu. Projektējot un izgatavojot jonizējošā starojuma avotu, ņem vērā attiecīgā avota iespējamos ekspluatācijas apstākļus un, ja nepieciešams, nodrošina iespēju lietot arī papildu individuālos aizsardzības līdzekļus, nodrošina, lai būtu iespējams nekavējoties konstatēt jonizējošā starojuma avota bojājumu, kas var radīt neplānotu apstarošanu, un atsevišķs sistēmas sastāvdaļas bojājums nevarētu radīt neplānotu apstarošanu, lai būtu līdz minimumam samazināta neplānota apstarošana darbinieka darbības kļūdas dēļ, nodrošināta jonizējošā starojuma avota un tā sastāvdaļu droša darbināšana, novērsta iespēja jonizējošā starojuma iekārtas daļu aizsērēšanai no ārpuses un jonizējošā starojuma avotu būtu viegli attīrīt no radioaktīvā piesārņojuma. Jonizējošā starojuma avota regulēšanas un tehniskās apkopes vietas vēlams izvietot ārpus jonizējošā starojuma ietekmes zonas, bieži maināmiem jonizējošā starojuma avota elementiem jābūt viegli un droši nomaināmiem. Jonizējošā starojuma iekārtu izgatavo

tā, lai to varētu iedarbināt tikai ar iedarbināšanai paredzētajām vadības ierīcēm un jonizējošā starojuma avota kontroles ierīces nekavējoties brīdinātu par novirzēm iekārtas darbībā.

Radioaktivitātes zonu klasifikāciju, norobežošanu un marķēšanu nosaka darba vadītājs, ņemot vērā paredzamās apstarošanas varbūtību, jonizējošā starojuma avota raksturu, riska lielumu, aizsardzības pasākumu prasības un radiācijas avārijas iespējamās sekas. Operatora kontroles zona ir teritorija ap katru jonizējošā starojuma avotu vai ap kompaktā teritorijā esošu jonizējošā starojuma avotu grupu, kurā jonizējošā starojuma deva var pārsniegt 3/10 no zemāk noteiktajiem jonizējošā starojuma devu limitiem; pārraudzības zona – teritorija ārpus kontroles zonas, kurā jonizējošā starojuma deva var pārsniegt efektīvās devas pamatlimitu 1 mSv gadā.

Kontroles zona ir paredzēta, lai kontrolētu apstarošanu, kas tiek saņemta no jonizējošā starojuma avota normālos ekspluatācijas apstākļos, novērstu radioaktīvo piesārņojumu, novērstu vai ierobežotu paredzamo apstarošanu. Ja nepieciešams, operators izveido kontroles zonā vienu vai vairākas apakšzonas:

- radiācijas teritorija – telpa vai teritorija, kurā darbinieks var saņemt jonizējošo starojumu, kas ir lielāks par 0,05 mSv/h. Apakšzonas marķējumā izmanto radiācijas brīdinājuma zīmi ar vārdiem "KONTROLES ZONA. RADIĀCIJAS TERITORIJA";
- augstas radiācijas teritorija – telpa vai teritorija, kurā darbinieks var saņemt jonizējošo starojumu, kas ir lielāks par 0,1 mSv/h. Apakšzonas marķējumā izmanto radiācijas brīdinājuma zīmi ar vārdiem "KONTROLES ZONA. AUGSTAS RADIĀCIJAS TERITORIJA";
- ļoti augstas radiācijas teritorija – telpa vai teritorija, kurā darbinieks var saņemt jonizējošo starojumu, kas ir lielāks par 5 mSv/h. Apakšzonas marķējumā izmanto radiācijas brīdinājuma zīmi ar vārdiem "KONTROLES ZONA. ĻOTI AUGSTAS RADIĀCIJAS TERITORIJA";
- vietu kontroles zonā, kur lieto vai uzglabā radioaktīvo materiālu, marķē ar radiācijas brīdinājuma zīmi – radiācijas simbolu un vārdiem "RADIOAKTĪVIE MATERIĀLI".

Jonizējošā starojuma iekārtas marķē. Etiķeti izvieto uz iekārtas priekšējās vai augšējās daļas viegli pieejamā un redzamā vietā. Etiķetē jonizējošā starojuma iekārtai, kas satur slēgto starojuma avotu, norāda šādu informāciju:

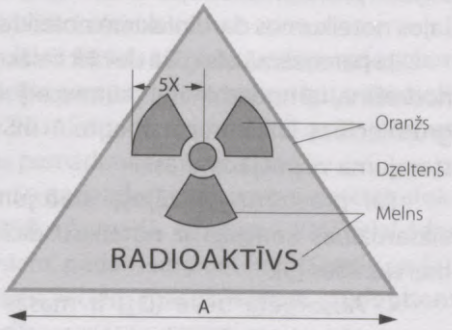
- katra radionuklīda simbols vai apzīmējums;
- jonizējošā starojuma veids un enerģija (MeV);
- slēgtā starojuma avota kopējā radioaktivitāte (Bq) un tās mērīšanas datums;
- fiksētā radioaktīvā piesārņotība, ja tāda ir (Bq/cm^2);
- jonizējošā starojuma devas jauda jonizējošā starojuma iekārtai izslēgtā un ieslēgtā stāvoklī (Gy/h vai Sv/h) un mērīšanas attālums un datums.

Etiķetē jonizējošā starojuma iekārtai, kas nesatur radioaktīvo vielu, savukārt tiek norādīts:

- ģenerētais jonizējošā starojuma veids un starojuma enerģija (MeV);
- ģenerētā jonizējošā starojuma devas jauda (Gy/h vai Sv/h) un tās mērīšanas attālums un datums;
- primārā jonizējošā starojuma kūļa jauda (kW) un tās mērīšanas datums;
- elektriskā jauda (kW);
- norāde, ka jonizējošais starojums tiek ģenerēts, ja jonizējošā starojuma iekārta ir ieslēgta, un ģenerētā jonizējošā starojuma raksturojums (piemēram, "rentgenstari").

Radiācijas brīdinājuma zīmi stingri piestiprina jonizējošā starojuma iekārtai vai uzkrāso uz tās pārredzamajām virsmām.

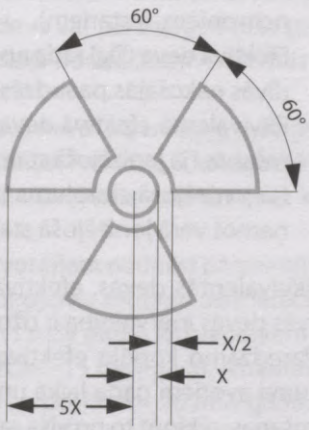
Radiācijas simbols (1. att.) ir āboliņa lapas veidā. Tā proporcionālās daļas izvietotas ap centrālo apli, kura rādiuss ir X. Radiācijas brīdinājuma zīme (2. att.) ir trijstūris ar melnu vai oranžu radiācijas simbolu uz dzeltena fona. Malas – melnas vai oranžas (dzeltenā daļa ir vismaz 50 procentu no zīmes laukuma).



1. attēls. Radiācijas simbols

Pārraudzības zonā kontrolē radioaktīvo piesārņojumu un jonizējošo starojumu, lai novērtētu kvalitātes nodrošināšanas programmas efektivitāti un paredzamo apstarošanu radiācijas avārijas gadījumā.

Piemēram, rentgendiagnostikas kabinetu ārstniecības iestādē veido kā procedūru telpu, vadības telpu un pacientu ģērbšanās telpu/ kabīni, vadības telpā izvietojot aparatūras distances vadības iekārtu, aparatūru sarunām ar procedūru telpu, kā arī lodziņu ar svina stiklu, lai varētu novērot pacientus un palīgpersonālu. Virs procedūru telpas ieejas durvīm jābūt gaismas tablo ar norādi "Ieeja aizliegta", kas automātiski iedegas, ieslēdzot rentgena aparātu. Diagnostiskās procedūras ilgumam jābūt minimālam, lai samazinātu personāla un pacientu apstarošanu.



2. attēls. Radiācijas brīdinājuma tipveida zīme un tās tipveida izmēri

Prioritāte aizsardzības pasākumiem, salīdzinot ar citiem pasākumiem, ir operatora kontrolētajā zonā. Operatora kontrolētajā zonā paredzamās apstarošanas varbūtību un lielumu aprēķina medicīnas fizikas eksperts attiecīgajā ārstniecības iestādē vai radiācijas drošības un kodoldrošības eksperts – persona, kuras kvalifikācija ļauj veikt fizikālos, tehniskos un radioķīmiskos mērījumus, novērtēt jonizējošā starojuma devas un radiācijas drošību un kodoldrošību, kā arī, pareizi izmantojot aizsardzības līdzekļus, efektīvi aizsargāt cilvēkus no jonizējošā starojuma.

Operators nodrošina jonizējošā starojuma avotu uzglabāšanu vietās, kur nav iespējama citu materiālu uzliesmošana, kā arī veic nepieciešamos ugunsdrošības pasākumus, ņemot vērā teritorijas īpatnības, kur jonizējošā starojuma avotu uzglabā vai lieto, un jonizējošā starojuma avota drošības lapā minētās prasības. Jonizējošā starojuma avotus uzglabā ugunsdrošā attālumā no viegli uzliesmojoša materiāla.

Ja nodarbinātais, kurš neveic darbības ar jonizējošā starojuma avotiem, darba vietā var saņemt jonizējošā starojuma devu, kas ir lielāka par 1 mSv gadā, darba devējs veic darba vides pētījumus, lai noteiktu, kurās teritorijās, kādas darbības veicot un kādos apstākļos attiecīgā persona ir pakļauta apstarošanai, un veic aizsardzības pasākumus, lai samazinātu jonizējošā starojuma devu.

Ja nodarbinātais, kas neveic darbības ar jonizējošā starojuma avotiem, darba vietā var saņemt jonizējošā starojuma devu, kas ir lielāka par 6 mSv gadā, darba devējs piemēro viņam šajos noteikumos darbiniekiem noteiktos aizsardzības pasākumus.

Ja paredzamā efektīvā deva ir lielāka par 1 mSv, bet mazāka par 6 mSv gadā, darba devējs nodrošina, lai nodarbinātai grūtniecei jonizējošā starojuma deva, ko varētu saņemt auglis visā grūtniecības laikā, nepārsniegtu 1 mSv, bet grūtniecības pirmajās nedēļās no jonizējošā starojuma vispār jāizvairās.

Lai precizētu jonizējošā starojuma bioloģisko iedarbību, Starptautiskā Radiācijas aizsardzības komisija ir noteikusi dažādas apstarojuma devas, kuras izsaka SI sistēmas mērvienībās [5]:

- Absorbētā deva (D_A) ir masas vienībā absorbētā jonizējošā starojuma enerģija. Absorbētā deva ir vidējā jonizējošā starojuma deva audiem vai orgāniem un vides objektiem, tās mērvienība ir **grejs (Gy)**, kas atbilst vienam džoulam uz vienu kilogramu; absorbēto devu parasti lieto, novērtējot β, X un γ apstarojumu.
- Ekvivalentā deva (D_E) ir absorbētā deva kādā atsevišķā orgānā vai audos atbilstoši jonizējošā starojuma veidam un enerģijas diapazonam; ekvivalento devu lieto, ja apstarojums sastāvējis no starojumiem ar dažādiem kvalitātes faktoriem (protoniem, neitroniem, α stariem).
- Efektīvā deva (D_H) rāda apstarojuma risku atsevišķiem orgāniem, kā arī ģenētisko risku divās nākošajās paaudzēs.
- Ekvivalentā efektīvā deva (D_{EH}) raksturo visu ķermeņa audu un orgānu ārējās apstarošanas (ja jonizējošā starojuma avots atrodas ārpus ķermeņa) un iekšējās apstarošanas (ja jonizējošā starojuma avots atrodas ķermeņa iekšpusē) ekvivalento devu summu, ņemot vērā jonizējošā starojuma ietekmes faktoru uz audiem (W_T, sk. 6. tab.).

Ekvivalentās devas, efektīvās devas, paredzamās ekvivalentās devas un paredzamās efektīvās devas mērvienība ir džouls uz kilogramu, tās nosaukums – **zīverts (Sv).**

Paredzamo kopējo efektīvo devu aprēķina, summējot ekvivalento devu no ārējiem starojuma avotiem gada laikā un paredzamo ekvivalento devu no radioaktīvo vielu iekšējas uzņemšanas, rēķinot to no visa radionuklīdu daudzuma, ko uzņem pieaugušais 50 gadu laikā, bērns 70 gadu laikā.

6. tabula. Cilvēka organisma jutības faktors [5]

Apstarojuma objekts organismā	Jutības faktors, W_T
Viss organisms (totāls apstarojums)	1,00
Dzimumdziedzeri	0,25
Piena dziedzeri	0,15
Sarkanās kaulu smadzenes	0,12
Plaušas	0,12
Vairogdziedzeris	0,03
Kaulu virsmas	0,03
Pārējie orgāni	0,30

Aktivitāte (A) ir noteiktā enerģijas stāvoklī esoša radionuklīda daudzuma aktivitāte konkrētajā laikā. Aktivitātes mērvienība ir bekerels (Bq). Vienu bekerelu liela aktivitāte ir radioaktīvā starojuma avotam, kurā vienā sekundē sabrūk 1 atoms.

Jonizējošā starojuma devu limiti darbiniekiem un no 16 līdz 18 gadu veciem mācekļiem un studentiem, kas noteikti MK noteikumos par aizsardzību pret jonizējošo starojumu, ir sekojoši:

- Efektīvās devas **pamatlimits darbiniekiem** ir 20 mSv gadā. Darbiniecei grūtniecei un mātei, kas baro bērnu ar krūti, efektīvās devas pamatlimits ir 1 mSv gadā.
- Papildus efektīvās devas pamatlimitam (20 mSv gadā) darbiniekam ir noteiktas efektīvās devas atsevišķiem orgāniem (acs lēcai 150 mSv gadā, jebkurai 1 cm^2 lielai ādas virsmai 500 mSv gadā, plaukstām, apakšdelmiem, pēdām un potītēm 500 mSv gadā).
- Efektīvās devas pamatlimits no 16 līdz 18 gadu veciem **mācekļiem un studentiem** (turpmāk — mācekļi un studenti) ir 6 mSv gadā.
- Papildus efektīvās devas pamatlimitam mācekļiem un studentiem ir noteiktas ekvivalentās devas pakārtotie limiti atsevišķiem orgāniem (acs lēcai – 50 mSv gadā, jebkurai 1 cm^2 lielai ādas virsmai –150 mSv gadā, plaukstām, apakšdelmiem, pēdām un potītēm – 150 mSv gadā).

Atbilstoši paredzamajai apstarošanai darbu vadītājs sadala darbiniekus divās kategorijās:

- A kategorija – darbinieki, kuru paredzamā efektīvā deva var pārsniegt 6 mSv gadā vai ekvivalentā deva var būt par 3/10 lielāka nekā iepriekš norādītie ekvivalentās devas pakārtotie limiti;
- B kategorija – darbinieki, kuru paredzamā efektīvā deva nevar pārsniegt 6 mSv gadā vai iepriekš norādītos ekvivalentās devas pakārtotos limitus. Papildus B kategorijā iedala arī nodarbinātos, kuri neveic darbības ar jonizējošā starojuma avotiem, bet kuriem regulāri veic radioloģisko izmeklēšanu.

Jonizējošā starojuma efektīvās devas **pamatlimits iedzīvotājiem** nedrīkst pārsniegt 1 mSv gadā, neieskaitot apstarojumu no dabiskajiem jonizējošā starojuma avotiem un medicīniskās apstarošanas laikā. Papildus efektīvās devas pamatlimitam (1 mSv gadā) iedzīvotājiem ir šādi ekvivalentās devas pakārtotie limiti: ekvivalentā deva acs lēcai – 15 mSv gadā, jebkurai 1 cm^2 lielai ādas virsmai, kā arī plaukstām, apakšdelmiem, pēdām un potītēm – 50 mSv gadā.

Veselības statistikas un medicīnas tehnoloģiju valsts aģentūra izstrādā rekomendācijas par radioloģiskās aparatūras nepieciešamo daudzumu, apkopo informāciju par medicīniski radioloģisko procedūru un alternatīvo metožu izmantošanu valstī un kopīgi ar Radiācijas drošības centru veicina radiācijas drošības kvalitātes nodrošināšanas prasību un kvalitātes kontroles prasību ievērošanu. Radiācijas drošības centrs novērtē vidējo pacienta devu dažādās medicīniski radioloģiskās procedūrās un pacientu grupās un iekļauj minēto informāciju datu bāzē par iedzīvotāju apstarošanu, kā arī informāciju par ārstniecības personāla saņemtām apstarošanas devām [9]. Radioloģijas centra publiskos pārskatos, piemēram, var iegūt informāciju par dažādo radioloģisko iekārtu daudzumu valstī.

Ārstniecības persona, kurai ir tiesības veikt medicīniski radioloģisko procedūru, ir atbildīga par medicīniski radioloģiskās procedūras izvēli un par katru medicīnisko apstarošanu. Viņas pienākums ir novērtēt medicīniskajā apstarošanā iegūto radiodiagnostisko informāciju vai radioterapeitisko rezultātu un sadarboties ar citiem speciālistiem, kas saistīti ar medicīnisko apstarošanu, attiecībā uz medicīniskās apstarošanas tehniskajiem aspektiem (piemēram, medicīniski radioloģisko procedūru sagatavošana un izpilde, ar to saistītās radioloģiskās aparatūras darbināšana un lietošana, kā arī radioloģiskās aparatūras tehnisko parametru un darba vietas

fizikālo parametru novērtēšana, pacienta devas noteikšana ar tiešām vai netiešām mērīšanas metodēm – pacienta dozimetrija, radioloģiskās aparatūras kalibrēšana un apkope, filmu attīstīšana, radioaktīvo materiālu sagatavošana un lietošana).

Darba devējs nodrošina darbinieku, mācekļu un studentu veselības aprūpi, veicot medicīnisko izmeklēšanu pirms darbinieka pieņemšanas darbā, pirms darbinieka iedalīšanas A vai B kategorijā, lai noteiktu darbinieka atbilstību amatam, kā arī obligātās veselības pārbaudes, lai noteiktu darbinieka atbilstību attiecīgo darba pienākumu izpildei. A kategorijas darbinieku veselības stāvokli pārbauda vismaz reizi gadā, bet B kategorijas darbinieku veselības stāvokli – vismaz reizi divos gados, lai noteiktu darbinieka atbilstību attiecīgo darba pienākumu izpildei. Veselības pārbaudes veikšanai darbiniekam līdzi ir izraksts no viņa ambulatorās vai stacionārās slimnieka medicīniskās kartes, kurā ir ietverta visa zināmā agrāk saņemtā apstarošana darba vietā, kā arī medicīniskā apstarošana, ja tāda bijusi, kā arī darba vides radiācijas monitoringa novērtējums.

Ja darbiniekam konstatētas arodslimības pazīmes vai ar veikto darbu saistīta vispārēja rakstura saslimšana un viņš beidzis darbības ar jonizējošā starojuma avotiem, ārstniecības iestāde turpina viņa veselības aprūpi tik ilgi, cik nepieciešams, lai nodrošinātu attiecīgās personas veselību. Minētajā gadījumā izdevumus, kas saistīti ar veselības pārbaudi, turpina segt darba devējs.

Informācijā par darbinieka veselības pārbaudēm ietver darbības veidu ar jonizējošā starojuma avotiem; veselības pārbaužu rezultātus pirms pieņemšanas darbā vai iedalīšanas A vai B kategorijā; obligāto veselības pārbaužu rezultātus; saņemto jonizējošā starojuma devu novērtējumu. Informāciju par darbinieka veselības pārbaudēm ārstniecības iestāde saglabā, līdz persona sasniedz vai būtu sasniegusi 75 gadu vecumu, bet ne mazāk kā 45 gadus pēc darbības izbeigšanas ar jonizējošā starojuma avotiem. Pēc minētā termiņa beigām attiecīgo informāciju nodod arhīvā likumā "Par arhīviem" noteiktajā kārtībā.

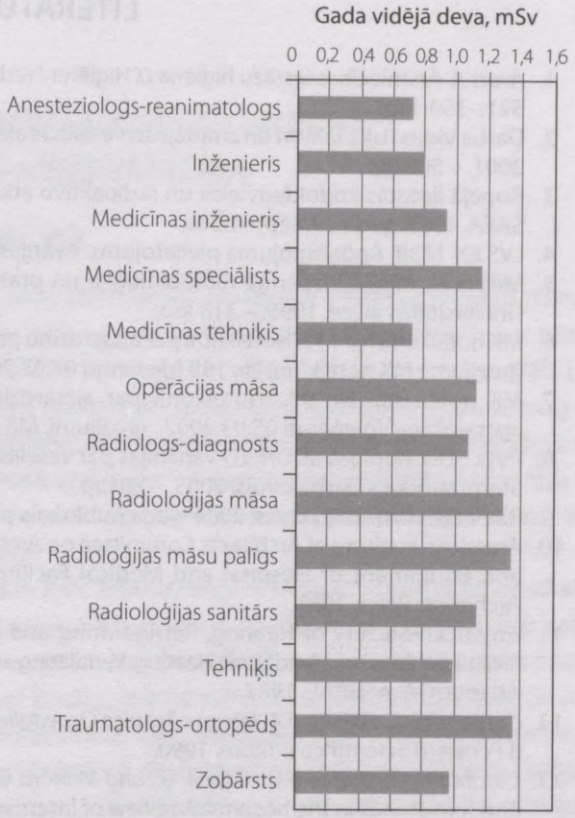
Ja darbiniekam ir pārsniegts efektīvās devas pamatlimits (20 mSv gadā) vai ekvivalentās devas pakārtotais limits gada laikā, darba devējs nodrošina attiecīgā darbinieka ārpuskārtas veselības pārbaudi un, ja tiek konstatētas arodslimības pazīmes vai ar veikto darbu saistīta vispārēja rakstura saslimšana, attiecīgu ārstēšanu. Kā rāda Radioloģijas centra pārskats, vidējām devām medicīnas darbiniekiem ir tendence samazināties (3. att.), bet pieaug kontaktējošo darbinieku skaits.

Lai nodrošinātu **darbinieku aizsardzību pret jonizējošo starojumu,** kā arī lai nepieļautu radiācijas avārijas, darba devējs nodrošina darbinieku apstarošanas kontroli un uzskaiti operatora kontrolētajā zonā, norīko pietiekamu skaitu apmācītu darbinieku darbiem ar jonizējošā starojuma avotiem, nodrošina darbu vadītāja un darbinieku attiecīgu apmācību un instruktāžu, lai visi darbinieki (arī mācekļi un studenti) tiktu informēti par iespējamo kaitējumu veselībai, ko var izraisīt darbs ar jonizējošā starojuma avotiem, par radiācijas drošības un kodoldrošības prasībām un tiktu apmācīti aizsardzībai pret jonizējošo starojumu; nodrošina darbinieču papildu informēšanu par iespējamo kaitējumu viņu reproduktīvajai veselībai un jonizējošā starojuma ietekmi uz grūtniecību; nodrošina jonizējošā starojuma avota apkalpošanas un darbu izpildes instrukcijas izstrādāšanu, apstiprināšanu un izsniegšanu darbiniekiem; aptur darbību ar jonizējošā starojuma avotu, ja atklāts tā defekts vai normatīvo aktu pārkāpums darbībā ar jonizējošā starojuma avotiem, un novērš attiecīgos trūkumus.

Lai novērtētu aizsardzības pasākumu izpildes kvalitāti un efektivitāti, darba devējs nodrošina radiācijas drošībai un kodoldrošībai izmantojamo aizsargierīču, palīgierīču un materiālu

efektivitātes, kā arī to darbderīguma un pareizas izmantošanas regulāras pārbaudes; jonizējošā starojuma avotu konstrukcijas un izvietojuma novērtējumu; jauna vai modificēta jonizējošā starojuma avota darbderīguma apstiprināšanu; mērinstrumentu regulāru kalibrēšanu, kā arī to darbderīguma un pareizas izmantošanas regulāras pārbaudes.

1995. g. Starptautiskā atomenerģijas aģentūra (SAEA), īstenojot drošības pamatprincipus par aizsardzību pret jonizējošo starojumu un par radiācijas avotu drošību, iniciējusi lietotās kodoldegvielas un radioaktīvo atkritumu drošas pārvaldības konvenciju (kuru parakstījusi arī Latvija), kas (atgādinot 1992. g. Riodežaneiro Apvienoto Nāciju Organizācijas vides un attīstības konferences pieņemtās *"Agenda 21"* 22. nodaļu) vēlreiz uzsver drošas un videi nekaitīgas radioaktīvo atkritumu apsaimniekošanas sevišķi svarīgo nozīmi, atzīstot, ka kodolreaktoru darbība rada lietoto degvielu un radioaktīvos atkritumus un ka arī citos kodoltehnoloģiju procesos rodas radioaktīvie atkritumi, kuru pārvaldībai ir vienādi drošības mērķi, kas nosaka radioaktīvo atkritumu garantētu drošu apsaimniekošanu, un atzīst kā svarīgu sabiedrības informēšanu par drošu radioaktīvo atkritumu apsaimniekošanu. "Radioaktīvie atkritumi" nozīmē radioaktīvās gāzveida, šķidrās vai cietās vielas, kuras paredzēts turpmāk neizmantot, bet "likvidēt", kas ietver dezaktivācijas un demontēšanas darbus, vai "apglabāt", kas nozīmē radioaktīvo atkritumu ievietošanu piemērotā ietaisē bez nodoma tos atgūt [3, 22, 23, 24].



3. attēls. Individuālo gada vidējo devu sadalījums veselības iestāžu darbiniekiem pa specialitātēm (Radioloģijas centra dati)

Aizsardzība pret radiāciju ekspluatācijas periodā nosaka atbilstošus pasākumus, lai nodrošinātu, ka:

- uzņēmuma radītā radiācijas iedarbība uz strādniekiem un iedzīvotājiem būtu tik zema, cik vien tas saprātīgi panākams, ņemot vērā ekonomiskos un sociālos faktorus;
- neviens indivīds normālās situācijās nesaņem tādas radiācijas devas, kas pārsniedz nacionālos devu ierobežojumus, kas ir pienācīgi novērtēti starptautiski atbalstītos standartos aizsardzībā pret radiāciju;
- tiek veikti pasākumi, lai aizkavētu neplānotas un nekontrolētas radioaktīvo vielu noplūdes vidē.

LITERATŪRA

1. *Avots A.* Ārstniecības iestāžu higiēna // Higiēna / red. Z. Lindberga. – 2. izd. – Rīga: Zvaigzne, 1991. – 321.–350. lpp.
2. Darba vides riska faktori un strādājošo veselības aizsardzība / Red. V. Kaļķis un Ž. Roja. – Rīga: Elpa, 2001. – 500 lpp.
3. Kopējā lietotās kodoldegvielas un radioaktīvo atkritumu drošas pārvaldības konvencija. – Vīne: SAEA, 1997. gada 29. septembris.
4. LVS EN 1838. Apgaismojuma pielietojums. Avārijas apgaismojums, 2001, 12 lpp.
5. *Millers A., Rūse I.* Vispārīgā radiobioloģija un praktiskā radioekoloģija. – Rīga: LU izdevniecība Universitātes avīze, 1995. – 313 lpp.
6. MK noteikumi Nr. 149 "Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu" (pieņemti 09.04.2002., grozījumi: MK noteikumi Nr. 188 (pieņemti 07.03.2006.)).
7. MK noteikumi Nr. 97. "Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu medicīniskajā apstarošanā" (pieņemti 05.03.2002., grozījumi: MK noteikumi Nr. 829 (pieņemti 01.11.2005.)).
8. PVO, SDO. Kopīgās SDO/PVO vadlīnijas par veselības aprūpes dienestiem un HIV/AIDS. – Ženēva: Starptautiskais Darba birojs, 2005. – 80 lpp.
9. Radiācijas drošības centrs: 2004. gada publiskais pārskats. – Rīga, 2005. – 63 lpp.
10. American Institute of Architects Committee on Architecture for Health: Guidelines for Construction and Equipment of Hospital and Medical Facilities. – Washington, DC: American Institute of Architects Press, 1987.
11. American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers (ASHRAE). Health facilities // ASHRAE Handbook: Heating, Ventilating and Air-conditioning Systems and Applications. – Atlanta: GA, ASHRAE, 1987.
12. *Catanatini C., Cambieri A. Igiene e Tecnica Ospedaliera (Hospital Hygiene and Organization.* – Roma: Il Pensiero Scientifico Editore, 1990.
13. *Catanatini C., Damiani G., Capelli G., and Manara G.* // Building design and selection of materials and furnishings in the hospital: A review of international guidelines // *Indoor Air '93: Proceedings of the 6th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, 1993. – 2. – Pp. 641–646.*
14. *Catanatini C., Capelli G., Damiani G.* Multiple criteria evaluation in planning selection of materials for health care facilities. Preliminary identification of criteria and variables // *Healthy Buildings '94: Proceedings of the 3rd International Conference,* 1994. – 1. – Pp. 103–108.
15. *Edling C.* Anesthetic gases as an occupational hazard: A review // *Scand J Work Environ Health,* 1980. – V. 6 – Pp. 85–93.
16. Encyclopedia of health care. Catanatini C., Damiani G. and G. Capelli. Buildings for Health care facilities: ILO, 1995.
17. *Engels J., Senden T. H.,* and *Hertog K.* Working postures of nurses in nursing homes // *Occupational Health for Health Care Workers* / edited by M. Hagberg, F. Hofmann, U. Stossel, and G. Westlander. Landsberg / Lech: Ecomed Verlag, 1993.
18. *Llewelyn-Davies, R.* and *J. Wecks.* In-patient areas // *Approaches to Planning and Design of Health Care Facilities in Developing Areas* /edited by B. M. Kleczkowski and R. Piboleau. – Geneva: WHO, 1998.
19. ISO 8995. Lighting of indoor work places: ISO, 2002, *18 p.*
20. National Health Service (NHS). *Design Guide. The Design of Community Hospitals.* – London: Her Majesty's Stationery Office, 1991a.
21. National Health Service (NHS). *Health Building Note 46: General Medical Practice Premises for the Provision of Primary Health Care Service.* – London: Her Majesty's Stationery Office, 1991b.
22. INSC – International Nuclear Safety Centre. – http://www.insc.anl.gov/
23. World Nuclear Association; Chernobyl and Soviet Reactors. – http://www.world-nuclear.org/info/-chernobyl/infD7.htm
24. UNSCEAR The Chernobyl Accident <http://www.unscear.org/chernobyl.htm>.
25. *Знаменский А. В.* Госпитальная гигиена // Санитарно-эпидемиологические требования к устройству и эксплуатации лечебно-профилактических учреждений / Ред. проф. Ю. В. Лизунов. – СПб: Издательство Фолиант, 2004. – 240 с.

14.2. ZOBĀRSTNIECĪBAS IESTĀŽU HIGIĒNA, VIDES UN ARODVESELĪBA

14.2.1. DARBA VIDE ZOBĀRSTNIECĪBĀ

Zobārstniecība ir medicīnas nozare, kurā strādājošie ir pakļauti visdažādākajiem riska faktoriem – gan tādiem, kas izriet no paša darba procesa, gan tādiem, kuru cēlonis var būt slikta darba organizācija. Ārstēšanā izmanto toksiskas ķīmiskas vielas (piemēram, dzīvsudrabu, metilmetakrilātu), elektromagnētiskos viļņus (piemēram, ultravioleto starojumu, lāzeru, magnētiskos laukus (piemēram, pastāvīgos magnētus ortodontijā), diagnostikā izmanto jonizējošo radiāciju – rentgenstarus. Neatrisināti, nenokārtoti darba un darba vides apstākļi un organizēšanas jautājumi, kā arī pacientu izteikti uzbudināts psihoemocionālais stāvoklis, šķiet, ir zobārstu paaugstināta stresa galvenie cēloņi.

No medicīniskās aprūpes darbiniekiem tieši stomatologi ir visvairāk noslogoti ne tikai psihoemocionālā ziņā, bet arī tīri fiziski. Zobārstniecībā visvairāk strādā sievietes (Latvijā līdz pat 90%), un tas, protams, palielina risku iegūt traumas, saslimt ar slimībām, kas atkarīgas no darba vai arodslimībām. Zobārsti slimo 1,5 reizes biežāk nekā daudzu citu specialitāšu ārsti un ir pirmajā vietā pēc darba nespējas gadījumu skaita uz 100 strādājošiem. Pēc zviedru pētnieku datiem [4,11], zobu tehniķi vairāk slimo ar onkoloģiskām slimībām nekā pārējā populācija (krūts vēzis – sievietēm, urīnceļu vēzis – vīriešiem). Arodslimību cēloņi ir galvenokārt ķīmiskas (alergēni kompozītmateriāli, cimdi) un ergonomiskas (piespiedu darba poza, redzes sasprindzinājums) dabas faktori.

- Par kaitīgu arodfaktoru uzskata tādu situāciju vai atgadījumu, kad ir iespējams kaitējums veselībai, kad organisma darbībā rodas funkcionāli vai organiskas dabas traucējumi.
- Kaitīga situācija jeb riska situācija ir tāds apstākļu kopums, kad cilvēkam ir saskarsme ar kaitīgo faktoru, bet viņš tomēr netiek pakļauts šā faktora iedarbībai.
- Kaitīgs atgadījums ir tāds notikums, kad cilvēks tiek pakļauts kaitīgā faktora iedarbībai un tas izraisa veselības kaitējumu.

Tātad kaitīgais faktors raksturo darba vidi, tās apstākļus vai arī pašu darbu, kaitīga situācija – darba norisi, procesu, bet kaitīgs atgadījums – kļūdu vai nelaimes gadījumu šā procesa laikā. Piemēram, ārstējot ar HIV (cilvēka imūndeficīta vīrusu) inficētu pacientu (kaitīgais faktors), zobārsts ir saskarsmē ar šo faktoru (kaitīgā jeb riska situācijā), taču nav pakļauts tā iedarbībai. Ja zobārsts nejauši ievaino sevi ar instrumentu (šļirci, skalpeli), ko lieto pacienta ārstēšanā, notiek kaitējums veselībai – kaitīgs atgadījums. Ja šāda kļūdīšanās notiek pastāvīgi, kaitīgā situācija kļūst par ilgstoši notiekošu kaitīgu atgadījumu.

Ikdienas praksē zobārsts saskaras ar daudziem kaitīgiem faktoriem – gan ķīmiskiem (piemēram, amalgamu), gan fizikāliem (ultraskaņu), gan bioloģiskiem (patogēniem mikroorganismiem pacientu mutes dobumā), gan psihosociāliem un organizatoriskiem (pārslodzi), gan ergonomiskiem (neērtu darba krēslu) faktoriem – tātad pastāvīgi atrodas kaitīgā situācijā.

Noteiktos apstākļos šī situācija kļūst par ilgstoši notiekošu kaitīgu atgadījumu, t.i., kaitīgie arodfaktori nodara kaitējumu zobārsta veselībai.

Arodkaitīgo faktoru iedarbības mehānisms uz cilvēka organismu ir divējs:

- tiešs fizikāli ķīmiskais mehānisms (piemēram, pastāvīgs darbs putekļainā gaisā izraisa pneimokoniozi);
- psihofizioloģiskais (stresa) mehānisms (piemēram, konfliktsituācijas darbā palielina iespēju saslimt ar koronāro sirds slimību).

Abi šie mehānismi var darboties vienlaikus, gan savstarpēji summējoties, gan arī pastiprinot vai vājinot kaitīgo iedarbību uz cilvēka organismu.

Parasti fizikālie, ķīmiskie un bioloģiskie faktori ir saistīti ar pirmo mehānismu, bet psihosociālie un organizatoriskie faktori – ar otro mehānismu, tomēr ne vienmēr. Piemēram, darbs ar nepatīkamu smaku izdalošām ķīmiskām vielām var izraisīt bailes par šo vielu iespējamo kaitīgo iedarbību, tādējādi pakļaujot strādājošo stresam. Savukārt tāds psihosociālais kaitīgais faktors kā huligānisms var novest ne tikai pie psihiskas, bet arī fiziskas traumas – piedzēries pacients ārstu var ne tikai izlamāt neķītriem vārdiem, bet arī uzbrukt ārstam ar dūrēm.

Lai objektivizētu kaitīgā faktora un kaitējuma attiecības, lieto jēdzienu – risks, ko definē kā funkciju no kaitējuma iespējamības un bīstamības. Kaitējuma iespējamība ir atkarīga no kaitīgās situācijas (arodfaktora ekspozīcijas) biežuma un ilguma.

14.2.1.1. Fizikālie arodfaktori

No fizikālajiem arodfaktoriem zobārstniecībā pirmām kārtām jāmin mikroklimats, troksnis, vibrācija un elektromagnētiskais starojums plašā viļņu garuma spektrā (rentgenstarojums, ultravioletais starojums, gaisma, lāzerstarojums).

Pēc LM Zobārstniecības kabineta un zobu tehniskās laboratorijas atbilstības pagaidu noteikumiem (29.01.1997.), pastāvīgajās darba vietās, kur zobārstniecības kabinetu un laboratoriju personāls pavada vairāk nekā pusi no sava darba laika (vai divas stundas nepārtraukti), jānodrošina optimāli mikroklimatiskie apstākļi (sk. 1., 2. tab.).

1. tabula. Pieļaujamie mikroklimatiskie apstākļi pastāvīgajās zobārstniecības vietās

Gada laiks	Gaisa temperatūra (°C)	Relatīvais mitrums (%)	Gaisa kustības ātrums (m/s)
Gada aukstajā un pārejas periodos	18–23	40–60	0,2
Gada siltajā periodā	21–25	40–60	0,2

2. tabula. Pieļaujamie mikroklimatiskie apstākļi nepastāvīgajās darba vietās (piemēram, laboratoriju speciālajās telpās)

Gada laiks	Gaisa temperatūra (°C)	Relatīvais mitrums (%)	Gaisa kustības ātrums (m/s)
Gada aukstajā un pārejas periodos	17–25	40–60	0,2
Gada siltajā periodā	< 25	< 65	0,2–0,5

Troksnis ir viens no visvairāk izplatītajiem fizikālas dabas arodfaktoriem, ar kuru diendienā sastopas strādājošie ne vien zobārstu kabinetos, bet arī zobu tehniķu laboratorijās. Zobārstniecības darba vidē ir dažādi trokšņa avoti: urbjmašīnas, it īpaši ātrgaitas turboiekārtas, amalgamu maisītāji, kompresori, slīpmašīnas, vietējās un vispārējās velkmes ventilācijas iekārtas. Vecāka gadagājuma lielu apgriezienu urbjmašīnas rada augstas intensitātes troksni – 95 dB(A) ar vairāk nekā 8000 Hz frekvenci. Kaut arī modernāku urbjmašīnu radītais troksnis ir divreiz mazāks (85 dB(A)), taču tā frekvenču josla (2000–5000 Hz) ir dzirdei visbīstamākā. Zobu tehniskajā laboratorijā atsevišķu darbu radītais trokšņa līmenis ir šāds [2]:

apstrāde ar saspiestu gaisu	– 85–105 dB(A)
ģipša apstrāde	– 83–100 dB(A)
apstrāde ar ultraskaņu	– 70–93 dB(A)
metāla apstrāde	– 82–94 dB(A)
vietējā velkmes ventilācija	– 65–83 dB(A)

Stomatologi troksnim ir pakļauti 0,5–2 stundas dienā. Audiometriskās pārbaudes parāda, ka vidēji pēc 3 darba gadiem zobārstu dzirdes jutība pazeminās neatkarīgi no cilvēka dzimuma un vecuma. Zobu tehniķiem reģistrētie dzirdes pavājināšanās un pat zaudēšanas gadījumi liecina par prettrokšņa pasākumu nepieciešamību zobu tehniskajās laboratorijās [24].

Šos pasākumus var iedalīt divās grupās:

1) trokšņa samazināšana pašos trokšņa avotos;
2) trokšņa samazināšana tā pārvades ceļos no trokšņa avota.

Urbjmašīnu troksni galvenokārt iespējams samazināt, lietojot borīšu gumijas vai silikona izolatorus, kā arī precīzi izpildot instrukcijas un regulāri nomainot uzgaļus, kad tie kļūst trokšņaini. Augstspiediena gaisa urbjmašīnām ir lielāks apgriezienu skaits, un tās rada stiprāku troksni, galvenokārt tādēļ, ka ātrāk nodilst uzgaļi. Šādos gadījumos ieteicams lietot individuālos dzirdes orgānu aizsarglīdzekļus – tamponus un antifonus. Dažādu materiālu (vates, gumijas, putuplasta) tamponus izmanto, ja trokšņa līmenis ir līdz 100 dB(A), bet antifonus – līdz 110 dB(A). Šie aizsarglīdzekļi absorbē augstfrekvenču skaņas spēcīgāk, tādējādi tie neapgrūtina sarunvalodas uztveršanu.

Stomatoloģijā vietējai vibrācijai ir pakļauti darbinieki, kas lieto dažādus rotējošus darbarīkus, kas ģenerē vibrāciju (urbjmašīnas, elektriskās slīpēšanas, pulēšanas, asināšanas, griešanas u.tml. ierīces).

Zobārstu rokas saņem vibrāciju ar paātrinājumu ap 100 m/s^2 un frekvenču diapazonu – 1–50 kHz. Turpretī zobu tehniķu roku saņemtās vibrācijas paātrinājums ir 10–30 m/s^2, bet frekvenču diapazons – 5–20 kHz, jo viņi parasti strādā ar ierīcēm, kam ir mazāks apgriezienu skaits minūtē. Augstas frekvences vibrāciju gadījumā pārnestā mehāniskās enerģijas lielākā daļa tiek absorbēta jau virspusējos audu slāņos un tādējādi nav bīstama perifēriskajai nervu sistēmai. Tāpēc vibrācijas kaitīgā iedarbība uz rokām tiek ierobežota līdz 1,5 kHz.

20. gs. 70. gadu beigās izdarītajos pētījumos [14, 21] konstatēts, ka starp stomatologiem (gan zobārstiem, gan zobu tehniķiem) ar lielu darba stāžu ir daudzi, kam ir t.s. bālo pirkstu vazospastiskie simptomi, izteikts pirkstu stīvums un pazemināta taustes jutība. Veikto pētījumu skaits ir neliels, dažkārt arī pretrunīgs, taču to lielākā daļa liecina par nelielu augstu frekvenču (> 1000 Hz) vibrāciju kaitīgo iedarbību uz cilvēku [1].

Lai mazinātu vibrācijas nelabvēlīgo ietekmi, pirmkārt, jāmodernizē stomatologu darba aprīkojums, rotējošos instrumentos izmantojot tikai iecentrētus, sabalansētus motorus. Ārzemēs lielu uzmanību veltī iespējām iegādāties augstas kvalitātes nevibrējošas ierīces. Tomēr jāatzīst,

ka vibrācijas samazināšana šādā veidā ir ļoti grūts uzdevums, kas turklāt saistīts ar produkcijas sadārdzināšanos.

Otrs vibrācijas novēršanas veids ir tās izolācija, dzēšot vai absorbējot svārstības pārneses ceļā uz rokām. Vibrācijas izolācijas efektivitāte ir atkarīga no absorbējošā materiāla cietības, viskozoelastiskām īpašībām, vibrācijas frekvences un satvēriena spiediena lieluma. Parasti augstu frekvenču vibrācijas dzēšana ir vieglāk veicama nekā zemāku.

Zobārstniecībā šim nolūkam daudzos gadījumos izmanto mīkstus gumijveida materiālus. Piemēram, silikona-gumijas materiāls *COLGRIP*, kuru sākumā izmantoja ergonomiskiem mērķiem – kā instrumentu apvalku ar uzlabotām adhezīvām (berzes) īpašībām. Vibrāciju samazināšanas spējas pārbaudēs materiāls izrādījās derīgs ultralielu apgriezienu urbjmašīnu augsto frekvenču vibrāciju absorbēšanai (virs 2–3 kHz). Vibrācijas iedarbību uz rokām mazina arī iespēja neturēt instrumentu pārāk ciešā satvērienā. Jāpiezīmē, ka urbjmašīnas rokturi var tīrīt un sterilizēt *COLGRIP* apvalkā.

Darbavietā jābūt racionālam apgaismojumam, kas nodrošina psiholoģisko komfortu un novērš redzes sasprindzinājumu un piepūli, tādējādi mazinot arī vispārējo nogurumu un uzlabojot darba kvalitāti. Ir zināms, ka pēc trīs stundu darba acs redzes spēja samazinās par 10–15%, bet pēc astoņām stundām – par 20% un vairāk atkarībā no veicamā darba precizitātes pakāpes.

Zobārsta darbs pieskaitāms visaugstākās precizitātes kategorijai – tas ir līdzīgs juveliera vai pulksteņmeistara darbam. Palielināta redzes piepūle, kas saistīta ar neērtu piekļūšanu un sliktu redzamību, sastopama visos diagnosticēšanas un ārstēšanas etapos: mutes dobuma apskatē, instrumenta izmēra izvēlē, zobu kariesa krīta punkta stadijā, zobakmens atdalīšanā, zoba kanāla apstrādē u.tml.

Liela skaita stomatologu apsekošana [17] parādīja, ka mazāk nekā pusei (48%) zobārstu ir normāla redze, 26% – izteikta tālredzība, bet 21% – tuvredzība. Palielinoties darba stāžam, palielinās stomatologu skaits, kam ir redzes traucējumi. Līdz 40 gadu vecumam normāla redze bija 70% apsekoto, 41–45 gadus vecumā – 40%, bet 56–60 gadu vecumā tikai 7% apsekoto. Šī palielināšanās, protams, ir saistīta arī ar novecošanos, tomēr lielākā daļa aptaujāto redzes piepūli darbā uzskatīja par noteicošo faktoru. Daudzus zobārstus neapmierina luminiscējošās spuldzes, kas ātrāk nogurdina acis, kā arī izmaina ādas un gļotādas nokrāsu.

Iekārtojot apgaismojumu, jāņem vērā higiēniskās prasības, kuru pamatā ir gaismas uztveres un ietekmes psihofizioloģiskās īpatnības:

- gaisma, kuras spektrālais sastāvs ir tuvs saules spektram, novērš objektu krāsas izkropļojumus; bez tam, nosakot telpas iekārtojuma krāsojumu, jāņem vērā, ka aukstie zilvioletie toņi pastiprina kavēšanas procesus, siltie oranžsarkanie toņi var izraisīt uzbudinājumu, bet dzeltenzaļie toņi iedarbojas nomierinoši;
- nosakot nepieciešamo apgaismojumu, jāņem vērā fona raksturs un kontrasta pakāpe. Jo tumšāks fons un mazāks kontrasts, jo lielākam jābūt apgaismojumam;
- lai novērstu biežu adaptēšanos un redzes nogurumu, apgaismojumam jābūt vienmērīgi izkliedētam un stabilam;
- jānovērš pārmērīgs spilgtums, ko stomatologa darba zonā var radīt gan atsevišķi gaismas avoti, gan priekšmeti. Jāatceras, ka, pārejot uz lielāku apgaismojuma spilgtumu, redzes adaptācija notiek dažu minūšu laikā, kamēr piemērošanās zemākiem apgaismojuma līmeņiem ir daudz lēnāka (30–60 min.).

Stomatoloģijā pielieto kombinēto apgaismojumu: darba zonā, kur tiek veikts darbs ar paaugstinātu redzes sasprindzinājumu, papildus vispārējam telpas apgaismojumam izmanto arī vietējo, lielākas intensitātes apgaismojumu. Lai novērstu apgrūtinātu redzes adaptāciju

šajos apstākļos, darba virsmas vispārējam apgaismojumam jābūt aptuveni desmitai daļai no nepieciešamā.

Dienas laikā pacientu pieņemšanas un laboratoriju telpās vispārējo apgaismojumu nodrošina dabiskais apgaismojums, turklāt ir ieteicams, lai pacientu pieņemšanas telpu logi būtu vērsti uz ziemeļiem. Zobu tehniķu darba vietās dabiskajam apgaismojumam jākrīt no kreisās puses. Lietojot mākslīgo vispārējo apgaismojumu, gaismas ķermeņi nedrīkst atrasties ārsta redzeslokā. Pastāvīgajās darba vietās vispārējā apgaismojuma minimālo līmeni (3. tab.) nosaka LM Zobārstniecības kabineta un zobu tehniskās laboratorijas atbilstības pagaidu noteikumi (29.01.1997.).

3. tabula. Apgaismojuma minimālais līmenis zobārstniecībā

Telpas nosaukums	Vispārējais apgaismojums (lx)	
	luminiscējošs	kvēldiega
Pacientu pieņemšanas, procedūru, zobu tehnisko laboratoriju telpas	500	200
Ģipša sagatavošanas, polimerizācijas telpas	400	200
Zobu rentgendiagnostikas kabineti, liešanas, lodēšanas telpas	200	100
Uzgaidāmās telpas	150	75
Kāpņu telpas, sanitārie mezgli	75–100	30–50

Nozīmīgu vietu zobārstu darba vidē ieņem ultravioletā un zilā radiācija, kā arī lāzerstarojums un rentgenstari. Elektromagnētisko viļņu spektrā ultravioletie viļņi (UV) atrodas starp jonizējošo un gaismas starojumu, t.i., starp 190 nm un 400 nm. UV radiācijas bioloģiskais efekts ir atkarīgs no to viļņu garuma, kā arī no cilvēka organisma īpatnībām. Cilvēkiem, kam ādā ir maz pigmenta, dziļāk audos nokļūst stari ar viļņu garumu, kas lielāks par 300 nm. Absorbējot UV starus organismā, var notikt dzīvībai svarīgu molekulu sabrukšana. Iedarbojoties UV stariem, kuru garums ir 265 nm, tiek sarautas ķīmiskās saites nukleīnskābju molekulās, bet aromātisko aminoskābju tirozīna un triptofāna absorbcijas maksimums attiecīgi ir 275 nm un 280 nm. Ar to arī izskaidrojamas UV starojuma, kura viļņu garums ir mazāks par 280 nm, spēcīgās baktericīdās īpašības. Visstiprākā eritēmu veidojošā iedarbība ir UV starojumam ar viļņu garumu 297 nm, bet ādas iedegumu vislabāk ir iegūt, izmantojot UV starojumu ar garākiem viļņiem (līdz pat 400 nm), kuri nerada ādas apdegumus.

Iedarbojoties UV starojumam uz acīm, galvenie klīniskie efekti ir konjunktivīts un fotokeratīts. Radzene visjūtīgākā ir pret UV starojumu ar viļņu garumu 270–288 nm, taču jāņem vērā, ka pie noteiktas intensitātes un ekspozīcijas ilguma acīm bīstams var būt arī zilais starojums; piemēram, ja viļņu garums ir lielāks par 400 nm, acis ātri nogurst, redze tumsā samazinās, dubultojas.

20. gs. 70. gadu sākumā stomatoloģijā sāka izmantot pret UV radiāciju jutīgos kompozītos plombēšanas materiālus, kas polimerizējas un sacietē 320–365 nm viļņu garuma UV starojuma ietekmē. Vēlāk kompozītu sacietināšanai izmantoja augstas intensitātes zilo gaismu (470 nm), bet pašreiz radīti moderni lokālas apstarošanas fotopolimerizatori, kuri parasti izstaro 360–500 nm diapazonā ar jaudu, kas lielāka par 160 W/m^2. Papildu šim starojumam fotopolimerizatori izstaro

arī infrasarkanos starus (> 750 nm), kuru jauda var sasniegt 60 W/m^2. Šādi starojuma līmeņi ir kaitīgi redzei, bet dažkārt, ja apstarota pacienta mutes gļotāda, tie var radīt ādas eritēmu. Tāpēc, lai samazinātu bīstamību, jāievēro šādi pasākumi:

- jāizvairās skatīties aparātu starojuma izejā;
- papildus fotopolimerizatora optiskajā traktā ieteicams lietot oranžsarkanus ekrānus zilivioletajam starojumam un zilizaļos gaismas filtrus – infrasarkanajam starojumam;
- ilgstošas apstarošanas gadījumā jālieto aizsargbrilles – gan ārstam un palīgpersonālam, gan arī pacientam;
- jāpārliecinās, vai aizsargbrilles aiztur vismaz 99% starojuma ar viļņu garumu, kas mazāks par 510 nm; tonētajam slānim, kas atstaro vai absorbē starojumu, jāatrodas stiklā (uz tā virsmas slānis ātri tiks noberzts).

Lāzerstarojums ir šauras elektromagnētisko viļņu joslas lielas jaudas starojums optiskajā diapazonā. Parasti šis viļņu garums mainās no 0,2 līdz 1000 μm. Lāzerstarojums var būt nepārtraukts un pulsējošs. Higiēniskajā normēšanā to raksturo viļņu garums λ (m), impulsa ilgums τ (s), impulsu atkārtošanās biežums f (Hz) un enerģētiskā ekspozīcijas deva D (J/cm^2).

Lāzera bioloģiskā iedarbība saistīta ar cieto un šķidro vielu pēkšņu pāreju gāzveida stāvoklī, notiek magnētiskā loka veidošanās un audu jonizācija. Šūnu nekrozes rezultātā izdalās toksiskas vielas, ir traucēta enzīmu aktivitāte. Nepareizi apejoties ar lāzeriekārtām, var rasties termiski ādas un acu bojājumi. Bez tam iespējami arī citi traucējumi, kas saistīti ar audu selektīvo elektromagnētisko viļņu uztveri:

- pārmaiņas centrālajā nervu sistēmā (galvassāpes, palielināta uzbudināmība, vispārējs nogurums);
- veģetatīvās sistēmas disfunkcija;
- asinsrites sistēmas traucējumi (hipotonija, hipertonija);
- pārmaiņas asins morfoloģiskajā sastāvā (hemoglobīna un trombocītu daudzuma palielināšanās).

Lāzertehniku ļoti plaši izmanto visdažādākajās nozarēs. Zobārstniecībā nu jau apmēram 30 gadu izmanto nelielas jaudas lāzerus. Bijušajā PSRS teritorijā stomatoloģiskām mikroķirurģiskām operācijām bieži izmanto lāzeriekārtas "Skalpeļ" un "Romaška". Stomatoloģiskajā fizioterapijā izmanto zemas intensitātes lāzeriekārtas. Zobu protēžu un stomatoloģisko ortodontisko aparātu izgatavošanā izmanto arī lāzermetināšanu, kas dod trīsreiz izturīgāku šuvi, nekā ir lodētā. Viena no mūsdienu progresīvākajām lāzerterapijas metodēm ir lāzerrefleksterapija, kuras gadījumā procedūras notiek bezkontakta ceļā, tas ļauj izvairīties no inficēšanās. Taču galvenā lāzerrefleksterapijas priekšrocība ir lāzerstarojuma neirotropiskās īpašības. Bez tam lāzerstarojums tieši ietekmē audu trofikas regulācijas mehānismus, kas nodrošina emaljas hiperstāzes, pulpīta, periodontīta, trijzaru nerva neiralģijas sekmīgu ārstēšanu.

Plaši izplatītu stomatoloģisku slimību profilaksē, diagnostikā un ārstēšanā (zobu kariess, parodonta patoloģijas) izmanto arī datorizētā lāzera automatizētās sistēmas.

Parasti pielietotais lāzerstarojums ar viļņu garumu 0,63–0,656, 0,85–0,95 un 1,5 μm impulsa režīmā ir par 30% efektīvāks nekā nepārtrauktais.

Strādājot ar lāzeriekārtām, jāievēro vairāki aizsardzības pasākumi:

- stingri jāievēro drošības tehnikas noteikumi un sanitārās normas;
- lāzeriekārta rūpīgi jāekranizē, jo tieši izkliedētais starojums var izraisīt ekspozīciju;
- stājoties darbā un regulāri katru gadu jāveic obligātās veselības pārbaudes, lai laikus konstatētu patoloģiskas pārmaiņas;
- jākontrolē lāzerstarojuma iespējamā atstarošanās no dažādām virsmām telpā;

- jālieto speciālas brilles ar polimēru krāsfiltriem (optiskais blīvums D mazāks par 3);
- izmantojot lāzerstarojumu ar viļņu garumu 0,54–0,62 mm, jālieto slēgtās brilles ar stikla krāsfiltriem (optiskais blīvums D lielāks par 3).

Rentgenstari ir elektromagnētiskās svārstības ar ļoti mazu viļņu garumu (10^{-8}–10^{-12} m) un lielu enerģiju (10^{2}–10^{6} eV), kas izraisa vielas jonizāciju. Bioloģiskos objektos jonizācija ir saistīta ar ūdens molekulu destrukciju un brīvo radikāļu veidošanos, kuru iedarbība uz audiem un arī savstarpējās reakcijas var izraisīt toksisku peroksīdu un bioloģiski aktīvu vielu rašanos. Turklāt jonizējošais starojums tieši denaturē olbaltumu un lipoproteīdu molekulas, līdz ar to samazinot organisma enzīmu aktivitāti. Šūnās notiek dažādas fizikālķīmiskas pārmaiņas, kas kavē to dalīšanos un atjaunošanos vai pat izraisa to bojāeju. Somatiskās šūnas var transformēties audzēja šūnās, bet dzimumšūnu hromosomu aberācijas var būt par cēloni pārmantotām slimībām.

Ja apstarojums ir vienreizējs, jonizējošās radiācijas patogēnā iedarbība ir vairāk izteikta nekā tad, ja organisms tādu pašu apstarojuma devu saņem ilgākā laika periodā, tikai sadalītu mazākās devās. Jonizējošās radiācijas iedarbības mehānisms uz cilvēka organismu vēl nav pilnībā izzināts, tomēr ir skaidrs, ka šīs iedarbības augsto bioloģisko aktivitāti nosaka tas, ka starojums vienlaikus izraisa dažādu bioloģisko procesu daudzpakāpju reakcijas.

Rentgenstarojums ir jonizējošās radiācijas veids, kam piemīt zems jonizācijas blīvums, taču augsta caurspiešanās spēja cietās vielās; to izmanto zobu rentgenoloģiskai izmeklēšanai. Dentālajā rentgendiagnostikā lieto t.s. cietos rentgenstarus ar viļņu garumu 10^{-11}–10^{-12} m. Parasti stomatologi var tikt pakļauti ārējam, hroniskam apstarojumam. Apstarojoties atkārtoti, organismā izraisītie bojājumi kā rentgenologu arodslimība ir pazīstami jau sen. Efektīvākie preventīvie pasākumi to novēršanā ir:

- stingra pieņemto normatīvu ievērošana (apstarojuma pieļaujamā absorbētā deva personālam ir 10^{-3} Gy/nedēļā; pieļaujamā ekvivalentā deva visam ķermenim ir 20 mSv/gadā, bet rokām vai kājām – 50–150 mSv/gadā [15];
- obligātas periodiskās veselības pārbaudes;
- ikgadējas instruktāžas un īslaicīgas apmācības radiācijas aizsardzības jomā;
- savlaicīga kontakta pārtraukšana ar rentgenstarojumu (darba maiņa).

Svarīgi zināt, ka pavisam droša jonizējošās radiācijas robežvērtība nav noteikta, tāpēc vienmēr stingri jāievēro apkalpošanas drošības noteikumi, cenšoties panākt visminimālāko ekspozīciju uz personālu (piemēram, vienmēr uzturēt kārtībā brīdinājuma zīmes un ierīces, pastāvīgi nēsāt termoluminiscences dozimetrus).

14.2.1.2. Bioloģiskie arodfaktori

Mikroflora mutes dobumā ir daudzveidīga (stafilokoki, streptokoki, *tbc* mikobaktērijas, gripas, infekciozā hepatīta, HIV vīrusi u.c.). Tā īpaši labi var saglabāties dziļos kariozos dobumos, slikti piegulošās protēzēs, smaganu kabatās, zem nekvalitatīvām plombām, kur zobu suka netiek klāt, siekalas neaizskalo, ir optimāla temperatūra un mitrums.

Iespēja saslimt ar patogēno mikrobu, vīrusu, sēņu (*Candida*), parazītu (*Trichomonas*) ierosinātām slimībām zobārstniecībā ir nepārtraukta kontakta dēļ ar lielu pacientu skaitu. Inficēšanās viegli var notikt ar asins, strutu, siekalu starpniecību, gan pa gaisu pilienu veidā, gan tiešā kontaktceļā. Tātad bioloģisko riska faktoru iedarbība var notikt gan caur elpošanas ceļiem, gan caur ādu.

Visdažādākās stomatoloģiskās procedūras (urbšana, plombēšana, ekstrahēšana, slīpēšana u.tml.) rada telpas gaisa piesārņojumu.

Infekcijas izplatīšanos veicina ātrgaitas urbjmašīnas – turbīnas. Lai mazinātu sāpes, ko izraisa paaugstināta audu temperatūra, turbīna tiek dzesēta ar gaisu vai ūdeni. Tai darbojoties, gaisā veidojas blīvs aerosols, kas sastāv no ūdens pilieniem, siekalām, kariozo zobu audu fragmentiem, putekļiem, strutām un mikroorganismiem. Infekciozais aerosols izplatās 50–80 cm attālumā, tas var nonākt zobārsta acīs, matos, uz sejas un roku ādas, bet ieelpojot nosēžas aizdegunē, plaušās. Šādi tiek inficēti visi apkārtesošie priekšmeti – urbjmašīna, tās uzgalis, pacienta krēsls, virsvalks u.c. 30% gadījumu noslaucījumos atrod nosacīti patogēnos mikrobus, galvenokārt stafilokokus. Inficēšanās risks pieaug, ja ir ādas bojājumi. Ārsta elpošanas zonā aerosols ir apmēram pusstundu.

B hepatīts (HBV) ir viena no izplatītākajām infekcijām, no kuras katru gadu mirst aptuveni viens miljons cilvēku. Vīrusa nēsātāji, nokļūstot medicīniskās aprūpes iestādēs, var inficēt medicīnisko personālu. Zobārstam risks saslimt ar B hepatītu ir sešas reizes lielāks nekā vidēji populācijā. Ir atklāts, ka hepatīta bezdzeltes formas ir 5 reizes biežāk sastopamas par dzeltes formu, bet tās nav mazāk bīstamas kontagiozitātes un slimības seku ziņā [27].

Lai notiktu inficēšanās, veselam cilvēkam pietiek ar ļoti niecīgu vīrussaturoša asins daudzuma nokļūšanu organismā (10^{-7} ml). B hepatīts ir transmisīva infekcija. B un C hepatīta vīrusi var atrasties visos organisma šķidrumos, arī siekalās. Tie izplatās no pacienta uz pacientu, no pacienta uz medicīnisko personālu, un otrādi, turklāt ne tikai tiešā kontaktā, bet arī caur slimnieku vai vīrusu nēsātāju kontaminētiem instrumentiem un apkārtējiem priekšmetiem. Uz šo priekšmetu virsmas ir ne tikai B vīrusa hepatīta antigēns, bet arī infekciozais vīruss, kas +25 °C temperatūrā saglabājas vismaz septiņas diennaktis. Arī aukstumā, piemēram, –20 °C temperatūrā HBV saglabā infekciozitāti vairāk nekā divdesmit gadus, bet +37 °C temperatūrā – 60 minūtes.

Paaugstināts risks saslimt ar HBV ir gan stomatologam, gan pacientam. Šādi gadījumi bieži atklāti sejas un žokļu ķirurgu praksē. Kopīgs šiem gadījumiem ir tas, ka stomatologiem, kas bijuši inficēšanas avoti, nav bijis aizdomu par infekcijas esamību viņu organismos.

Viena no visbīstamākajām infekcijām, ar kuru stomatologs var inficēties savā darbā, ir cilvēka imūndeficīta vīruss (HIV). Pētījumi rāda, ka mutes dobuma veselības speciālistiem bieži trūkst nepieciešamo zināšanu par HIV infekcijas izplatību, inficēšanās risku un kontroles iespējām. Piemēram, Japānā tikai ¼ daļai stomatologu ir vienāda attieksme pret HIV pozitīviem un HIV negatīviem pacientiem [12]. Lielākā daļa baidās sniegt stomatoloģisku palīdzību HIV pozitīvajiem, vēloties iegūt plašāku informāciju par preventīvajiem pasākumiem, aizsardzības metodēm un līdzekļiem, kā arī to drošības pakāpi.

Par to, ka stomatologiem nepieciešamas medicīniskas un psiholoģiskas zināšanas par HIV nēsātāju ārstēšanu, liecina nepareiza inficēšanās riska pakāpes novērtēšana. Speciālisti, kam patiešām ir liels risks inficēties (stomatologi ķirurgi, parodontologi, higiēnisti) mazāk baidās inficēties nekā tie, kam inficēšanās risks ir minimāls (stomatologi terapeiti, protēzisti, ortodonti).

Lai mazinātu inficēšanās risku līdz minimumam, jāievēro un jāveic visi pieejamie aizsardzības pasākumi. Stomatologam no pacienta anamnēzes ir jāizzina, vai viņš ir bijis vai pašreiz ir inficēts ar HIV. Ārstam jābūt vakcinētam pret B vīrusa hepatītu, bet tuberkulīna testi jāizdara reizi četros mēnešos. Ja stomatologam konstatēta imūnsupresija, viņam nav ieteicams ārstēt ar tuberkulozi slimus pacientus.

Katrs pacients jāuzskata par potenciāli patogēnu, tāpēc jāizmanto visi iespējamie dezinfekcijas paņēmieni. Pirms un pēc pacienta ārstēšanas jāmazgā rokas ar siltu ūdeni un neitrālām ziepēm, tādējādi novēršot ādas bojājumus. Rokas nosusina personīgajā dvielī vai papīra dvielī, pēc tam tās ieziež ar glicerīna, ūdens un ožamā spirta maisījumu vai speciālu krēmu. Ja ir notikusi saskare ar varbūtēji infekciozu materiālu, skartais ādas laukums nekavējoties jādezinficē

ar 75% etilspirta šķīdumu un jāskalo ar ūdens strūklu. Jāatceras, ka HIV vīruss inaktivējas 10 minūšu laikā 10% hlorkaļķa, 50% etanola, 0,5% lizola šķīdumā istabas temperatūrā.

Lai aizsargātu deguna un mutes dobuma gļotādu, jālieto aizsargmaskas. Četrkārtīga marles maska aiztur līdz 95% mikrofloras. Maska jāmaina ikreiz, kad tā kļuvusi mitra un netīra. Labāk lietot vienreizējās lietošanas maskas (pēc katra pacienta). Ja iespējama asiņu vai siekalu izšļakstīšanās, var lietot arī plastmasas sejas aizsegus vai aizsargbrilles, jo caur acs konjunktīvu var inficēties ar HIV.

Zobārstniecības darbiniekiem, kam uz rokām ir nobrāzumi, vaļējas brūces un paredzams kontakts ar pacienta gļotādu, jāvalkā vienreizējas lietošanas aizsargcimdi, kurus pēc katras pacienta apkalpošanas, tos nenovelkot, mazgā, bet pēc novilkšanas ievieto dezinficējošā šķīdumā. Pēc dezinficēšanas tos savāc atkritumu tvertnē. Rokas jāmazgā pirms katras jaunu cimdu uzvilkšanas. Tāpat katru dienu ieteicams mainīt aizsargtērpus – baltos virsvalkus. Notraipot tos ar biomateriālu, nepieciešama nekavējoša nomaiņa pret tīru.

Inficēšanās risku samazina regulāra apkārtējo virsmu apstrāde ar dezinficējošu šķīdumu un darba instrumentu un piederumu sterilizācija. Lai pārliecinātos par sterilizācijas efektivitāti, vismaz vienu reizi nedēļā ieteicams lietot speciālus testēšanai paredzētus krāsu bioindikatorus. Turklāt jāņem vērā, ka sterilizācijas efektivitāte ir atkarīga no pareizas sagatavošanās tai: instrumentu mehāniskas tīrīšanas, mazgāšanas, mērcēšanas laika dezinficējošā šķīdumā.

Vispārzināmie zobārstniecībā izmantojamo instrumentu un piederumu dezinfekcijas un sterilizācijas paņēmieni nodrošina HIV inficēšanās riska novēršanu. Tomēr pastāv zināms risks zobārstam inficēties pat ar aizsargcimdiem, piemēram, tiem saplīstot. Bez tam plaši pielietotie lateksa cimdi nenodrošina garantētu HIV necaurlaidību.

Darba telpu gaisa mikrofloras piesārņojuma mazināšanai nepieciešama efektīva gaisa apmaiņa. Šādu gaisa apmaiņu, ņemot vērā veicamo darbu specifiku un tajā esošo cilvēku skaitu, spēj nodrošināt tikai pareizi aprēķināta un uzstādīta velkmes–pieplūdes ventilācijas sistēma. Dažkārt šim mērķim var izmantot arī ultravioleto starojumu ar baktericīdām īpašībām (izmantojot par 280 nm mazāku viļņu garumu), tā saucamo kvarcošanu, neaizmirstot pēc tam telpu izvēdināt. Papildus ieteicamas regulāras darba telpu gaisa kaitīgo bioloģisko faktoru koncentrācijas pārbaudes.

Zobu tehniskajās laboratorijās plaši izmanto vietējo velkmes ventilācijas sistēmu, lai samazinātu telpas pieputekļojumu; tas mazina arī gaisa bakterioloģisko piesārņojumu.

Perspektīvā daudzsološa var būt ekstraorālā vakuuma aspiratora pielietošana, kas ārstniecisko manipulāciju laikā attīra gaisu pacienta mutes dobuma tiešā tuvumā [26]. Aspirators sastāv no trīs veida filtriem, kas aiztur dažāda lieluma daļiņas un putekļus. Pārbaudes ar aspiratoru tika veiktas modelētos Japānai raksturīgos apstākļos. Tika konstatēts, ka pirmajā filtrā tiek aizturēta puse zobu aplikuma un zobu slīpēšanas šķidrumos esošo mikrobu; streptokoku daudzums gaisā samazinājās par 94%. Trīs dažādie filtri nodrošina 99,97% kontaminēto daļiņu savākšanu, kuras ir lielākas par 0,3 mm (gaisā visvairāk ir 1,1–2,1 μm lielas kontaminētas daļiņas, mazākā daudzumā – 0,65–1,1 μm lielas daļiņas). Tādējādi ekstraorālā vakuuma aspirators ir atzīts par efektīvu pretpiesārņojuma ierīci, ārstējot pacientus, kuriem ir dažādas infekcijas slimības.

14.2.1.3. Ķīmiskie arodfaktori

Zobārstniecībā izmantotajām ķīmiskajām vielām (medikamentiem, kompozītmateriāliem) zināmos apstākļos var būt kaitīga iedarbība ne vien uz pacientiem, bet arī uz medicīnisko personālu. Sevišķi tas attiecas uz arodalergēniem.

Alerģija ir pārspīlēta organisma aizsargreakcija uz alergēniem, kas veselam cilvēkam ikdienā neizraisa šādu organisma reakciju. Alergēnam pirmo reizi nokļūstot organismā, notiek

sensibilizācija – veidojas antivielas. Ja notiek atkārtota saskare ar alergēnu, no šūnām atbrīvojas bioloģiski aktīvas vielas (histamīns, serotonīns u.c.) un sākas alerģiska reakcija. Visus alergēnus iedala eksoalergēnos un endoalergēnos. Arodalergēni ir eksoalergēni, kas var būt gan infekciozi, gan arī neinfekciozi. Stomatologa darbs norit apstākļos, kas saistīti ar sabiedrībai raksturīgiem nelabvēlīgiem faktoriem (pastāvīga emocionāla spriedze, hroniska hipoksēmija, vibrācija, troksnis). Šādos apstākļos virsnieru funkcionēšana pakāpeniski novājinās un alerģisko reakciju attīstība netiek aizkavēta. Stomatoloģijā nākas saskarties ar visdažādākajiem ķīmiskas dabas arodalergēniem. Uzbūves ziņā tie var būt vienkārša viela, piemēram, broms vai jods, kas atrodas dažu medikamentu – jodinola, jodoforma – sastāvā, kā arī metāli – arsēns, zelts, niķelis, varš, cinks, platīns, pallādijs, volframs, sudrabs u.c. (arsēns ir dažādu pulpu devitalizējošu pastu sastāvā). Ar metāla alergēniem vislielākā saskare ir zobu tehniķiem. Apmēram 5% vīriešu un 10% sieviešu ir alerģija pret niķeli, zeltu un tā sakausējumu ar varu, cinku, platīnu, pallādiju, kas klīniski izpaužas kā čūlains stomatīts ar izteiktām sāpēm.

Ķīmiskie alergēni ir arī dabiskie un sintētiskie polimēri, piemēram, fenolformaldehīdu un uretānformaldehīdu sveķi un plastmasas, epoksīdpolimēri uz epihlorhidrīna bāzes, poliesterlakas, lateksi-elastomēri uz hloroprēna un divinilstirola bāzes, kā arī polimēri uz izocianātu, vinilhlorīda, akrilskābes un metilakrilskābes bāzes. Plaši tiek izmantoti kompozītmateriāli, kas iegūti, polimerizējot difenolglicīdmetakrilātu un uretāndimetilakrilātu.

Alergēnās īpašības var būt dažām pretmikrobu līdzekļu grupām, analgētiskiem līdzekļiem, barbiturātiem, meprobromātam, lokālās anestēzijas zāļvielām un tām pievienotiem konservantiem (piemēram, parahidroksibenzoskābes esteriem).

Cietes daļiņas, ko lieto par cimdu lubrikantiem, izraisa alerģiskas reakcijas un samazina adhezīvo materiālu saikni (noturības laiku) ar zobu emalju un dentīnu.

Stomatoloģijā materiāli un medikamenti savu alerģisko dabu realizē caur t.s. haptēnu mehānismu, kura gadījumā medikamentam vai materiālam (haptēnam) nav pilnas antigēna īpašības, bet hipersensibilizācija sākas no brīža, kad haptēns savienojas ar kādu no organisma olbaltumiem, radot jaunu vielu ar jaunām īpašībām, kas sāk darboties kā antigēns, organismam svešs ģenētiskais materiāls.

Alerģija var rasties arī no saskarsmes ar protētiskā stomatoloģijā lietojamiem materiāliem (piemēram, metilmetakrilātu). Kontaktdermatītu raksturo eritēmas, tūskas un vezikulu veidošanās. Turpinoties specifiskā antigēna iedarbībai, āda kļūst zvīņaina un sausa. Akrilsavienojumi, kas polimerizējas karstumā, ir mazāk bīstami nekā polimēri, kas polimerizējas istabas temperatūrā. Salīdzinājumā ar vispārējo populāciju ādas un astmatiskās slimības zobārstiem sastopamas daudz biežāk.

Pēdējo 30 gadu laikā, kopš stomatoloģijā tiek izmantoti cimdi, nepārtraukti pieaug ziņojumu skaits par to izraisītām blakus parādībām un slimībām. Lielākā daļa blakus efektu ir saistīti ar dabisko gumijas produktu alerģizējošo iedarbību.

Dabiskās gumijas izstrādājumi tiek pagatavoti no lateksa – pienam līdzīgas masas, ko iegūst no tropos augoša koka. Lateksa masa sastāv no gumijas lodītēm, starp kurām ir neliels daudzums augu valsts olbaltuma, kas tiek uzskatīts par lateksa izraisītas alerģijas cēloni. Gumijas cimdu ražošanā tos modelē uz karstiem metāla veiduļiem. Karstuma ietekmē proteīna daļiņas pārvietojas uz cimdu virsmu, kas vērsta pret veiduli; novelkot gatavo cimdu no veiduļa, ar alergēniem bagātinātā cimdu virsma ir vērsta pret roku ādu. Lateksa antigēni ir ūdenī šķīstoši, tāpēc to iedarbība var būt izteiktāka, ja cimdu velk uz mitras ādas. Lateksa alerģija var būt arī uz citiem no dabiskās gumijas ražotiem stomatoloģiskiem izstrādājumiem – starpžokļu blokiem, anestētiku cauruļveida ampulu virzuļiem un korķiem, gredzeniem starpžokļu fiksācijai ar šinām un drenāžām.

Sakarā ar pieaugošajām HIV un B hepatīta infekcijas briesmām lateksa cimdu lietošana ir strauji pieaugusi. Arī tas ir izraisījis lateksa alerģijas pieaugumu. Protams, lateksa alerģija ir bīstama ne vien medpersonālam, bet arī pacientiem.

Ir konstatēta skaidri izteikta sakarība starp dabiskās gumijas lateksa alerģiju un darbaspēju indeksa samazināšanos Somijas veselības aprūpes darbiniekiem. To nevar izskaidrot ar atkarību no vecuma, dzimuma, profesijas un indivīda atopiskās vēstures [13].

Latekss visbiežāk izraisa I tipa alerģiskās reakcijas (ātrās atbildes reakcijas), kurās dominē humorālā sensibilizācija. I tipa hipersensibilizācija uz lateksu ir raksturīga vairāk nekā 6% zobārstu, zobu higiēnistu un to palīgu [9]. Tā izpaužas šādi:

- kontaktā ar cimdiem veidojas ādas hiperēmija, pietūkums, nieze. Izsitumiem ir pacelta maliņa un izteiktas robežas. Tā ir visvieglākā forma, kas parasti 1–2 dienu laikā pāriet, lietojot antihistamīnu preparātus;
- augšējo elpceļu un mutes gļotādu tūska, kam raksturīga nieze kaklā, balss aizsmakums, pietūkušas lūpas vai mēle, arī apgrūtināta elpošana. Bīstamākā komplikācija ir balsenes tūska, kad steidzami jāizdara traheostomija, pretējā gadījumā pacients var aiziet bojā asfiksijas dēļ;
- smagākā izpausme ir anafilaktiskais šoks. Ja pirmie divi reakcijas veidi raksturīgi zobārstiem, tad anafilakse biežāk sastopama pacientiem, jo operācijas laikā liels daudzums alergēnu var nokļūt to asinīs.

Piecas reizes retāk sastopama IV tipa reakcija (vēlīnā tipa reakcija), kam raksturīga ekzematozu, slikti dzīstošu izsitumu parādīšanās pēc 24–48 stundām.

Lai novērstu vai mazinātu lateksa kaitīgo iedarbību, jāveic dažādi preventīvie pasākumi:

- pēc cimdu lietošanas rūpīgi jāmazgā rokas;
- jāuzlabo telpas ventilācijas efektivitāte;
- jācenšas lietot hipoalerģiskus cimdus ar zemu dabiskās gumijas lateksa koncentrāciju, taču tikpat augstu mehānisko izturību (plīsumi 10%), lietojot, piemēram, firmu *J&J, P&G* cimdus;
- lietot cimdus no citiem materiāliem, piemēram, vinila, sintētiskās gumijas *Neolon, Tactylon, Quali Touch, Ansell Dermaprene* [25].

Lai precīzāk izpētītu stomatologu saskares biežumu ar alergēniem, ir veikti pētījumi, kas nosaka sekretorā imunoglobulīna A līmeni (S–IgA) siekalās un arī organisma rezistenci [23]. S–IgA uzskata par gļotādu aizsardzības pamatfaktoru pret kaitīgiem aģentiem (zema temperatūra, mikroorganismi, alergēni). Konstatēts, ka stomatologu kabinetos ir plaša saskare ar dažādiem alergēniem, kas veicina izdalītā IgA samazināšanos organismā. To apstiprina tieši stomatoloģijā strādājošo augstā saslimstība ar saaukstēšanās un alerģiskām slimībām.

Viszemākais S–IgA līmenis ir ortopēdiem, medmāsām un zobu tehniķiem, tātad tiem darbiniekiem, kuri saskaras ar materiāliem zobu protezēšanai.

Visas darba dienas garumā zobārsts ir pakļauts daudz un dažādiem alergēniem un imūndepresīviem faktoriem. Lai mazinātu alerģisko slimību attīstību, jācenšas maksimāli mazināt kontaktu ar alergēniem, kā arī jācenšas iespēju robežās alergēnu saturošus materiālus nomainīt pret citiem.

No ķīmiskiem faktoriem zobārstniecībā par vienu no galvenajiem tiek uzskatīts dzīvsudrabs, kas ir sudraba amalgamas plombu sastāvā (50% Hg, 35% Ag, 12% Sn, nedaudz Cu un Zn). Amalgamu bieži lieto kā bojātu zobu plombējamo materiālu. To sekmīgi lieto jau vairāk nekā gadsimtu. Tās kvalitāte tiek nepārtraukti uzlabota, turklāt līdz pat 5% cenšoties samazināt tajā dzīvsudraba daudzumu. Amalgama ir izturīga un lēta, bet tai nav zobu krāsas.

Daudz pūļu lietots jaunu dzīvsudrabu nesaturošu plombējamo materiālu iegūšanai, taču pagaidām nav tādu materiālu, kas atbilstu plašām pielietošanas indikācijām, būtu viegli izmantojami un kam būtu amalgamas labās fizikālās īpašības.

Dzīvsudrabs (Hg) ir vienīgais šķidrais metāls, kura kušanas temperatūra ir –38,9 °C, piesātinātu tvaiku koncentrācija 25 °C temperatūrā – 25 mg/m^3; maksimāli pieļaujamā koncentrācija darba zonas gaisā – 0,01 mg/m^3. Plombēšana ar amalgamu ir relatīvi droša, jo dzīvsudrabs izdalās no amalgamas tikai tik ilgi, kamēr plomba sacietē. Pēc veco plombu izurbšanas pacienta mutes dobuma gaisā Hg tvaiku koncentrācija var sasniegt 1 mg/m^3. Nav pierādīts, ka mazais dzīvsudraba daudzums, kas atbrīvojas, zobu pildot vai izņemot plombu, kaitīgi iedarbojas uz pacienta veselību.

Dzīvsudraba iekļūšana organismā var notikt galvenokārt divos veidos:

- ieelpojot dzīvsudraba tvaikus, kas tālāk nokļūst plaušās ;
- ar siekalām pārnēsājot metālisko dzīvsudrabu vai izšķīdinātos dzīvsudraba savienojumus uz kuņģi un zarnām. Cilvēka organismā Hg sastopams gan organiskā (metilētā, etilētā), gan arī neorganisku sāļu un metāliskā veidā.

Saindēšanās ar dzīvsudrabu parasti notiek ieelpojot. Saindēšanās pakāpe atkarīga no koncentrācijas gaisā, ieelpošanas ilguma, tātad – ekspozīcijas, iedarbības ilguma, cietušā veselības stāvokļa.

Asinīs dzīvsudrabs savienojas ar organisma olbaltumvielām un cirkulē albumināta veidā. Daļa Hg izdalās caur nierēm, kuņģa un zarnu traktu, piena dziedzeriem, ar siekalām un sviedriem, bet otra daļa deponējas aknās, nierēs, aizkuņģa dziedzerī un liesā, no kurienes tas periodiski nonāk asinīs.

Dzīvsudrabs kavējoši iedarbojas uz enzīmu monoaminooksidāzes, holesterāzes u.c. fizioloģiski svarīgu savienojumu aktivitāti. Dzīvsudrabs pieskaitāms pie t.s. tiola indēm, kuras bloķē olbaltumvielu savienojumus, radot traucējumus olbaltumvielu maiņā un enzīmu darbībā.

Visvairāk cieš nervu sistēma. Ir veikti pētījumi, ieskaitot elektroencefalometriskos, kuros aprakstīti Hg intoksikācijas izraisītie neiroloģiskie traucējumi [3, 28]. Dzīvsudrabs ir konstatēts cerebrospinālā šķidrumā, tomēr tā nelabvēlīgi ietekmējošie medicīniski bioloģiskie aspekti nav vēl pilnīgi noskaidroti. Hg deponējas arī smadzeņu audos – zemgarozas ganglijos, hipotalāma apvidū – un specifiski iedarbojas uz nervaudu mediatoru aktivitāti. Galarezultātā iespējama hroniska arodslimība.

Metāliskais dzīvsudrabs praktiski ir nekaitīgs kuņģa un zarnu traktam, jo caur gremošanas orgānu gļotādu tas gandrīz nemaz neuzsūcas. Caur gremošanas trakta gļotādu spēj uzsūkties ūdenī šķīstošie dzīvsudraba savienojumi (sublimāts, kalomels u.c.).

Hg tvaiki ātri absorbējas no alveolārā gaisa, difundē caur alveolāro membrānu un saistās ar eritrocītiem. Aptuveni 90% no organismā nokļuvušā Hg saistās ar eritrocītiem, tāpēc eritrocītu piesātinājumu ar Hg var uzskatīt par jutīgu intoksikācijas indikatoru. Par saindēšanos ar dzīvsudrabu var spriest arī pēc tā koncentrācijas urīnā: 5–10 µg/l uzskatāms par normu, bet 20–50 µg/l koncentrācija ir pieļaujama, ja nav intoksikācijai raksturīgo simptomu, – to sauc par dzīvsudraba nēsāšanu. Hroniskas saindēšanās gadījumos Hg koncentrācija urīnā pārsniedz 50–100 µg/l. Stomatologiem vidējā dzīvsudraba koncentrācija urīnā ir 15,3 µg/l (kontrole 3,4 µg/l). Nāvējoša saindēšanās ar Hg zobārstiem sastopama ārkārtīgi reti.

Zobārstniecībā gaisa piesārņojumam ar dzīvsudrabu ir šādi cēloņi:

- uz grīdas izlijušais un spraugās nonākušais dzīvsudrabs;
- metāliskie amalgamatori;
- ultraskaņas amalgamu kondensatori;

- svaigi pagatavoti amalgamas sterilizatori, kuros atrodas ar dzīvsudrabu aptraipīti instrumenti;
- dzīvsudraba atkritumu glabātuves.

Lai novērstu personāla hronisku saindēšanos, jāievēro vairāki aizsardzības pasākumi:

- telpās, kur strādā ar dzīvsudrabu, visām mēbelēm jābūt novietotām virs grīdas vismaz 20 cm augstumā, lai atvieglotu telpu uzkopšanu;
- darba galdiem jābūt pārklātiem ar dzīvsudrabu necaurlaidīgu materiālu, to malām jābūt piepaceltām, lai nepieļautu dzīvsudraba nokļūšanu uz grīdas;
- izlijis dzīvsudrabs jāsavāc ar pulverveidīgu sēru, kalcija polisulfīdu vai aktivētu alumīniju;
- jālieto tādas filtrmaskas, kas uztver dzīvsudraba tvaikus;
- jānodrošina vispārējā ventilācija ar velkmi 3 reizes un pieplūdi 2 reizes stundā, parasti lietojot elektrostatiskos elektrofiltrus;
- vietējā ventilācija jānodrošina ne tikai virs konkrētām darba vietām, bet arī pašos instrumentos, lietojot jaudīgus aspirācijas sūkņus;
- dzīvsudrabs, tā savienojumi un atkritumi jāuzglabā hermētiski noslēgtos traukos, kas atrodas velkmes skapjos ar gaisa kustības ātrumu 0,7 m/s;
- velkmes skapim jāatbilst šādām prasībām: darba atvēruma izmēri – 300x600 mm, jābūt izlietnei ar dzīvsudraba uztvērēju, demerkurizācijas līdzekļiem, traukiem amalgamas gatavošanai. Amalgama skapī jāuzglabā vienai darba dienai;
- regulāri, bet ne retāk kā vienu reizi gadā, jānosaka dzīvsudraba koncentrācija telpas gaisā un personāla asinīs un urīnā [16].

Zobu tehniķi ir pakļauti dažādu šķīdinātāju ietekmei. Šiem šķīdinātājiem var būt gan akūta, gan hroniska iedarbība uz centrālo nervu sistēmu. Akūta iedarbība izpaužas kā galvassāpes, nogurums, miegainība. Ilglaicīga šķīdinātāju iedarbība uz cilvēku ir saistīta ar hroniskiem centrālās nervu sistēmas traucējumiem – pastāvīgu nogurumu, atmiņas pavājināšanos, koncentrēšanās spēju samazināšanos, depresiju, emocionālo labilitāti, bezmiegu. Bez tam šķīdinātāji izraisa deguna, mutes dobuma, elpceļu, acu konjunktīvas kairinājumu un iekaisumu.

Protētiskajā stomatoloģijā īpaši plaši pielieto metilmetakrilātu (MMA). Tas ir bezkrāsains, viegli uzliesmojošs šķidrums ar specifisku smaku, ko var sajust, ja koncentrācija ir 0,04 mg/m^3: tas viegli polimerizējas, veidojot ķīmiski stabilu un netoksisku polimēru, ko izmanto protēžu izgatavošanā. Uz MMA attiecas visi iepriekš minētie iedarbības efekti. Hroniska iedarbība var izraisīt alerģiskas organisma reakcijas, astmu un konjunktivītu.

Arodekspozīcijas robežvērtība (AER) Latvijā ir noteikta 10 mg/m^3. MMA koncentrācija telpu gaisā, nelietojot vietējo ventilāciju, atkarībā no darba procesa ir šāda:

polimerizācijas process	17–1356 mg/m^3;
polimēra slīpēšana	3–31 mg/m^3;
polimēra pulēšana	6–20 mg/m^3.

Jāņem vērā, ka:

- vietējā ventilācija samazina MMA koncentrāciju gaisā;
- cimdu lietošana novērš alerģiskas reakcijas;
- sejas masku lietošana samazina MMA ieelpošanu par 40%;
- speciālu briļļu lietošana novērš konjunktivītu.

Stomatoloģisko telpu gaisā bieži sastopama viegli gaistoša gāze formaldehīds, kuras galvenais avots ir zobu izveidei nepieciešamo polimērmateriālu apstrāde. Formaldehīda šķīdumu (formalīnu) lieto tamponu un instrumentu sterilizācijai. Paraformaldehīdu izmanto

maisījumos pulpas devitalizācijai un mumifikācijai. Kombinācijā ar trikrezolu formaldehīds darbojas antiseptiski. Formaldehīdam piemīt asa, nepatīkama smaka, tā koncentrācija gaisā virs AER (0,5 mg/m^3) izraisa elpceļu un acu konjunktīvas kairinājumu. Aizsardzības pasākumi tādi paši kā metilmetakrilāta gadījumā. Tomēr jāuzsver, ka galvenais aizsardzības pasākums ir efektīva vispārēja un vietēja velkmes ventilācija darba vietā.

Darbojoties rentgenaparātam, jonizācijas un oksidācijas dēļ gaisā rodas toksiskas gāzes – slāpekļa oksīdi un ozons, kuru AER attiecīgi ir 5,0 un 0,1 mg/m^3. Lai šo gāzu robežvērtības netiktu pārsniegtas, rentgendiagnostikas kabineti jānodrošina ar mākslīgu pieplūdes ventilāciju ar gaisa apmaiņas biežumu 4 reizes un gaisa temperatūru +18 °C.

Vieni no raksturīgākajiem riska arodfaktoriem zobu tehniskajās laboratorijās, kur notiek dažādas materiālu apstrādes operācijas (griešana, beršana, malšana, pulēšana, lodēšana, metālsakausējumu un ģipša liešana), ir putekļi. Galvenie komponenti, kas griešanas un slīpēšanas procesos dezintegrācijas ceļā nokļūst gaisā, ir silīcija karbīds un korunds. Bez tam griešanas instrumentu aktīvā daļa satur dažādus metālus, no kuriem 0,01–1% nonāk gaisā putekļu veidā. Zobu tehniskajās laboratorijās plaši pielietotā ģipša ($CaSO_4$) un tā modifikāciju (kopā ar kvarcu, kristobalītu) putekļi nonāk gaisā, materiālus karsējot un mehāniski apstrādājot. Metālliešanas procesos izmanto azbesta veidnes, kas gaisu piesārņo ar azbesta šķiedrām.

Pastāvīgs kontakts ar putekļiem var izraisīt hronisku bronhītu, bronhiālo astmu, konjunktivītu, pneimokoniozes. Zobu tehniķu pneimokonioze atšķiras no citām izplatītām pneimokoniozēm (piemēram, silikozes vai azbestozes). Uzskata, ka tās ģenēzē noteicošie ir hroma–kobalta–molibdēna sakausējumi [22].

Konstatēts, ka kopējais putekļu daudzums 30 cm attālumā no materiāla apstrādes vietas, ja netiek lietota vietējā ventilācija, pārsniedz aroda ekspozīcijas robežvērtību. Atkarībā no lietotā materiāla šajos putekļos ir dažādi ķīmiski savienojumi (Hg, Ag, SiO_2, Cu, $CaSO_4$ u.c.), kuru AER var būt pārsniegta pat desmit reižu.

Lai novērstu putekļu kaitīgo iedarbību, jālieto vietējā velkmes ventilācija ar speciālu uzgali. Bez tam lieto arī aizsargmaskas, pretputekļu respiratorus, brilles, vispārējo mākslīgo ventilāciju, nepieciešamības gadījumā arī dabisko ventilāciju.

14.2.1.4. Arodfaktori, kas saistīti ar darba pozu un fizisko piepūli

Pareizai pozai darba laikā ir ļoti svarīga loma veselības saglabāšanā. Vislabākā poza ir tāda, kas izraisa minimālu statodinamisku muskulatūras piepūli un ko viegli ilgstoši saglabāt. Zobārstu darbs ir cieši saistīts ar noteiktu ķermeņa piespiedu pozu. Veicot dažādas manipulācijas, noteikto piespiedu pozu nosaka apgrūtinātais pieejamības un pārskatāmības lauks. Piespiedu poza ir nogurdinoša, tā izraisa ilgstošu kustību un balsta aparāta pārslodzi un veicina patoloģijas rašanos. Zobārsta darba pozai visbiežāk ir: noliekts un pagriezts kakls, saliekta mugura.

Zobārsti ir pieskaitāmi profesiju grupai, kurā līdz pat 50% nodarbināto ir veselības traucējumi, kas saistīti ar muguru [4, 19]. Atkarībā no vecuma un dzimuma darba pozas (sēdus, stāvus) izraisa sāpes muguras apakšējā daļā 20–48% zobārstu. Vīriešiem daudz biežāk (86%) nekā sievietēm (16%) ir labā pleca sāpes; kakla daļā sastopamā muskuloskeletālā patoloģija ir 8% jaunu zobārstu un 18% zobārstu, kas vecāki par 35 gadiem. Zobārsti ir mazkustīgi un ļoti bieži cieš no galvassāpēm un reiboņiem.

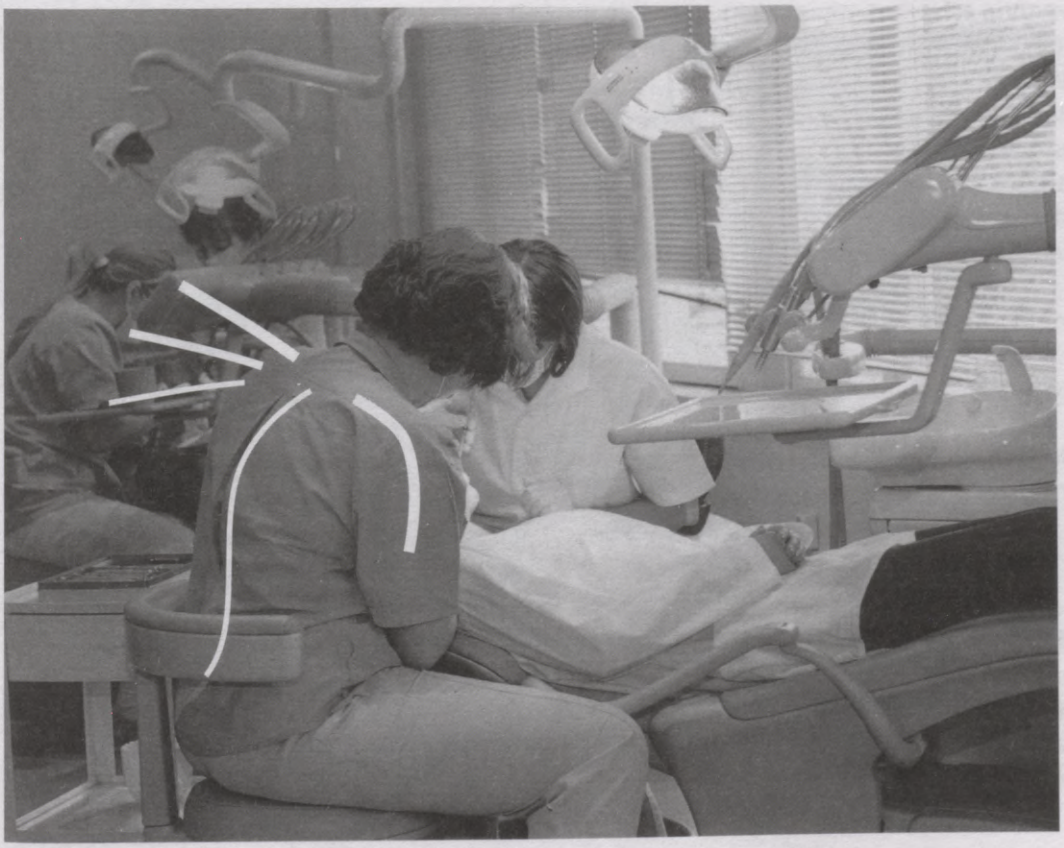
20. gs. 30. gados darba apstākļu un ārstēšanās efektivitātes uzlabošanai tika izgudrots mūsdienīgs pacienta krēsls, spļaujamtrauks un urbis ar elektrisko motoru. Pacienta mutē lietojamais dentālais spogulis radīja zobārstiem labāku redzes lauku aizmugurējiem zobiem un zobu palatinālajām virsmām.

Darba poza sēdus un muskuloskeletālā slodze

Mūsdienās zobārstniecība pārsvarā ir "četrrocīga" un sēdoša, t.i., ārsts sēž uz zema krēsla un asistents, arī sēžot, nodrošina nepārtrauktu palīdzību [6, 10]. Zobārsts sēž pa labi no pacienta, bet asistents – pa kreisi.

Zobārsti orientēti uz mazu redzes lauku, t.i., pacienta muti, tāpēc lieto mazus un precīzus instrumentus. Šis precīzais darbs determinē pozas, kustību un muskuloskeletālo slodzi. Ir dažādas zobu labošanas pozu koncepcijas. Ja pacienta zobus sadala 4 kvadrantos, sēdošā ārsta darba pozīcija var tikt mainīta saskaņā ar kvadrantu, kurā ārsts strādā. Divās vispārējās pozās zobārsts var strādāt visos pacienta mutes kvadrantos.

Darbs sēdus ir racionālāks par darbu stāvus, jo palielinās atbalsta laukums. Sēžot ir lielāka ķermeņa izturība, nav slodzes kāju muskuļiem un enerģijas patēriņš samazinās par 10–12%. Tomēr lielākā daļa zobārstniecības sēdošo pozu rada kakla, plecu un muguras lejasdaļas saspringumu. Zobārsts parasti sēž tad, ja pacienta mutes dobumā jāveic ilgstošas, smalkas un nogurdinošas manipulācijas. Ķermenim atrodoties sēdus stāvoklī, smaguma centrs un galva attiecībā pret atbalsta punktu ir priekšā, izraisot tendenci noliekties uz priekšu.



Ilgstošs darbs sēdus ar ķermeņa noliekšanos uz priekšu pazemina darbaspējas, tiek saspiesti krūškurvja un vēdera dobuma orgāni, mainās mugurkaula konfigurācija: samazinās mugurkaula jostasdaļas slodze, bet palielinās mugurkaula krūšudaļas kifoze. Apgrūtinātā diafragmālā un krūšu elpošana strauji samazina plaušu ventilāciju, kas paātrina noguruma rašanos. Pastāvīga muskuļu pārslodze izraisa asinsrites pasliktināšanos mugurkaula, plecu joslas un augšējo ekstremitāšu locītavu muskuļos. Pasliktinās arī to apgāde ar barības vielām, iespējama mikrotraumatizācija, it īpaši muskuļu piestiprināšanās vietās pie kauliem. Svarīgi, lai, atrodoties sēdus pozā, mēbeles būtu racionālas: krēsls ar regulējamu sēdekļa augstumu, atbalstu mugurai, atbalstiem kājām un elkoņiem; palīginstrumentiem jābūt izvietotiem atbilstoši augumam un roku garumam.

Darba poza stāvus un muskuloskeletālā slodze

Strādāt stāvus parasti zobārsts izvēlas tad, ja ir īslaicīgas darba operācijas un slikta piekļūšana mutes dobumam vai arī nepieciešama liela fiziska piepūle. Šī poza izraisa pastāvīgu un nevienmērīgu slodzi apakšējām ekstremitātēm, paaugstinās hidrostatiskais spiediens uz tām, ķermeņa smagums tiek pārnests uz vienu kāju. Lai tuvinātos pacientam, ārsts bieži izvērš pēdas, un tad galvenais balsts ir uz augšstilbiem. Rezultātā izmainās gūžas kaula un augšstilba galviņas attiecības. Tas arī veicina mugurkaula izliekšanos uz sāniem. Mugurkaula izliekums uz mugurpusi (kifoze) rodas arī no ilgstošas saliekšanās uz priekšu, it īpaši tad, ja rokas izstiepj uz priekšu. Šādā stāvoklī tiek ierobežots krūškurvja kustīgums – notiek spiediens uz sirdi, rodas



tās darbības traucējumi, kuru dēļ parādās aritmija, galvas reiboņi. Bez tam šī poza veicina vēnu varikozo paplašinājumu rašanos apakšējās ekstremitātēs, sastrēgumu venozajā sistēmā; radikulītu, pēdas kaulu deformācijas, kuņģa motoriskās un sekretoriskās funkcijas traucējumus. Ilgstoša, vienveidīga poza stāvus var izraisīt arī starpskriemeļu disku traumu.

Gan pozai stāvus, gan arī pozai sēdus ir savas negatīvās puses. Fizioloģiski pareiza ir tāda poza, kuru var regulāri mainīt. Dažādu valstu zobārstiem ir savas darba tradīcijas. Tā, piemēram, vācu zobārsti lielāko daļu laika (65%) strādā stāvus. Fizioloģiski pareizākā poza cilvēkam ir stāvus, noliecoties uz priekšu līdz 10–15°. Turot galvu, kaklu, krūtis un vēderu vienā vertikālē, tiek stipri samazināta skeleta, muskuļu un cīpslu slodze. Pareizu pozu nodrošina ērti apavi ar 2–3 cm augstiem papēžiem; augstāki papēži veicina venozo sastrēgumu, bet zemāki papēži – plakano pēdu.

Kakla skriemeļi un muskuloskeletālā slodze

Lielāko daļu (58–83%) darba laika zobārsts strādā ar noliektu galvu (kakla skriemeļu noliekums ir 45–90° leņķī).

Galvas masa veido 7% ķermeņa svara, bet kakla skriemeļu svars ir 1%. Galvas gravitātes centrs atrodas auss priekšpusē, bet kakla skriemeļiem tas ir mugurkaula centrā. Normālā pozā galvas un kakla skriemeļu gravitātes centrs atrodas uz priekšu no ķermeņa vertikālās vidus-līnijas. Noliekšanās vai pagriešanās moments ir galvas un kakla darbība. Pagriešanās lielums ir atkarīgs no galvas un kakla skriemeļu svara un spēka darbīgā plecā. Tā kā galva un kakls normālā pozā ir noliekts uz priekšu, plecu un kakla muskuļiem jābūt aktīviem, lai saglabātu galvu taisnā stāvoklī. Ja kakla noliekuma leņķis ir 30°, tad jūtams nogurums rodas aptuveni pēc 2 stundām. Kakla nolieces leņķis darba laikā ir saistīts ar sāpēm kakla skriemeļu apvidū.

Zobārsti, kam ir kakla spondilozes simptomi, biežāk tur galvu pieliektu vai pagrieztu sānis. Turot galvu izteiktā rotācijas stāvoklī, saliektu vai atliektu, mugurkaula kakla daļā rodas liela statiska slodze. Muskuļu un saišu iestiepums un saspriegums veicina osteohondrozi, kas ir muskuļu tonusa problēma. No kopējo osteohondrožu gadījumu skaita vairāk nekā 80% ir kakla osteohondroze.

Mugurkaula kakla daļas osteohondroze klīniski izpaužas ar spināliem saknīšu reflektoriskiem sindromiem. Slimība sākas ar sāpēm kakla mugurpusē, muskuļu sasprindzinājumu un roku pirkstu parestēziju. Tai raksturīgi šādi traucējumi:

- sāpes un plecu locītavas kustību ierobežojums. Sāpes parasti pastiprinās, izdarot kustības plecu locītavā, tās iradiē uz kakla rajonu un augšējām ekstremitātēm;
- vertebrobazilārās asinsrites traucējumi, galvassāpes, galvas reiboņi. Reizēm ir sāpes acīs, troksnis ausīs, līdzsvara traucējumi, kas pastiprinās, galvu atliecot atpakaļ.

Kakla daļas osteohondrozes ārstēšanā un profilaksē labu efektu dod ārstnieciskā vingrošana. Svarīgi iegaumēt, ka nedrīkst izdarīt asas kustības kakla daļā (galvas apļošana, galvas noliekšana atpakaļ, straujas roku kustības) un vingrinājumus, kas pastiprina sāpes.

Plecu stāvoklis un muskuloskeletālā slodze

Plecu joslas muskuļiem ir vislielākā statiskā slodze, jo tie atrodas pastāvīgā sasprindzinājumā. Tie nodrošina lāpstiņas un augšdelma kustīgumu plecu locītavā. Plecu joslas muskuļu sasprindzinājums stipri ierobežo ribu kustīgumu, jo gandrīz visi šie muskuļi sākas tieši no ribām. Tādēļ, strādājot ar rokām sēdus stāvoklī, elpošanas kustībās piedalās tikai apakšējās ribas.

Plecu joslas noslogojumu bieži nosaka plaukstas novietojums attiecībā pret pleca locītavu. Strādājot vairāk par pusi darba laika ar saliektu augšdelmu, rodas diskomforts un sāpes. Ja

darba objekts atrodas augstāk par elkoņa locītavu, kā tas ir, zobārstniecībā strādājot sēdus, plecu josla būs pacelta. Šī poza izraisa plecu un kakla leņķu muskuļu un plecu locītavas papildu saspringumu. 60° lielā abdukcijas leņķī supraspinālo cīpslu asinsrite ir samazināta, jo intramuskulārais spiediens pārsniedz asinsrites spiedienu; turklāt viena no galvenajām artērijām iet cauri virssķautnes muskulim (*m. supraspinatus)*. Samazināta asins plūsma caur rokas muskuļu cīpslām var izraisīt paātrinātu deģenerāciju, kas ir nopietns priekšvēstnesis tendovaginītam. Tas var rasties no lokālas išēmijas vai metaboliskiem traucējumiem. Lai samazinātu kakla un plecu joslas muskulatūras statisko darbu, svarīgi rokas atbalstīt. Kreiso roku var atbalstīt pret pacienta galvu vai krēslu. Atsevišķos darba posmos zobārsts var atbalstīt labo roku pret pacienta plecu vai krūškurvi. Citos apstākļos zobārsts var strādāt, pietuvinot rokas ķermenim un atbalstot tās pret pacientu.

Muguras stāvoklis un muskuloskeletālā slodze

Lielāko darba stundas daļu (52,2 min) zobārsti pavada pussaliektā stāvoklī (ne vairāk kā 36° leņķī) [18]. Elektromiogrāfijas izmeklējumi rāda, ka muskuļu aktivitātes samazināšanā muguras augšējā un apakšējā daļā svarīga nozīme ir jostas vietas atbalstam. Krēsla augstumam nav tik liela nozīme, tomēr, ja ceļgalu leņķis ir 75–90° muskuļu aktivitāte ir mazāka nekā tad, ja leņķis ir 105° liels, ar nosacījumu, ka mugura ir atbalstīta.

Lai optimizētu darba pozas zobārstniecībā, svarīgi ir sēdēt ar taisnu muguru un atbalstītu muguras lejasdaļu. Darba krēslam jānodrošina augstuma regulēšana. Vēlams būtu tāda slīpuma sēdeklis, kas veicina muguras iztaisnošanu. Arī pacienta krēslam jābūt regulējamam, lai būtu pietiekamas augstuma amplitūdas variācijas, kas ļautu zobārstam ērti strādāt gan sēdus, gan stāvus.

Nelabvēlīgas piespiedu pozas izraisīto seku profilaksei ir nepieciešama racionāla darba vietas organizācija. Pirmkārt, 2/3 no darba laika jāstrādā sēdus, 1/3 – stāvus. Otrkārt, nepieciešama ārstnieciskā vingrošana, kas aptver ne tikai slimās, bet arī veselās muskuļu grupas; tai ir liela nozīme kustību un balsta aparāta morfofunkcionālo pārmaiņu agrīnajā profilaksē.

Zobārstiem ir paaugstināts risks, ka viņiem varētu rasties muskuloskeletāli traucējumi. Lai izvairītos no tiem, jādiferencē arodfaktori. Tie var būt traumatogēni (piemēram, kakla skriemeļu ekstremāla saliekšanās darba laikā), kostitucionāli, psihosociāli un uzvedības faktori. Nozīmīgākie konstitucionālie faktori ir muskuļu garums, stiprums un izturība. Psihosociālie faktori ir mentālais stress, attieksme pret darbu, gandarījums par padarīto darbu. Uzvedības faktori ietver psihisko veselību, trenētību, diētu.

14.2.1.5. Psihosociālie un organizatoriskie arodfaktori

Parasti, novērtējot darba veselību, netiek pievērsta uzmanība procesiem, kas saistīti ar darba sagatavošanu, plānošanu, veikšanu un vadīšanu, kā arī ar tā atalgošanu un sekām. Psihosociālo un organizatorisko aspektu neievērošana var novest pie pārāk klīniskas pieejas darba vides veselībai. Parasti uzmanība vairāk tiek pievērsta katra atsevišķa strādājošā aizsardzībai, ārstēšanai, rehabilitācijai, bet daudz retāk tā koncentrējas uz darba organizāciju vai darba vietu kopumā.

Tradicionālā pieeja darba veselībai jāpārveido šādi [5]:

- jāpaplašina darba vietas riska faktoru skaits, iekļaujot psihosociālos un organizatoriskos arodfaktorus;
- fiziskām slimībām, traumām un darba nespējai jāpievieno arī psiholoģiskie un sociālie kaitējumi.

Izpratne par darba veselību tās psihosociālā un organizatoriskā kontekstā ir nepietiekama arī stomatologu darba vidē [8]. Kaitīgie psihosociālie un organizatoriskie arodfaktori ir nepareiza darba organizācija un vadīšana, darba raksturs, darbinieku savstarpējas attiecības. Psihosociālo un organizatorisko kaitīgo faktoru iedarbība un ietekme uz cilvēku biežāk ir hroniska (piemēram, kvantitatīva un kvalitatīva pārstrādāšanās). Visuzskatāmākais akūtās iedarbības piemērs ir konfliktsituācijas, kas var novest pie vardarbības un tai sekojošas traumas (piemēram, piedzēruša pacienta uzbrukumā).

Darba veselības modelis ietver trīs jēdzienus: darbs, veselība, kolektīvs. Tas dod iespēju interesēties par katra darbinieka veselību plašākā nozīmē, par savstarpējām attiecībām kolektīvā. Jautājumu par šīm attiecībām var formulēt divējādi:

- kādā veidā un cik lielā mērā kolektīvs nosaka darbinieka veselību un ietekmē šīs attiecības?
- kādā veidā un cik lielā mērā katra atsevišķa darbinieka veselība nosaka attiecīgā kolektīva struktūru, kultūru, funkcijas un darbības efektivitāti?

Organizācijas veselības modelis, kas ir analoģisks fiziskajai veselībai, tiek iedalīts psihosociālās apakšsistēmās, kuru kopums parāda organizācijas darbību, piemēram, darbinieku kopējā attieksme un izjūtas pret organizāciju, to izpratne par organizāciju. Šādas apakšsistēmas raksturo organizācijas stāvokli tāpat kā cilvēka veselību raksturo tā orgānu sistēmas, piemēram, asinsrites, elpošanas u.c. sistēmas. Aptaujājot stomatoloģijā strādājošos, iespējams novērtēt visas stomatoloģiskās klīnikas veselīgumu.

Kaitīgie psihosociālie un organizatoriskie faktori ir saistīti ar stresu darbavietā, neapmierinātību ar darbu un sliktu veselību. Tos iedala četrās grupās: kvantitatīva pārpūle, kvalitatīva pārpūle, darba kontroles trūkums un sociālā atbalsta trūkums. 4. tabulā dotas darba apstākļu iezīmes, kas var radīt kaitējumu un ko var izmantot par pamatu psihosociālo un organizatorisko kaitīgo faktoru atklāšanai un kontrolēšanai darbavietās.

Daudzi psihosociālie un organizatoriskie arodfaktori darbojas caur stresa mehānismu. Stresa novērtējums darbavietā ir atkarīgs no darba apstākļiem un darbinieku attieksmes pret tiem. Stresa attīstība ir gala rezultāts kaitīgo faktoru un situāciju iedarbībai uz cilvēku. Klasisku stresa situāciju rada darba prasības, kas nesaskan ar darbinieka zināšanām un prasmi, īpaši, ja viņš pats nevar kontrolēt savu darbību. Katra šādas situācijas daļa varētu kaitēt, tādēļ katra no tām ir kaitīgais faktors (piemēram, neizpildāmas prasības, prasības, kas neievēro darbinieka vajadzības, kontroles trūkums, vājš kolektīva atbalsts). Darbinieku energolauku nesavienojamība ir pamatā diskomfortam, uzbudināmībai, emocionālām eksplozijām darba kolektīvos. Galvenie stresa efekti ir apkopoti 5. tabulā.

Stress var slikti ietekmēt cilvēka sajūtas, domāšanu un izturēšanos. Stresa efekti var izpausties kā paaugstināta uzbudinātība, samazināta izlēmība, pārmērīga smēķēšana vai alkohola lietošana, samazināta ēstgriba, nespēja atslābināties, traucēts miegs un seksuālā funkcija. Ļoti bieži cilvēkam rodas negatīvas emocijas: nemiers, depresija, nervozitāte, sasprindzinājums un nevēlēšanās kaut ko darīt. Depresija daudzās Eiropas valstīs ir atzīta par arodslimību.

Pētījumi liecina, ka stomatologu darbs ir emocionāli sasprindzināts, saistīts ar lielu psiholoģisku slodzi [7]. To izraisa blīvais darba grafiks, bieža pārstrādāšanās, nepareizi funkcionējoša aparatūra, nelabvēlīgs psihoklimats kolektīvā, kaprīzi pacienti. Tas viss noved pie paaugstinātas nervozitātes, dusmām, panikas, noguruma, depresijas, konfliktiem, neapmierinātības ar darbu, izvairīšanās no atbildības. Stress ir cēlonis paaugstinātai saslimstībai.

Viens no veidiem, kā samazināt stresu, ir atbilstošas aparatūras iegāde un aprīkojuma iekārtošana, t.i., nosacītas bezstresa darba vides izveidošana. Būtisks ir darba devēju sociālais atbalsts, psihoterapeitiskās nodarbības un autogēnais treniņš. Lai samazinātu arodstresu, papildus potenciālo stresoru identificēšanai un kontrolei svarīgi ir novērtēt arī cilvēku psihoemocionālo atbilstību profesijai [6]. Stresa kontrolei darbavietā ir nepieciešams konkrēts kontroles rīcības plāns (darbiniekam vai visai organizācijai kopumā) un reāli šā plāna izpildītāji (darbinieki pašā organizācijā, konsultanti no ārpuses).

4. tabula. Iespējamie psihosociālie un organizatoriskie kaitīgie faktori stomatologu darba vietās

Darba raksturlielumi	Kaitīgie faktori
Organizācijas funkcionēšana un kultūra	Slikti iekšējie sakari Problēmu risināšanas grūtības organizācijā Slikta organizācijas attīstība
Līdzdalība	Zema līdzdalība lēmumu izstrādē
Karjeras veidošana un darba statuss	Karjeras nenoteiktība vai neprogresēšana Zemas kvalifikācijas darbs Nelietderīgs vai sociāli mazvērtīgs darbs Nedrošība par palikšanu darbā Neatbilstošs atalgojums
Darbinieka loma organizācijā	Neskaidra loma vai konflikti šajā jautājumā Atbildība par citiem cilvēkiem Ilgstoša saskarsme ar citiem cilvēkiem
Darba saturs	Slikti saprotams darbs Vienveidīgs darbs Bezjēdzīgs vai saraustīts darbs Nepilnīga prasmes izmantošana Fiziska nebrīve
Darba slodze un temps	Pārāk liela vai maza slodze (kvantitatīvi) Pārāk liela vai maza slodze (kvalitatīvi) Ierobežots darba izpildes laiks
Darba organizācija	Nemaināms darba grafiks Neparedzams darbalaiks Garš darbalaiks Maiņu darbs
Attiecības ar citiem darbiniekiem	Sociāla vai fiziska izolācija Atbalsta trūkums Nesaskaņas starp strādājošajiem Nepietiekami labas attiecības ar priekšniecību
Attiecības sadzīvē	Sabiedrības un ģimenes atbalsta trūkums

5. tabula. Iespējamie stresa radītie kaitējumi

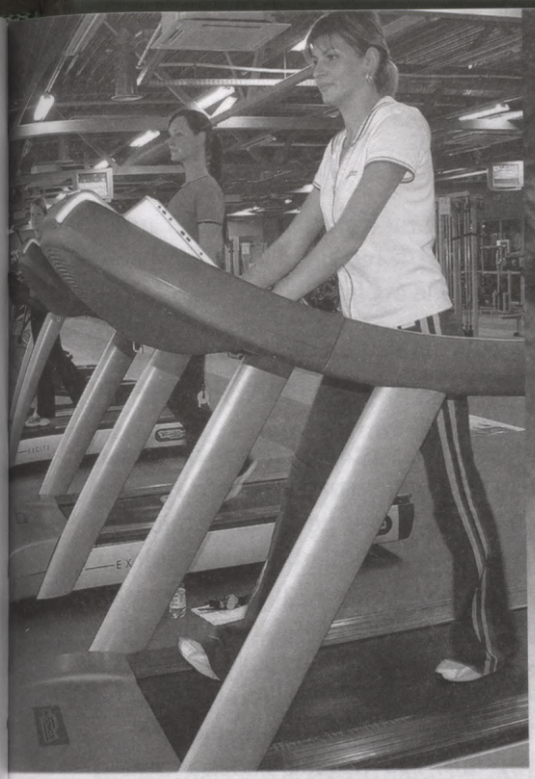
A. Iespējamie fiziskie efekti	B. Iespējamie psiholoģiskie efekti
Aizcietējums un caureja	Nodošanās kaitīgiem ieradumiem
Alerģija	Vienaldzība
Aptaukošanās	Depresija
Aritmija	Ēstgribas pārmaiņas
Ādas iekaisums	Nespēja koncentrēties
Čūlas mutes gļotādā	Bezmiegs
Dzimumfunkcijas traucējumi	Pārāk liela uzbudināmība
Elpošanas sistēmas problēmas	Zema pašapziņa
Galvassāpes	Garīgs sabrukums
Gremošanas traucējumi	Nervozitāte
Insults	Apsēstības un mānijas
Ievainojumi un traumas	Fobijas
Kaulu un muskuļu sistēmas problēmas	Pašnāvība
Ļaundabīgie audzēji	Paaugstināta nogurdināmība
Menstruālā cikla traucējumi	Šaubīšanās
Miega traucējumi	
Migrēna	
Muguras sāpes	**C. Iespējamie sociālie efekti**
Reiboņi	
Resnās zarnas iekaisums	Apātija
Saaukstēšanās	Ģimenes izjukšana
Sāpes krūtīs	Laulības nesaskaņas
Sirdsklauves	Impulsīva uzvedība
Sirds slimības	Agresivitāte
Svīšana	Sliktas attiecības ar apkārtējiem cilvēkiem
Trīce	Sociāla izolācija
Urīnpūšļa iekaisums	

D. Iespējamie organizāciju ietekmējošie efekti
Darba kavēšana
Neiekļaušanās darba izpildes laikā
Pacientu sūdzību pieaugums
Slikta koncentrēšanās spēja
Slikta darba kvalitāte
Nelaimes gadījumu pieaugums

LITERATŪRA

1. *Akesson I., Lunddborg G., Horstmann V., Skerfving S.* Neuropathy in female dental personnel exposed to high frequency vibrations // Occ. and Env. Med.–1995.– 52.– Pp. 116–123.
2. *Bahannan B. D. S.* Noise level of dental handpieces and laboratory engines // Journ. Prost. Dent. – 1993. – 70. – Nr. 4. – Pp. 356–360.
3. *Bjorkman B.* Studies on dental amalgam and mercury exposure: Accumulation and effects. – Stockholm: Institute of Env. Med. Karolinska Institute, 1995. – 131 p.
4. *Brune D. K., Edling Ch.* Occupational hazards in the health professions. – Florida: CRS Press., Inc. Boca & Raton, 1989. – 376 p.
5. *Cox T., Cox S.* Psychosocial and organizational hazards at work. Control and monitoring. – Copenhagen: WHO regional Office for Europe, 1993. – 57 p.
6. *Eglīte M., Aulika B., Dundurs J.* Kaitīgie arodfaktori stomatoloģijā. – Rīga: RSU, 1999. – 42 lpp.
7. *Freedman G., Goldstep F., Kechkes L.* Reducing stress in the operatory // Dentistry Today. – 1997. – 16(100) – Pp. 102–103.
8. *Freeman R., Main J. R., Burke F. J.* Occupational stress and dentistry: theory and practice // British Dental J. – 1995. – 178. – Pp. 218–222.
9. *Hamann C. P., Turjanmaa K., Rietschel R. et al.* Natural rubber latex hypersensitivity: incidence and prevalence of type I allergy in the dental professional. Finland // J. Am. Dent. Assoc. – 1998. – 129. – Nr. 1. – Pp. 43–54.
10. *Hope-Ross A.* and *Corcoran D.* A survey of dentists´ working posture // J. Ir. Dent. Assoc.– 1985. – 32. – P. 13.
11. *Kajland A., Lindvall T. and Nilsson T.* Occupational medical aspects of the dental profession // Work Environmental Health. – 1974. – 11. – P. 100.
12. *Kitaura M., Adachi N., Kobayashi K., Samada T.* Knowledge and attitudes of Japanese dental health care workers towards HIV related disease // Dentristy. – 1997. – 5. – Pp. 279–283.
13. *Kujala V. M., Karvonen J., Laara E. et al.* Postal questionnaire study of disability assosiated with latex allergy among health care workers in Finland // Am. J. Ind. Med. – 1997. – 32 – Pp. 197–204.
14. *Lundstrom R., Lindmark A.* Effects of local vibration on tactile perception in the hands of dentists // J. Low Frequency Noise Vib. – 1982. – 1. – Pp. 1–4.
15. MK noteikumi Nr.297 / 1997 "Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu"// LR Saeimas un MK Ziņotājs. – 1997. – Nr. 19. – 16.–41. lpp.
16. MK noteikumi Nr.132 / 1998 "Obligātās prasības zobārstniecības kabinetam un zobu tehniskajai laboratorijai" // LR Saeimas un MK Ziņotājs. – 1998. – Nr. 10. – 1.–4. lpp.
17. *Murtomaa H.* Work–related complaints of dentists and dental assistants // Int. Arch. Occup. Environ. Health. – 1982. – 50. – P. 231.
18. *Nordin M., Örtengren R., Andersson G. B. J.* Measurements of trunk movements during work // Spine. – 1984. – 9. – P. 465.
19. *Norris C.* Is your back biting back? // Dent. Manage. – 1977. – 17. – P. 69.
20. *Reitemeier B.* Psychophysiological and epidemiological investigations on the dentist // Reviews on Env. Health. – 1996. – 11. – Pp. 57–63.
21. *Reynolds D. D., Angevine E. N.* Vibration transmission characteristics of the hand and arm // J. Sound. Vib. – 1977. – 51. – P. 255.
22. *Rom W. N., Lochey J. et al.* Pneumoconiosis and exposures of dental laboratory technicians // Am. J. Pub. Health. – 1984. – 74. – P. 1252.
23. Sekretorā imunolglobulīna A līmenis stomatologu siekalās un organisma rezistence // Zobārstniecības Raksti. – 1997. – Nr. 4. – 28.–29. lpp.

24. *Setcos J. C., Mahyuddin A.* Noise levels encountered in dental clinical and laboratory practice // Int. J. Prosthodontics. – 1998. – 11. – Pp. 150–157.
25. *Skaģere I.* Par cimdu izvēli stomatoloģijā // Stomatoloģijas Vēstis. –1995. – Nr. 33. – 34. lpp.
26. *Suyama Y., Ozaki T., Takaku S. et al.* Eliminating effects of an air purifier on infectants during dental procedures // Bull. Tokyo dent. Coll. – 1995. – Vol. 36. – Nr. 1. – Pp. 27–31.
27. *Бочаров Е., Пухаев В., Быстровал Г.* Проблема гепатитной инфекции в стоматологии // Стоматология. – 1997. – Nr. 5. – С. 72–74.
28. *Смирнов А. Г., Чухлиновина М. Л., Жарская В. Д., Корсакова Е. А.* Влияние малых концентраций ртути на центральную нервную систему // Гигиена и санитария. – 1998. – Nr. 2. – С. 49–51.





15. nodaļa

VESELĪGS DZĪVESVEIDS UN PERSONISKĀ HIGIĒNA

Maija Eglīte

Mūsdienu civilizētajā pasaulē, kur katrs cilvēks pakļauts daudzu un dažādu nelabvēlīgu vides faktoru iedarbībai, fiziskām un garīgām pārslodzēm, ļoti svarīgi ir rūpēties par veselīgu dzīvesveidu un ievērot personīgo higiēnu.

Pēc daudzu pētnieku novērojumiem, veselīgs dzīvesveids, pastāvīga racionāla dienas režīma ievērošana, pareizs uzturs, atteikšanās no kaitīgiem ieradumiem pagarina mūža ilgumu par 7–10 gadiem [11, 12]. Pēc PVO datiem, daudzās pasaules valstīs liela iedzīvotāju daļa neievēro personiskās higiēnas noteikumus, smēķē, lieto alkoholu, nenodarbojas ar fizkultūru, nenorūdās, bet tas pazemina viņu darbaspējas, aktīvo mūža daļu un dzīves ilgumu. Personiskai higiēnai ir ne tikai individuāla, bet arī sociāla nozīme, jo tās neievērošana var nelabvēlīgi ietekmēt apkārtējo veselību (pasīvā smēķēšana, infekcijas un parazitāro slimību izplatīšanās u.c.). Nekādi zinātnes un medicīnas sasniegumi nevarēs nodrošināt iedzīvotājiem labu veselību un ilgu mūžu, ja viņi neievēros personiskās higiēnas noteikumus un veselīgu dzīvesveidu.

Personiskā higiēna ir higiēnisko noteikumu kopums, kas nosaka ikviena cilvēka izturēšanos mājās, darbā un sabiedriskās vietās. Pie šiem noteikumiem pieder higiēniskajām prasībām atbilstoša darba, atpūtas un miega režīma ievērošana, pareizs uzturs un ēšanas režīms, pietiekami ilga uzturēšanās svaigā gaisā, ķermeņa ādas un apģērba tīrības ievērošana, organisma norūdīšana, fizkultūra u.tml.

15.1. ĶERMEŅA HIGIĒNA

Āda ir ķermeņa ārējā barjera, kas aizsargā cilvēku no dažādiem nelabvēlīgiem meteoroloģiskiem, fizikāliem, ķīmiskiem un bioloģiskiem faktoriem.

Ādas epitēlija šūnu ragviela pasargā no daudzu ķīmisko vielu iedarbības. Nebojāta āda kavē gandrīz visu mikrobu un vīrusu iekļūšanu cilvēka organismā. Sviedru un tauku dziedzeru darbība nodrošina nepieciešamo ādas virsmas skābo reakciju, kas kavē mikroorganismu augšanu. Arī baktericīdās vielas, piemēram, lizocīms, kuru izdala āda, zināmā mērā to dezinficē. Tīras ādas baktericīdās īpašības ir 15–20 reižu augstākas nekā netīras.

Āda piedalās vielmaiņā (tauku, ūdens, sāļu, pigmentu) un termoregulācijā. Caur ādu organisms zaudē apmēram 80% saražotā siltuma izstarojuma vadīšanas un sviedru iztvaikošanas rezultātā. Tas nepieciešams organisma siltuma līdzsvara uzturēšanai.

Caur ādu no organisma izdalās dažādas gaistošas ķīmiskās vielas, to skaitā acetons, etiķskābe, metanols, organiskie un neorganiskie sāļi, enzīmi. Caur ādu izdalās arī eksogēnas izcelsmes vielas (arsēns, broms, dzīvsudrabs, jods u.c.).

Izdalot CO_2, āda piedalās organisma gāzu apmaiņā. Ādai ir nozīme organisma nodrošināšanā ar vitamīnu D_2, kas ultravioletā starojuma iedarbības rezultātā veidojas no dehidroholesterīna. Āda ir arī maņu orgāns, kas uztver no ārējās vides nākošos kairinājumus, ko rada pieskāriens, spiediens, temperatūras u.c. kairinātāji. Ādā ir taustes, aukstuma, siltuma un sāpju receptori. Kairinājums no šiem receptoriem pa nerviem nonāk galvas smadzeņu garozā, kur sarežģītas nervu darbības rezultātā rodas noteikta sajūta.

Mati ir ādas derivāti. Tie ir elastīgi ragvielas pavedieni, kas klāj cilvēka ķermeņa virsmu. Pieaugušam cilvēkam izšķir garos matus (galvas, bārdas, ūsu, padušu, kaunuma paugura), īsos

matus (uzacis, skropstas) un pūkas, kas sedz visu pārējo ķermeni, izņemot lūpu sārto daļu, pēdu apakšējo virsmu, pirkstu sānu virsmas un delnas. Uz galvas ir izveidojusies matu sega, kas slikti vada siltumu un sakarā ar to aizsargā smadzenes no krasām temperatūras svārstībām. Jo mati biezāki, jo lielākas to siltumu aizsargājošās īpašības sakarā ar lielo gaisa daudzumu, ko satur matu sega.

Matos un arī nagos no organisma var nokļūt un uzkrāties tajā esošās toksiskās vielas, piemēram, svins un citi metāli, radionukleotīdi u.c.

Ja āda un mati ir netīri, visas minētās funkcijas ir traucētas. Uz cilvēka ādas pastāvīgi atrodas ļoti daudz dažādu mikroorganismu, sviedru un ādas dziedzeru izdalījumu. Organiskās vielas, kas sakrājas uz ādas, pakāpeniski sadalās, izdalot gāzes ar nepatīkamu smaku. Sadalīšanās produkti kairina ādu, aizsprosto ādas tauku un sviedru dziedzerus, radot labvēlīgus apstākļus ādas iekaisumu, sastrutojumu un sēnīšslimību attīstībai. Samazinās arī ādas elpošanas virsma, tiek traucēta termoregulācija.

Visvairāk netīrumu sakrājas uz plaukstu ādas. Īpaši daudz to var būt zem nagiem, tādēļ regulārai nagu apgriešanai ir tik liela nozīme.

Dažas īpatnības ir kāju ādai. Tajā ir daudz sviedru dziedzeru. Sviedru pastiprinātu izdalīšanos var veicināt cieši apavi no gaisu necaurlaidīgiem materiāliem. Nozīmīgs ir arī zeķu materiāls un gaisa caurlaidība.

Ādas un matu kopšana ir svarīga personiskās higiēnas sastāvdaļa, kuras uzdevumi ir tīrīt, barot, aizsargāt. Ādas kopšanas veids ir atkarīgs no ādas īpašībām, ko savukārt ietekmē cilvēka veselības stāvoklis, darbs, uzturs, klimatiskie apstākļi. Pārmērīgi taukaina un sausa āda var būt dažādu organisma patoloģisko traucējumu (hipovitaminozes, avitaminozes, iekšējās sekrēcijas dziedzeru un nervu sistēmas darbības traucējumu, gremošanas orgānu slimību) pazīme.

Nepieciešams regulāri mazgāt visu ķermeni un matus. Mazgājoties āda tiek atbrīvota no baktērijām, sāļiem, vecajām raga slāņa šūnām un tauku dziedzeru izdalījumiem. Tas uzlabo ādas elpošanu un asinsriti, nodrošina labāku ķermeņa temperatūras regulāciju un vielmaiņas norisi. Ķermenis jāmazgā katru dienu ar siltu ūdeni, tualetes ziepēm un sūkli. Biežāka mazgāšanās nepieciešama pastiprinātas sviedru un ādas tauku izdalīšanās gadījumā, kā arī pēc netīru darbu veikšanas. Vislabāk ādu un tās poras attīra mazgāšanās karstā dušā, vannā, pirtī. Higiēniskāk ir mazgāties dušā – tekošā, tīrā ūdenī. Pēc mazgāšanās vannā ķermenis noteikti jānoskalo ar tīru ūdeni.

Karsta vanna patīkama gados jauniem cilvēkiem, bet gados vecākiem tā ne vienmēr ir derīga. Nav vēlama arī ilgstoša uzturēšanās karstā ūdenī, jo augstā temperatūrā paplašinās ādas virspusējie asinsvadi, atslābst to siena, novājinās ādas muskulatūra, āda kļūst ļengana, grumbaina un iegūst tumšsārtu nokrāsu. Savukārt auksts ūdens asinsvadus sašaurina. Ja ar to mazgājas regulāri, āda kļūst bāla, sausa, rodas grumbas. Tādēļ ādas mazgāšanai ieteicams pārmaiņus lietot gan karstu, gan aukstu ūdeni. Tas nodrošina savdabīgu ādas masāžu, uzlabo asinsriti, labvēlīgi iedarbojas uz ādas receptoriem. Ieteicamas arī vēsas peldes (25–26 °C), pievienojot ūdenim skuju vai jūras sāls ekstraktu, kumelīšu vai nātru novārījumu.

Ja mājās nav vannas istabas, labi var nomazgāties bļodā līdz jostasvietai, bet pēc tam citā ūdenī – no jostasvietas uz leju. Noteikti ir jāmazgā rokas pirms katras ēšanas reizes.

Mazgāšanās palīdz saglabāt ne tikai veselību, bet arī patīkamu izskatu. Reti mazgāta āda ir bāla, ar paplašinātām, netīrām porām, raupja, ātri noveco. Pēc peldes vai dušas ķermenis jāieziež ar mitrinošu krēmu vai ķermeņa kopšanai domātu balzamu.

Sevišķi rūpīgi jākopj atklātās ķermeņa daļas – seja, kakls, rokas, galvas āda, jo tās pakļautas pastiprinātai vides iedarbībai [10].

Sejas ādas kopšanā svarīgākais ir panākt tās hidratāciju, t.i., palielināt šķidruma daudzumu šūnstarpās un pašās šūnās. Tas uzlabo ādas fizioloģiskās norises, atjauno tās elastīgumu, āda kļūst gluda, normalizējas tās taukainība. To panāk ar tīrīšanu, vajadzīgo barības vielu pievadīšanu un ādas pasargāšanu no kaitīgiem vides faktoriem. Īpaši rūpīgi seja jātīra vakarā: vispirms jānotīra dienā lietotie dekoratīvās kosmētikas līdzekļi. Seja un kakls ar neitrālām tualetes ziepēm mīkstā istabas temperatūras ūdenī jāmazgā vakarā un no rītiem. Uz nakti iesakāmi barojošie sejas krēmi, bet no rītiem – mitrinošie dienas krēmi.

Ķermeņa un sejas ādai ieteicama t.s. skābekļa duša, respektīvi, elpošanas vingrinājumi un gaisa peldes rītos pie vaļēja loga.

Arī uzturs un dzīvesveids ietekmē ādas krāsu. Svarīgi ir kārtīgi izgulēties, lietot vitamīniem bagātu uzturu, pēc iespējas vairāk uzturēties svaigā gaisā, atteikties no kafijas un smēķēšanas [10]. Ādu padara netīru gan cilvēku ādas izdalījumi, gan apkārtējā vide. Netīrumi sadaloties piešķir drēbēm nepatīkamu smaku, arī mikroorganismi tādā ādā ilgi saglabā dzīvotspēju; samazinās porainība un gaisa caurlaidība. Tāpēc āda regulāri jātīra, jāmazgā, jāvēdina un nepieciešamības gadījumos arī jādezinficē.

Matus nepieciešams regulāri mazgāt ne retāk kā vienu reizi nedēļā. Matu mazgāšanas biežums ir atkarīgs no tā, vai mati ir sausi, normāli vai taukaini. Tāpat jāņem vērā cilvēka darba un dzīves apstākļi. Mati jāmazgā tad, kad tie ir netīri. Matus mazgājot, tie attīrās no putekļiem, atmirušām ādas raga slāņa šūnām, mikroorganismiem, tauku un sviedru dziedzeru izdalījumiem. Mati jāmazgā mīkstinātā, siltā (40 °C) ūdenī. Cietu ūdeni mīkstina ar dzeramo sodu (1/4 tējkarotes uz 1 l ūdens).

Ziepes ir mazgāšanās līdzeklis, ko ražo no lielmolekulāro taukskābju sāļiem. Tās iegūst, apstrādājot taukus ar nātrija sārmu (cietās ziepes) vai kālija sārmu (šķidrās ziepes). Ziepes izmanto ķermeņa ādas, matu, apģērba, veļas un dažādu priekšmetu mazgāšanai. Ziepēm šķīstot ūdenī (hidrolizējoties), rodas taukskābes un brīvs sārms. Taukskābes šķīdina ādas virskārtā sakrājušos taukus, brīvais sārms apziepjo taukvielas un šķīdina olbaltumus, tādējādi netīrumi viegli pāriet šķīdumā. Plānā ziepju plēvīte pārklāj netīrumu daļiņas, tās sajaucas ar mazgāšanas šķīdumu un kļūst viegli aizskalojamas. Ziepju šķīdumam, it īpaši ziepju putām, piemīt arī īpašība absorbēt, uzsūkt netīrumus. Ziepes ar lielāku taukskābju daudzumu labāk puto. Ja ziepēs ir daudz brīvā sārma, tās padara ādu pārāk sausu, tāpēc tām pievieno borskābi, kas saista brīvo sārmu.

Ķermeņa ādas mazgāšanai iesakāms izmantot tualetes ziepes, kas satur 80% taukskābju un ne vairāk par 0,05% brīvā sārma. Dažādās tualetes ziepes atšķiras galvenokārt ar piedevām, kas nosaka to krāsu, smaržu, šķīdību un putošanos. Saimniecības ziepes satur daudz mazāk taukskābju un vairāk sārma, tāpēc mazgāties ar tām nav ieteicams.

Mūsdienās plaši lieto **sintētiskos mazgāšanas līdzekļus** (SML). Tie ir kompleksi ķīmiskie savienojumi, kas satur virsmas aktīvās vielas. Pēdējās iegūst no sintētiskiem produktiem. SML var būt pulveru, pastu un šķīdumu veidā. To sastāvā ietilpst arī balinātāji, smaržas, kalcinētā soda un citas ķīmiskās vielas.

SML sastāvā esošām katjonaktīvām vielām (degmīnam, diocilam, pirofēmam u.c.) piemīt augsta bakteriostatiskā un baktericīdā darbība. Anjonaktīvo vielu (sulfanolu u.c.) baktericīdā darbība ir zemāka nekā katjonaktīvo, tādēļ tās SML izmanto maisījumā ar citām dezinficējošām vielām.

Sadzīvē SML galvenokārt izmanto veļas mazgāšanai un telpu uzkopšanai. Par 1% augstākā koncentrācijā SML ir kairinoša un sensibilizējoša iedarbība. SML ir toksiskāki par ziepēm, tādēļ tos neiesaka izmantot ķermeņa mazgāšanai un ūdens mīkstināšanai. Ūdens mīkstināšanai iesakāms vārot pievienot ziepes vai dzeramo sodu (1 tējkaroti uz 1 l ūdens) [2, 11].

Roku kopšana

Rokas kā viena no visvairāk atklātām ķermeņa daļām ir pakļautas dažādu nelabvēlīgu faktoru ietekmei. Rokas diendienā saskaras ar netīrumiem, patogēniskiem mikroorganismiem, ķīmiskām vielām, zemas vai augstas temperatūras iedarbību, Saules starojumu u.c. Minētie faktori var izraisīt pārmaiņas ne tikai ādā, bet arī ietekmēt roku formu, veicināt priekšlaicīgu roku novecošanos. Tādēļ īpaša uzmanība jāpievērš to kopšanai. Roku kopšanā galvenais ir tīrība. Rokas jāmazgā katru rītu un vakaru, kā arī pārnākot mājās, pirms ēšanas, pēc tualetes lietošanas un, protams, ik reizi, kad tās kļuvušas netīras. Rokas jāmazgā istabas temperatūras ūdenī ar tualetes ziepēm.

Mazgāšana aukstā ūdenī ādu dara sausu un raupju. Ļoti netīras rokas iepriekš patur ziepjūdenī un tad noberž ar roku mazgājamo suku. Pēc tam rokas jānoskalo un rūpīgi jānosusina. Ja rokas atstāj mitras, īpaši aukstumā un vējā, āda kļūst sārta, raupja, sāk sūrstēt.

Strādājot ar ķimikālijām vai veicot netīrus darbus, vēlams lietot gumijas cimdus.

Jārūpējas, lai roku āda nebūtu sausa, jo sausa āda lobās un plaisā. Tādēļ rokas vismaz reizi dienā jāiezież ar ādu mīkstinošu roku krēmu. Ja tas nelīdz, vakaros ieteicamas roku peldes, barojoša maisījuma kompreses un roku ieziešana ar vitaminizētu krēmu.

Roku kopšanā īpaša uzmanība jāpievērš nagiem. Tiem jābūt apgrieztiem un tīriem. To nodrošina panadžu mazgāšana ar ziepēm un suku, netīrumu iztīrīšana ar nagu tīrāmo, kā arī manikīrs, ko reizi nedēļā vislabāk veikt pie speciālista.

Kāju kopšana

Racionālas kāju higiēnas pamatu pamats ir tīrība, tomēr ne mazāk svarīga ir piemērotu apavu izvēle. Šauri apavi izraisa asinsrites traucējumus, pārmērīgu kāju svīšanu, varžacu un tulznu veidošanos. Neveselīgi ir ikdienā nēsāt apavus ar augstu papēdi, jo tad ķermeņa svars pārsvarā balstās uz pirkstiem, tiek traucēta asinsrite, kājas ātri nogurst, pietūkst, sāk sāpēt, veidojas nepareiza stāja. Vislabākie ir mīksta, gaiscaurlaidīga materiāla apavi ar pusaugstu papēdi un ovālu purngalu. Nav vēlami auduma apavi, jo tie ātri piesūcas ar sviedriem. Zeķēm jābūt atbilstoša lieluma, vēlams, no dabiska materiāla – vilnas, kokvilnas vai zīda.

Kājas labvēlīgi ietekmē saule, gaiss un jūras ūdens. Tādēļ vasarā jāizmanto katra iespēja staigāt basām kājām. Tas mazinās kāju svīšanu un nostiprinās muskuļus.

15.2. ZOBU UN MUTES DOBUMA KOPŠANAS HIGIĒNA

Mutes dobuma un zobu higiēnai ir liela nozīme dažādu mutes dobuma gļotādas un zobu slimību profilaksē.

Regulāra mutes dobuma skalošana un zobu tīrīšana novērš barības atlieku un zobu aplikuma uzkrāšanos mutes dobumā. Ja zobus regulāri nekopj, tad uz to virsmām, kā arī smaganu padziļinājumos sakrājas mīksts aplikums, kas sastāv no mikroorganismiem, to sabrukšanas produktiem un barības atliekām. Tas veicina zobu kariesu, smaganu iekaisumu, zobakmens nogulsnēšanos. Barības atliekas gļotādas krokās, bojātos zobos un zobstarpās mikroorganismu ietekmē sadalās, notiek pūšanas procesi, kas nereti rada mutes smakošanu. Neārstēti zobi bieži ir infekcijas avots. No tiem ar asinīm un limfu organismā iekļūst mikroorganismi un nevēlamas vielas, kas var izraisīt citu orgānu (sirds, nieru u.c.) slimības. Neārstējot virspusēju vai vidēji dziļu zobu kariesu, rodas dziļāks bojājums ar zoba pulpas audu iekaisumu (pulpīts) vai pat bojājumu, kas skar zobu apkārtējos audus (paradontoze).

Zobu un smaganu aplikumu notīra ar zobu suku. Pirmo reizi zobu suka ir pieminēta Lielajā austrumu enciklopēdijā 1400. gadā, bet eiropiešu literatūrā tā pirmo reizi minēta 1675. gadā. Mūsdienās ir ļoti daudz zobu suku modeļu. Katra zobu suka sastāv no roktura un sarus saturošās daļas. Svarīgi ir izvēlēties lieluma, formas un izliekuma ziņā piemērotu zobu suku, lai ērti varētu piekļūt visām zobu virsmām. Zobu sukas sariem jābūt no sintētiska materiāla, pietiekami elastīgiem, sakārtotiem pušķīšos 3 rindās un apgrieztiem konusveidā, lai, tīrot zobus, sari labi iekļūtu zobstarpās. Jaunu zobu suku pirms lietošanas mazgā siltā ūdenī ar ziepēm. Tā jāuzglabā tīra, vaļēja, vertikālā stāvoklī, ar saru daļu uz augšu. Katram ģimenes loceklim jālieto sava zobu suka. Tās lietošanas ilgums – 2 mēneši. Var izmantot elektriskās sukas, kas ieteicamas arī smaganu masāžai. Bērniem zobu kopšana jāsāk jau no otrā mūža gada. Pēc katras ēdienreizes mute jāizskalo ar istabas t° ūdeni, kam var pievienot nedaudz vārāmās sāls vai zobu eliksīra (antiseptisku, aromātisku un savelkošu vielu šķīdums ūdenī vai spirtā). Zobstarpas no barības atliekām atbrīvo ar zobu suku.

Divas reizes dienā – no rīta pēc brokastīm un vakaros pirms gulētiešanas – zobi jātīra ar suku un zobu pastu vai pulveri. Vispirms zobus tīra vertikālā virzienā, t.i., no augšas uz leju augšžoklī un no apakšas uz augšu apakšžoklī, tad viegli, nespiežot suku, – horizontālā virzienā, no priekšpuses uz sāniem. Tīrīšanu beidz ar riņķveida kustībām. Spiediens uz zobu suku tiek izdarīts tad, kad tā pāriet no smaganām uz zobiem. Nākamo pusriņķi izdara bez spiediena – līdz ar to zobu suka nonāk sākuma stāvoklī. Ar šādām kustībām jātīra visas pieejamās zobu virsmas. Zobu tīrīšanas ilgums 2–3 min. Pēc tīrīšanas muti izskalo, lai atbrīvotu no zobu pulvera vai pastas un zobu aplikuma paliekām. Bērni jāpieradina tīrīt zobus regulāri, viņiem ar zobu suku ieteicams izdarīt vertikālas kustības.

Lai panāktu zobu sānu virsmu un zobstarpu pilnīgu attīrīšanu, iesaka izmantot zobu diegu, zobu bakstāmos, speciālas zobu sukas. Zobu diegus izmanto, lai iztīrītu zobstarpas no barības atliekām. Zobu diegi ir dažādi – vaskoti, nevaskoti, apaļi, plakani. Labākie ir vaskotie un plakanie diegi. Ieteic izmantot 35–40 cm garus diegus. Turot diegu ar abām rokām, iztīra zobstarpas. Nedrīkst tīrīt ar lielu spēku, lai neievainotu smaganas. Zobu bakstāmie var būt koka vai plastmasas ar trīsstūrainu, plakanu vai apaļu formu. Tos izmanto zobstarpu tīrīšanai un aplikuma noņemšanai no zobu sānu virsmām.

Gadījumos, kad zobu forma ir atipiska vai ir zobu izvietojuma anomālijas, nepieciešamas speciālas zobu sukas. Šādām zobu sukām var būt vai nu viens konusveidīgi apgriezts saru kūlītis, vai arī birstīte, kurai visapkārt izvietoti īsi zariņi. Ar tādām sukām ērti tīrīt platas zobstarpas vai arī spraugas zem nenoņemamām tiltveida protēzēm.

Zobu tīrīšanai var izmantot zobu pulveri un zobu pastas. Zobu pulveris, kas satur attīrītu krītu, uz zobiem iedarbojas galvenokārt mehāniski. Tas var ieskrambāt vai noberzt emaljas slāni, tāpēc ieteicamākas ir zobu pastas. Higiēniskās zobu pastas zobus tīra mehāniski un viegli dezinficē mutes dobumu. Ārstnieciski profilaktiskās zobu pastas, kas satur bioloģiski aktīvas vielas (hlorofilu), mikroelementus (fluoru, molibdēnu, stronciju), sāļu komponentus, ārstniecisko augu ekstraktus, vitamīnus, enzīmus, ieteicamas pret parodontopātijām; tās sekmē smaganu sadzīšanu, normalizē vielmaiņu iekaisušos audos. Bērniem jālieto speciālas bērnu zobu pastas. Svarīga profilaktiska nozīme veselu zobu saglabāšanā ir ne tikai uztura ķīmiskajam sastāvam – pietiekamam olbaltumu, tauku, ogļhidrātu, minerālvielu, vitamīnu daudzumam, bet arī tā fizikālajām īpašībām. Cietas konsistences uzturlīdzekļi (svaigi augļi, dārzeņi, cieta maize u.c.) sekmē zobu un mutes dobuma gļotādas pašattīrīšanos, kā arī nodrošina normālu fizioloģisko slodzi visam košļāšanas aparātam. Ja lieto tikai mīkstu, sasmalcinātu barību, mutes dobuma pašattīrīšanās ir nepietiekama.

Zobu kariesa profilaksei ieteicamas fluoru saturošas tabletes, kuru devu nosaka stomatologs. Labs efekts ir arī mutes skalošanai ar 0,2% nātrija fluorīdu, gelus un fluoru saturošu šķīdumu aplikācijām. Sīkākai informācijai ieteicams apmeklēt stomatoloģiskās profilakses kabinetus.

Īpaši mutes dobuma higiēna jāievēro zobu protēžu lietotājiem. Ja protēzes nekopj, apkārtējos audos ātri veidojas iekaisums, zobi zem kroņiem bojājas, mute smako, saīsinās protēžu kalpošanas laiks. Izņemamās protēzes jātīra tekošā ūdenī ar speciālu protēžu suku un pastu. Naktī protēzi vēlams ievietot dezinficējošā šķīdumā vai glāzē ar novārītu atdzesētu ūdeni. Reizi nedēļā protēze jāmazgā ar ziepēm. Lai likvidētu venozo asiņu un limfas sastrēgumu gļotādā, ko nosedz plate, ieteicams smaganas masēt.

15.3. APĢĒRBA UN APAVU HIGIĒNA

Apģērbs pasargā cilvēka ķermeni no nelabvēlīgiem klimata un meteoroloģiskiem apstākļiem, kā arī no mehāniskas iedarbības.

Apģērbam ir liela estētiska nozīme. Apģērba īpašībām jāatbilst cilvēka dzīves un darba apstākļiem, jānodrošina optimāla gaisa un mitruma maiņa starp cilvēku un ārējo vidi. Svarīgi, lai apģērbs atbilstu cilvēka augumam, cilvēka vecumam un dzimumam, tas nedrīkst traucēt kustības un organisma fizioloģiskās funkcijas (elpošanu, asinsriti). Apģērbs nedrīkst uzkrāt putekļus, netīrumus, baktērijas un elektriskos lādiņus. Tam jābūt viegli tīrāmam, izturīgam un ar tādu piegriezumu, lai to varētu ērti valkāt.

Apģērbu izgatavo no auduma. No higiēnas viedokļa īpaši nozīmīgas ir šādas auduma īpašības: siltumvadāmība, gaisa un tvaika caurlaidība un higroskopiskums. Auduma īpašības atkarīgas no tekstilšķiedras īpatnībām, no auduma svara, biezuma un porainības. Bez paša materiāla īpašībām higiēniska nozīme ir arī apģērba slāņu daudzumam un piegriezumam.

Apģērbam izšķir vairākus slāņus. Apģērba pirmais slānis, kas visciešāk pieguļ cilvēka ķermenim, ir veļa. Veļa gan saskaras ar ādu, gan veicina normālas tās funkcijas. Veļas galvenais uzdevums ir attīrīt ādu no vielmaiņas produktiem (sviedri, ādas tauki, nolobījies epitēlijs) un mikroorganismiem. Veļa ietekmē ādas un tai pieguļošā gaisa slāņa temperatūru. Ja veļa ir izvēlēta pareizi, tad, ja cilvēks ir relatīvā miera stāvoklī, zem apģērba gaisa temperatūrai jābūt 28–32 °C un gaisa relatīvajam mitrumam mazākam nekā apkārtējā gaisā. Veļai izvēlas audumu, kas slikti vada siltumu (tam jābūt pietiekami porainam) un labi laiž cauri gaisu; veļas audumam jābūt higroskopiskam, t.i., labi jāuzsūc sviedri, kā arī jānodrošina sviedru iztvaikošana no auduma virsmas. Tā kā veļa pieguļ ķermenim, tās audumam jābūt plānam, mīkstam, elastīgam, kā arī izturīgam, lai varētu pietiekami bieži veļu mazgāt.

Auduma spēja nodrošināt optimālu mikroklimatu atkarīga no auduma siltumvadāmības, gaisa caurlaidības, higroskopiskuma un ūdensietilpības.

Apģērba otro slāni veido kleita, sieviešu kostīms vai vīriešu uzvalks, blūze, krekls vai citi līdzīgi apģērba elementi, kas nodrošina cilvēka organisma papildu siltumizolāciju.

Apģērba trešajam slānim – virsdrēbēm (mētelim, sporta jakai u.c.) – jānodrošina laba siltumizolācija. Drēbju dažādos slāņos jābūt nekustīga gaisa rezervēm. Lai nodrošinātu šo rezervi, virsdrēbēm labi jāaizsargā pret vēju un vāji jālaiž cauri gaiss. Virsdrēbju ārējam slānim labi jāaizsargā no atmosfēras nokrišņiem [2].

Auduma siltuma saglabāšanas spēja ir atkarīga no tā siltumvadītājspējas un biezuma. Sliktāk siltumu vada materiāli, starp kuru šķiedrām atrodas ar gaisu pildītas poras; piemēram,

reti austi biezi un pūkaini audumi (kažokādas porainība ir 95–97%, vilnas segas – 88%) ir siltāki nekā blīvi un gludi (linu un kokvilnas audumu porainība – 37–44%). Apģērba audumam nepieciešama laba gaisa caurlaidība, kas nodrošina vajadzīgo gaisa apmaiņu; sevišķi svarīgi tas ir karstā gadalaikā, kad ķermenis atdod siltumu, galvenokārt iztvaikojot sviedriem no ādas virsmas. Labi gaisu laiž cauri poraini audumi, piemēram, vilnas, triko u.c. Ja ir zema gaisa t° un stiprs vējš, nepieciešams apģērbs no tāda auduma, kam maza gaisa caurlaidība, citādi ķermenis pārāk strauji atdziest; apģērba audumam ne tikai jāsaglabā siltums, bet arī jāpasargā no vēja.

Ja apģērbs kļūst mitrs, ievērojami samazinās tā higiēniskās īpašības, jo mitrs apģērbs, blīvi pieguļot pie ķermeņa, ne tikai rada nepatīkamas subjektīvas sajūtas, bet arī pastiprina ķermeņa atdzišanu. Arī apģērba krāsai ir liela nozīme, piemēram, balts audums atstaro divreiz vairāk saules staru nekā melns, tāpēc ieteicams vasarā. Apģērbam jābūt ērtam, tas nedrīkst spiest, ierobežot kustības, traucēt asinsriti, radīt noberzumus vai kairināt ādu [2, 11].

Mūsdienās vairāk nekā puse apģērbu tiek ražota no sintētiskiem materiāliem. Sintētisko polimēra materiālu (kaprona, perlona, neilona, lavsāna u.c.) šķiedru fizikālās, ķīmiskās un mehāniskās īpašības ir labākas nekā dabiskajām šķiedrām.

Sintētiskās šķiedras ir elastīgas, izturīgas pret nodilšanu, pret skābju, sārmu, oksidētāju un citu reaģentu iedarbību, kā arī pret pelējumu un kodēm.

Audumiem no ķīmiskām šķiedrām piemīt antimikrobas īpašības. Ir radītas jaunas sintētiskās šķiedras, kuras nomāc stafilokoku un zarnu nūjiņas augšanu [12].

Tomēr šīm šķiedrām ir arī trūkumi. Vispirms jāmin šo šķiedru īpašība uzkrāt statisko elektrību. Bez tam sintētisko šķiedru audumi ļoti vāji uzsūc ādas izgarojumus, tādēļ to izmantošana apakšveļai ir stipri ierobežota. Konstatēts arī, ka saules staru paaugstinātas temperatūras un citu faktoru iespaidā no šiem polimēru materiāliem reizēm izdalās mazmolekulāri produkti, kas var iespaidot ādu. Sintētiskie audumi nereti izraisa alerģiskas reakcijas vai slimības (dermatītu, ekzēmu), ādas kairinājumu vai iekaisumu.

Pirms rūpnieciskās ražošanas uzsākšanas toksikoloģiskos pētījumos tiek pārbaudīta sintētisko materiālu ķīmiskā stabilitāte. Eksperimentos ar dzīvniekiem nosaka ādas reakciju uz ūdens izvilkumiem no audumu paraugiem. Šādā veidā tiek noskaidrota audumu iespējamā kairinošā un sensibilizējošā darbība. Tiek pētīta arī materiālu resorbtīvā iedarbība. Ja toksikoloģiskie pētījumi ar dzīvniekiem devuši pozitīvus rezultātus, tiek veikta audumu novērtēšana brīvprātīgām cilvēku grupām un sagatavots slēdziens par sintētiskā materiāla ķīmisko stabilitāti.

Visām ķīmiskām šķiedrām raksturīga termolabilitāte, tādēļ ir apgrūtināta no šādām šķiedrām gatavota apģērba sanācija (vārīšana, gludināšana, dezinficēšana). Sintētiskā auduma apģērbu higiēniskās īpašības ir atkarīgas no tekstilmateriāla struktūras. Tā, piemēram, trikotāža ir higiēniskāka nekā blīvie materiāli (lielāka gaisa, tvaika un mitruma caurlaidība, labāka siltumizolācija).

Vadoties no dažādām organisma fizioloģiskajām īpatnībām, darba rakstura un vides apstākļiem, izšķir vairākus apģērba tipus:

- sadzīves apģērbs, kuru izgatavo, ņemot vērā sezonas un klimatiskās īpatnības (vasaras, ziemas, apģērbs vidējiem platuma grādiem, ziemeļiem, dienvidiem);
- bērnu apģērbs, kuru gatavo no viegla un mīksta auduma, lai nodrošinātu labu siltuma saglabāšanu ziemā un pasargātu no pārkaršanas vasarā;
- darba apģērbs, kuru izgatavo, vadoties no specifiskiem darba apstākļiem, lai samazinātu vai aizsargātu no nelabvēlīgo darba vides faktoru iedarbības;
- sporta apģērbs dažādiem sporta veidiem. Sporta tērpu audumiem ir jābūt elastīgiem, higroskopiskiem un ar labu gaisa caurlaidību;

- armijas apģērbs, kura audumam jāatbilst ļoti augstām higiēniskām īpašībām. Tam jābūt higroskopiskam, ar labu gaisa caurlaidību, labi jāsaglabā siltums, pēc samirkšanas tam ātri jāizžūst, jābūt izturīgam pret novalkāšanos, viegli mazgājamam. Pat pilnīgi samircis karavīra apģērbs nedrīkst svērt vairāk par 7 kg. Armijā ir ikdienas, darba un parādes apģērbi;
- slimnīcas apģērbs, kas galvenokārt sastāv no veļas, pidžamas un virsvalka. Tam ir jābūt vieglam, viegli mazgājamam un dezinficējamam. Slimnīcas apģērbu parasti gatavo no kokvilnas auduma, bet mūsdienās izmanto arī speciāla sastāva papīru vienreizēji lietojamā apģērba pagatavošanai.

Svarīgs apģērba elements ir **galvassega.** Galvassegai ir jābūt iespējami vieglai, un tā nedrīkst traucēt asinsriti. Vasarā jālieto galvassega no gaiša materiāla, kas slikti vada siltumu, bet labi – gaisu.

Noteiktas prasības uzstādāmas arī **apaviem.** Apavu uzdevums ir nodrošināt kājas no savainošanas, atdzišanas, pārkaršanas, izmirkšanas, notraipīšanās, kukaiņu un dzīvnieku kodieniem un citu nelabvēlīgu mehānisku, ķīmisku un bioloģisku faktoru iedarbības. Apaviem nevajadzētu izraisīt kāju pārkaršanu un pastiprinātu svīšanu, to funkciju traucējumus un ierobežot kustību brīvību.

Pēc pielietojuma apavus iedala:

- sadzīves (mājas, vasaras, ziemas, ikdienas, izejamos),
- darba,
- sporta,
- bērnu,
- armijas,
- ārstnieciskos (ortopēdiskos) u.c.

Apaviem ir jāatbilst vecumam un citām organisma fizioloģiskajām īpatnībām.

Apaviem ir jābūt ērtiem, mīkstiem, viegliem, tiem jāatbilst laika apstākļiem, sadzīves un darba vajadzībām. Šauri un apspīlēti apavi var izraisīt pēdas deformāciju. Sākumā var parādīties ādas sabiezējumi un noberzumi, kam var sekot pēdu mīksto daļu un kaulu deformācija. Šauri apavi veicina nagu ieaugšanu, pastiprina kāju svīšanu, traucē asinsriti, dažkārt noved pie plakanās pēdas attīstības. Sakarā ar kāju asinsrites traucējumiem šauros apavos kājas atdziest ātrāk, kas zināmā mērā var veicināt saaukstēšanās slimību rašanos.

Ja apavi būs par lielu, tad arī pēdās varētu rasties dažādas patoloģiskas pārmaiņas. Tādēļ apavus vajag iegādāties atbilstoši kājas izmēriem. Jāatceras, ka dienas beigās notiek fizioloģiska pēdas pagarināšanās un paplašināšanās, tādēļ jauni apavi (it īpaši bērniem) ir jāiegādājas par 1–1,5 cm garāki par pēdu un tie ir jāpielaiko stāvot. Ja apavus iegādājas nēsāšanai ziemā, tad tiem ir jābūt par 1–2 izmēriem lielākiem, lai atliktu vieta siltām zeķēm.

Apaviem ir jābūt viegli tīrāmiem un labi izžāvējamiem, tiem pēc iespējas ilgāk ir jāsaglabā sava sākotnējā konfigurācija un higiēniskās īpašības. Labākais materiāls apavu izgatavošanai ir dabīgā āda, kas atbilst visām higiēniskajām prasībām: ir pietiekami gaisu un gāzes caurlaidīga, izturīga pret samirkšanu, labi notur siltumu, neizdala apavos ķīmiskas vielas, nekairina ādu. Pirmsskolas vecuma bērnu apavus vajadzētu izgatavot tikai no dabīgās ādas.

Aukstā laikā apavos var izmantot kažokādas vai voiloka ieliktnīšus, tādā veidā padarot tos siltākus. Vissiltākie apavi ir ādas zābaki ar kažokādas oderi vai velteņi, bet pēdējie ātri samirkst.

Vasaras apaviem ir jānodrošina laba ventilācija apavu iekšienē. Karstā klimatā apavu zolei ir jāaizsargā pēda no pārkaršanas, tādēļ vislabāk to izgatavot no blīvas pietiekama biezuma

ādas. Vasaras apavu augšējo daļu ieteicams izveidot no gaisu caurlaidīga materiāla, t.sk. no auduma, veidojot atveres un caurumiņus.

No higiēniskā viedokļa nav ieteicams apavu augšējo daļu veidot no lakādas, jo šim materiālam ir slikta gaisa caurlaidība.

Pašlaik apavu rūpniecībā plaši izmanto mākslīgos materiālus: mākslīgo ādu un zamšu, tekstovitu, sintētisko kažokādu apavu siltināšanai.

Mākslīgās ādas izgatavošanai izmanto sarežģītus daudzkomponentu maisījumus, kuru sastāvā ietilpst dažādi augstmolekulārie savienojumi, piemēram, polivinilhlorīds, poliamīds, poliuretāns, sintētiskie kaučuki, lateksi, nitroceluloze u.c. Atkarībā no apavu uzdevuma mākslīgai ādai tiek pievienotas dažādas tehnoloģiskās piedevas – stabilizatori (piemēram, kadmija un kalcija stearāti), plastifikatori (dibutilftalāts, dioktilftalāts u.c.). Plaši izmanto pildvielas, krāsas, balinātājus, fungicīdus.

Labas higiēniskās īpašības piemīt apavu zolēm no mikroporainās gumijas. Pēc daudziem higiēniskajiem rādītājiem porainā mākslīgā āda ir līdzīga dabīgai ādai.

Tomēr mākslīgā āda pat normālos ekspluatācijas apstākļos gaismas, siltuma, ultravioletā starojuma, mehānisko, ķīmisko un citu faktoru ietekmē izdala apkārtējā vidē sarežģītu bioloģiski aktīvu vielu kompleksu (divinilu, hloroprēnu, stirolu, hlorūdeņradi, amonjaku, akrilātus, izoprēnu u.c.). Jārēķinās, ka šīs vielas caur pēdu ādu var uzsūkties organismā. Ķīmiskās vielas, kas izdalās no apavu materiāla, var radīt pēdu iekaisumu un alerģiskas slimības.

Ja apkārtējā gaisa temperatūra ir zem –10 °C vai virs +35 °C, neiesaka lietot apavus no mākslīgās ādas, jo tie nespēs nodrošināt nepieciešamo siltumu un komfortu.

Sporta apavus neiesaka lietot pastāvīgi, bet tikai noteiktu laiku, jo tiem ir zema gaisa un gāzu caurlaidība, kas veicina pēdu pārkaršanu vai atdzišanu un atvieglo mikroorganismu savairošanos. Šī paša apsvēruma dēļ neiesaka ilgstoši lietot gumijas apavus.

Pat vasarā ieteicams valkāt apavus ar zeķēm, kuras pasargā apavu iekšējo virsmu no piesārņošanas un ir profilakses līdzeklis pret kāju bakteriālām un sēnīšslimībām. Karstā laikā nevajag valkāt zeķes no sintētiskiem materiāliem, kuri slikti uzsūc mitrumu un apgrūtina sviedru izgarošanu.

Pēdas un apakšstilba vislabākais fizioloģiskais izvietojums ir, ja tie veido 125–130° leņķi. Tas jāņem vērā, izvēloties papēžu augstumu. Minētais leņķis tiks nodrošināts, ja papēžu augstums būs 1–3 cm. Pie tāda papēžu augstuma pēdai tiek nodrošināts optimāls mehāniskās slodzes sadalījums [11, 12].

Jāatzīmē, ka apģērbu un apavu piegriezumu un materiālu izvēli bieži nosaka ne tikai higiēniskie apsvērumi, bet arī modes prasības. Apģērbs un apavi būtiski iespaido mūsu garastāvokli un darbaspējas. Ērtā apģērbā tērpies un ērtiem apaviem kājās, cilvēks, kurš turklāt apzinās, ka viņa apģērbs atbilst pašreizējam modes virzienam, jūtas labi, ir pašapzinīgs un aktīvs.

Tomēr dažas modes parādības var iespaidot veselību. Tā, piemēram, agrāk ilgstoša korsešu nēsāšana izraisīja krūškurvja un mugurkaula deformāciju, milzīgi lielās parūkas un frizūras, žabo, kas savilka kaklu, traucēja smadzeņu asinsriti, izraisot galvassāpes, reiboņus un ģīboņus.

Arī mūsu dienās mode var iespaidot veselību. Ar modi saprot īslaicīgu noteiktas gaumes virsvaldību kādā dzīves vai kultūras sfērā. No higiēniskā redzes viedokļa veselību nelabvēlīgi iespaido "mini" mode. Staigājot īsā apģērbā, notiek pastāvīga organisma atdzesēšana, kuras rezultātā sievietēm var attīstīties asinsrites traucējumi mazajā iegurnī, dzemdes, olnīcu, urīnpūšļa iekaisuma slimības, menstruālā cikla traucējumi. Ja, staigājot īsā apģērbā, aukstā gadalaikā valkā plānas zeķes un kurpes, var rasties arī asinsrites traucējumi un slimības kājās.

Nepareizi, ja aukstā gadalaikā nenēsā cepuri un šalli. Pie –10 °C gaisa temperatūras organisma siltuma atdeve palielinās par 17%, bet, ja kakls un galva nav apsegti, tad tādā pat gaisa temperatūrā – līdz 27%. Galvas atdzesēšana traucē asinsriti galvas matainajā daļā, kas var izraisīt matu saknīšu atrofiju, matu izkrišanu un agrīnu plikpaurību. Var attīstīties arī sejas nerva un deguna blakusdobumu iekaisumi [12].

Mūsu dienās gan sievietes, gan vīrieši valkā bikses, arī džinsus. Novērojumi rāda, ka pārāk šauru bikšu nēsāšana var izraisīt nevēlamas sekas: mugurkaula deformāciju, plaušu elpošanas ekskursiju apgrūtinājumu, olnīcu slimības [12].

Periodiski modē ir apavi uz "platformas" vai ļoti šauri apavi, vai apavi uz augsta un tieva papēža u.c. No higiēniskā viedokļa šādi apavi nav labvēlīgi veselībai. Pēdu laukums ir tikai daži desmiti kvadrātcentimetru, bet tam ir jāiztur visa ķermeņa svars. Ir zināms, ka ejot pēda kļūst platāka par 0,8–1 cm un garāka par 1,5 cm. Apavi ar cietu nelokāmu zoli traucē normālās pēdas funkcijas: palielinās slodze apakšstilba muskuļiem, gaita kļūst nestabila. Skriet ar "platformām" ir grūti. Ir izpētīts, ka 40% sieviešu cieš no pēdas statiskās deformācijas, kas saistīta ar nepareizu apavu valkāšanu.

15.4. NORŪDĪŠANĀS UN FIZISKĀ AKTIVITĀTE

Norūdīšanās ir svarīgs personiskās higiēnas elements. Tas ir pasākumu komplekss, kas palielina organisma pretestības spēju un izturību pret nelabvēlīgu ārējās vides faktoru iedarbību. Tai ir nozīme organisma adaptācijas, it īpaši termoregulācijas uzlabošanā. Norūdīšanās pamatā ir pakāpenisks un sistemātisks nervu un asinsrites sistēmas treniņš. Kairinot ādas un gļotādas receptorus, rodas uzbudinājums, kas pa nerviem un nervu ceļiem tiek aizvadīts uz galvas smadzeņu garozu, bet no tās iet impulsi, kuri pastiprina vai pavājina dažādu orgānu funkcijas. Tādā veidā organisms labāk pielāgojas mainīgiem ārējās vides apstākļiem un aktivizē aizsargreakcijas. Vislielākā nozīme ir organisma norūdīšanai pret aukstumu, mitrumu, kā arī krasām temperatūras maiņām. Vienkāršākie un efektīvākie norūdīšanās līdzekļi ir dabas faktori – gaiss, ūdens, saules radiācija, kā arī fiziskie vingrinājumi (vingrošana, sporta nodarbības).

Norūdīšanās galvenie pamatprincipi ir sistemātiskums, pakāpenība, individuālo īpatnību ievērošana, vispārējo un vietējo procedūru kombinācija, aktīvs režīms, norūdīšanās veidu un līdzekļu dažādošana, paškontrole. Lai iegūtu labus rezultātus, šie noteikumi stingri jāievēro.

Norūdīšanās procedūras jāveic regulāri, vislabāk katru dienu.

Zinātniskie pētījumi rāda, ka cilvēks ātrāk pierod pie aukstuma tad, ja atvēsināšanas procedūras notiek katru dienu pa 5 minūtēm, nekā tad, ja tās notiek ik pārdienas pa 10 minūtēm.

Pakāpenība ir izvēlētās procedūras intensitātes pakāpenisks pieaugums gan laika ziņā, gan procedūru daudzveidības un izvēlētā aģenta (piemēram, aukstuma) intensitātes ziņā. Tikai pakāpeniski palielinot intensitāti, var palielināt organisma izturību. Jāņem vērā arī cilvēka individuālās īpatnības – vecums, veselības stāvoklis, fiziskā sagatavotība u.tml. Tā, piemēram, bērni ir daudz jutīgāki pret ārējās vides faktoru iedarbību nekā pieaugušie. Fiziski vājāk attīstītie vai arī nesen slimojušie cilvēki krasāk reaģē uz meteoroloģiskiem faktoriem. Pusmūža gados un vēl vecākiem cilvēkiem ir pārmaiņas asinsrites un arī citās sistēmās, tādēļ viņiem nedrīkst ieteikt ļoti iedarbīgas un ilgstošas procedūras.

Organisma izturība pret nelabvēlīgiem ārējās vides faktoriem stipri palielinās, ja kombinē vispārējās un vietējās iedarbības procedūras, t.i., ja norūda ne vien visu ķermeņi, bet arī veic atsevišķu ķermeņa daļu, piemēram, pēdu vai kakla, norūdīšanu [2].

Labāku norūdīšanās efektu var sasniegt, izdarot kontrastprocedūras, kuru laikā, piemēram, strauji maina ķermeņa sildīšanu un atdzesēšanu. Tomēr šādām procedūrām organisms ir iepriekš jāsagatavo, lai vēlamā efekta vietā nerastos saaukstēšanās.

Norūdīšanās efektivitāte palielinās, ja to veic aktīvā režīmā, piemēram, norūdīšanās laikā izdara fiziskus vingrinājumus: fiziskās slodzes laikā labāk tiek kompensēts siltuma zudums, kas rodas, ķermenim atdziestot.

Vispusīgu efektu nodrošina norūdīšanās līdzekļu un veidu dažādošana. Organisma izturība veidojas galvenokārt pret norūdīšanai izmantoto faktoru, piemēram, norūdoties ar aukstumu, izturība rodas tieši pret aukstumu un tikai nedaudz pret citiem faktoriem. Tam pamatā ir daži vispārēji adaptācijas mehānismi, kas pilnveidojas norūdīšanās procesa gaitā.

Norūdīšanās laikā jāievēro arī paškontrole. Par norūdīšanās procedūru efektivitāti var spriest pēc dažām pazīmēm – cieša miega, labas ēstgribas, pašsajūtas uzlabošanās, darbaspēju palielināšanās u.c.

Norūdīšanos parasti sāk ar gaisa procedūrām, kurās izmanto dažādus aeroterapijas veidus – ilgstošu uzturēšanos svaigā gaisā, dzīvojamo un darba telpu vēdināšanu cauru diennakti, nodrošinot tajās temperatūru, kas nav augstāka par 18–20 °C, kā arī dienas un nakts miegu uz balkona vai pie atvērta loga dažādos gadalaikos dažādā temperatūrā, apsedzoties ar palagu, plānu segu vai guļot guļammaisā. Dozētā aeroterapijā gaisa peldes pirmajās reizēs ilgst 15–20 min, pakāpeniski pagarinot laiku līdz 1½ stundai. Norūdīšanos sāk ar indiferentu temperatūru, skolas vecuma bērniem un pieaugušajiem – 18–15 °C (ja gaisa kustības ātrums nepārsniedz 0,1 m/s, relatīvais mitrums – 40–65%).

Ūdens ir intensīvāks kairinātājs. Ūdens siltumvadāmība ir daudz lielāka par gaisa siltumvadāmību, tādēļ ūdens procedūras jāveic daudz uzmanīgāk par gaisa procedūrām.

Norūdoties ar ūdens procedūrām, precīzāk var dozēt kairinātāja termisko un mehānisko iedarbību. Norūdīšanos sāk ar īslaicīgākām un vieglākām procedūrām, pakāpeniski pārejot uz aktīvākām: noberzēšanos ar mitru dvieli, pazeminot ūdens temperatūru no 30 līdz 12 °C; noberzēšanos ar slapju, neizgrieztu dvieli (gaisa temperatūrai telpā jābūt vismaz 18–20 °C, nedrīkst būt caurvējš); aplaistīšanos, pazeminot ūdens temperatūru no 34 līdz 20 °C; aplaistīšanos pārmaiņus ar siltu (39–40 °C) un vēsu (20 °C) ūdeni, procedūras ilgums 1–2 min; dušu ar ūdens temperatūru no 34 līdz 20 °C un zemāk (ilgums 1–5 min); peldēšanos upē, ezerā vai jūrā (ilgums 2–4 min, līdz 10–15 min). Sākot vispārējās ūdens procedūras bērniem līdz 1 gada vecumam, ūdens temperatūrai jābūt 35–36 °C, bērniem līdz 3 gadu vecumam ūdens temperatūra pakāpeniski jāpazemina līdz 26–24 °C. Ūdens procedūras vislabāk sākt vasarā un turpināt visu gadu (noberzēšanās, aplaistīšanās, dušas). Norūdīšanās nolūkā var izmantot arī vietējas vēsa ūdens procedūras (sāk ar 20–25 °C, pakāpeniski pazemina līdz 10–12 °C). Lai palielinātu deguna, rīkles un bronhu gļotādas aizsargspējas, ieteicamas vēsas kāju peldes, pastaigas basām kājām pa rasu, bradāšana jūrā.

Organismu var norūdīt arī ar Saules radiāciju. Tās pamatā ir ultravioletā starojuma izraisītās fizioloģiskās reakcijas. Sauļošanos pavasarī un vasarā sāk ar 15–20 minūtēm, sauļošanās laiku pakāpeniski pagarinot līdz 1–2 stundām. Šis norūdīšanās veids nav ieteicams cilvēkiem, kas slimo ar hipertonisko slimību, aterosklerozi, tuberkulozi u.c. Ja nav iespējams izmantot Saules dabisko radiāciju (rudenī, ziemā, nelabvēlīgos laika apstākļos), var izmantot lampas ar ultravioleto starojumu vai sauļošanos solārijā.

Norūdīts cilvēks ir izturīgāks pret infekcijām un skābekļa nepietiekamību, viņam ilgāk saglabājas labas darbaspējas.

15.5. FIZISKĀS AKTIVITĀTES

Fiziskā kultūra ir nozīmīgs katra cilvēka personiskās higiēnas un veselīga dzīvesveida elements.

Mūsdienās, kad darbā un sadzīvē arvien vairāk funkciju veic mašīnas, kad attīstījies individuālais un sabiedriskais transports, kad pieaugušas cilvēka ikdienas ērtības, rodas nepietiekamas fiziskās aktivitātes problēmas. To apzīmēšanai lieto terminus **hipokinēzija** un **hipodinamija.** Ar hipokinēziju (gr. val. *hypo* – samazināšanās, *kinemato* kustība) apzīmē ilgstošu visu kopējo aktīvo ķermeņa kustību apjoma samazināšanos un novājināšanos, bet ar hipodinamiju (gr. val. *Dinamik* – spēks) izsaka muskuļu pievilkšanās spēka un to tonusa samazināšanos, kas rodas mazkustības dēļ. Minētos terminus lieto zinātnē, bet sadzīvē tos bieži apvieno, izsakot ar vienu jēdzienu – **mazkustība**, kas ir skeleta muskuļu un organisma sistēmu un audu nepietiekama noslodze spēka, laika un intensitātes ziņā.

Regulāra fiziskā slodze ir nepieciešama cilvēka veselības saglabāšanai un nostiprināšanai. Ja muskuļi ilgstoši netiek noslogoti, atrofējas ne vien paši muskuļi, bet arī daudzas organisma sistēmas, orgāni un audi, pasliktinās to funkcionālais stāvoklis. Mazkustība ir daudzu slimību riska faktors. Tā var izraisīt vielmaiņas traucējumus, aptaukošanos, asinsrites sistēmas slimības, balsta un kustību orgānu darbības traucējumus un citus patoloģiskus stāvokļus.

Pēdējos gados publicēti pētījumi par to, ka regulāri fiziski vingrinājumi nostiprina imūnsistēmu un palielina imūnvielu (interferona, interleikīna u.c.) koncentrāciju asinīs. Tāpēc fiziski aktīvi cilvēki retāk slimo ar dažādām mikroorganismu un vīrusu ierosinātām saaukstēšanās u.c. slimībām, bet, ja saslimst, ātrāk izveseļojas.



Fiziskā slodze normalizē centrālās nervu sistēmas darbību, novērš psihoemocionālā stresa negatīvo ietekmi uz cilvēka organismu. Fiziskās slodzes laikā izdalās bioloģiski aktīvas vielas (endorfīni, enkefalīni), kas uzlabo cilvēka pašsajūtu, garastāvokli, negatīvas emocijas nomaina ar pozitīvām. Fiziskiem vingrinājumiem ir liela nozīme dažādu izplatītu nervu sistēmas darbības traucējumu (depresijas, neirastēnijas, neirozes u.c.) profilaksē. Regulāra fiziskā slodze normalizē vielmaiņu, uzlabo audu barošanos (trofiku), novērš aptaukošanos, kā arī nostiprina muskuļus, saites, skrimšļaudus un kaulaudus. Fiziskiem vingrinājumiem ir liela nozīme osteohondrozes, osteoporozes, kā arī kustību orgānu traumu profilaksē.

Fiziskās aktīvitātes komponenti ir:

- rīta vingrošana,
- vingrošana darba pārtraukumā,
- fiziskās nodarbības atpūtas laikā gan individuāli, gan sporta sekcijās.

Veselības saglabāšanai un nostiprināšanai vispiemērotākā ir mērenas intensitātes (sirds ritms – 120–150 sitieni/min), pietiekami ilgstoša (20–60 min) un regulāra fiziskā slodze 3–5 reizes nedēļā. Ja fiziskā slodze šiem parametriem neatbilst, veselību nostiprinošais un profilaktiskais efekts ir daudz mazāks.

Muskulatūras, kā arī kaulu un locītavu nostiprināšanai un lokanības saglabāšanai ieteicami vispārattīstošie, lokanības un spēka vingrojumi (arī ar dažādiem trenažieriem). Bērniem un jauniešiem normālai fiziskai attīstībai un veselības saglabāšanai ik dienas nepieciešamas stundu ilgas organizētas un pareizi plānotas vingrošanas vai sporta nodarbības. Ar 2–3 nodarbībām, kā tas tiek praktizēts Rietumeiropas skolās, veselības saglabāšanai un nostiprināšanai nepietiek [1, 9].

Jebkura vecuma cilvēkiem ieteicams būt fiziski aktīviem. Tomēr fiziskai slodzei ir jābūt individualizētai: jāņem vērā konkrētā cilvēka reālais veselības stāvoklis, vecums un fiziskā sagatavotība.

Pirms uzsākt nodarbības, jebkura vecuma cilvēkiem, it īpaši vecāka gadagājuma, ieteicams veikt veselības pārbaudi.

Ilgstošas mērenas intensitātes fiziskās slodzes laikā organisms iegūst enerģiju, oksidējoties taukiem un ogļhidrātiem. Skābekli uzturvielu oksidēšanai cilvēka organisms iegūst no atmosfēras gaisa, tādēļ darbu, kas tiek veikts, izmantojot tikai šo enerģijas veidu, sauc par aerobo darbu, bet cilvēka organisma spēju veikt šādu darbu – par organisma aerobajām spējām.

Mazas un mērenas intensitātes aerobās slodzes laikā (sirds ritms līdz 120–130 sitienu/min) apmēram 50% enerģijas tiek iegūta, oksidējoties ogļhidrātiem. Lielas intensitātes aerobās slodzes laikā (sirds ritms 170 sitienu/min) enerģija tiek iegūta, notiekot tikai ogļhidrātu oksidācijai. Enerģētisko reakciju galaprodukti, kas rodas aerobās slodzes laikā, ir ogļskābā gāze (CO_2) un ūdens (H_2O). Ja slodzes intensitāte ir vēl lielāka (sirds ritms pārsniedz 180 sitienu/min), enerģijas iegūšanā iesaistās anaerobā glikolīze, kurai skābeklis nav nepieciešams; enerģijas iegūšanai tiek izmantoti tikai ogļhidrāti. Glikolīzes reakcijas galaprodukts ir pienskābe, kas uzkrājas organismā un rada izteiktu nogurumu [1].

Veselību veicinošas programmas pamatā jābūt aerobajiem vingrinājumiem, slodzei jābūt mērenai. Vecāka gadagājuma cilvēkiem intensīva slodze nav ieteicama. Lielas intensitātes aerobā slodze (sirds ritms 170 sitienu/min) maz ietekmē lipīdu maiņu, tā neuzlabo asins lipoproteīnu sastāvu, tāpēc šādai slodzei sirds un asinsvadu slimību profilaksē, kas īpaši aktuāla gados vecākiem cilvēkiem, nav nozīmes. Optimālu slodzes intensitāti (atbilstoši sirds ritmam) var aprēķināt pēc šādas formulas:

- iesācējiem – 170 sitienu/minūtē mīnus vecums gados;
- cilvēkiem, kam nodarbību stāžs lielāks par vienu gadu, – 180 sitienu/minūtē mīnus vecums gados.

Sirds ritms (pulss) jāskaita pirmajās 10 sekundēs pēc slodzes un jāreizina ar seši.

Lai spriestu par organisma funkcionalitāti un sagatavotības pakāpi fiziskiem vingrinājumiem, kā arī novērtētu pašsajūtu to izpildes laikā, ir izstrādāti dažādi testi. Viens no testiem ir šāds. Novērtē sākotnējās pulsa ātruma pārmaiņas pēc 20 lēnā tempā veiktiem pietupieniem ar izplestām rokām un izvērstiem ceļgaliem. Ja pulss paātrinās līdz 25% no sākotnējā, tad asinsrites sistēmas stāvokli var novērtēt kā labu, ja par 25–50% – kā apmierinošu, bet, ja par 75% – kā neapmierinošu.

Vēl viens tests – pulsa ātruma un vispārējās pašsajūtas pārmaiņas, uzkāpjot 4. stāvā. Stāvokli novērtē kā labu, ja pulsa ātrums nepārsniedz 100–120 sitienu/min, elpošana ir brīva, nav aizdusas un citu nepatīkamu sajūtu. Ja pulsa ātrums ir 120–140 sitienu/min un rodas viegla aizdusa, stāvoklis ir apmierinošs. Ja aizdusa un nespēks parādās jau 3. stāvā un pulsa ātrums ir lielāks par 140 sitieniem/min, tad asinsrites un elpošanas sistēmas stāvokli novērtē kā neapmierinošu. Pastāv dažādas metodes, kā novērtēt pašsajūtu fizisko vingrinājumu laikā. Piemēram, var skaitīt pulsu 1–2 min pēc vingrinājuma beigām. Pulsa ātrums nedrīkst pārsniegt t.s. kontroles zonu – tam jālīdzinās 75–85% kontroles skaitļa, kuru iegūst, atņemot gadu skaitu no skaitļa 220. Piemēram, 40 gadu vecumā kontroles cipars būs 220 – 40 = 180; 75% no 180 = 135; bet 85% = 153; tātad 40 gadu vecumā pulsa ātruma kontroles zona būs 135–153 sitieni/min. Fiziskā slodze nepārsniedz organisma funkcionālās iespējas, ja pulsa faktiskais ātrums atrodas attiecīgajam vecumam raksturīgās robežās. Vingrinājumi jāveic nesteidzoties, mierīgi, nepārspīlējot; tos beidzot, jāvar bez piepūles uzturēt sarunu. Ja to nevarat, tad slodze ir bijusi par lielu un vingrojumi jāveic lēnāk.

Vispiemērotākie vingrinājumi veselības nostiprināšanai ir ātra soļošana, skriešana, slēpošana, peldēšana, ritmiskā vingrošana, riteņbraukšana un citi vingrinājumi, kuros nodarbināti lielākie muskuļi un vairākas muskuļu grupas.

Izvēloties sporta veidu, ieteicams ņemt vērā dažus apsvērumus. Ja darbs ir saistīts ar konkurenci, tad brīvajā laikā nav ieteicams nodarboties ar sporta veidu, kas arī ir saistīts ar konkurenci, vismaz lai tai nebūtu pārāk liela nozīme. Piemēram, pēc saspringtas darba dienas doties uz golfa laukumu nereti nozīmē viena konkurences vai stresa veida nomaiņu ar citu. Tas nenozīmē, ka cilvēks nevar justies brīvi un priecāties par golfu vai citu viņam patīkamu sporta veidu, bet jāievēro pareizas proporcijas. Spēle jāuzskata par to, kas tā ir, respektīvi, par spēli. Ja tomēr cilvēkam uzvara kļūst tik ļoti svarīga, ka viņš izjūt sasprindzinājumu un satraukumu, tad gan vajadzētu atrast sev kādu citu fiziskās aktivitātes veidu [8].

Regulāri un kontrolēti – tie ir pamatvārdi, kas raksturo fiziskos vingrinājumus. Kā jau norādīts, veselības nostiprināšanā un slimību profilaksē izteikti pozitīvs efekts ir regulārām nodarbībām 3–5 reizes nedēļā. Tomēr arī ar divām nodarbībām nedēļā var palielināt darbaspējas un nostiprināt veselību. Viena nodarbība nedēļā darbaspējas nepalielina un veselības stāvokli būtiski nemaina, tomēr arī tai ir pozitīva nozīme. Šai vienīgajai fiziskajai nodarbībai nedēļā nevajadzētu izraisīt pārāk lielu fizisku sasprindzinājumu, lai pēc tās nebūtu vajadzīga nedēļu ilga atpūta.

Vingrinājumiem jābūt tādiem, kas rada prieku, nevis tādiem, uz kuriem sevi jāpiespiež. Ja vingrošana šķiet garlaicīga un nogurdinoša, nav nozīmes to veikt ar piespiešanos divdesmit minūšu dienā. Šādā gadījumā labāk braukt ar divriteni vai peldēt, turklāt kopā ar citiem ģimenes locekļiem. Jāmēģina atrast tāds fiziskās aktivitātes veids, kas vislabāk atbilst cilvēka raksturam un dzīvesveidam. Vingrinājumiem nav jāizraisa fizisks un garīgs pārgurums, tiem jābūt gan patīkamiem, gan derīgiem.

15.6. KAITĪGIE IERADUMI

Obligāts personiskās higiēnas un veselīga dzīvesveida priekšnoteikums ir atteikšanās no kaitīgiem ieradumiem – smēķēšanas, alkoholisma, narkomānijas.

Smēķēšanas kaitīgums galvenokārt ir saistīts ar tabakas dūmu ķīmisko sastāvu. Kaitīgās vielas tabakas dūmos ir nikotīns, darva, benzpirēns, amonjaks, zilskābe, radioaktīvās vielas (polonijs) u.c. Nikotīna ietekmē sašaurinās asinsvadi un līdz ar to samazinās asins piegāde dažādiem orgāniem. Tabakas dūmu kaitīgās vielas, nonākušas bronhos, rada kairinājumu un iekaisumu, kas ir vēža riska faktori. Akūtas saindēšanās gadījumā smēķētājam rodas klepus, slikta dūša, vemšana, bet hroniskas saindēšanās gadījumā attīstās hronisks bronhīts, bronhektāzes, plaušu emfizēma, tuberkuloze, dažādas elpošanas un gremošanas orgānu slimības (plaušu vēzis, kuņģa čūla), asinsvadu slimības, neirīti. Apmēram 85% plaušu emfizēmas slimnieku ir smēķētāji. Mirstība ar plaušu vēzi smēķētājiem ir 10–12 reižu lielāka nekā nesmēķētājiem. Smēķētāji parasti apgalvo, ka smēķēšana uzlabojot garīgā darba spējas, taču ilgstošas nikotīna iedarbības sekas ir gan fiziskā, gan garīgā darba spēju samazināšanās.

Neraugoties uz tik acīmredzamām smēķēšanas sekām, smēķē aptuveni 35–40% zemeslodes iedzīvotāju.

Kaut arī nikotīns formāli nepieder pie narkotisko vielu grupas, tomēr arī tas rada atkarību un pieradumu: atmest smēķēšanu bieži vien ir pat grūtāk nekā pārtraukt alkohola lietošanu. Smēķēšana ir kaitīga ne vien pašam smēķētājam, bet arī apkārtējiem cilvēkiem, it īpaši bērniem [3, 4, 5].

Smēķēšanas atmešanu atvieglo gan medikamentozā terapija (tabekss), gan adatu terapija, gan psihoterapija. Būtiska nozīme ir smēķēšanas profilaksei. Tā, piemēram, ASV, kur veselība ir prestiža jautājums, pēdējos gados ne tikai alkohola lietotāju, bet arī smēķētāju skaits ir stipri samazinājies.

Alkoholisms ir slimība, ko rada bieža alkoholisko dzērienu lietošana un kurai raksturīga patoloģiska tieksme pēc alkohola, kas cilvēku noved pie psihiska un fiziska sabrukuma, kā arī sociālas degradācijas. Alkoholisms kā slimība ir jāatšķir no t.s. sadzīves dzeršanas (žūpošanas), kas bieži ir alkoholisma cēlonis, bet vēl nav slimība. Alkoholisms un žūpošana ir kaitīgi cilvēka veselībai, tie nelabvēlīgi ietekmē bērnu audzināšanu, rada zaudējumus ražošanā, ietekmē sabiedrības labklājību.

Hroniska alkoholisma gadījumā rodas stabilas un progresējošas pārmaiņas visā organismā: bieži ir hronisks gastrīts, aknu ciroze, hepatīts, čūlas slimība, miokardīts. Raksturīga arī priekšlaicīga novecošanās.

Pat neliela alkohola deva (25–30 g) izraisa darbaspēju pazemināšanos par 10–15%, traucē precīzu kustību koordināciju, palielina satiksmes un darba negadījumu risku. Pat mērena, bet pastāvīga alkohola lietošana pirms ēšanas var novest pie hroniska alkoholisma.

Alkoholisma izcelsmē zināma nozīme var būt organisma īpatnībām (iedzimtībai, cilvēka personībai, dzimumam), cilvēka sociālajam un ģimenes stāvoklim, izglītībai. Novērots, ka par alkoholiķiem vieglāk kļūst cilvēki, kas alkoholu sākuši lietot agri (līdz 20 gadu vecumam). Dažreiz alkoholisma rašanos var veicināt sistemātiska alkoholisko dzērienu lietošana ārējo apstākļu ietekmē, piemēram, dažādu profesiju pārstāvjiem, kam alkohols ir viegli pieejams. Ja tomēr alkoholisms radies kā slimība, ko pašam ar gribasspēku vien pārvarēt neizdodas, nepieciešama narkologa palīdzība, kas var būt arī anonīma. Sākumā organisms tiek atindēts, pēc tam ārstēts, dodot priekšroku dažādām psihoterapijas metodēm [6, 7].

Narkomānija ir patoloģiska tieksme un pieradums lietot vienu vai vairākas narkotiskās vielas, kas iedarbojas galvenokārt uz CNS. Mazās devās tās rada maldīgu labsajūtu, jautrību, eiforiju, patīkamu mieru, bet lielās – stipru apreibuma sajūtu, apdullumu, miegu un pat dziļu bezsamaņas stāvokli – komu; dažas narkotiskās vielas izraisa ilūzijas un halucinācijas. Narkomānijai raksturīgās pazīmes: tieksme pēc narkotiskās vielas (galvenā pazīme), pieaugoša izturība pret lielām narkotiskās vielas devām, psihiski traucējumi pēc lielas vienreizējas devas vai pēc hroniskas lietošanas, abstinences parādības, ja narkotiskā viela nav saņemta, personības degradācija pēc ilgstošas narkotisko vielu lietošanas. Narkomānija rodas, ja pārmērīgi lieto alkoholu, opiju un tā derivātus (morfīnu, kodeīnu), dažus miega līdzekļus (barbiturātus), psihostimulatorus (kofeīnu, fenamīnu), pašsintezētās vielas (efedronu). Reizēm, lai gūtu eiforiju, tiek ostīti organiski šķīdinātāji (traipu tīrītāji, benzīns, acetons). Narkomānija ir arī hašišms, ko izraisa hašiša (anaša, marihuānas) lietošana. Tieksmi un pieradumu rada arī nikotīns. Narkomānijas gadījumā preparāta deva arvien jāpalielina, jo iepriekšējā vairs gaidīto efektu neizraisa, rodas pieradums, bet ar laiku – hroniska organisma saindēšanās, kas izraisa CNS, perifēriskās nervu sistēmas, asinsrites sistēmas un iekšējo orgānu bojājumus. Narkomānijas izraisīti psihiski traucējumi izpaužas kā garastāvokļa pārmaiņas, rodas satraukums, depresija, apātija, disforija, pazeminās intelektuālo procesu produktivitāte (uzmanība, atmiņa, domāšanas defekts), sašaurinās interešu loks, kļūst vājāka griba un darba spējas, iestājas sociāla degradācija [7].

Narkotisko vielu radītā eiforija var būt tik intensīva un subjektīvi tik patīkama, ka dažkārt narkomāni kļūst par grūti ārstējamiem vai pat neārstējamiem jau pēc vienreizējas narkotikas lietošanas.

Smagus narkomānijas slimniekus ārstē ilgstoši slēgta tipa iestādēs, izmantojot vienlaikus gan medikamentozo terapiju, gan psihoterapiju. Vieglākos toksikomānijas gadījumos pusaudžiem izstrādāta īpaša kolektīva psihoterapijas metode, ar kuru var panākt labus rezultātus, īpaši sākumstadijā cilvēkiem ar līdzsvarotu un saglabātu personību. Tomēr lielākā nozīme cīņā ar šīm slimībām ir profilaksei.

Vairākumā gadījumu cilvēki kļūst par narkomāniem, izmēģinot pirmo narkotikas devu, pat nezinot, kādām briesmām viņi sevi pakļauj.

15.7. DIENAS UN ATPŪTAS REŽĪMS

Miljoniem gadu ilgajā attīstības gaitā cilvēka organisms ir bijis pakļauts Saules radītām diennakts apgaismojuma pārmaiņām, kas noteikušas diennakts bioloģiskā ritma izveidošanos ar maksimālu dzīvības procesu norisi dienā un minimālu naktī.

Pēc elektrības parādīšanās cilvēku nomoda laika robežas paplašinājās, tomēr tas neizmainīja dzīvības procesu pakļaušanos diennakts ritmam. Jāņem vērā, ka pastāv arī individuāli diennakts bioritmi, kuri nosaka vairākus darbaspēju tipus. T.s. pūces tipa cilvēkiem ir labākas darbaspējas vakarā – viņi iet vēlu gulēt un vēlu ceļas, bet t.s. cīruļu tipa cilvēkam labākās darbaspējas ir agri no rīta un pirmajā dienas pusē – viņi ceļas agri un agri iet gulēt. T.s. baložu tipa cilvēkiem (aritmiķi) nav izteikts kāda noteikta bioritma pārsvars. Katram cilvēkam ir jāzina savs individuālais diennakts bioritms un jācenšas tam pielāgot dzīves un darba režīmu. Individuālā ritma neatbilstība dienas režīmam var izraisīt veselības traucējumus.

Racionāls dienas režīms ir mērķtiecīgi organizēta diennakts darbība, kas atbilst cilvēka vecuma īpatnībām un individuālajam bioloģiskajam ritmam. Racionālajā dienas režīmā jābūt

pareizai aktīvās darbības un atpūtas, nomoda un miega mijai. Veicot visas darbības noteiktā laikā, izveidojas uzvedības stereotipi, kas atvieglo piemērošanos videi.

Racionāls dienas režīms atšķiras dažāda vecuma bērniem un pieaugušajiem, kā arī skolēniem, studentiem, strādājošiem un pensionāriem. Racionāls bērna diennakts režīms ir viens no galvenajiem faktoriem, kas nosaka bērna fizisko attīstību, nostiprina viņa veselību, ieaudzina organizētību, gribasspēku un apzinīgumu. Bērna dienas režīmam ir jāatbilst viņa vecumam, veselības stāvoklim un individuālajām īpatnībām. Ja bērns katru dienu iet gulēt un ceļas noteiktā laikā, viņam pakāpeniski izveidojas nosacījuma refleksi: viņš vakaros ātri iemieg, rītos viegli pamostas, ir možs un vesels. Ēšana noteiktā laikā veicina gremošanas sulu atdalīšanos un labāku barības sagremošanu un izmantošanu. Nepieciešamas arī regulāras pastaigas un sporta spēles svaigā gaisā. Pie pareiza dienas režīma bērns jāradina no pirmajām dzīves dienām.

Skolas vecuma bērniem mācības prasa lielu garīgo un fizisko piepūli, tādēļ ļoti svarīgi ievērot stingru dienas režīmu. Pareizs skolēna dienas režīms sekmē bērna normālu augšanu un attīstību, nostiprina veselību, derīgas iemaņas un paradumus, audzina gribu. Skolēna dienas režīmā jāievēro, ka vislabākās darba spējas ir rīta stundās, bet pēcpusdienā nepieciešama biežāka darba un atpūtas mija.

Strādājošajiem diennakti var iedalīt aptuveni trīs vienādās daļās (pa 8 stundām katrā): darbs, personiskais laiks, miegs.

Mūsdienu augsto prasību laikmetā labus panākumus dzīvē var gūt tikai tie cilvēki, kuri prot izveidot racionālu dienas režīmu un stingri to ievēro. Pieaudzis cilvēks trešdaļu mūža pavada darbā, kur bieži vien ir liela garīgā un fiziskā slodze un dažādi veselību ietekmējoši kaitīgie faktori. No fiziskā un garīgā darba nav atdalāma atpūta, jo darbs un atpūta ir viens otra priekšnoteikumi, organisma dzīvības norišu divas daļas.

Pastāv divi **atpūtas veidi:**

1) atpūta kā relatīvs miera stāvoklis, kad cilvēks, pārtraucis garīgo un fizisko piepūli, atrodas ērtā pozā un nereaģē uz apkārtējo vidi ar trauksmi un emocionālo sasprindzinājumu;
2) atpūta kā garīga vai fiziska darbība, kas pēc rakstura krasi atšķiras no līdz tam veiktā darba, likvidē šā darba radīto nogurumu un sekmē darbaspēju atjaunošanos.

Pirmajā gadījumā atpūta ir vairāk pasīva, otrajā – aktīva. Starp aktīvo un pasīvo atpūtu jābūt optimālam samēram, kas atkarīgs no veicamā darba rakstura un intensitātes, nervu sistēmas individuālām īpatnībām un funkcionālām rezervēm, vispārējā veselības stāvokļa. Darba dienas gaitā lielākā daļa no atpūtai veltītā laika jāizmanto aktīvai atpūtai.

Aktīvās atpūtas iespējas ir ļoti plašas un daudzveidīgas, tās jāizmanto atbilstoši individuālām īpatnībām un profesijai. Tā, piemēram, cilvēkam, kas veic intensīvu garīgu darbu, efektīvu aktīvo atpūtu bieži sniedz regulāra pārslēgšanās uz cita profila garīgo darbu, īpaši, ja tas saistīts ar spēcīgiem emocionāliem kontrastiem un emocionālā sasprindzinājuma kāpinājumu. Vispilnvērtīgāko aktīvo atpūtu saspringta garīgā darba darītājiem sniedz sistemātiska garīgās slodzes maiņa ar optimālu fizisko slodzi, kas dienas laikā vairākkārt atkārtojama. Fiziskā darba darītājiem aktīvo atpūtu panāk, regulāri mainot darba pozu un kustību stereotipu. Viens no vienkāršākajiem aktīvās atpūtas veidiem ir fiziskais darbs pārmaiņus ar vienu un otru roku. Tā, piemēram, labā roka, ja to darbā nomainījusi kreisā roka, atpūšas daudz ātrāk un pilnīgāk nekā tad, ja pasīvi atpūšas abas rokas reizē. Tas ir tāpēc, ka impulsu plūsma no nodarbinātās rokas funkcionējošiem muskuļiem un cīpslām ieplūst galvas smadzenēs un ar smadzeņu stumbra retikulārās formācijas starpniecību aktivizē un tonizē nervu centrus, kuri pārvalda otras – atpūtināmās – rokas muskuļus. Bez tam nodarbinātās rokas nervu

centri reflektoriski ietekmē atpūtināmās rokas nervu centrus, sekmējot šās rokas muskuļu atslābināšanu un atpūtu.

Regulārajiem atpūtas brīžiem darba laikā jābūt tik ilgiem, lai atjaunotos tās organisma fizioloģiskās funkcijas, kas visvairāk nepieciešamas labu darbaspēju saglabāšanai. Atpūtai no darba brīvajā dienas laikā, kā arī atpūtas dienās jābūt tik ilgai, lai nodrošinātu visu organisma fizioloģisko norišu optimālu atjaunošanos un pietiekami lielu funkcionālo un enerģētisko rezervju uzkrāšanu.

Katram cilvēkam lietderīgi jāplāno un jāizmanto atpūta dažādos posmos: gan darba stundās, gan dienas, nedēļas, mēneša, sezonas un gada laikā. Darba dienā atpūtai izmantojami īsi darba pārtraukumi, bet brīvajā dienas daļā atpūtai jāparedz vairākas stundas, dodot priekšroku aktīvai atpūtai: pastaigai brīvā dabā, sporta nodarbībām, fiziskam darbam svaigā gaisā, intelektuāli pilnvērtīgam, emocionālam un tīkamam garīgam darbam [8, 9].

Īpaša uzmanība iknedēļas atpūtai ir jāpievērš garīgā darbā strādājošajiem, jo daudzi no viņiem ne tikai atpūtas dienas, bet arī ikgadējo atvaļinājumu izmanto saspringtam garīgam darbam. Nepieciešamo ikdienas pasīvo atpūtu galvenokārt nodrošina pilnvērtīgs **miegs.**

Miega ilgums katram cilvēkam ir individuāls. Var būt pastiprināta vajadzība pēc miega – pat 12–16 stundu miega diennaktī, un otrādi – ir cilvēki, kam pietiek ar 4–5 stundām miega diennaktī.

Uzskata, ka pieaugušam cilvēkam ir jāguļ 7–8 stundas diennaktī. Lai pierastu gulēt mierīgi, jāizstrādā higiēniska gulēšanas sistēma: vakarā jāiet gulēt vienā un tajā pašā laikā labi izvēdinātā, klusā un aptumšotā telpā, turklāt dažas stundas pēc ēšanas; gultā nevajadzētu lasīt vai skatīties televīzijas pārraidi, lai gulta neasociētos ar garīgu darbu, bet tikai ar gulēšanu. Tiesa, ir cilvēki, kam grāmatas lasīšana palīdz iemigt.

Pirms gulētiešanas noder nomierinoši pasākumi, piemēram, pastaiga svaigā gaisā, nomazgāšanās siltā dušā, piena glāzes izdzeršana pirms miega, nomierinošas mūzikas klausīšanās. Miega zāles lietojamas tikai atsevišķos gadījumos, ja ir sasprindzinājums, jāguļ neierastos apstākļos (viesnīcā, autobusā); tās nav ieteicams lietot regulāri. Daži vecāka gadagājuma cilvēki, kas sevi labi pazīst, labam miegam ilgāku laiku nelielā devā lieto nomierinošus līdzekļus. Ja zāļu devu nepalielina, cilvēks rītā pamostas skaidru galvu.

Mūsdienās plaši izplatīta ir televizora skatīšanās, kam daudzi cilvēki velta 3–4 un pat vairāk stundas dienā. Tas ir ļoti nepareizi. Televizoram varētu veltīt ne vairāk kā 2 stundas dienā, tā ekrānam ir jāatrodas 2,5–5 m attālumā.

15.8. KOMUNĀLĀS HIGIĒNAS OBJEKTI

15.8.1. PIRTIS – TO IEKĀRTOJUMS UN HIGIĒNISKĀS PRASĪBAS

Jau sirmā senatnē tika iekārtotas speciālas iestādes, kurās cilvēki mazgājās (Indijā, Ēģiptē). Paražu kopt cilvēka ķermeni mazgājoties Senajā Grieķijā pārņēma no Austrumiem. Mazgāšanos uzskatīja par vienu no cilvēka fiziskās labklājības priekšnoteikumiem. Pirts attīstība visaugstāko pakāpi sasniedza mūsu ēras sākumā Romā. Romas termas bija grandiozas sabiedriskas iestādes ar lielisku arhitektūru. Tajās bija ierīkots ūdensvads un gaisa apkures sistēma. Romas pilsoņi tur mazgājās, atpūtās un nodarbojās ar fiziskiem vingrinājumiem.

Eiropā viduslaikos un līdz pat 19. gs. ķermeņa kopšanai pievērsa mazāku uzmanību. Tikai 19. gs. otrajā pusē, attīstoties zinātniskajai medicīnai un sanitārajai kultūrai, plašāk sāka būvēt pirtis.

Pirtīm ir liela higiēniska un pretepidēmiska nozīme. Pirtis var izmantot plašas iedzīvotāju masas un tādējādi nodrošināt ķermeņa ādas tīrību. Mazgāšanās pirtī ir viens no efektīvākajiem ādas tīrīšanas veidiem. Līdz ar ādas attīrīšanu atjaunojas arī ādas normālās fizioloģiskās funkcijas. Epidēmijas draudu gadījumā plaša pirts izmantošana ar vienlaicīgu veļas un drēbju dezinfekciju ir viens no svarīgiem pretepidēmiskiem pasākumiem.

Mazgāšanās pirtī var būt arī ārstnieciska procedūra. Tā, piemēram, augstā gaisa temperatūra izraisa stipru svīšanu, kas kopā ar peldēm un dušām var labvēlīgi ietekmēt balsta un kustību aparāta, nieru slimību, podagras, neirozes un citu slimību gaitu.

Atkarībā no mikroklimata un telpu plānojuma, galvenokārt lāvas telpas iekārtojuma, izšķir dažādus pirts tipus – krievu, somu, romiešu u.c. **Krievu pirtis** ir tvaika pirtis. Tām raksturīgs noteikts telpu komplekss: uzgaidāmā telpa, ģērbtuve, mazgājamā un lāvas telpa. Lāvas telpā ir krāsns ar akmeņu krāvumu, kas ir siltuma un tvaika avots; raksturīga augsta gaisa t° (pat līdz 65–70 °C); gaiss – piesātināts ar ūdens tvaikiem (gaisa mitrums vairāk nekā 75–80%). Ja tvaiks tiek padots no katlu mājas, tad minētie rādītāji attiecīgi var būt 42–45 °C un 100%.

Somu pirtis jeb saunas ir sausā karstuma pirtis. Tām parasti raksturīgs plašs telpu komplekss, kurā ietilpst lāvas telpa, dušas telpa, atpūtas telpa, peldbaseins. Lāvas telpā ir augsta gaisa temperatūra, kas uz augšējiem plauktiem var sasniegt pat 100 °C, bet gaisa mitrums ir zems (15–20%). Karsēšanos lāvas telpā apvieno ar peldēšanos aukstā ūdenī.

Mazgājoties pirtī, uz cilvēka ādu iedarbojas galvenokārt silts ūdens un ziepes. Samērā augstā ūdens temperatūra un berzēšanās ar sūkli izraisa ādas asinsvadu paplašināšanos. Rezultātā samazinās asins daudzums iekšējos orgānos. Tas savukārt samazina nervu un muskuļu sistēmas tonusu – tātad iedarbojas uz organismu nomierinoši. Ja ūdens temperatūra ir pārāk augsta un tā iedarbošanās laiks ilgs, tad pārmainās organisma fizioloģiskās reakcijas: pulss paātrinās par 10–20 sitieniem minūtē, ķermeņa temperatūra paaugstinās par 0,5–3 °C. Pārmainās arī subjektīvās sajūtas – cilvēks kļūst miegains un noguris. Fizioloģisko reakciju nevēlamās pārmaiņas novēro galvenokārt tad, kad uz organismu iedarbojas ne tikai augsta gaisa temperatūra (29–33 °C), bet arī liels gaisa relatīvais mitrums (tuvojas 100%).

Fizioloģisko reakciju pārmaiņas ir daudz mazākas tad, ja gaisa temperatūra mazgāšanās telpā nav augstāka par 29–30 °C, bet relatīvais mitrums nepārsniedz 80%.

Daļa pirts apmeklētāju izmanto lāvas telpu. Tajā parasti novēro organisma stipras fizioloģisko reakciju pārmaiņas. Gaisa temperatūra lāvas telpā sasniedz 40–50 °C. Šajos apstākļos cilvēka organismā novēro izmaiņas, kas raksturīgas pārkaršanai: ādas asinsvadu stipru paplašināšanos, svīšanu (svara samazināšanos par 600–800 g), asins sabiezēšanu, pulsa paātrināšanos līdz 100–130 sitieniem minūtē, elpošanas paātrināšanos līdz 35 reizēm minūtē, maksimālā arteriālā spiediena izmaiņas, ķermeņa temperatūras paaugstināšanos līdz 38–39 °C.

Jāņem vērā, ka pirtīs gaisā ir samazināts skābekļa daudzums. Lāvas telpā tas var būt par 30–70 g/m^3 zemāks nekā parastās telpās, skābekļa parciālais spiediens ir aptuveni tāds, kā 2000 m augstumā virs jūras līmeņa. Rodas hipoksija, kas slimniekiem ar arteriālo hipertensiju un koronāro sirds slimību var izraisīt negatīvu spastisku reakciju. Ļoti augsta gaisa temperatūra saunā var izraisīt sirds ritma traucējumus [11].

Augstā gaisa temperatūra un pazeminātais relatīvais mitrums saunā veicina pastiprinātu sviedru atdalīšanos un atvieglina nieru izvadīšanas funkciju. Karstais gaiss saunā stipri sasilda augšējos elpceļus un bronhus; tas var tos ietekmēt negatīvi. Pēc dažu pētnieku domām, tas ir par iemeslu augstākai saslimstībai ar plaušu onkoloģiskajām slimībām Somijā salīdzinājumā ar Norvēģiju un Zviedriju [11].

Sakarā ar asinsrites sistēmas un centrālās nervu sistēmas lielo slodzi, lāvas telpu drīkst apmeklēt tikai veseli un ne pārāk veci cilvēki. Lāvas telpu nedrīkst apmeklēt cilvēki rekonvalescences periodā, novājināti cilvēki ar aterosklerozes pazīmēm, ar sirds mazspēju, veģetatīvo neirozi utt.

Ja saunā ievēro mērenu un pakāpenisku hidrotermisko režīmu, tad tā salīdzinājumā ar tvaika pirti ir vairāk piemērota novājinātiem un maz trenētiem cilvēkiem.

Pirtis pēc to nozīmes var būt dažādas: tualetes, caurlaides un jaukta tipa pirtis.

Tualetes tipa pirtis ir visizplatītākās. Tās ir paredzētas tikai ķermeņa mazgāšanai. Atbilstoši šāda tipa pirts iekšējam plānojumam cilvēks pēc mazgāšanās atgriežas tajā pašā telpā, kurā tas ir atstājis savas drēbes.

Caurlaides pirtīm ir pretepidēmiska nozīme. Šāda tipa pirtīs var izdarīt pilnīgu sanitāro apdari, ieskaitot mazgāšanos, matu apgriešanu, veļas un drēbju dezinfekciju. Šādas pirtis iekārtotas pēc plūsmas principa, t.i., cilvēks izģērbjas vienā telpā (netīrā puse), un nodod savas drēbes dezinfekcijas kamerā. Pēc mazgāšanās tas neatgriežas sākotnējā telpā, bet gan nokļūst t.s. tīrajā pusē, kur apģērbjas tīrās, dezinficētās drēbēs.

Nelielās apdzīvotās vietās ieteicams celt vienu pirti ar tādu aprēķinu, lai parastos apstākļos tā darbotos kā tualetes tipa pirts, bet nepieciešamības gadījumā to varētu pārveidot par caurlaides pirti.

Pirtis izvieto apdzīvotā vietā tā, lai to apkalpojamā rajona rādiuss nebūtu lielāks par 1,5 km. Bez komunālajām pirtīm, kas paredzētas iedzīvotāju apkalpošanai, pirtis ierīko arī dažādās iestādēs, piemēram, lielās rūpnīcās, slimnīcās u.tml.

Pirtī parasti ir šādas telpas: garderobe, uzgaidāmā telpa (to var izmantot kā atpūtas telpu pēc vannu procedūrām), frizētava (ar ieeju no uzgaidāmās telpas), tualete, ģērbtuve (1,4 m^2 uz vienu cilvēku), mazgāšanās telpa (2,25 m^2 uz vienu cilvēku) un lāvas telpa. Nelielās lauku apdzīvotās vietās pirts telpu skaitu var samazināt.

Garderobi parasti ierīko pirts vestibilā, kur parasti izvieto arī kasi un kiosku atspirdzinošo dzērienu un tualetes piederumu pārdošanai. Uzgaidāmai telpai ir divējāda nozīme: tā novērš ģērbtuves pārslodzi, un to izmanto arī kā atpūtas telpu pēc mazgāšanās.

Frizētavām jābūt visu veidu pirtīs. Pieredze rāda, ka pilsētu komunālajās pirtīs frizētavas izmanto vismaz 30% apmeklētāju. Frizētavas iekārto tā, lai ieeja būtu no vestibila vai uzgaidāmās telpas.

Ģērbtuve no higiēniskā viedokļa ir ļoti nozīmīga telpa. Tajā sastopas gan tie, kas ir jau nomazgājušies, gan arī jaunatnācēji. Katra vieta jāatdala ar ne visai augstu vieglas konstrukcijas starpsienu. Drēbju glabāšanai jāiekārto individuāli skapīši. Ģērbtuvē jābūt arī speciāliem soliņiem un gludiem koka dīvāniem. Ieteicams ierīkot arī speciālas kāju dušas. Atbilstoši sanitāriem noteikumiem ģērbtuvē jābūt noteiktai gaisa apmaiņai: pievadei jānodrošina gaisa apmaiņa 2,5 reizes stundā, bet velkmei – 2 reizes. Gaisa temperatūrai ģērbtuvē jābūt 23–25 °C, bet relatīvajam gaisa mitrumam – 65–70% [2].

Mazgāšanās telpa pirtī ir galvenā. Tai jābūt pietiekami ērtai, grīdai un sienām 1,5 m augstumā jābūt klātām ar ūdensnecaurlaidīgu materiālu. Soliem mazgāšanās telpā jābūt no materiāla, ko viegli var mazgāt un dezinficēt. Mazgāšanās telpās jāierīko arī dušas: viena duša uz 12 vietām. Patīkamu pašsajūtu mazgāšanās telpā radīs šāds mikroklimats: gaisa temperatūra 25–30 °C, gaisa relatīvais mitrums līdz 90%. Ventilācija jāierīko tā, lai velkme būtu nedaudz lielāka par gaisa pievadi. Lāvu telpā uz katru cilvēku jāparedz 4,5 m^2.

Pirtīs jābūt labam sanitārtehniskam stāvoklim. Visās telpās jābūt pietiekamam dabiskam apgaismojumam. Gaismas laušanas koeficientam jābūt ne mazākam kā 0,1. Mākslīgā apgaismojuma

intensitātei uz grīdas uzgaidāmā telpā, ģērbtuvē, mazgāšanās telpā un dušas telpā jābūt 50 luksiem, frizētavā – 100 luksiem.

Centralizētai apkurei jānodrošina dažādās telpās paredzētās gaisa temperatūras normas.

Pirts ventilācijai jānodrošina vajadzīgā gaisa apmaiņa. Tai jāsamazina arī pārāk lielais gaisa mitrums. Pēc darbadienas pirtī jāizdara caurvēja vēdināšana.

Pirts telpu griestu augstumam jābūt 3–3,5 m. Ja pirts pievienota pilsētas ūdensapgādes sistēmai vai ja tajā ir individuālais ūdensvads, ūdens patēriņa norma uz vienu cilvēku ir 150 l. No tiem 90 l jābūt aukstā ūdens un 60 l karstā ūdens ar temperatūru, ne augstāku par 80 °C. Ja pirtī nav ūdensvada, piemēram, lauku pirtī, ūdens patēriņa norma uz vienu cilvēku ir 100 l.

Vannu–dušas tipa pirtīs ūdens patēriņa normas ir citādas: kopējā mazgāšanās telpā uz vienu dušu vienā stundā – 600 l, dušas kabīnē uz vienu dušu stundā – 400 l, bet vannas kabīnē uz vienu vannu un vienu dušu stundā 440 l. Ūdens kvalitātei jāatbilst prasībām, kuras standarts nosaka dzeramajam ūdenim (Valsts standarts 2874–82).

Liela nozīme ir pareizai pirts notekūdeņu novadīšanai. Ja nav kanalizācijas, tad notekūdeņi pirms iepludināšanas ūdenskrātuvēs jāattīra. Pirts notekūdeņi vai nu jāattīra speciālos filtrācijas laukumos ar irdenu, porainu augsni, vai jāpludina caur nostādinātājiem, kur tos koagulē un dezinficē.

Veicot pirts ekspluatācijas sanitāro uzraudzību, galvenā uzmanība jāveltī pasākumiem, kas novērš sēnīsslimību un insektu izplatīšanos. Slimie apmeklētāji un slimi pirts darbinieki var izplatīt ādas sēnīsslimību – epidermofītiju, kas bieži lokalizējas uz pēdām. Pirts personāla medicīniskā pārbaude jāizdara katru mēnesi. Arī telpu tīrībai jāveltī liela uzmanība. Telpas jāmazgā katru dienu. Soli un grīda jānomazgā ar karstu ūdeni un ziepēm. Regulāri jādezinficē grīda, ģērbtuves skapīši un soliņi [2].

Higiēnas prasības publiskas lietošanas pirtīm atspoguļotas LR MK noteikumos Nr. 439 "Higiēnas prasības publiskas lietošanas pirtīm" (19.12.2006.).

15.8.2. VEĻAS MAZGĀTAVAS, TO IEKĀRTOJUMS UN HIGIĒNISKĀS PRASĪBAS

Veļas mazgātava ir nepieciešama katrā apdzīvotā vietā. Tai ir ne vien higiēniska un pretepidēmiska, bet arī sociāla nozīme, jo veļas mazgāšana ir smags fizisks darbs, un veļas mazgātavas iedzīvotājus no tā atbrīvo.

Māju un kvartālu veļas mazgātavas iekārto mikrorajona vai dzīvojamā kvartāla teritorijā. Iestāžu veļas mazgātavas izvieto apkalpojamā objekta teritorijā (slimnīcā, rūpnīcā, armijas kazarmā u.c.). Komunālajām veļas mazgātavām pilsētas teritorijā jābūt izvietotām vienmērīgi. Veļas mazgātavas var apvienot lielākās centralizētās iestādēs un izvietot ārpus apdzīvotās vietas, bet veļas izsniegšanas un pieņemšanas punktus ierīkot pašā apdzīvotajā vietā.

Veļas mazgātavas var iekārtot vienstāva un vairākstāvu ēkās. Veļas mazgātavu telpu plānojumam jāatbilst veicamā darba tehnoloģiskajam procesam.

Telpu plānojumam veļas mazgātavās ir jābūt tādam, lai tīrā veļa nesaskartos ar netīro un lai siltums un ūdens tvaiki, kas izdalās, apstrādājot veļu, nelabvēlīgi neietekmētu strādājošo darba apstākļus.

Mehanizētajās veļas mazgātavās ir šādi secīgi veļas apstrādes etapi:

- veļas pieņemšana un glabāšana;
- netīrās veļas iezīmēšana;
- šķirošana;

- veļas mazgāšana (mērcēšana, mazgāšana, skalošana un sausināšana);
- žāvēšana;
- gludināšana;
- tīras veļas glabāšana un izsniegšana.

Pēc netīras veļas ilgstošas (4–12 stundas) mērcēšanas aukstā vai viegli uzsildītā ūdenī (līdz 30 °C) ar sārma piedevu (soda, ziepes) netīrumi, īpaši olbaltumvielas vai ciete, uzbriest, kļūst mīksti un viegli izmazgājas no auduma. Liela nozīme ir veļas vārīšanai hermētiski slēgtos traukos ūdenī, kura temperatūra ir augstāka par 100 °C, pievienojot ziepes vai sodu. Pēc 60–90 min ilgas vārīšanas no veļas izdalās pat visgrūtāk izmazgājamie netīrumi. Vienlaicīgi iet bojā arī patogēnie mikroorganismi. Inficēta veļa obligāti ir jāvāra.

Mehanizētajās veļas mazgātavās lieto speciālas veļas mazgājamās mašīnas. Mazgāšana mašīnā atkarībā no veļas netīrības pakāpes ilgst no 45 min līdz 1,5 stundām.

Galvenie faktori, kas attīra veļu, ir:

- silts un karsts ūdens (līdz 100 °C);
- veļas beršana gar mazgājamās tvertnes sienām;
- mazgāšanas līdzekļi (ziepes, soda, veļas pulveris).

Mazgājamās mašīnās pēc mazgāšanas notiek veļas skalošana, balināšana, zilināšana un cietināšana. Pēc tam veļu sausē centrifūgās, kuru griešanās ātrums ir līdz 1000 apgriezieniem minūtē. Tajās no mitrās veļas izdala līdz 70% mitruma.

Veļas žāvēšana parasti notiek žāvējamos skapjos vai uz žāvējamiem ruļļiem 60–65 °C temperatūrā un ilgst apmēram stundu.

Pēc žāvēšanas vēl nedaudz mitrā veļa nonāk gludināšanas agregātā. Tajā veļu piespiež rotējošam, karstam metāla cilindram, izžāvē un nogludina. Vīriešu virskreklus gludina speciālās žāvēšanas presēs.

Veļas apstrāde beidzas ar šķirošanu, glabāšanu un izsniegšanu.

Bez ražošanas telpām komunālajās veļas mazgātavās ir arī palīgtelpas – kantoris, garderobe, atpūtas telpa, dušas telpas un tualetes strādājošajiem.

Griestu augstumam mazgāšanas un citos mitrajos cehos jābūt 3,75–4 m, sausās apdares telpās – 3,5 m.

Ražošanas telpām jābūt ļoti gaišām. Gaismas koeficientam šķirošanas, mazgāšanas un gludināšanas telpās jābūt o,2, pārējās telpās ne mazākam kā 0,1–0,15. Dabiskā apgaismojuma koeficients nedrīkst būt mazāks par 0,5–1,0%, minimālais mākslīgais apgaismojums šķirošanas, mazgāšanas, žāvēšanas un gludināšanas cehā – mazāks par 50 luksiem.

Sienām jābūt gludām, krāsotām ar gaišu eļļas krāsu vai 1,8 m augstumā izklātām ar glazētām flīzēm. Grīdām jābūt no ūdensnecaurlaidīga materiāla ar slīpumu ūdens notecēšanai.

Atbilstoši sanitārajiem noteikumiem veļas mazgātavā jānodrošina šāds mikroklimats:

- mazgāšanas un gludināšanas cehā 22 °C;
- pārējās telpās 18 °C;
- dušas telpās 25 °C.

Gaisa relatīvais mitrums mazgāšanas cehā nedrīkst pārsniegt 75–80%, bet žāvēšanas un gludināšanas cehā – 65–70%.

Īpaši svarīga nozīme ir ventilācijai. Veļas mitrās apstrādes telpās, it īpaši mazgāšanas telpā, stipri paaugstinās gaisa temperatūra un mitrums, veidojas migla. Tādēļ cehos, kur gaisā izdalās daudz siltuma un mitruma, dabiskā ventilācija caur virsgaismas logiem un vēdlodziņiem jāpapildina ar mākslīgo vilkmes-pievades ventilāciju [2].

Veļas mazgātavu darbinieki ir pakļauti nelabvēlīgu darba apstākļu iedarbībai – nelabvēlīgam mikroklimatam (augsta gaisa temperatūra, paaugstināts mitrums), bioloģiskiem faktoriem (mikroorganismi netīrā veļā), smagumu celšanai. Veļas mazgātavu darbiniekiem obligāti ir jālieto individuālie aizsardzības līdzekļi un jāveic pirmreizējās un obligātās veselības pārbaudes saskaņā ar LR Ministru kabineta noteikumiem Nr. 527 (08.06.2004.) "Kārtība, kādā veicama obligātā veselības pārbaude".

Apdzīvotās vietās iekārto arī pašapkalpošanās veļas mazgātavas. Izšķir māju, kvartālu, strādnieku kopmītņu pašapkalpošanās veļas mazgātavas. Nepieciešamība pēc šādām mazgātavām ir liela, jo tās iedzīvotājiem ir viegli pieejamas un atvieglo veļas mazgāšanu, pie tam veļas mazgāšana notiek ārpus dzīvokļa.

Nelielās māju veļas mazgātavas var ierīkot dzīvojamo māju pirmajos stāvos. Tām noteikti jāuzbūvē atsevišķa ieeja, jānodrošina stingra izolācija no dzīvokļiem.

Lielākas mikrorajona vai kvartāla veļas mazgātavas ierīko atsevišķās ēkās.

15.8.3. FRIZĒTAVAS, TO IEKĀRTOJUMS UN HIGIĒNISKĀS PRASĪBAS

Frizētavas tiek vienmērīgi izvietotas katrā apdzīvotā vietā un var atrasties atsevišķās ēkās, dzīvojamo ēku pirmajos stāvos vai vienā ēkā ar tādām komunālās apkalpošanas iestādēm kā pirtis, viesnīcas u.c.

Frizētavām nepieciešams šāds telpu minimums: darba telpa – frizētavas zāle, uzgaidāmā telpa ar garderobi, palīgtelpas.



Darba telpai jābūt pietiekami gaišai un pietiekami lielai. Katram darba krēslam nepieciešams 4,5 m^2 liels grīdas laukums, bet, ja frizētavā ir tikai viena darba vieta, tad grīdas laukums nedrīkst būt mazāks par 8 m^2. Zāles platumam jābūt ne mazākam par 2 m. Darbagaldiem jābūt segtiem ar viegli mazgājamu un dezinficējamu materiālu. Pie katra darba krēsla jāatrodas spogulim un speciālam tualetes galdiņam. Jābūt arī izlietnei personāla roku mazgāšanai. Darba zālei, tāpat kā uzgaidāmai telpai, jābūt labi vēdināmai.

Uzgaidāmā telpā jāatrodas drēbju pakaramajam, sēdekļiem, galdiņam laikrakstiem un žurnāliem.

Palīgtelpas paredzētas tīrās un izmantotās veļas glabāšanai, personāla virsdrēbju glabāšanai, tīrīšanas inventāra uzglabāšanai utt. [2].

Frizētavas darbiniekiem stingri jāievēro personiskās higiēnas noteikumi. Par meistariem un viņu tiešajiem palīgiem var strādāt tikai veseli cilvēki. Aizliegts strādāt cilvēkiem, kas slimo ar strutainām, patogēno sēņu ierosinātām vai citām ādas (galvenokārt roku) slimībām, ar matu slimībām, veneriskām slimībām, kā arī tuberkulozi.

Frizētavu darba telpas jākopj ļoti rūpīgi. Frizētavas darbiniekiem jāzina friziera darba higiēniskie noteikumi: katram klientam jālieto tīra veļa, instrumenti pēc katra klienta apkalpošanas jātīra un jādezinficē. AIDS profilaksei īpaši nozīmīga ir manikīra piederumu 15–20 minūšu ilga dezinficēšana 6% H_2O_2 šķīdumā vai 70% spirtā, kā arī obligāta vienreiz lietojamo bārdas skujamo instrumentu lietošana.

Frizētavu darbinieki ir pakļauti nelabvēlīgu darba apstākļu iedarbībai – bioloģiskiem faktoriem (cilvēku mati, iespējams, slimi cilvēki), ķīmiskām vielām, piespiedu darba pozām.

Frizētavu darbiniekiem, tāpat kā veļas mazgātavu darbiniekiem, ir jāveic pirmreizējās un obligātās veselības pārbaudes saskaņā ar LR Ministru kabineta noteikumiem Nr. 527 "Kārtība, kādā veicama obligātā veselības pārbaude" (18.06.2004.).

LITERATŪRA

1. *Arnis V.* Kustības // Veselības grāmata. – Aizkraukle: Apgāds "Krauklītis", 1998. – 12.–21. lpp.
2. *Audere A.* Personiskā higiēna // Higiēna / Z. Lindbergas redakcijā / 2. izd. – Rīga: "Zvaigzne", 1991. – 117.–134. lpp.
3. *Bailar J.* Passive smoking, coronary heart disease, and meta-analysis // N. Engl. J. Med. – 1999. – 340. – Pp. 958–959.
4. *Bofetta P., Agudo A., Ahrens W. et al.* Multicenter case-control study of exposure to environmental tobacco smoke and lung cancer in Europe // J. National Cancer Inst. – 1998. – 90. – Pp. 1440–1450.
5. *Coultas D. B.* Health effects of passive smoking. Passive smoking and risk of adult asthma and COPD: an update // Thorax. – 1998. – 53. – Pp. 381–387.
6. *Eglītis I., Strazdiņš J.* Par alkoholismu. – 2 izd. – Rīga: Zvaigzne, 1981. – 60 lpp.
7. *Eglītis I.* Psihiski traucējumi // Veselības grāmata / Sast. E. Nagle. – Aizkraukle: Krauklītis, 1998. – 183.–199. lpp.
8. *Mārkema U.* Kā tikt galā ar stresu (tulkojums no angļu val.). – Rīga: Jumava, 1997. – 156 lpp.
9. *Ullis K.* Vienmēr 39. – Rīga: Jumava, 2005. – 364 lpp.
10. *Villeruša A.* Ķermeņa kopšana / Veselības grāmata / Sast. E. Nagle. – Rīga: Krauklītis, 1998. – 43.–52. lpp.
11. *Бардов В. Г., Никберг И. И., Сергета И. В., Гриджук М. Ю.* Личная гигиена // Общая гигиена.– 2-е издание. – Киев: Книга плюс, 2000. – С. 561–588.
12. *Румянцев Г. И., Прохоров Н. И., Новиков С. М. и др.* Гигиена / Под ред. Г. И. Румянцева. – 2-е издание. – Москва: Гэотар–мед., 2001. – 606 с.

PRIEKŠMETU RĀDĪTĀJS

A

Ābece 532
Abiotiskie faktori 28
Abiotiskā vide 26
Absorbcija 43, 104, 107, 110, 111, 113, 129, 140, 183, 219, 224, 225, 233, 256, 272, 276, 277, 306, 336, 411, 412, 446, 451, 615, 653, 664, 665
- caur ādu 111, 277
- caur gremošanas traktu 12, 109, 110, 272, 276, 279, 368
Acetons 268, 636, 651
Acidofilās pienskābes baktērijas 490, 491
Acidofilie produkti 491
Acu vingrinājumi 539
Āda 111, 130, 133, 134, 135, 137, 138, 141, 157, 161, 162, 164, 166, 170, 188, 191, 193, 198, 222, 224, 225, 276, 277, 284, 286, 291, 369, 410, 412, 421, 422, 477, 478, 480, 500, 534, 615, 620, 636, 637, 638, 639, 643, 644
- mākslīgā āda 644
- plaukstu āda 637
- sausa āda 637, 639
- sejas āda 638
- taukaina āda 637, 638
Ādas
- absorbcijas spējas 224
- apdegums 142, 358
- baktericīdās īpašības 368, 615, 636
- dziedzeri 133, 197, 516, 525, 606
- iekaisums 177, 190, 296, 631
- īpašības 637
- izdalījumi 638
- karstuma radītas pārmaiņas 134, 138
- kopšana 46, 47, 637
- krāsa 598, 638
- mazgāšana 637, 638
- patoloģija 192, 512
- slimības 64, 79, 130, 139, 140, 165, 166, 184, 191, 192, 195, 295, 296, 368, 374, 468, 490, 568, 569
- receptori 222, 412, 637
Adaptols 191
Adaptācija 40, 42, 139, 145, 157, 159, 160, 161, 164, 187, 189, 226, 236, 401, 412, 422, 468, 571, 578, 614, 645, 646
- kritēriji 161
- mehānismi 160, 236, 646
- principi 571
- process 42, 160, 161
Adenovīrusi 289, 298
Adenozīna trifosfāts 373
Adsorbcija 230, 313, 317, 345, 448
Aerobā slodze 648
Aerobie mikroorganismi 295
Aerobie vingrinājumi 648
Aerodispersas sistēmas 362, 363
Aerofiltri 596
Aerojoni 132, 229
- terapija 132
- negatīvie 132
Aerojonizācija 132, 229
Aerosols 25, 74, 131, 146, 169, 255, 256, 366, 367, 368, 383, 584, 618
- blīvums 255
- cietība 255
- daļiņu forma 254, 255, 256
- dezintegrācijas 230, 254, 255, 624
- dispersitāte 169, 255,
- kondensācijas 243, 254–256, 272
- koncentrācija 25
- mikrobu 362–364, 368, 371
Aerosolāriji 131
Aerotanki 327, 328, 330, 331
Aeroterapija 132, 646
Aflatoksikoze sk. Mikotoksikoze
Aflatoksīns 122, 203, 206, 358, 362, 373
Agenda 21 (Rīcības programma 21. gs.) 55, 82, 84, 248, 609
Agrās brīdināšanas sistēma 428
AIDS, sk. Cilvēka imūndeficīta sindroms
Aitu raustes slimība 485
Aizkavēšanas periodi 521
Aizsardzības princips 344, 381
Aizsardzība pret
- jonizējošā starojuma iedarbību 185
- nejonizējošā EML starojuma iedarbību 201, 413

– trokšņa ietekmi 393
– vibrācijas ietekmi 403
Aizsargjoslas 79, 342, 343
Aizsargrefleksi 161, 162
Aizsargtērpi 144, 158, 599, 619
Aizsargzonas 453, 459
Akas 75, 76, 295, 300, 338, 340, 447
– artēziskās 75
– grodaka 75
– koplietošanas aka 76
– šahtu aka 76
Akcelerācija 16, 151, 520, 521
– attīstības 520, 521
– augšanas 520
– iemesli 521
– periodi 151
– temps 151
Aklimatizācija 236
Akrilāts 267, 268
Aktinometrs 225
ALARA princips sk. Optimizācijas princips
Albedo 224, 236
Alcheimera slimība 336, 411, 412
Aldehīdi 74, 258, 323, 346
Aldikarbs 185
Aldosterons 138
Aleikija, alimentārā toksiskā, sk. Mikotoksikozes
Alimentārā teorija 521
Alerģija 79, 190, 359, 366, 498, 619, 620, 621, 631
– alergēni 79, 102, 179, 192, 240, 361, 366, 374, 584, 611, 619, 620
– reakcijas 171, 177, 359, 361, 369, 490, 620, 642
– slimības 22, 163, 168, 170, 280, 358, 368, 382, 566, 584, 644
Alkoholiķi 139, 650
Alkoholisms 48, 71, 97, 135, 197, 481, 528, 650
Alkohols 72, 199, 206, 277, 392, 583, 650
– alkoholiskie dzērieni 109, 182, 507, 509, 650
Alpazolāms 191
Alpīnisti 142, 160
Alumīnijs 277, 311, 476
Alumosilikāti 448
Alva 147, 504
Alveolīts, sk. Eksogēnais alerģiskais alveolīts 369, 569
Aļģes 26, 30, 34, 35, 40, 77, 289, 291, 294, 301, 312, 312, 358, 360, 362
– indīgās 77
Amīni 202, 203, 268, 272, 276, 290, 323
Aminoskābes 191, 225, 361, 373, 472, 476, 491, 492, 496
– fenilalanīns 472, 488
– histidīns 225, 472
– holīns 472, 474
– izoleicīns 488
– leicīns 488
– lizīns 472, 491
– metionīns 472, 488, 491
– tirozīns 225, 472, 615
– triptofāns 472, 479, 488, 615
– valīns 488
Amiotrofiskā laterālskleroze 411
Amonijs 307, 310, 311
Amonjaks 170, 241, 243, 257, 262, 268, 307, 444, 451, 465, 650
Anabolisms 512, 537
Anaerobā glikolīze 648
Anaerobie mikroorganismi 295
Anaerobu titrs 451
Anēmija 138, 149, 150, 152, 181, 291, 335, 337, 468, 479, 502
Anemometrs 222, 245
Angiotenzīns 138
Anketēšana 109, 120, 124
ANO darba grupas 53
Antarktīda 24, 25, 66
Antibiotikas 192, 359, 361, 366, 368, 373, 478, 490, 496
– antibakteriālās vielas 476, 488
– antibiotiku atliekas 490
Antidoti 583
Antifoni 396, 613
Antiseptiskās vielas 495, 496
Antropogēnās gāzes 247
– fluorūdeņraži 247, 250
– metāns 237, 247, 262, 327
– oglekļa oksīds 109, 179, 247, 261, 268, 583
– slāpekļa oksīds 34, 56, 67, 74, 77, 165, 169, 264
– sēra heksafluorīds 56, 247
Antropogēniskā vide 70
Antropometriskie mērījumi 522
Antropometriskie punkti 522
Antropometrs 520, 522, 547
– koka 522
– metāla 522
Antropotoksīni 241, 267, 268, 443, 445

Apavi 21, 141, 530, 533, 541, 627, 639, 645
- armijas 643
- ar augstu papēdi 639
- ārstnieciskie 643
- bērnu 643
- darba 643
- gumijas 644
- higiēna 641
- ikdienas 643
- izejamie 643
- karstā klimata 643
- mājas 643
- ortopēdiskie 541, 593, 643
- papēža augstums 530, 534, 644
- pēdiņa 534
- sadzīves 643
- sporta 643
- vasaras 643
- ziemas 643
- zoles 643, 644

Apbūves sistēmas 440
Apdzīvota vieta 117, 292, 439, 442, 655
- funkcionālās zonas 440

Apdzīvotības blīvums 439, 441
Apgaismojums 225, 226
- dabiskais 227, 529, 538
- darba vietas 226
- kombinētais 229, 598
- krāsu efekts 598
- mākslīgais 228, 529, 538, 598, 657
- pareizs 226, 592
- trūkumi 161, 227
- vispārējais 228, 615
- vietējais 229

Apģērbs 135, 139, 268, 425, 533, 545, 641
- armijas 643
- audums 534
- darba 49, 158, 268, 545, 585, 600, 642
- higiēna 641
- ikdienas 642
- īpašības 641
- krāsa 642
- parādes 643
- sadzīves 642, 643
- sieviešu 641
- sporta 642, 643
- vasaras 642, 643
- vīriešu 641
- virsdrēbes 522, 530, 641, 659
- ziemas 642, 643

Apkure 50, 79, 153, 219, 242, 258, 445, 595
Apkures sistēma 219, 258, 445, 592, 595, 653
- centrālā 79, 595
- vietējā 446

Apmatojums 185, 525, 526
- kaunuma kalna 525
- padusēs 525
- sejas 525, 526

Apmācība arodveselībā 574, 575
Apsaldējums 141, 142, 165
- pakāpes 141, 142

Apstādījumi 440, 441, 442, 544
Apstarojuma devas 200, 201, 205, 207, 417, 423, 425, 606
- absorbētā 423, 425, 606
- efektīvā 424, 606
- ekvivalentā 606
- ekvivalentā efektīvā 606

Aptauja 97, 100, 109, 370, 391, 402, 469, 629
Aptaukošanās 190, 285, 469, 481, 631, 647, 648
Apvienoto Nāciju Organizācija (ANO) 43, 53, 54, 55, 56, 67, 74, 82, 84, 247, 251, 477
Ar darbu saistītas slimības 568
Ar vidi saistītas slimības 22, 164, 165, 150, 165, 662
Ārējās vides faktori 41, 516, 537, 645
Argons 216, 231, 237, 239
Aritmiķi 651
Ārkārtas situācijas 376
Arktika 24, 25, 32, 184
Aroda medicīnas pakalpojumi 69
Aroda un radiācijas medicīnas centrs 9, 57, 59, 166, 574, 575
Aroda un vides medicīnas katedra 6, 57, 58, 574
Arodekspozīcijas robežvērtība 21, 96, 126, 370, 374, 585, 623, 624
Arodfaktori 566, 568, 571, 578, 612, 617, 619, 624, 628, 629
- bioloģiskie 617
- ergonomiskie 611
- fizikālie 612,
- kaitīgie 68, 568, 571, 572, 577, 632
- ķīmiskie 619
- organizatoriskie 628, 629
- psihosociālie 628, 629, 630

Arodintoksikācija 583
Arodslimības 23, 48, 49, 52, 81, 82, 144, 155, 158, 163, 170, 202, 217, 365, 369, 403, 566, 568, 569, 575, 579, 581, 586, 608, 611, 617, 622
- akūtas 569
- alerģiskas 569

– analīze 575, 578, 581
– balsta un kustību aparāta slimības 82, 130, 165, 403, 515, 569, 584
– bioloģisko faktoru izraisītas 569, 578, 582
– diagnostika 574, 578
– elpošanas orgānu 569, 582
– fizikālo faktoru izraisītas 569, 576, 578
– fizisko pārslodžu izraisītas 569, 581
– garīgo pārslodžu izraisītas 569, 631
– hroniskas 569, 580
– izmeklēšanas kārtība 369, 569, 571, 574, 575
– kalnraču 48, 202
– kaulu un locītavu 568, 569, 581, 627
– klasifikācija (pēc etioloģijas principa) 568, 569
– ķīmisko vielu izraisītas 568, 569, 570, 576, 578, 581, 583
– lielas darba slodzes izraisītas 569, 630
– muguras, jostas un krustu daļas 569, 581, 626
– muskuļu 568, 581
– onkoloģiskās 202, 569
– pārpūles izraisītas 569
– profilakse 52, 567, 571, 576
– ražošanas putekļu izraisītas 568, 569, 582, 594
– saraksts 166, 569
– statistika 81
– subakūtas 569
– uzskaites kārtība 569, 571, 574
Arodslimību ārsts 58, 82, 369, 567, 576, 580, 581, 583
– specialitāte 567, 572
– nolikums 576
– uzdevumi 566, 571, 572, 576
Arodslimnieks 57, 82, 370, 569, 575, 578, 579, 582
– datu bāze 575
Arodveselība 21, 57, 58, 566, 567, 570–572, 577, 586, 587, 611
Arodveselības ārsts
– ārējo pakalpojumu vienības 572
– dienests 567, 570, 571, 572, 578
– brigāde 567
– pakalpojumi 571, 572
– uzdevumi 566, 571, 572, 576
Arsēns 39, 51, 96, 98, 126, 146, 146, 149, 170, 197, 198, 202, 208, 278, 279, 293, 294, 311, 324, 335, 337, 339, 345, 502, 504, 583, 620, 636
– arsenoze 149
– hroniska saindēšanās 98
Ārstniecības iestādes 378, 417, 461, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 598, 600, 602
– atkritumu likvidēšana 378, 600
– atkritumu savākšana 600
– higiēniskais režīms 591, 592
– higiēniskās prasības 591, 592
– radiācijas drošības pasākumi 602
– riska faktori 82, 378, 579, 586, 590, 610
– sanitārhigiēniskais raksturojums 100, 284, 499, 545
– telpu apdare 17, 592, 594
Arteriālā hipertensija, sk. Asinsspiediens, paaugstināts
Artēziskie ūdeņi 74, 75, 76, 287, 314, 343, 353, 463, 464, 465
– piesārņošana 75, 76, 463, 464
Asfaltēni 461, 463
Asfiksanti 170
Asimilācija 50, 70, 237, 284, 318, 512, 537
Asimilētā enerģija 28
Asinsrites sistēma 98, 99, 103, 132, 133, 165, 168, 169, 172, 173, 178, 224, 233, 285, 291, 292, 293, 337, 392, 392, 403, 410, 411, 481, 515, 517, 616, 645, 649, 651, 655
– slimības 99, 103, 165, 172, 175–178, 224, 337, 392, 411, 647
Asinsspiediens 132, 140, 199, 230, 234, 236, 238, 241, 334, 336, 392, 469, 480, 517, 528, 579
– diastoliskais 517
– paaugstināts 165, 230, 234, 238, 392, 469, 480, 517, 568, 579
– sistoliskais 137, 469, 516, 517
Askaridoze 299
– askarīdu olas 452
Aspirācijas metode 240
Aspirators 619
Astēniskais sindroms 186, 187, 403
Astenoveģetatīvais sindroms 403
Ateroskleroze 172, 177, 178, 438, 469, 479, 484, 488, 646, 655
Atklātās ķermeņa daļas 208, 637
Atkritumi 27, 55, 59, 78, 85, 101, 292, 316, 449, 450, 600
– apsaimniekošanas likums 375, 459
– augstas aktivitātes 426, 433
– bīstamie 111, 450, 601
– cietie 66, 439, 449, 601
– dedzināšana 455
– izgāztuves 70, 75, 100, 111, 289, 292, 293, 298, 314, 451, 453, 454, 460, 461, 464, 465

– likvidēšana 17, 68, 449, 454, 455, 600
– medicīnas iestāžu 601
– neitralizēšana 454
– neutilizējamie 456, 457
– poligons 431, 461
– poligonu ierīkošanas shēmas 453
– radioaktīvie 55, 294, 426, 432, 603, 609
– rašanās 449
– rūpnieciskie 85, 291, 373, 449, 461,
– sadzīves 47, 78, 291, 294, 449, 458, 460, 464, 601
– sausie 449, 453
– savākšana 49, 457, 458, 600
– šķidrie 292, 363, 373, 449, 453,
– šķirošana 315, 457, 656,
– utilizējamie 456
– utilizēšana 454
– valsts plāns 459
– vidējas aktivitātes 426
– zemas aktivitātes 426
Atkritumvadi 389
Atmosfēra 24, 25, 27, 30, 33, 34–36, 55, 58, 132, 142, 144, 153, 168, 174, 186, 207, 219, 222, 224, 226, 227, 230, 231, 235, 237–240, 247, 249, 250, 253, 254, 256–258, 286, 407, 418, 419, 425, 447, 449, 641
– elektriskais lauks 231, 408
– elektriskais stāvoklis 217, 229, 231,
– gaisa aizsardzība 168
– gaisa kvalitāte 67, 73, 83, 168
Atmosfēras piesārņošana 13
– antropogēniskā 23, 25, 70
– dabiskā 241
Atmosfēras spiediens 131, 142, 144, 146, 224
– paaugstināts 142–146, 160, 224, 230, 236–239, 242, 307
– pazemināts 144, 146, 165
Atomabsorbcijas spektrometrija 306, 336
Atomelektrostacija 200, 419
– avārijas 207, 431, 434
Atpūta 46, 131, 137, 392, 442, 443, 530, 536–539, 648, 649, 651–655
– aktīva 652
– pasīva 652
– režīms 651, 652
– veidi 652
Audums 642
Augēdāji 30
Augļi 180, 198, 469, 475, 478, 479–481, 494, 503, 538
Augsne 78, 83, 85, 108, 110, 148, 151, 152, 154
– dabiskā 128, 446–449,
– bioloģiskais sastāvs 448
– degradācija 65, 76
– erozija 68, 73, 146
– gaisa caurlaidība 447
– kapilaritāte 287, 447, 448
– ķīmiskais sastāvs 342
– mākslīgā 38, 228, 446,
– mehāniskais sastāvs 447, 451
– mikroorganismi 34, 241, 358, 361, 362, 448, 449, 450
– mitrumietilpība 448
– mitrums 448
– pašattīrīšanās 40, 361, 447, 449, 450, 451, 453
– pH 151, 159, 257
– piesārņošana 25, 68, 97, 449
– porainība 447, 448
– poru lielums 447
– rupjgraudaina 447, 448
– sanitārā aizsardzība 453
– sīkgraudaina 447
– tīrības rādītāji 449, 451
– ūdens caurlaidība 448
– uzraudzība 98, 460
Augstāko nervu darbība 518
Augstmolekulārie savienojumi 644
Augstuma slimība 145, 146
Augstums virs jūras līmeņa 110, 131
Augšējo elpceļu respiratorās slimības 242, 298, 373
Augu putekļu izraisītas slimības 368
Augu toksīni 40
Augums 471, 512, 521, 531
Aukstums 139, 140, 141, 142, 161, 172, 177, 191, 235, 497, 618, 636, 639, 645, 646
– aukstuma trauma 141, 142
– receptori 132, 159, 160, 162, 171, 184, 222, 224, 284, 334, 412, 503, 636, 637, 645
Autoekoloģija 20
Autotransports 73, 153, 158, 258, 290, 453, 468
Autotrofi 27, 28, 30, 291, 362
– organismi 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 77, 146, 234, 237, 271, 312, 317, 327, 358, 361, 362, 409, 498
Avitaminozes 161, 476, 480, 637
Azbests 58, 97, 165, 169, 170, 202, 203, 204, 206, 255, 256, 294, 339, 571, 624

B

Bads 65, 237, 468
Bakas 47
Baktericīdās vielas 368, 636
– efekts 96, 225, 368
Baktērijas 34, 40, 162, 163, 169, 191, 217, 238, 240, 256, 260, 268, 289, 294, 295, 296, 297, 312, 339, 347, 349, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 365, 367, 371, 373, 451, 478, 480, 490, 491, 499, 504, 590, 641
Bakterioloģiskie rādītāji 349
Balneoterapija 133
Baložu tipa cilvēki 651
Balsene 525, 526
Balss 185, 525, 526, 568, 621
– izmaiņas 525
– mutācijas 526
Balsta un kustību aparāts
– slimības 82, 130, 166, 568, 569
– darbības traucējumi 135, 479, 500
Baltijas jūra 68, 76, 77, 154, 236, 250, 291, 301
Barbiturāti 140, 620
Barība 38, 129, 151, 468, 482, 498, 504
– barības ķēde 77, 150, 151, 154, 186, 290, 312, 503, 504
Barjeras starp vidi un organismu 161
– ārējās 23, 41, 42, 159, 645
– iekšējās 159, 401
Barjerveida aizsardzības elementi 378
Barogrāfs 224
Barometriskais spiediens 131, 217, 224
Barošanās ķēdes 29
Barošanās tīkls 28
Barotīts 146
Baseins bērnu apmazgāšanai 530
Bazalts 146
Bāziskie ieži 146
Bekerels 231, 416, 607
Benaktizīns 191
Benzīns 111, 113, 168, 182, 259, 285, 343, 651
Benzoklidīns 191
Benzols 109, 168, 186, 198, 203, 264, 265, 268, 276, 311, 494, 496
Benzpirēns 198, 206, 207, 441, 650
Berilijs 146, 148, 192, 203, 277, 306
Bērnība 512, 514
– agrā 514
– pirmā bērnība 514
– otrā bērnība 514
Bērns 41, 42, 441, 512, 514–516, 517, 520, 529, 530, 533, 535, 536, 539, 542–544, 606, 652
– apavi 533, 534, 643
– apģērbs 642
– attīstība 514, 520
– augšana 482, 512–515
– augums 512, 521
– bērnudārza vecums 535
– darba spējas 536
– darbs 48, 536
– diennakts režīms 652
– ēdināšana 545, 591
– fiziskā attīstība, rādītāji 551–563
– garums 512, 513, 515–517, 521, 522, 530
– higiēna 512–564
– iestādes 529, 530, 535, 544
– mācību darbs 536
– mēbeles 530, 531
– mirstība 69–71, 99
– nogurums 516, 536
– rotaļlietas 533
– psihiskā attīstība 533, 536
– redzes traucējumi 538
– uzturs 16, 65, 537
– vecums 514, 515, 520
– veļa 533, 534
– veselība 97, 156, 260, 468, 539, 544
– zīdīšana 199
– zobu pastas 483, 640
Bērnudārzs 84, 163, 219, 228, 396, 530, 535, 544
– tualetes telpa 530
– vecums 535
Beta starojums 38, 416, 424, 428
Bietes 481, 482, 483, 493, 497, 498
Biezpiens 472, 481, 490, 491
Bifidobaktērijas 490, 491
Bikses 522, 534, 645
Bioaerosols 365, 371, 383
Biobīstamība 358
Biogēnie elementi 27, 75, 327
Bioģeoķīmija 30, 31, 148, 149
Bioģeoķīmiskā
– endēmija 148, 149
– province 149
– vielu aprite 30, 31
Bioģeoķīmiskie cikli 31
Bioķīmiskais skābekļa patēriņš 307, 310, 317
Bioloģiskā
– daudzveidība 55, 84, 266,
– nozīme 129, 225

– samazināšanās 68, 76
– sistēma 128, 278
Bioloģiskais
– kaitējums 367
– monitorings 278, 279
– risks, riska novērtēšana 358, 364–366, 370, 371, 372, 374–377
– ritms 651
– vecums 514
Bioloģiskās bīstamības piktogramma 376
– ekspozīcijas rādītājs (BER) 279, 280
Bioloģiskās mērīšanas metodes 363, 371
Bioloģiski aktīvas vielas 40, 67, 68, 158, 165, 361, 366, 421, 422, 472, 620, 648
Bioloģiskie
– aģenti 358–381
– faktori 362, 364
– filtri 328, 330
– ieroči 68
– piesārņotāji 166, 358, 360, 361, 447
– produkti 358, 363
– riska faktori 377
– šķidrumi 421, 590, 601
Biomarķieri 108, 109, 373
– efekta ekspozīcijas jutīgums 108
Biomasas piramīda 30
Biopieejamība 111
Biosfēra 23, 25, 27, 30, 32, 146, 239, 286, 406, 417, 450
Biostimulanti 79
Biostroma 23
Biotransformēšanās 165, 179, 182, 196, 205, 277
Bismuts 179
Blūze 641
Bopālas traģēdija 259, 260
Borelioze, sk. Laimas slimība 364
Bors 147, 148, 311
Briedumgadi 512, 521
Broms 184, 250, 337, 480, 494, 620, 636
– organiskie broma savienojumi 250
Bruceloze 297, 364, 489, 569
Brūnaļģes 158
Bungplēvīte 143, 146
Burkāni 192, 477–479, 483, 493, 498
Burtu lielums 532, 564
– ābecei 532
– jaunāko klašu mācību grāmatām 532
– vecāko klašu mācību grāmatām 532
Būvmateriāli
– gaisa caurlaidība 446
– higroskopiskums 446, 448
– kvalitāte 446
– siltuma absorbcija 446
– siltumietilpība 446
– siltumizolācija 446
– siltumnoturība 446
– siltumvadāmība 446

C

Candida 193, 371, 617
Cēlgāzes 239
Cēlonības tīkls, kritēriji 112–114
Cēloņsakarību princips 99
Celtniecības materiāli 594
Centrālā nervu sistēma 140, 186, 189, 297, 335, 391, 392, 401, 403, 411, 412, 499, 535, 651
– bojājumi 140, 200, 503
– darbība 186, 189
– traucējumi 186
Centralizētā ūdensapgāde 74–76, 79, 287, 313, 336, 339, 438
Centrifugēšanas metode 372
Cepure 187, 434, 645
Cērijs 146
Cērmju olas 299
Ciānbaktērijas 34, 291, 346
Cietais kurināmais 74, 99
Cieto vielu daļiņas 174, 176, 177
– ultrasīkās daļiņas 176
– uztveršana 175
Cilvēka ekspozīcijas raksturojums 107
Cilvēka organisma jutības faktors 606
Cilvēka imūndeficīta sindroms (sk. arī AIDS) 118, 364, 365, 368, 412, 610, 659
Cilvēka individuālās īpatnības 42
Cilvēku radītās nelaimes 68
Cinks 39, 77, 113, 146–148, 150–157, 171, 180, 199, 257, 270, 284, 309, 324, 328, 332, 336, 339, 366, 465, 480, 483, 502, 620
Cirkonijs 146, 337
Cīruļu tipa cilvēki 651
Cūku roze 193
Cukura diabēts 185, 197, 469, 475, 494
Cukurs 193, 257, 368, 369, 469, 471, 475, 478, 482, 488, 495
Cunami 134

Č

Černobiļas atomelektrostacijas avārija 57, 58, 185, 426, 434, 435, 504, 575

D

Daba 20–23, 86, 166, 186, 193, 199, 247, 293, 479, 653
- katastrofa 40, 134, 163, 187
- resursi 21, 36, 42, 59, 69, 70, 78, 86, 247, 265, 266
- zinātnes 20, 45

Dabīgās ekosistēmas 26, 28, 38, 439
Dabiskā apgaismojuma koeficients 228, 529, 545, 547
Dānijas arodveselības institūts 59
Darba aizsardzība 80, 82, 572, 378, 382, 574, 585
- joma 80, 382, 574, 585
- politika 60, 80
- sistēma 572
- speciālists 82, 572

Darba departaments, LM 86, 574
Darba devējs 577
Darba drošība, likumdošana 570
Darba drošības un vides veselības institūts (DDVVI), RSU 58, 59, 156, 280, 573–575
Darba higiēnists 576
Darba poza, piespiedu 611, 659
Darba spējas 119, 145, 156, 266, 391, 650, 651, 652
- fiziskās 145
- garīgās 650
- saglabāšana 225, 653

Darba spēju indekss 156
Darba veselība, sk. Arodveselība
Darba vide 80–86, 96–98, 101, 149, 153, 179, 216, 255, 260, 266, 280, 375, 389, 565
- riska faktori 82, 575, 580, 585, 610
- faktoru mērījumi 575, 577

Darba vieta 80, 201, 364, 374, 381, 568
- potenciāli bīstamā 364

Darba vietas faktori 568
- bioloģiskie 568
- fizikālie 568
- ķīmiskie 568
- psiholoģiskie 568

Darbnīcas 244, 258, 272, 532, 545, 592, 595, 596
Darbs
- apģērbs 49, 158, 268, 545, 585, 600, 642
- apstākļi 22, 23, 51, 52, 58, 70, 80, 99, 103, 134, 166, 374, 382, 438, 439, 468, 532, 566–568, 576–578, 585, 586, 629, 658
- drošība 22, 54, 80, 268, 433, 570–587
- higiēna 48, 51, 82, 567, 576, 578
- higiēnists 52, 82, 576
- medicīna 21, 23, 48, 52, 144, 178, 567
- negadījumi darbā 575, 650
- poza 538, 540, 611, 624–626, 628, 652, 659
- psihologs 567
- psihoterapeits 567
- režīms 396, 545, 651
- toksikologs 567
- traumas 23, 567, 576, 585
- veselība 21, 52, 118, 566, 589, 590–629, 630
- vide 80–86, 96–98, 101, 149, 153, 179, 216, 255, 260, 266, 280, 375, 389, 565

Darva 39, 198, 202, 650
Dārzeņi 39, 79, 158, 182, 193, 199, 420, 469, 478–483, 493, 504, 537, 640
Datorklase 532
Datortehnika 539
Daudzdzīvokļu mājas 80, 242, 389, 409, 441, 445, 454, 592, 656
DDT, sk. Dihlordifeniltrihloretāns
Deflektors 242, 445
Deguna blakusdobumu barotrauma 143
Degvielu glabātuves 73
Dehidratācija 135,136, 298, 495
Dekompensācijas fāze 161
Dekompresijas osteonekroze 143
Dekompresijas slimība 143, 145
Denitrifikācija 34, 247, 451
Depresijas piltuve 287, 343
Depresīvais sindroms 411
Dermatofitoze 193
Destilācija 347
Destruktori 27, 28, 29, 31, 35
Deterģenti 75, 186, 192, 354, 355
Detritofāgi 27, 28, 29
Deva
- bioloģiski efektīvā 107
- ekspozīcijas, absorbcijai caur ādu 110
- ekspozīcijas, kaitīgam faktoram pārtikas produktos 110
- iekšējā (absorbcijas) 110
- kumulatīvā 103

Devas atbildes reakcija 101–103, 110, 111, 114
Dezinfekcija 14, 76, 268, 319, 320, 339, 345–350, 373, 379, 380, 490, 507, 594, 599, 600, 655
- drēbju 654, 655

Dezoksiribonukleāze 193, 197, 421
Diagnostikas procedūras 593
Diareja 295, 296
Diastoliskais spiediens 517
Diazepāms 136, 191
Dienas režīms 528, 535, 536, 651, 652
– agrīna vecuma bērnam 535
– pirmsskolas vecuma bērnam 535
– pusaudžiem 536
– racionāls 651, 652
– skolas vecuma bērniem 536
Diennakts bioritms 651
Dihlordifeniltrihloretāns (DDT) 54, 77, 185, 197–200, 452
Dihlormetāns 198, 265
Diizocianāti 260
Dinamometrs 523
– rokas 523
Dioksīni 41, 77, 184, 195, 198, 293, 459, 503
Disaharīdi 475, 476
– laktoze 475, 488
– maltoze 475
– saharoze 475, 476
Disbakterioze 179, 193, 374, 569
Disimilācija 512, 537
Dismetaboliska nefropātija 179
Divinils 644
Divpadsmitpirkstu zarnas čūla 138, 166, 568
Dopinga profilakse 528
Dozimetrs 428, 432, 608, 607
Drēbju dezinfekcija 654, 655
Dūmeņi 73, 77, 258
Dūmi 39, 80, 109, 204, 217, 256
Duša 80, 133, 135, 158, 285, 434, 637, 655
Dzeltenais drudzis 296, 365, 382
Dzelzs 75, 110, 116, 146–157, 171, 198, 208, 309–311, 326, 336, 339, 345, 350, 366, 468, 478, 482, 494
Dzemdību bloks 593, 597
Dzeramais ūdens 67, 75, 149, 302, 333
– apgāde 333, 338, 349
– ieguve 344
– kvalitāte 333
Dzimumattīstības pakāpes 522, 525, 526
– meitenēm 525
– zēniem 525, 526
Dzimumbrieduma periods 513
Dzimumdziedzeri 478, 483, 517, 606
Dzimumgatavība 513, 517, 525
– pakāpes 525
Dzimumnobriešana 513, 514, 521
– ātrums 521
Dzirde 143, 386–388, 391–393, 566, 613
– pasliktināšanās 143, 393, 566
Dzīvā daba 20
Dzīves ilgums 69, 97, 313, 392, 636
Dzīvesveids 46, 53, 72, 84, 166, 190, 203, 402, 512, 528, 566, 635
Dzīvojamā telpa 530
Dzīvoklis 161, 409, 413, 442–446, 455, 658
Dzīvsudrabs 39, 109, 146, 153, 159, 163, 179, 181, 208, 265, 293, 293
– metāliskais 154, 181, 182, 622
– neorganiskie sāļi 293
– organiskie savienojumi 277, 293
Džinsi 645
Džouls 470, 606

E

Efedrons 651
Ehinokokoze 366, 368
Ehovīrusi 289, 298
Eiforija 191, 651
Eikarioti 362, 363
Eiropas
– Ekonomiskā Komisija (EEK) 53, 74, 251, 510
– harta par vidi un veselību 85
– Komisija (EK) 85
– Padome (EP) 85
– Sanitārā padome 49
– Vides un veselības komiteja 56, 85
Eitrofi ūdeņi 76
Eitrofikācija 35, 74, 76, 251, 290, 291, 301, 308, 314
Ekoloģija
– atmosfēras 20
– augsnes 20
– augu 20
– autoekoloģija 20
– cilvēka 20, 21
– dzīvnieku 20
– populāciju 20
– sinekoloģija 20
Ekoloģiskā kustība 52
Ekoloģiskā piramīda 30
Ekoloģiskais vandālisms 68
Ekoloģiskie pētījumi 115
Ekosfēra 24, 25, 30, 36, 38

Ekosistēma 26, 27
– biotiskais komponents 27
– degradācija 76
– mākslīgā 26–38, 30, 37
– piesārņojums 21, 25
– piramīda 30
– stabila 27, 68
Eksotoksīni 360, 362, 371
Ekspozīcija
– caur ādu 111
– ilgums 104, 139, 182, 389, 394, 411
– novērtējums 103–105, 270–272
Ekstraorālais vakuuma aspirators 619
Ekstrapolācijas metode 10
Ektoparazīti 366
Ekzēma 170, 192, 368, 569, 642
Elektriskais lauks 231, 408, 663
Elektroforēze 332, 584
Elektrolīze 323, 324, 326, 332
Elektromagnētiskais starojums 38, 405, 406, 409, 416, 568, 612
– jonizējošais 196, 207, 386, 416, 421, 604
– nejonizējošais 197, 201, 386, 405, 407, 409, 412, 569, 590
Elektromagnētiskie lauki 203, 386, 413
– iedarbība 408, 409–423
– nomenklatūra 407
– parazītstarojums 408
– starojuma avoti 407–434
– viļņi 405, 406, 412
Elektroosmoze 332
Elektrosanācija 332
Elpošanas sistēma 162, 169, 517, 631, 649
– aizsargfunkcija 162, 169
– pamatfunkcija 160
"Eļļas"slimība 163
Embrionālās attīstības fāze 184
Emisija 54, 73, 108, 248–253, 258–276, 336
– standarti 261, 265
Emocionālais stāvoklis 611
Endēmiskais kākslis 148, 448
Endokrīnā sistēma 158, 168, 184, 201, 335, 411, 517
Endoparazīti 78, 358, 366
– oliņas 78
Endorfīni 648
Endotoksīni 358, 360, 362, 366, 372, 373,
Enerģija
– daudzums 28, 50, 227, 388, 407, 416, 470, 472, 537, 538
– maiņa organismā 470
– sadalījums 228
– vidējā dienas norma 471
Enkefalīni 648
Enterobaktērijas 296, 313, 338
Enterobioze 299
Enterokolīts 296, 499
Enterovīrusi 298, 313
Enzīmi 77, 144, 151, 152, 167, 173, 196, 204, 279, 294, 362, 380, 476–484, 498, 622, 640
Epidemiologs 118, 202
Epidemioloģija 111
– analītiskā 115
– aprakstošā 114, 115
– molekulārā 109
– vides 102, 111, 102
Epidemioloģiskā kontrole 590
– nozīme 591
Epidemioloģiskie pētījumi 97, 114, 115, 118, 119, 175, 179, 201, 202, 475, 476
Epihlorhidrīns 200, 311, 620
Ērces 217, 358, 364, 365, 366, 368
– encefalīts 364, 365
Ergonomiskie faktori 82
Ergonomists 82, 567
Ergotisms, sk. Mikotoksikozes
Eritēma 96, 129, 130, 137, 225, 368, 615, 616, 620
Erysipelothrix rhusiopathiae 193
Esenciālās vielas 147
Estrogēns 185, 186, 197, 199, 200, 209, 475, 480
Ēšanas režīms 636
Etanols 109, 140, 267, 268, 619, 636
Etiķskābe 171, 268, 495, 496, 502, 636
Etilacetāts 267, 268
Etilbenzols 265, 267, 268
Etilēndiamīns 200
Etilēndobromīds 200
Etilspirts 456, 619

F

Fagocitoze 161
Faktori
– drošības 104–106
– riska 22, 72, 86, 117, 119, 125, 172, 239, 281, 337, 357, 365, 371, 411, 505, 590, 611, 617, 650
Fauna 77, 159, 294, 295, 307, 317, 439
Fenamīns 651
Fenazepāms 136, 191

Fenols 39, 75, 109, 192, 207, 267, 278, 294, 303, 308, 310, 323, 380, 463, 620
– urīnā 109
Ferritoze 149
Filtrācija
– atgriezeniskā (reversā) 347
– membrānu 313
– metode 372
– nano 347
– osmozes 347
– ultra 347
– zona 447
Filtri 169, 313, 328, 330, 345, 350, 351, 373, 497, 617, 619
– atbilstība vides specifikai 596
– pārbaužu biežums 349
Finbalt veselības monitorings 469
Finnas 359, 485
Finnoze 485
Fizikālie faktori 38, 68, 197, 224
– izraisītās arodslimības 569, 576, 578
Fizikas kabinets 532
Fizioloģiskā barjera 178
Fizioloģiskie faktori 80, 516
– izliekumi 515
Fiziometriskie rādītāji 522, 523
Fiziskā attīstība 513, 519, 522
– kartes 551–562
– līknes 551–562
– parametri 520
– rādītāji 513, 519
– rezultāti 53, 519
– standarti 519
Fiziskā audzināšana 519, 528
– medicīniskā grupa 528
– pamatgrupa 528
– sagatavošanas grupa 528
– speciālā grupa 528
Fiziskā kultūra 647
Fiziska pārslodze 135, 136, 569
– izraisītās arodslimības 569, 581
Fiziskā slodze 50, 197, 201, 218, 284, 517, 647–649, 652
Fiziskās aktivitātes 65, 392, 470–472, 647–649
– koeficients 470–472
– komponenti 648
Fiziskās audzināšanas zāle 529, 545
Fiziskās darba spējas 145
Fiziskās nodarbības atpūtas laikā 648
Fiziski vingrinājumi 647
Flegmatiķi 518
Flokulācija 323, 324, 345
Flora 77, 294, 295, 298, 317, 366, 439
Fluoroze 149, 336, 337, 448, 483
Fluors 147, 176, 311, 335, 337, 448, 480
Folikulīts 192
Formaldehīds 74, 170, 171, 192, 243, 265, 268, 444, 600, 623
Fosfatīdi 474, 492
Fosfolipīdi 488
Fosfors 27, 28, 30–36, 76, 108, 130, 131, 147, 225, 277, 291, 308, 321, 451, 477, 480, 484, 488, 491, 494, 583
– fosforskābe 193, 308, 451, 474
Fotoalerģiskas ādas reakcijas 192
Fotokolorimetrija 305
Fotoķīmiskās reakcijas 67, 250
Fotoķīmiskie oksidanti 67
Fotosintēze 25–28, 33, 237, 238, 247, 249, 290, 317
Fototerapija 130
Fototoksiskas ādas reakcijas 192
Frizētavas 655, 656, 658, 659
– darbinieki 659
Furāni 184, 186, 192, 503, 504
Furfurols 456

G

Gadalaiki 234, 287
Gaisa absolūtais mitrums 220
Gaisa apmaiņas biežums telpās 242, 244, 245, 444, 445, 597, 624
Gaisa bakterioloģiskais sastāvs 240, 365, 619
Gaisa diskomforts 243
Gaisa dzesēšanas spēja 222
Gaisa fizikālās īpašības 130, 218, 234, 241
Gaisa fronte 234, 236
Gaisa higiēna 50
Gaisa jonizācija 132, 145, 229–231
Gaisa kondicionēšana 163, 242, 243, 250, 297, 367, 590, 595, 596, 598
Gaisa kubs 244, 245, 444
Gaisa kustība 139, 217, 218, 220–223, 232–235, 240, 242, 254, 258, 403, 441, 443, 445, 447, 529, 533, 595, 598, 612, 623, 646
– kustības ātrums 139, 218, 220–223, 230, 233, 286, 398, 441, 443, 445, 529, 533, 595, 598, 623, 646

Gaisa kvalitāte 67, 73, 74, 83, 168, 231, 241, 252, 262–268, 273, 447
– Latvijas pilsētās 73
– telpās 67
– kritēriji 258
Gaisa kvalitātes normatīvi 262, 263, 264
– aroda ekspozīcijas robežvērtība (AER) 21, 96, 97, 102, 154, 266, 279, 370, 623
– ārtelpu gaisa robežlielumi 264
– emisijas standarti 261, 265
– mērķlielumi 263, 265
– nacionālie standarti 74, 83
– pieļaujamā koncentrācija 263
Gaisa ķīmiskais sastāvs 64, 216, 237, 241
– ķīmiskās īpašības 237
Gaisa mitrums 131, 134, 135, 139, 142, 216, 218–222, 230, 233, 236, 236, 243, 267, 297, 441, 444, 529, 654–656
Gaisa peldes 132, 638, 646
Gaisa piesārņojums 64, 67, 69, 70, 74, 80, 99, 110, 153, 165, 169, 172, 175, 207, 217, 247, 253, 254, 258–260, 267, 269, 361, 545
– apkārtējā vidē 259, 260
– avoti 64, 73, 263, 265, 268
– biotransformācija 179, 182, 196, 205, 277
– darba vidē 266
– ekspozīcijas novērtējums 101, 103–105, 270–272
– gāzes 39, 165, 254, 257, 296
– identifikācija 269, 372
– ietekmējošie faktori 261
– industriālais piesārņojums 54, 178, 258, 259
– izvadīšanās 597
– mikrobioloģiskā piesārņotība 240, 268
– mobilie piesārņotāji 73, 74
– novērtēšanas principi 269
– pieļaujamais līmenis 272
– piesārņojuma raksturs 258, 261, 263, 272
– putekļi 21, 39, 74, 102, 146, 156, 162, 169, 170, 192, 204, 217, 225, 230, 235, 240, 242, 255–257, 260, 263, 276, 360, 268, 370, 440, 504, 568, 618, 624, 638
– robežlielumi 74, 96, 263, 264, 270
– robežlīmeņi 102–105
– sadalījums orgānos 277
– stacionārie 73
– toksicitātes rādītājs 444
– transporta piesārņojums 87
– tvaiki 25, 39, 131, 134, 168, 170, 171, 219, 227, 238, 239, 254, 257, 276, 286, 379, 379, 622, 654
– uzkrāšanās organismā 157, 158, 168, 179, 186, 279
– uzņemšanas ceļi 427
Gaisa piesārņotāju iedarbība uz
– augšējo elpceļu gļotādu 39, 169
– asinsrites sistēmas orgāniem 168, 172, 173
– elpošanas sistēmas orgāniem 168
– mirstību 173
– vielmaiņas procesiem 176
Gaisa plūsmas ātrums 130, 221, 245, 336
Gaisa relatīvais mitrums 100, 130, 219–221, 445, 595, 598, 612, 646, 654, 657
Gaisa spiediens 142–144, 220, 224, 234, 235, 242
Gaisa temperatūra 50, 67, 100, 116, 130, 134–139, 145, 218–223, 232–238, 247, 254, 274, 284, 302, 401, 441, 529, 534, 595, 612, 641, 644–646
– ietekme uz cilvēku 134–139
– paaugstināta 134, 254
– pazemināta (zema) 139, 401, 441
– novērtēšanas principi 247, 272
– skolu mācību telpās 529
– telpās 241–243, 444–446, 654–658
Gaisa terapija 132
Gaisa vide 128, 129, 153, 216–218, 224, 229, 231, 232, 239, 240, 244, 247, 386, 387, 416, 439, 455
– bioloģiskie faktori 239
– elektriskais stāvoklis 217, 229, 231
– fizikālie faktori 88, 217, 224
– ķīmiskie faktori 39, 88, 217, 239
– mehāniskie faktori 217
– radioaktivitāte 230, 231, 239
– siltumradiācija 217, 219, 224, 225, 235
– ultravioletais starojums 25, 96, 192, 203, 208, 225, 299, 612
Gaismas atveres leņķis 227, 228
Gaismas caurlaidība 227
Gaismas enerģija 28, 305
Gaismas koeficients 227, 529, 545, 655, 657
Gaismas plūsma 226, 229
Gaismas staru krišanas leņķis 227
Gaismas spilgtums 226
Gaismas stiprums 226
Gaiss
– atmosfēras 21, 39, 41, 52, 56, 64, 67, 69, 96, 107, 109, 132, 144, 144, 148, 153, 155, 168, 172–174, 182, 207, 216, 220, 235, 239, 244, 257, 258, 266, 267, 443, 447, 453, 482
– darba vides 21, 96, 97, 126, 216, 217, 255, 258, 260, 266, 269, 272, 278–280, 374

– dzīvojamo un sabiedrisko telpu 217, 241, 374, 418, 443, 444
Gaistošie organiskie savienojumi (komponenti, vielas) 67, 73, 74, 109, 251, 265–267, 270
– nemetāna 74, 251, 266, 270
Galda virsma 529, 530, 532
Galvas smadzenes 187, 225, 391, 410, 418, 431, 486, 512, 513, 515–519, 536, 636, 645
– garoza 188, 225, 391, 512, 516–519, 535, 636, 645
Galvassega 530, 599, 643
Gaļa 180, 359, 427, 472, 475, 479, 481–488, 491, 498, 502, 503, 510
Gamma starojums 347, 416, 417, 419, 420, 425, 603
Garastāvoklis 191, 236, 443, 644, 648, 651
Garīga pārpūlēšanās 536
Garīgā darba spējas 650
Garīgs darbs 51, 399, 442, 443, 468, 481, 581, 536, 538, 652
Garviļņu starojums 129
Gāzes 39, 165, 254, 257, 296
– kairinošas 67, 165, 170, 192, 217
– toksiskas 455, 624
– ūdenī nešķīstošas 257
– ūdenī šķīstošas 257
Gāzhromatogrāfija 305, 306
Geigera–Millera skaitītājs 428
Genoms 193, 194, 204
Genotips 194
Genotoksiski aģenti 194, 195
Gēns 41, 79, 152, 193, 194, 196, 207, 366, 410, 421, 497
– mutācija 103, 167, 194–196, 200, 204, 421
Glicerīns 450, 474, 476, 618
Glikogens 475, 583
Glikoze 28, 136, 141, 150, 180, 183, 475, 476, 488, 494, 583
Gludināšana 642, 657
Gļotādas bojājumi 140, 146, 164, 169, 193
Gļotādas receptori 645
Govju trakuma slimība 485
Grāmatu svars 533
Granīts 146, 204, 239, 287, 318, 330, 447
Granozāns 293
Gravimetrija 305
Grejs (Gy) 200, 416, 422, 423, 604, 606, 617
Gremošanas orgānu traucējumi 190, 361, 476, 478, 631,
Gripa 240, 297, 303, 361, 368, 443, 617
Grunts 239, 287, 332, 341, 400, 446, 447, 449, 463, 464, 541
Gruntsūdeņi 23, 39, 67, 74, 75, 100, 287, 292, 309, 332, 341, 350, 431, 447, 461–465, 591
– ķīmiskais sastāvs 75
– piesārņojums 75, 291, 340, 461, 463
– zona 447
Gudrons 75, 292, 353, 461, 463
Guļamtelpa 529, 530, 544
Gurķi 482, 494, 498

Ģ

Ģenētiskā
– predispozīcija 41, 194
– teorija 41, 194, 521
Ģenētiskais polimorfisms 194, 196
Ģenētiski modificēta pārtika 79, 498, 505, 510
Ģeogrāfija 20
Ģeoinformācijas sistēma 100
Ģeoķīmija 30, 148
Ģeoķīmiskā province 148
Ģeoloģija 21, 60, 89, 146, 148, 149, 316
– ģeologi 139, 142
– ģeoloģiskie procesi 148
Ģeomedicīna 148, 152

H

Haptēnu mehānisms 620
Hašišms 651
Healthy cities kustība 84
Heksahlorāns 452
Helāti, sk. Kompleksoni
Hēlijs 216, 237
Heliogēna teorija 521
Helioterapija 131
Helminti 289, 296, 299, 334, 338, 368, 450
– olas 451, 454
Helmintoloģiskie rādītāji 451, 452
Helmintozes 296, 299, 443, 484
Hepatīts 179, 206, 299, 351, 368, 500, 618, 651
– A 112, 298, 313, 365
– B 206, 378, 382, 618, 621
– C 206, 364, 618
Herbicīdi 68, 181, 192, 289, 294, 497, 503
Heterotrofi 27, 28, 31
Hidrolītiskie fermenti 450
Hidrolīze 454, 456, 638
Hidromasāža 132

Hidrosfēra 23–25, 30
Hidroterapija 133, 285, 584
Higiēna 21,
– ārstniecības iestāžu 378, 590–592, 595, 597, 598, 600, 611
– bērnu 511, 529–533
– darba 545
– dzīvojamo telpu 50, 97, 418, 441–445
– eksperimentālā 48, 50
– empīriskā 46, 270
– kara 50, 57
– komunālā 46, 50–51, 52, 272, 653, 655, 656, 657, 658
– mutes dobuma 641
– pusaudžu 511
– radiācijas 602
– skolas 50, 51, 514, 516, 517, 529, 530, 531
– tautas 46, 80, 189
– uztura 467
Higiēnas
– apakšnozares 50
– institūts, Eiropā pirmais 50
– katedra 57
– normatīvi 21, 313, 393, 452
Higiēnas un arodslimību laboratorija, DDVVI 57, 58, 574, 575
Higiēnas un arodslimību nodaļa 9, 57
Higiēniskais apraksts 100
– novērtējums 99, 101–103, 105
Higiēniskās prasības 341, 440, 529, 530, 532, 533, 614, 653, 656, 658
– apaviem 21, 530, 533, 534, 541, 643, 644
– apģērbam 533, 534, 641, 642
– bērnu rotaļlietām 533
– mācību grāmatām 532
– pirmsskolas bērnu iestādēm 529
– skolām 529
– veselības iestādēm 378
Hila kritēriji 112
Hiperkaliēmija 136
Hiperkeratoze 98, 149
– hiperkeratotiskie mezgliņi 149
Hipermikroelementoze 148
Hiperoksija 143, 144
Hipertermija 134
Hipertoniskā slimība 132, 138
Hipodinamija 469
Hipofize 184, 185, 187, 188, 197, 480, 516, 517
– hipofizes-virsnieru sistēma 187, 188
Hipohidratācija 137
Hipokaliēmija 136
Hipokinēzija 647
Hipoksija 145, 177, 197, 291, 504, 654
Hipomikroelementozes 148
Hipotensija 136–138, 481
Hipotermija 139, 140
Hipovitaminozes 131, 477–479, 480, 637
Histoplazmoze 364, 368
HIV/AIDS, sk. Cilvēka imūndeficīta sindroms
Hlamidioze 361
Hloramīns 260, 346
Hloramps 452
Hlordekons (kepons) 185, 200
Hlordiazepoksīds 191
Hlorēšana 39, 319, 328, 330, 344, 346–348, 351
– ar normālu devu 348
– ar palielinātu devu 348
Hlorīdi 291, 304, 308, 309, 311, 464
– koncentrācija 75
Hlorofils 28
Hlorofoss 452
Hlorogļūdeņradis 77, 293, 310
Hloroprēns 195
Hlororganiskie savienojumi 290
– skābekli saturošie 293
Hlorūdeņradis 172, 257, 268
Hlors 147, 170, 171, 199, 299, 348, 476
– organiskie hlora savienojumi 192
Hofmana zonas 447
Holera 65, 66
Holeriķi 518
Holesterīns 176, 177, 469, 474, 475, 480, 487, 488, 491, 503, 636
Holinerģiskā nātrene 138
Homeostāze 42, 147, 159, 160, 161, 279, 412, 578
Hospitālā infekcija 592
Hromosomas 197, 422
Hroms 147, 150, 151, 153, 170, 192, 198, 203, 208, 309, 311, 456, 464, 483
Humifikācija 450, 455
Humīnskābes 290
Humuss 26, 448, 450, 454, 455
Humusvielas 29, 305, 334

I
Iedzimtība 41
Iedzīvotāju
– blīvums 354, 438, 441
– mirstības rādītājs 71, 112, 118
– skaits 21, 36, 54, 55, 65, 69, 74, 261, 420, 438

Iekšējās auss barotrauma 143
Iekšējās barjeras 161, 162
– sekrēcijas dziedzeri 184, 197, 477, 478, 514–517, 637
Iezīmētie atomi 420
Ieži 146, 239, 294, 332, 418, 427
– ūdenscaurlaidīgie 287, 314, 453, 463
– ūdensnecaurlaidīgie 287, 340, 463
Ilgtspējīga attīstība 55, 69
Imunitāte 152, 183, 184, 297, 363, 368, 392, 411, 421, 442, 485
Imūnsistēma 65, 157, 162–164, 166, 183, 204, 410
Imūnvielas 225, 647
– nepietiekamība 183
Imūnšūnas 183
Incidence 102, 112, 115, 260
– blīvuma rādītājs 112
– kumulatīvais rādītājs 112
Indikatori 70, 90, 91, 272, 273, 309, 349, 371
Individuālais jutīgums 103
Individuālie aizsardzības līdzekļi 658
Indols 241, 444
Industriālā piesārņojuma tipi 258
– fotoķīmiskie 258, 261
– reducējošie 258
– specifiskie punktveida avotu piesārņotāji 258
Industriālais piesārņojums 258
– stacionāro avotu 259
– transporta emisijas 258
Infekcija 172, 192, 193, 296, 367, 368, 618
– eksogēna 136, 170, 368, 369, 450, 451, 453, 512, 569, 636
Infekcijas ierosinātāji 297, 485
Infekcijas slimības 49, 87, 166, 168, 170, 192, 197, 261, 269, 296, 358, 361, 363, 368, 370, 376, 468, 568, 590, 619
Inficēšanās riska pakāpe 600, 618
Infiltrācija 241, 289, 291, 292, 445
Infrasarkanais starojums, sk. Siltumradiācija 217, 219
– iedalījums 129, 224
Infraskaņa 38, 201, 386
Inhibitori 173, 294, 490, 506
Insolācija 440, 441, 445, 519, 598
Institucionālais sektors 250
Institūts 58, 59, 506, 572, 573, 574, 586, 587
– Dānijas arodveselības institūts 59
– Krievijas MZA Darba medicīnas institūts 52
– Maskavas Centrālais ārstu kvalifikācijas celšanas institūts 52
– Norvēģijas Arodveselības institūts 59
– PSRS Medicīnas zinātņu akadēmijas Darba higiēnas un arodslimību institūts 52
– RSU Darba drošības un vides veselības institūts, 58, 59, 156, 280, 573–575
– Somijas Darba veselības institūts 52, 59
– Ukrainas Komunālās higiēnas institūts 51
– Ukrainas Medicīnas zinātņu akadēmijas Darba medicīnas institūts 59
– Zviedrijas Darba institūts 59
Interferons 647
Interleikīns 647
Intertrigo 138
„Itai-itai" slimība 165, 181
Izglītība
– vides aizsardzībā 90
– vides veselībā 90
Izglītības iestāžu vadītāji 57, 58
Izglītības Valsts inspekcija 574
Izgulsnēšana 305, 308, 316, 320, 332, 344, 347, 349, 350, 526
Izmešu struktūra 73
Izolācijas pakāpes 381
Izoprēns 265, 644
Izplūdes 56, 79, 109, 113, 167, 169, 182, 199, 247, 250, 258, 261, 270, 289, 440, 504, 594
– avārijas 259
– ražošanas negadījumu 258
Iztvaikošanas zona 447

J

Jaucējfaktors 112, 114, 121, 123
Jaundzimušais
– periods 514
– garums 513, 515
– masa 513–515
Jaunietis 46, 185, 189, 514
– vecums 514
Jersinioze 297
Jods 146–149, 158, 335, 337, 348, 366, 427, 435, 448, 468, 476, 480, 482, 486, 494, 504, 620, 636
Jogurts 468, 491, 495, 498, 537, 538
Joni 35, 132, 230, 242, 287, 308, 309, 332, 339, 592
– amonija 307, 464,
– smagie 230, 290
– vieglie 132, 243

Jonizācija 132, 145, 229–231, 242, 306, 416, 421, 425, 603, 616, 617, 624
Jonizējošā starojuma radītie bojājumi 411, 416, 422, 423, 621
– nestohastiskie 422
– stohastiskie 422, 423
– vēlīnā ietekme 411, 422, 621
– vietējie 422
– vispārējie 422
Jonizējošais starojums 38, 192, 200, 203, 204, 206, 207, 386, 416, 421, 495, 568, 603, 617
– absorbētā deva 416, 422, 606
– agrīna ietekme 421
– aktivitāte 418, 421, 426
– apstarošanas deva 418, 420, 422–424, 427, 435, 607
– avoti 417, 420, 423–425, 433, 602–609
– bioloģiskā iedarbība 421
– caurspiešanās spēja 416, 421, 617
– darbinieku aizsardzība 602–609
– devu limiti 422, 617
– devu robežvērtības 423
– efektīvā deva 417, 418, 435, 606, 607
– ekspozīcijas deva 416
– ekvivalentā deva 416, 606, 604
– kolektīvā deva 417, 423
– neparedzamā ietekme 417, 422
– paaudzes deva 417
– pamatlimits iedzīvotājiem 604, 607
– paredzamā ietekme 421, 422
– radītie bojājumi 411, 416, 422, 423, 621
Jonosfēra 25, 407, 408
Jonu skaitītāji 231
Jonu spēks 231
Jūras klimats 132, 235, 236
Jūras piesārņojums 75, 76, 77
Juksa slimība, sk. Mioglobinūrija, alimentārā paroksismāli toksiskā
Jušo slimība 22, 163, 184, 192

K

Kadmijs 109, 147, 153–155, 169, 179–181, 185, 198, 203, 208, 265, 277, 193, 309, 311, 335, 339, 456, 504
– sakausējumi 153, 180, 198, 293,
– selenīds 180
– sulfīds 180
Kairinošas vielas 171, 359
Kaitīgas vielas 107–111
Kaitīgi arodfaktori 566, 568, 571, 578, 611, 612, 617, 619, 624, 628, 629
Kaitīgi ieradumi 195, 540
Kājas 137, 180, 189, 393, 399, 477, 485, 517, 525, 534, 539, 540, 542, 543, 639, 643, 644
– āda 637
– forma 525
– higiēna 639
– kopšana 639
– peldes 646
– sāpes 540
Kalcijs 147, 180, 328, 476, 480, 488, 492, 494
Kāļi 494
Kālijs 147, 328, 418, 480, 481, 494
– radioaktīvais 418
Kalnraču arodslimības 48, 202
Kalnu slimība 145, 207, 224
Kanalizācija 46, 49, 66, 89, 100, 289, 292, 298, 315, 321, 338, 359, 396, 438–441, 456, 458, 491, 595, 601, 656
– ūdeņu apsaimniekošana 83
Kancerogēni 103, 194, 195, 202–204, 207, 351
– bioloģiskie 203, 206
– fizikālie 203
– ķīmiskie 203
Kancerogēniskas vielas 170, 207
Kandidoze 569
Kāposti 158, 477–482, 493
Kaprons 267, 268, 642
Karantīnas pasākumu sistēma 47
Karbofoss 452
Karboksihemoglobīns 109, 172, 176, 179
Kardiomiopātija 150, 172, 178, 479
Karpālā kanāla sindroms 120, 581
Karstuma dūriens 134–137
Karstuma radītas pārmaiņas ādā 134, 138
– izsitumi 138
– nātrene 138
Karstuma sinkope 134, 137
Karš 50, 57, 68, 163, 359, 420
Kartupeļi 472, 479–481, 493, 498, 499, 501, 537
Kašina–Beka (jeb Urovas) slimība 152, 502
Kašķis 528
Katabolisms 537
Katarakta 96, 225, 412, 422
Katatermometra faktors 222
Katlu mājas 168, 319, 433, 654
– mazās 432
– lielās 168

Kaučuks 192, 267, 644
Kazeīns 488, 491, 508
Kefīrs 491
Kepons 185, 197, 200
Kesona kamera 142, 144
Kifoze 531, 626
– kifoskolioze 540
Kinetoze 401
Klarks 448
Kleita 641
Klimata pārmaiņas 55, 56, 66, 84, 99, 116, 235, 247
Klimatiskie faktori 131, 165
Klimatoloģija 131
Klimats 28, 28, 130, 133, 232, 234–236, 286, 393
– kontinentālais 235, 236
– piejūras 235, 236
Klimatterapija 131, 132, 584
Klobazāms 191
Klonazepāms 191
Koagulācija 136, 176, 177, 189, 225, 323, 324, 326, 344–348, 351
Kobalts 146, 147, 150, 153, 154, 192, 203, 366, 448, 476, 480, 483, 494
Kodeīns 651
Kodoldalīšanās 231, 419, 420, 602
– produkti 420
Kofeīns 651
Kokogļu ražotnes 73
Koksaki vīrusi 298
Koli
– indekss 310, 313
– titrs 313, 317, 451
Kolifāgi 313, 349
Koloniju veidojošās vienības (KVV) 372, 374
Kompensācija 159, 161, 578
Kompensatoriskie mehānismi 163, 164, 578
Kompleksoni 583
Kondicionieri 242, 243, 296, 486
Kondukcija 232, 233, 441
Konference par vidi un veselību 56
Konsultatīvā palīdzība 575
– arodveselības jautājumos 575
– darba drošības jautājumos 575
Konsumenti (patērētāji), dzīvie organismi 26, 27, 29
Kontaktdermatīts 192, 368, 569, 620
– alerģiskais 192
Kontrastprocedūras 646
Kontrolgrupa 112, 121, 122
Konvekcija 222, 232, 233, 301
Konvencija 53–56, 60, 74, 84, 248, 251, 570, 609, 610
Korekcijas vingrinājumi stājas normalizēšanai 542
Korelācijas koeficients (r) 117
Koronārā sirds slimība 124, 138, 166, 172, 176, 177, 191, 469, 568, 579, 612, 654
Kosmiskā telpa 25, 36, 238
– starojums 38, 132, 231, 416, 417, 421
Kotinīns 109
Krampju slimība 134, 137
Kreicfelda–Jakoba slimība (liellopu sūkļveida encefalopātija) 484–486, 509
Krējums 475, 488, 491, 492, 498
Krekls 131, 641, 657
Kriptons 237, 239
Kriptosporidoze 295, 295, 299
Krusteniskais rādītājs 120
Krūškurvis 418, 513, 515, 516, 521–524, 531, 539, 540, 584, 626, 628, 644
– apkārtmērs 515, 516, 521, 523
Krūšu dziedzeri 525, 256
– attīstības pakāpes 525, 526
Ksenons 237, 239
Ksilols 186, 197, 198, 265, 267, 268
Kuņģa čūla 149, 650
Kurortoloģija 133, 212
Kūrorts 131–133, 212, 230, 482
Kvarcošana 619

Ķ

Ķermenis 104, 110, 135, 139, 142, 158, 162, 189, 232, 277, 284, 286, 334, 399, 401, 410, 412, 417, 469, 500, 515, 517, 522, 526, 530, 534, 539, 551, 601, 636, 637, 637, 639, 654
– daļas 111, 141, 142, 189, 277, 399, 401, 410, 417, 500, 513, 522, 526, 601, 637, 639
– daļu apkārtmērs 522
– garums 522
– higiēna 636
– masa 27, 104, 110, 158, 284, 469, 503, 513, 515, 522, 540, 551
– poza 401, 531, 539
– proporcijas 513–515, 517
– stāvoklis 399, 530, 532, 539
– temperatūra 131, 135, 139, 162, 232, 285, 286, 334, 412, 534, 637, 654
Ķermeņa masas indekss 469

Ķešanas slimība 152
Ķirbji 477, 478, 481, 494, 496, 498
Ķīmijas kabinets 532
Ķimikālijas, indīgās 198
Ķīmiskā rūpniecība 153, 294, 323, 463
Ķīmiskas vielas 170, 277, 306, 315, 508, 568–570, 576, 578, 581, 583, 611
– ar kairinošu vai smacējošu iedarbību 170
– smacējošas gāzes (asfiksanti) 170
– somatiski toksiskas vielas 170
Ķīmiskie faktori 39, 621
Ķīmiskie ieroči 53
Ķīmisko vielu
– antagonisms 40, 266, 449
– izraisītās arodslimības 568, 569, 570, 576, 578, 581, 583
– kombinēta iedarbība 40, 266
– piesārņojums, maksimāli pieļaujamā koncentrācija 305
– sinerģisms 40, 173, 206, 266
– summācija 40, 266

L

Labklājības ministrija 86, 89, 90, 273, 520, 572, 574, 576, 578
Laboratorijas 50, 57, 58, 89, 105, 109, 228, 272, 313, 338, 364, 366, 369, 376–378, 381, 425, 433, 451, 460, 532, 575, 592, 596–602, 613, 624
Laika prognozes 224, 236
Laikapstākļi 130, 234, 287, 643, 646
Laimas slimība, sk. Borelioze 364
Lamblioze 298, 299, 349
Lamisorbs 158, 583
Lasīšana 402, 471, 532, 538, 653
– režīms 538, 539
Latekss 192, 619–621, 644
Latvijas Brīvo arodbiedrību savienība (LBAS) 573, 574
Latvijas Darba devēju konfederācija (LDDK) 573, 574
Latvijas Pārtikas centrs 470, 505
Latvijas Republikas Vides aizsardzības komiteja 59
Latvijas Valsts arodslimnieku un Černobiļas AES avārijas rezultātā radiācijas ietekmei pakļauto personu reģistrs 57, 82, 375, 575, 578
Lavsāns 267, 642
Lāzerstarojums 612, 616, 617
Legioneloze 170, 297
– leģionāru slimība 22, 112, 163, 297, 361
Leikēmija 118, 200, 201, 294, 411, 423
Leikoze 208, 408, 411, 569
Lenteņi (finnas) 359, 485, 487
– cūkas 485
– vērša 485
Lepra 47
Leptospiroze 297
Lidmašīnas 34, 73, 142, 144, 146, 387, 400, 417, 419
Liellopu sūkļveida encefalopātija, sk. Kreicfelda–Jakoba slimība
Lielmolekulārie sintētiskie savienojumi 290, 446, 638
Lignīns 323, 455, 475
Linolēnskābe 474, 492
Linolskābe 474, 492
Lipoīdi 474
– fosfatīdi 474, 492
– holesterīns 176, 177, 469, 474, 475, 480, 487, 488, 491, 503, 636
– sterīni 474, 475, 488
Litijs 146, 148
Litosfēra 23, 25, 30, 37, 237, 446
Lizocīms 636
LOAEL (*a lowest observed adverse effect*) 103
Logi 227, 242, 418, 442, 529, 532, 538, 615
Luksometrs 228
Lukss 226, 228, 545, 615, 656, 657
Lumbago 569
Lumbalģija 569
Luminiscentā analīze 306
Luminiscentās spuldzes 598

M

Mācību darba slodze 536, 539
Mācību process skolā 536
Mācību telpas 227, 228, 529, 538, 545, 670
– dabiskā apgaismojuma koeficients 529
Magnētiskais lauks 406–408, 411, 413, 438, 675
Magnijs 147, 150, 153, 328, 476, 480, 494
Maizes skābums 493
Mājoklis 40, 56, 60, 65, 70, 113
– drošība 79
– kvalitāte 79
– labiekārtotība 79
– vide 88

Mākoņi
– daudzums 130, 131
– veidošanās 67
Makroelementi 147, 152, 163, 284, 451, 480, 537
Makrofāgu sistēma 162, 173
Makroorganisms 363
Mangāns 147, 153, 198, 265, 311, 336, 366, 448, 476, 480, 483, 484, 676
Marihuāna 651
Masspektrometrija 305, 306
Mastīts 489, 499
Mati 155, 369, 636–639, 659
– apgriešana 655
– kopšana 637
– mazgāšana 638
Mazbērnu novietnes, sk. arī Bērnudārzs 441, 530, 544
Mazgāšanās 35, 77, 268, 290, 295, 303, 369, 377, 381, 434, 443, 450, 456, 490, 530, 545, 585, 593, 599, 619, 637, 654 – 657
– telpa 530, 585, 593, 654, 655–657
Mazkustība 647
Mebikārs 191
Medezepāms 191
Medicīnas darbinieki 131, 364, 382, 528, 545, 594, 608, 676
– vidējais medicīniskais personāls 567
Medicīniskā
– ģeoloģija 146, 148, 149
– klimatoloģija 131
– laika prognoze 224, 236
Medicīniski radioloģiskās procedūras 603, 607
– radiodiagnostiskas 603, 607
– radioterapeitiskas 603, 607
Medicīniskie inspektori 51
Medus 476, 483, 498, 501, 507
Megapole 438
Meitenes 443, 471, 513, 514, 519, 520, 525, 534, 539, 541, 548, 553
– auguma garums 520, 521
– fiziskā attīstība 553, 554, 557, 558, 562
– īpatnības 514
– ķermeņa garums 520
Melanholiķi 519
Melanīns 225
Menarhe 521
Menstruācijas 200, 521, 525, 526
Mēris 47
Merkaptāni 241, 303, 444
Merkurāns 293
Mērķorgāns 107
Mērķpopulācija 119
Metaboliskā acidoze 136, 140
Metāli 39, 41, 111, 146, 150–155, 158, 162, 172, 185, 192, 197, 203, 208, 265, 277, 290, 293, 310, 315, 334, 451, 456, 504, 620, 637
– atkārtota izmantošana 70
– metāli vidē 146, 153, 154
Metālkausētāju slimības 48
Metālu tvaika drudzis 171
Metanols 268, 312, 636
Meteoroloģiskie
– apstākļi 130, 173, 221, 232–234, 239, 254, 269, 445, 636
– faktori 130, 236, 442, 645
Meteorotropiskās reakcijas 231
Methemoglobulīns 291
Metildzīvsudrabs 109, 163, 165, 181, 197, 293, 504
Metilizocianāts 259
Metilmetakrilāts 268, 611, 620, 623, 624
Metodiska palīdzība pedagogiem 258
Mezasaprobā zona 295
Mezosfēra 24, 25
Meži
– izciršana 55, 68, 238
– ugunsgrēki 37, 67, 68, 134
Miega līdzekļi 191, 651
Miegs 132, 190, 389, 391, 443, 535, 540, 629, 631, 653
– režīms 636
Mikotoksikozes 122, 500
Mikotoksīni 152, 203, 358, 359, 362, 366, 371, 373, 490, 500
Mikozes 364, 368
Mikrobioloģiskais piesārņojums 76, 268, 360
Mikrocirkulācijas traucējumi 134, 135
Mikroelementi 65, 146, 147, 149, 327, 366, 448, 451, 480, 482, 494, 496, 537
Mikroklimatiskie apstākļi 130, 534, 612
Mikroklimats 38, 82, 130, 217, 236, 403, 443, 534, 545, 590, 592, 595, 612, 655, 657
– nelabvēlīgs 41, 403, 658
Mikroorganismi 23, 34, 40, 112, 152, 183, 217, 240, 294–297, 328, 358, 360–363, 373, 448–450, 494, 612, 638, 657, 658
– mezofilie 327, 455
– termofilie 327, 455
Mikroskopiskās sēnes 294, 358–362, 500
Mikrosporija 193

Mikroviļņi 129, 210, 405–413, 495, 601
Milti 366, 474, 481, 492, 500, 503
Miliaria 138
Minamata slimība 155, 163, 182, 197, 504
Mineralizācija 287, 288, 301, 333, 337, 449, 450, 452, 464
Minerālmēsli 35, 39, 68, 79, 101, 129, 198, 208, 289, 291, 307, 343, 354, 451, 504
Minerālvielas 147, 366, 454, 468, 480, 488, 491–494
– cinks 39, 147, 153, 309, 366, 465, 480, 483, 504, 620
– fluors 147, 176, 311, 335, 337, 448, 480
– hroms 147, 150, 170, 192, 209, 311, 456, 464, 483
– ieteicamais vidējais daudzums dienā 473
– jods 146–149, 158, 337, 348, 366, 427, 435, 448, 476, 480, 482, 486, 494, 504, 620,
– kobalts 146, 153, 192, 203, 366, 448, 476, 480, 483, 494
– mangāns 147, 153, 198, 265, 311, 336, 366, 448, 476, 480, 483, 484, 676
– molibdēns 147, 153, 328, 480, 483
– selēns 147, 150, 152, 311, 328, 335, 484
Minerālvielu trūkums 468, 469
Mioglobinūrija, alimentārā paroksismāli toksiskā, sk. Juksa slimība
Miokarda infarkts 124, 136, 172, 175–178, 438
Miorelaksanti 191
Mirstība 70, 71, 112, 118, 174, 175
– analīze 118
– cēloņi Latvijā 70, 71
– rādītāji 71, 72, 112, 118, 174, 175
– standartizētais rādītājs 112, 118
Mitruma deficīts 219, 221
– fizioloģiskais 221
– fiziskais 221
Mobilie gaisa piesārņotāji 73, 74
– avoti 73
Mobilie radiotelefoni 409, 414, 431
Mode 644, 645
Modificēta pārtika 79, 498, 505, 510
Modifilāns 158
Molibdēns 146–153, 328, 480, 483, 624, 640
– molibdenoze 149
Monitorings 58, 86, 89, 315, 332, 428
– bioloģiskais 107, 108, 278, 279
– gaisa kvalitātes 271
– individuālais 104
– vides 90, 109
Mononukleāro fagocītu sistēma 161, 162
Monosaharīdi 450, 455, 475
– glikoze 28, 136, 141, 150, 180, 183, 475, 476, 488, 494, 583
– fruktoze 475, 476, 494, 498
Monreālas Protokols 54, 67
Morfīns 651
Mugura, muguras forma 524, 531, 540
Mugurkauls 286, 515–517, 524, 539
– deformēšanās 512, 524, 530, 644
– deformācijas profilakse 528
– formas defekti 539
– izliekumi 515, 540, 541, 626
Muskulatūra 131, 136, 140, 152, 162, 484, 515–517, 522, 530, 624
– attīstība 515, 525
– masa 516, 517
– spēks 514
Muskuloskeletālā slodze 625–628
Mutācijas 103, 167, 194–196, 200, 204, 421
Mutagēni 194–197, 202, 204, 207, 335
Mūža ilgums, vidējais paredzamais 70, 71

N

Nabas sepse 298
Nacionālais vides veselības centrs (NVVC) 60
Nafta 39, 75, 77, 153, 168, 207, 238, 290, 292, 300, 310, 314, 323, 325, 329, 354, 450
– produkti 39, 75, 168, 207, 238, 290, 292, 300, 310, 314, 325, 343, 353, 354, 450
Naftalīns 444
Nagi 141, 163, 193, 279, 337, 486, 489, 637, 639, 643
Nanodaļiņas 176, 255
Narkomānija 48, 97, 438, 528, 650, 651
Nātrijs 147, 153, 311, 328, 476, 480, 481
Nāve 67, 108, 136, 140, 147, 164, 168, 205, 233, 237, 238, 359, 422, 468, 485, 502
Neesenciālie elementi 147
Neilons 131, 267, 268, 642
Neirodeģeneratīvas slimības 411
Neiroloģiskais sindroms, augsta spiediena 143
Neiroze 512, 519, 569, 648, 654, 655
Nelaimes gadījumi darbā 49, 69, 81, 82, 84, 166, 190, 258, 566, 570, 577, 594
– profilakse 566, 594
– skaits 81, 82

Neorganiskie sāļi 293, 321, 636
Nepiesātinātās taukskābes 474, 492
– arahidonskābe 474, 492
– linolēnskābe 474, 492
– linolskābe 474, 492
– oleīnskābe 474
Nervu darbības tips 518, 519
Nervu sistēma 130, 140, 162, 176, 188, 197, 199, 232, 293, 335, 403, 410, 513, 515, 517, 569, 616, 622
– nervu darbības funkcionālie traucējumi 519
– veģetatīvā 188
Nikotīns 191, 268, 479, 650, 651
Niķelis 147, 153, 154, 192, 202, 203, 208, 309, 311, 336, 476, 620
Nitrāti 33–35, 76, 185, 195, 208, 287, 291, 300, 307–311, 317, 327, 340, 451, 649, 502–504
Nitrifikācija 34, 294, 307, 308, 355
Nitrīti 195, 208, 291, 307, 310, 451, 480, 502
Nitroceluloze 644
Nitroolefīns 67, 165
NOAEL (*no observed adverse effect*) 102, 104–106
No ēkām atkarīga slimība (ĒAS) 367
Nodarbinātības veidi 572
Nodarbināto drošība 567
– apmācīšana 382, 575, 617
– informēšana 382
– veselība 80, 81, 364, 373, 579
Nodarbināto personu saraksts 377
Nogurums 129, 135, 137, 144, 161, 179, 183, 189, 191, 217, 226, 267, 361, 391, 478, 516, 530, 536, 614, 626, 648, 652
Nokrišņi 25, 34, 77, 130, 234–237, 254, 286, 290–295, 315, 341, 353, 420, 641
– daudzums 25, 32, 131, 224, 234–236, 291, 302, 439, 454
Nolietotas mājas 79
Nomoda laiks 535, 651
Norūdīšanās 46, 132, 216, 218, 285, 530, 544, 636, 645, 646
– galvenie pamatprincipi 645
– līdzekļi 645, 646
Nosacījuma refleksi 515–519, 535, 652
Noteikūdeņi 35, 67, 289, 292, 303, 314, 317, 319, 330, 345, 354, 448, 453, 456,
– atmosfēras 453, 456
– attīrīšana 67, 292, 312, 314, 317–319, 325–332, 345, 354, 448, 456
– rūpniecības 294, 456
– sadzīves 35, 289, 290, 303, 315, 317, 328, 330, 359, 456
Nozokomiālās slimības 590, 599
Nukleārie ieroči 68
Nulles distance 531
Noteikūdeņu attīrīšana 67, 292, 312, 314, 317–319, 325–332, 345, 354, 448, 456
– bioloģiskā 327
– fizikālķīmiskā 323
– ķīmiskā 320
– mehāniskā 318
– pēcattīrīšana 330

O

Obligātās veselības pārbaudes 579
Ogas 155, 475, 478, 480, 483, 494, 495, 496
Ogleklis 27, 33, 147, 151, 175, 277, 418, 420, 457
– dioksīds, sk. Ogļskābā gāze
– disulfīds 51, 177, 186, 200
– monoksīds 51, 172, 176, 268, 279
– oksīds 109, 169, 176, 239, 247, 361, 262, 263, 268, 276, 583
– radioaktīvais 231, 420
– uzkrāšanās 67
Ogļhidrāti 450, 455, 470, 475, 476, 484, 486, 494, 537, 648
– disaharīdi 475, 476
– monosaharīdi 450, 455, 475
– polisaharīdi 158, 475, 476
Ogļhidrātu maiņa 176, 185, 478, 479
Ogļskābā gāze (oglekļa dioksīds) 25, 27, 33, 36, 56, 73, 169, 170, 249, 262–264, 268, 271
Ogļūdeņraži 47, 74, 165, 169, 179, 195, 202, 207, 238, 247, 258, 261, 268, 276, 292, 310, 451, 503
– alifātiskie 258, 292, 324
– aromātiskie 203, 207, 276, 292, 310
– halogenogļūdeņraži 276
– hlora 77, 293, 310
– policikliskie 195, 202, 207, 268, 292
Okeāns 24, 30, 32, 33, 36, 39, 53, 67, 69, 77, 128, 146, 235, 238, 286, 294, 301
Oksazepāms 191
Oksidanti 67, 171
Oksidatīvs bojājums 171
Oksidatīvs stress 204
Olas 185, 289, 299, 338, 359, 360, 363, 454, 472, 477, 478, 481, 484, 487, 497, 503, 537

Olbaltumi 40, 192, 307, 323, 450, 455, 468, 470–472, 480, 488, 492, 537, 620
– bioloģiskā vērtība 474, 488, 494
– nepietiekamība 468
– pilnvērtīgi olbaltumi 472, 484, 486
Oligosaprobā zona 295, 317
Onkoloģiskās arodslimības 202, 569
Onkoloģiskās slimības 168, 170, 411, 412
– elpošanas orgānu 170
Operāciju bloks 198, 244, 592, 593, 599
– izvietojuma principi 592
– telpa 592, 593
Opijs 593, 651
Optimizācijas princips 422, 423
Orgāni 131, 166, 169, 179, 182, 198, 399, 410, 412, 479, 515, 569, 590, 601, 606, 626, 647
– augšana 515
– attīstība 515
Organiskais mēslojums 77, 315, 454, 456
Organiskās dzīvības formas 129
Organiskas vielas 26–29, 32, 77, 100, 132, 247, 290, 304, 307, 345, 380, 448, 450, 454–456, 594, 637
– uzkrāšanās 76
Organiskie
– sāļi 307
– šķīdinātāji 109, 186, 199, 497
Organisma
– adaptācija 157, 160, 161, 164, 190, 645
– aerobās spējas 648
– aizsargfunkcijas 158, 162, 178
– aizsargmehānismi 40, 159, 173, 255
– aizsargsistēmas 157, 161, 162, 164
– atdzišana 139, 142, 219, 233, 534
– atdzišanas risks 139
– attīstība 167, 197
– augšana 468, 469, 476, 512, 520, 537
– funkcijas 216
– iekšējās vides piesārņojums 162, 164
– izturība 285, 645, 646
– norūdīšana 133, 645
– pārkaršana 134, 135, 137–139, 165, 219, 225, 233
– pašregulācijas mehānismi 159, 160
– pretestības spējas 96, 130, 135, 158, 163, 164, 172, 285, 480, 584, 645
– rezistence 159, 161, 296, 490, 621, 632
– sensibilizācija 163, 164, 168, 171, 260
– siltumatdeve 221, 234, 441, 446
Organoleptiska pārbaude 100, 303, 317, 318
Organoleptiskās īpašības 303, 334, 336, 346, 489, 490
Orgānu un sistēmu patoloģija 168, 192, 291
Osteogēna sarkoma 284
Osteomielīts 298
Otrējais siltums 131
Ozona slānis 25, 54, 66, 129, 225, 238, 247, 250, 251
– noārdīšanās 25, 36, 134, 250, 251
– noārdošas vielas 250, 251
– slāņa aizsardzība 54, 84
Ozonēšana 242, 243, 323, 346, 350, 351
Ozons 67, 74, 165, 169, 170, 227, 237, 238, 250, 257, 261, 264, 299, 346, 624
– koncentrācija 25
– piezemes 74, 250, 247, 251, 265
– stratosfēras 54, 66, 250

P

Pākšaugi 34, 478, 479, 481–483, 493
Pamatvielu maiņa 470–472
Paniņas 488, 491
Papīrs 449, 450, 457, 532, 602
Paratīfs 295, 498
Paraugkopa 119, 120
– nevarbūtības 119
– varbūtības 119
Paravīrusi 298
Parazitāras slimības 296, 366, 368, 369, 569
– risks 366
Parazītiskie tārpi 359
Parkinsona slimība 411
Pārnēsājamo priekšmetu smagumu normas 540
Parodontoze 178
Pārtikas
– drošība 79
– padome 505
– piedevas 485, 495, 496, 508
– piesārņojums 79, 359, 508
Pārtikas produkti 21, 207, 208, 284, 418, 457, 477, 498, 504, 510
– piesārņojums ar ķīmiskām vielām 79, 359, 508
– sanitārā ekspertīze 505
– uzglabāšanas tehnoloģija 494, 495
Pārtikas un veterinārais dienests 60, 79, 89, 505
Pasaules ilgtspējīgas attīstības stratēģija 55
Pasaules Meteoroloģijas organizācija (PMO) 53

Pasaules Tirdzniecības organizācija 53
Pasaules Veselības organizācija (PVO) 22, 42, 53, 61, 83, 90, 159, 263, 449, 462, 269, 568, 576, 602, 636
– Eiropas programma 53
– Eiropas Reģionālais birojs 53, 462
– Vides veselības centrs 69
Pasaules Vides attīstības komisija 68
Pasaules Vides centrs (PVC) 54
Pasaules vides veselības problēmas 69
Paskābināšanās 74, 78, 150, 521, 252
Pasterizācija 489, 495, 596
Pašattīrīšanās procesi 40, 75, 128, 317, 353, 355, 447, 449, 450, 453
– pazemes ūdeņos 75, 353
– virszemes ūdeņos 75
Pašsajūta 233, 402, 444, 646, 649
– fizisko vingrinājumu laikā 649
Patērētāji, sk. Reducenti
Patogēnie mikrobi 454
– mikroorganismi 40, 289, 361, 363, 376, 449
Patoloģija 42, 98, 112, 157, 164, 168, 192, 194, 197, 201, 217, 411, 480, 525, 569, 578, 597, 616, 624
– ģenētiskās pārmaiņas 164, 195, 200, 204, 422
– orgānu un sistēmu 168, 192, 291
– somatiskā 157, 158, 163, 164
Patoloģiski stāvokļi 157, 164
Pazemes ūdeņi 32, 75, 98, 146, 286, 286, 287, 292, 294, 305, 341, 342, 350, 418, 463
– attīrīšana 332
– piesārņojuma zonas 75
– piesārņojums 75, 287, 292, 310, 341, 352, 463
– sanācijas metodes 332
Pēdas, slodze pēdai 527
Pēdas deformācija 527, 539, 540, 643
– diagnostika 527
– profilakse 528, 539
Pedikuloze 528
Pektīnvielas 475, 493, 494
Peldūdeņi 76, 299
Pelējuma sēņu toksīni 65
Pentahlorfenols 109
Perifēriskās nervu sistēmas bojājumi 569, 584, 651
Perlons 642
Peroksīdi 67, 165, 204, 268, 323, 346, 380, 421, 617
Personiskā higiēna 599, 600, 635, 636
– normas 378
– noteikumi 296, 540, 590, 636, 659
– slimnieka 590, 591
– slimnīcas personāla 590, 592
Pesticīdi 32, 41, 53, 79, 111, 167, 179, 182–186, 194, 199, 208, 259, 278, 289, 290, 336, 450, 451, 490, 502, 503
Pētījums
– analītisks 97, 115, 121
– ekoloģisks 115–117
– gadījuma kontroles 121–123
– gadījumu 117, 118
– ģeogrāfisks 115
– kohortas, jaukts 123, 124
– kohortas, perspektīvs 123
– kohortas, vēsturisks 123
– korelācijas 115
– mikroklimatiskais 100
– prevalences 119
– retrospektīvs 181
– šķērsgriezuma 119–121
Pidžama 643
Pieaudzis cilvēks 241, 244, 652
Piekrastes ūdeņu kvalitāte 312
Piens 427, 474, 477–484, 488–499, 503, 537
– blīvums 489
– pasterizācija 489, 596
– sausais atlikums 489
– viltošana 489
Pienskābe 482, 488, 490, 491, 495, 496, 648
Piesardzības princips 590
– infekcijas slimības 590
– nozokomiālās slimības 590
Piesārņojošās vielas, noturīgas 75
Piesārņojuma
– avoti 37, 40, 64, 73, 108, 122, 196, 216, 252, 263, 265, 290, 298, 316, 332, 340, 371, 463, 596
– pārnese 74, 75, 252
Piesārņojums
– antropogēnais 25, 37, 56, 153, 239, 291, 310, 333
– augsnes 39, 78, 88, 102, 333, 439, 447–453, 458
– bakterioloģiskais 317
– bioloģiskais 76, 98, 268, 288, 359
– difūzais 290
– fizikālais 385
– gaisa 99, 165, 169, 173, 217, 247, 259, 260, 261, 266, 361, 545

– ķīmiskais 343
– mikrobioloģiskais 76, 360, 448
– pilsētu 47
– punktveida 76, 290
– radioaktīvais 425, 428, 434, 504, 603
– ūdens 39, 76, 99, 155, 279, 289, 291, 299–315, 335, 344, 349
– vides 68, 97, 155, 166, 204, 260, 429
– virusālais 298
Piesārņošana 25, 36, 64, 76, 97, 134, 216, 291, 297, 308, 341, 344, 355, 439, 449, 458, 463, 465, 644
Piesātinātās taukskābes 469, 474, 475, 486
Pievadāmais gaiss, daudzums 243
Pīķa skaņas spiediens 394
Pilienu mikrobu aerosoli 363
Pilsētu piesārņojums 47
Pilsētu problēma 67, 258
Pilsētvide 88
Pirmējais siltums 130
Pirmpopulācija 119
Pirmsskolas bērnu iestādes 529, 530, 535, 544
– mikroklimats 529
Pirmsskolas iestāžu māsa 528
Pirmsskolas vecums 156, 291, 513–516, 533, 535, 643
– dienas režīms 535
Pirtis
– caurlaides tipa 655
– dušas tipa 656
– jaukta tipa 655
– komunālās 655
– krievu 654
– somu 654
– tualetes tipa 655
– vannu 656
– ventilācijas 655
Pitot caurule 245
Plakanā pēda 512, 527, 540
– vingrinājumi 540
Plastmasas 70, 181, 217, 339, 396, 420, 434, 446, 457, 499, 523, 533, 619, 620, 640
– destrukcijas produkti 267, 268, 444
Plaušas 96, 131, 143, 157, 162, 165, 169, 170, 173, 176, 177, 181, 207, 239, 277, 423, 515, 606, 618, 622
– funkcionālās spējas 167
– ventilācija 517
– vitālā kapacitāte 516, 517, 522
Plaušu
– barotrauma 143
– hroniskas nespecifiskas slimības 165, 166, 568
– vēzis 99
Pleirīts 298
Pneimokonioze, sk. Putekļu slimība 165, 170
Pneimonija 130, 171, 174, 257, 296, 297, 298, 468, 584
Pneimonīts 163
Podometrija 527
– podometrs 527
Poliamīds 267, 268, 644
Poliaromātiskie ogļūdeņraži 247
Policikliskie aromātiskie ogļūdeņraži 203
Polihlorētie bifenili (PCB) 77, 163, 184
Polihlorinētie 179, 184, 186, 192, 198, 199
Polihlorkamfēns 452
Polihlorpinēns 452
Polimēru destrukcija
– materiāli 443
– produkti 444
Polimēru tvaika drudzis 171
Polinoze 361, 584
Poliovīrusi 298
Polisaharīdi 158, 373, 475, 476
Politropās indes 182, 293
Poliuretāns 219, 268, 644
Polivinilhlorīds 155, 163, 267, 268, 594, 644
Polonijs 418, 650
Populāciju ekoloģija 20
Potenciāli zaudēto dzīves gadu rādītājs 71
Preču atkārtota izmantošana 70
Prepatoloģiski stāvokļi 164
Pretepidēmiskā nozīme 654, 655
Prevalence 119, 120, 260, 366, 563, 632
– krustenisko attiecību rādītājs 120
Primārā produktivitāte 28
Prions 485
Procentiļu līknes 551–562
– auguma garuma 551, 553, 555, 557, 559
– galvas apkārtmēra 552, 554
– krūšu apkārtmēra 552, 554
– ķermeņa masas 551, 553, 556, 558, 560, 562
Producenti (ražotāji), dzīvie organismi 26–30, 35, 373
Profilakse 69, 130, 131, 133, 152, 285, 375, 494, 528, 538, 539, 577, 592, 616, 627, 628, 639, 648, 649
– hospitālās infekcijas 592

Profilaktiskās apskates 528, 544
Prokarioti 361, 362
Prometrīns 452
Psihoemocionālā spriedze 80
Psihoemocionālais stress 38, 40, 80, 97, 186, 335, 441, 611, 648
Psiholoģija 22
Psiholoģiskā pārslodze 197
Psihostimulatori 651
Pubertāte 513
Pūces tipa cilvēki 651
Pusaudzis 512, 513, 517, 520, 522, 528, 536, 540
– higiēna 511–526
– mācību darbs 536
– pusaudža vecums 514
Putekļi 39, 64, 74, 80, 146, 156, 162, 169, 170, 217, 227, 235, 240, 255, 256, 260, 276, 361, 363, 366, 368, 370, 440, 441, 444, 568, 624
– dispersas daļiņas 169, 247, 317
– mikrobu aerosoli 362–364, 368, 371
Putekļu ērcīte 217, 360, 362
Putekļu slimības, sk. Pneimokoniozes
Putnu gripa 368,
Putraimi 478, 479, 481, 492

R

Radiācija (sk. arī radioaktīvais starojums) 111, 131, 132, 145, 163, 191, 226, 229, 232, 235, 236, 247, 294, 317, 379, 406, 414, 416, 421, 422, 425, 427, 428, 445, 615, 645
– brīdinājuma zīme 605
– drošība 602
Rādija un gamma indekss 446
Rādijs 231
Radioaktīvās vielas 39, 107, 132, 239, 324, 386, 416, 420, 421, 424, 425, 426, 429, 434, 475, 503, 504, 568, 602, 603, 650
– atkritumi 55, 294, 426, 432, 603, 609
– elementi 38, 207
– materiāli 425, 426
Radioaktivitāte 217, 231, 239, 416, 594, 604
– simbols 605
– teritorija 604
– zonas 604, 649
Radioaktīvie atkritumi, sk. Atkritumi
Radioaktīvo atkritumu poligons 431
Radiogrāfija 420, 426
Radioizotopi 231, 421
– amerīcijs 421
– plutons 421
– prometijs 421
Radioloģija 591, 593, 596–598, 603, 607–609
– invazīvā radioloģija 603
– radioloģiskā aparatūra 607, 608
– radioloģiskās procedūras 603
– radiodiagnostiskas procedūras 603, 607
– radioterapeitiskas procedūras 603, 607
– radioķīmiskie mērījumi 605
Radiometriskā metode 231
Radiometrs 428
Radionuklīdi 195, 294, 416, 418, 420, 429, 602–607
Radioterapija 418–420, 602, 603
Radioviļņi 405–408, 414
Radons 67, 111, 149, 202, 231, 239, 418, 420
Ražošanas putekļi 568, 569
– izraisītās arodslimības 569
Ražotāji 26, 27, 185, 202, 486, 498, 585, 599
Receptori 132, 160, 162, 171, 184, 222, 224, 284, 334, 412, 503, 636, 645
– adaptācija 160
Reducenti 26
Redze
– asums 160, 226, 478
– noturība 226
– orgāns 129, 226, 516, 530, 532
– traucējumi 401, 476, 477, 502, 538, 614
References ekspozīcijas līmenis 103
References lielumi 263, 278–280
Rehabilitācijas princips 571
Rehabilitologs 567
Rekreācijas ūdeņu kvalitāte 67
Renīns 138
Rentgenkabineti 592, 595, 597, 598
Rentgenstari 205, 206, 230, 416, 420, 422, 602–604, 611, 617
Reproduktīvā funkcija 197
Reproduktīvā veselība 196, 200, 201, 608
Reproduktīvās sistēmas bojājumi 168, 196
Respiratori 158, 425, 624
Retardācija 521
Ribonukleīnskābe 197
Rieksti 472, 479, 481, 493, 498, 500
Rīgas Stradiņa universitāte 9, 58, 156, 212, 520, 573, 574
Rīta vingrošana 541, 648
Rjaženka 491
Robežšķērsojoša ūdeņu piesārņojuma pārnese 75

Robežšķērsojošais gaisa piesārņojums 74, 251
– fona līmenis 154, 155, 388, 393
– mērījumi 74, 252
Robežvērtība 21, 96, 154, 194, 262, 266, 370, 389, 393, 404, 423, 585, 623, 624
– aroda ekspozīcijas 96, 126, 370, 374, 585, 623, 624
Rokas 158, 377, 399–404, 500, 517, 522, 539, 542, 618, 626, 637, 639, 652
– kopšana 639
Rokas dinamometrs 523
Rotaļas 41, 390, 443, 535, 536
Rotaļlietas 530, 533
Rotavīrusi 289, 295, 298
Rūgušpiens 491
Rūpniecības nozares 48, 54, 129, 182, 199, 345, 377, 575
Rūpnieciskie mikroorganismi 373
Rutki 494

S

Sabiedrības veselība, stratēģija 60, 61, 86, 88, 93
Sabiedrības veselības aģentūra (SVA) 76, 573
Saindēšanās
– akūta 240, 569
– bakteriāla 360, 362, 489, 499
– nebakteriāla 498, 501
– neskaidras etioloģijas
– subakūta 569
Saindēšanās ar
– benzolu 51
– dzīvnieku audiem 501
– indīgiem augiem 501
– ķīmiskām vielām 98, 152, 154, 155, 163, 181, 184, 338
– nitrātiem 502
– nitrītiem 205
– oglekļa disulfīdu 51, 200
– oglekļa monoksīdu 51, 172, 176
– nitroglicerīnu 51
– svinu 154, 155, 182, 293, 502
– uzturu 498
Sājūdens jūra 77
Salāti 478, 491, 493, 494, 498, 499
Saldūdens 32, 64, 65, 74, 286, 350
– krājumi 32
– kvalitāte 65
– resursu izsīkums 74, 286
Salmoneloze 116, 295, 359, 487, 498
Sangviniķi 518
Sanitārā
– apdare 592
– caurlaides telpa 591–593
– likumdošana 51
– organizācija 51
– pase 101
– robežinspekcija 60, 505
Sanitārais skaitlis 451
Sanitārhigiēniskais raksturojums 100, 299
– normas 469, 528
Sanitāri topogrāfiskais pētījums 100
Sanitārie
– apstākļi 67, 216, 286, 298
– pasākumi 49
Sanitārija 21, 50, 99, 506
Sāpju receptori 636
SARS (*Severe acute respiratory syndrome*) 368
Sastrutojums 637
Saules 137
– apdegums 137
– dūriens (*heliosis*) 137
– enerģija, izmantošana 26–31, 67
– peldes 131
– radiācija 131, 145, 222, 225, 234, 237, 247, 317, 438, 440, 521, 645
– terapija 131
Saules starojums 26, 38, 128–130, 217, 224, 225, 639, 682
– intensitāte 130
– redzamā daļa 129
– spektrs 129, 225
Sauna 654, 655
Savrupmāja 80
Scintilators 428
Sēdeklis 401, 531, 628, 659
– augstums 530, 532, 626
– diference 531
– distance 530, 531
– platums 530
Sēdēšana 538–540
Sedimentācijas (dabiskās nosēšanās) metode 231, 240, 372
Seksuāli transmisīvās slimības, profilakse 528
Sekundārā produktivitāte 28
Sēnes 26, 29, 154, 169, 171, 191, 193, 203, 240, 260, 268, 289, 294, 328, 358–362, 371, 373, 479, 495, 500, 590
Sēnīšslimības 368, 637, 644, 656
Septicēmija 193, 296, 298

Sērs 27, 147, 328, 476
- dioksīds 73, 169, 170, 171, 176, 192, 239, 251, 257, 258, 261, 263, 269, 270, 276, 444
- oksīds 67, 239, 253, 268
- sēra gāze (sērpaskābes anhidrīds) 97, 207
- sērskābe 75, 172, 256, 292, 300, 322, 353, 451, 456, 461, 463
- sērūdeņradis 170, 181, 257, 265, 268, 319, 444, 449, 450, 583

Sevīns 452
Siers 480, 481, 492
Silīcijs 76, 147, 178, 185, 208, 256, 315, 334, 480, 624
Siltumbilance 233
Siltumizolācija 444, 641, 642
Siltumnīcas efekts 53, 67, 247–250, 270, 271, 274
- izraisošas gāzes 247, 270

Siltumrade 218, 232
217, 219, 224, 225, 235, 446
Siltums 24, 38, 130, 144, 219, 232, 243, 248, 299, 412, 642, 642, 656
- apmaiņa 217, 218, 222, 232, 233, 247, 434, 444, 445
- atdeve 130–132, 134, 137, 161, 221, 232–234, 441, 446, 645
- avoti 131, 243
- indiferentā zona 133, 145
- komforts 590, 594
- producēšana organismā 134
- pirmējais 130
- receptori 132
- stari 129
- zudums 140, 646

Sinekoloģija 20
Sinerģētiskais efekts 290
Sintētiskās šķiedras 642
- audumi 642
- materiāli 642
- mazgāšanas līdzekļi (SML) 638
- polimēra materiāli 642

Sirds 110, 124, 136, 140, 165, 175, 190, 292, 335, 336, 392, 401, 480, 513, 515–517, 568, 579, 631, 649
- funkcionālie traucējumi 478, 480, 481, 517
- ritma traucējumi 136, 172, 177, 517, 654, 648

Skābeklis 25–28, 33, 144, 147, 237, 241, 284, 292, 307, 310, 326, 454, 648
- ķīmiskais patēriņš 307, 310, 464
- nepietiekamība 583
- toksiskā iedarbība 144

Skābie lieti 39, 150, 257, 484
Skaidras redzēšanas noturība 226
Skaņa
- dzirdamība 387
- enerģijas plūsmas jaudas līmenis 387
- izplatības ātrums 387
- izolācija 389, 396, 443
- izsvarošana 388
- lauks 386, 387
- līmenis 388–392
- necaurlaidība 446
- spiediena līmenis 387–389, 393, 442
- spiediens 387–389, 394
- vadītspēja 389
- viļņi 386, 392, 395

Skatols 241, 444
Skelets 131, 136, 150, 152, 191, 514, 515, 517, 522, 524, 566, 581, 624–628, 647
Skola 84, 113, 441, 512, 518, 519, 536, 537, 540, 545
- higiēna 50, 51, 512
- higiēnists 539
- iekārtas 529, 530
- māsa 528
- mēbeles 529, 530
- mikroklimats 529
- soli 51, 530, 531, 539
- tāfele 529, 531, 532, 539

Skolas vecuma bērni 516, 530, 536, 538, 539, 646, 652
Skolas vecums 514–517
- jaunākais 514, 516
- vecākais 514 517
- vidējais 514, 517

Skolēns 51, 156, 396, 520, 528, 530–540, 545, 563
- darbaspējas 530
- dienas režīms 652
- mācību slodze 536, 539
- miegs 652
- noguruma profilakse 536
- redze 538
- uzturs 537

Skolioze 524, 531, 539, 540, 674
Skolotājs 56, 518, 519, 531
Skriemeļi 401, 515, 517, 541, 627
Slāpeklis 27, 33, 77, 147, 237, 237, 241, 291, 327, 464
- dioksīds 39, 73, 172, 176, 250, 252, 261–264, 267–270
- oksīds 34, 56, 67, 74, 169–171, 192, 237, 239, 252, 257, 262–264, 270, 276, 367, 444, 451, 583, 624

Slāpes, slāpju cēlonis 284
Slimība, definīcija 42
Slimības
– aknu 122, 179, 478, 479, 583, 598
– akūtas 143, 498
– cēlonis 82, 86, 111, 115, 128, 175, 484, 611
– hroniskas 87, 121, 123, 143, 164
– infekcijas 46, 49, 65, 166, 168, 170, 183, 184, 197, 239, 261, 269, 285, 358, 361, 368–370, 376, 438, 453, 468, 477, 484, 490, 505, 507, 568, 590, 601, 619
– kuņģa un zarnu trakta 178
– onkoloģiskas 168, 170, 411, 412
– parazitāras 296, 366, 368, 369, 569
– priekšstadijas 167
– profilakse 50, 131, 363, 528, 616, 639, 648, 649
– saaukstēšanās 138, 150, 190, 222, 234, 239, 285, 334, 444, 445, 480, 621, 631, 643, 646
– sezonas 234
– žultspūšļa 179
Slimnīca 57, 121, 219, 421, 590–592, 656
– apģērbs 643
– apkure 595
– celtniecības materiālu kritēriji 594
– mikroklimats 595
– telpu apgaismojums 598
– telpu ventilācija 595
– tīrības zonas 599
– veļas lietošanas kārtība 599
Slimnieku telpas (jeb palātas) 130, 227, 244, 593, 595, 596, 598, 599, 601
Slimo ēku sindroms (SĒS) 367
Smagie metāli 111, 153–155, 158, 159, 172, 185, 290, 293, 310, 451, 456, 463, 503, 504
– Baltijas jūrā 77, 154
– cilvēku un dzīvnieku barības ķēdē 154, 504
– koncentrācija atmosfērā 153
– monitorings 153
– toksikoloģiskais efekts 155
– vidē 153, 154
Smagumu celšana 590, 591, 658
Smēķēšana 41, 42, 64, 67, 71, 97, 110, 155, 158, 467, 173, 175, 177, 189, 197, 206, 239, 261, 268, 276, 392, 528, 636, 650
Smilšu uztvērēji 318–322, 328, 331, 456
Smogs 67, 165, 212, 253, 258, 261, 406
Sociālās problēmas 48, 53
Sociālās zinātnes 22
Socioloģija 20, 21
Solāriji 131, 646
Sols
– Erismaņa tipa 531
– jauna tipa 531
– skolas 51, 530, 531, 539
Somatiskās šūnas 489
Somatometriskie rādītāji 552
Somatoskopiskie rādītāji 522, 524
Spalīšu olas 299
Spiediens
– atmosfēras 28, 130, 142–146, 160, 165, 224, 230, 234, 236–242, 307, 447, 568, 569
– gaisa 142–144, 220, 224, 234, 235
– negatīvais 242
Spirometrs 523
Spirti 323, 346, 380, 451, 474, 475
Spontāns aborts 195–198, 201, 503
Sports
– apavi 644
– apģērbs 642
– laukums 389, 394
– sekcijas 648
Stāja 512, 522, 524, 525, 539, 540, 541, 639
– deformācija 541
– pareiza 539
– nepareiza 512
– traucējumi 528, 538–541
Staphylococcus aureus 193, 297, 360
Staphylococcus epidermidis 193, 297
Stari 129, 130, 226, 229, 230, 235, 286, 416, 417, 420, 421, 615
– kosmiskie 146, 230, 239, 416, 417, 420
– rentgenstari 205, 230, 416, 419, 420, 422, 602–604, 611, 612, 615, 617
Starojums
– elektromagnētiskais 38, 405, 406, 409, 416, 568, 612
– īsviļņu 129
– jonizējošais 38, 192, 200, 203, 204, 206, 207, 386, 416, 421, 495, 568, 603, 617
– infrasarkanais 38, 129, 224
– korpuskulārais 225, 416, 603
– kosmiskais 38, 132, 231, 416, 417, 421
– nejonizējošais 197, 201, 386, 405, 407, 409, 412, 569, 590
– radioaktīvais, sk. Radiācija
– siltuma 36, 221, 224, 225, 232
– zilais 615
– ultravioletais 25, 38, 129, 130, 192, 207, 615
– viļņu garums 129, 224, 225, 238,

Starptautiskā arodveselības komiteja (*International Commission on Occupational Health, ICOH*) 52
Starptautiskā darba organizācija (SDO) 22, 566, 571, 576, 610
Starptautiskā ekoloģiskā programma (*International Environment Forum, IEF*) 54
Starptautiskā komisija apkārtējās vides aizsardzībai no mutagēniem un kancerogēniem (*International Commission for Protection Against Environmental Mutagens and Carcinogens, ICPEMC*) 202
Starptautiskā vēža pētījumu aģentūra, SVPA (*International Agency for research on Cancer, IARC*) 202, 203
Starptautiskais arodveselības speciālistu ētikas kodekss 576
Starptautiskais vides aizsardzības un attīstības dienests (*International Environment and Development Service, IEDS*) 54
Starptautiskie ūdens resursi 84
Sterilizācija 379, 489, 495, 593, 595, 597, 600, 619, 623
- fizikālās metodes 600
- ķīmiskās metodes 600
Sterīni 474, 475, 488
Stihiskās nelaimes 66, 68
Stikls 51, 227, 267, 449, 450, 457, 602
Stirols 265, 268, 318, 620, 644
Stomatīts 178, 620
Strādājošie
- darba drošība 51, 268, 566, 570–578, 585
- darba produktivitāte 189, 567
- darba veselība 21, 52, 118, 566, 589, 590–629, 630
- labklājība 566
- medicīniskā apkalpošana 545
- veselība 58, 79, 80, 178, 281, 566, 577, 578, 585, 586, 610
- veselības aizsardzība 281, 585, 586, 610
Stratēģija 43, 53–55, 60, 69, 87–89, 93, 260, 271, 378, 442, 679
- sabiedrības veselības stratēģija 60, 61, 86, 88, 93
Stratosfēra 24, 25, 54, 66, 238, 250
Stress 40, 68, 172, 177, 184, 187, 185, 205, 121, 392, 438, 628–632, 681, 685
- definīcija 187
- radītie kaitējumi 189, 190, 631
- reakcijas 566
Strihnīns 96
Stroncijs 146, 148, 158, 208, 277, 504, 640
Subradioviļņi 405, 406
Sudrabs 146, 171, 181, 182, 199, 308, 340, 620, 621
Sūkļveida encefalopātija
- transmisīvā 485
- liellopu, sk. Kreicfelda-Jakoba slimība
Sulfāti 257, 304, 308, 309, 311, 353, 463
Sulfoskābes 461, 463
Surfaktants 162, 171
Svece 226
Sviedri
- dziedzeri 138, 170, 277, 284, 637, 638
- iztvaikošana 134, 219, 222, 233, 284, 636, 641
Sviests 488, 491, 492, 496
Svins 39, 111, 147, 153, 179, 182, 186, 199, 277, 293, 311, 335, 418, 450, 504
- asinīs 99, 109
- dzeramajā ūdenī 113
- pārtikas produktos 113
- svina neorganiskie savienojumi 182
- svina organiskie savienojumi 182

Š

Šahta 49, 76, 130, 142, 300, 338, 340, 395, 445
Šalle 645
Šistosomatoze 296
Šķiedrvielas 158, 475, 493, 494
Šūnas
- adaptācija 160
- elpošana 25, 28, 33, 130, 151, 483
- kultūras 313, 358, 359, 367, 373, 377

T

Tabakas dūmi 80, 180, 198, 207, 256, 650
Tahikardija 359, 443
Talasoterapija 132
Talidomīds 197
Tārpi 26, 359
Tauki 450, 455, 469–474, 477, 484, 486, 488, 489, 492, 509, 537, 538, 641, 648
Taukskābes 191, 290, 469, 474, 486, 638
- piesātinātās 469, 474, 475, 486
- nepiesātinātās 474, 486, 492,
Tauku dziedzeri 286, 503, 636, 637
Taustes receptori 636
Tehnēcijs 418
Tehnoloģiskās nelaimes 68

Tekstilmateriāla struktūra 642
Telpas
– apdare 594
– ārstniecības iestādēs 593
– gaiss 67, 219, 240–245, 262, 595, 617, 623
– izvietojums 591
– piesārņojums 64
– sanitārais stāvoklis 528
– sanitārtehniskais aprīkojums 592
– tipi 544, 591, 593
– uzkopšana 366, 544, 545, 585, 599, 623
– vide 590
Temperatūra 25, 134, 217, 219, 243, 298, 319, 444, 455, 595, 618, 654, 658
– apkārtējās vides 139, 233
– īstā 219
– klimatiskā 219, 235
– pazemināta 403, 568
– radiācijas 219
– režīms 219, 286, 596
– ultraaugsta 489, 495
Teritoriālā plānošana 80
Termodinamikas likumi 28
Termolabilitāte 642
Termoregulācija 130, 132, 135, 159, 219, 232, 284, 410, 443, 534, 594, 595, 636, 645
– fizikālā 232
– ķīmiskā 232
– mehānismi 130, 132, 232, 534
– process 130
– traucējumi 135, 137, 138, 595
Termosfēra 24, 25
Terorisms 40, 68, 101
Tetraetilsvins 113, 293
Tetrahloretilēns 198, 265, 277
Ticamības intervāls (CI) 112
Tīrkultūra 491
Titāns 146
Tofizopāms 191
Toksikoinfekcijas 499
Toksikoloģija 22, 147, 154, 278, 279
– efekti 155
– pētījumu metodes 102, 178
Toksikomānija 528, 651
Toksikometriskie rādītāji 278
– toksikodinamika 278
– toksikokinētika 278
Toksikozes 499
Toksīni 40, 291, 359, 360, 362, 363, 498, 499
Toksiskas reakcijas 538, 361
Toksiskas vielas 29, 39, 93, 105, 146, 170, 184, 277, 318, 335, 421, 637
Toksiskie atkritumi 292, 602
Toksiskie savienojumi 380
Toksoplazmoze 366, 368
Toluols 109, 186, 198, 207, 265, 268, 323
Tomāti 182, 480, 481, 494, 501
Torijs 38
Traipu tīrītāji 651
Trakumsērga 364, 368, 382
Trankvilizatori 191, 584
Transmisīvās sūkļveida encelopātijas 485
Traumas 23, 71, 99, 190, 217, 530, 533, 567, 576, 590, 611, 612, 629, 631
– cēloņi 65, 79, 585, 627
Trieciena (impakta) metode 372
Trihineloze 484
Trihofītija 193, 368
Trofikas līmenis 29
Troksnis 38, 80, 112, 187, 201, 205, 238, 386, 392, 399, 438, 440, 458, 568, 590, 612, 620
– aviācijas 390
– impulsveida 388
– mainīgs 388
– nepastāvīgs 388
– pārtraukts 388
– pastāvīgs 388
– tonāls 388
Trokšņa
– avoti 100, 387, 389–391, 394–396, 613
– deva 388, 389
– ekranizēšana 394, 395
– ekspozīcijas līmenis 389, 394
– kaitīgā iedarbība 392, 396
Troposfēra 24, 25, 169, 219, 238, 247
Tuberkuloze 65, 101, 170, 197, 234, 240, 256, 361, 363, 380, 443, 489, 582, 618, 650
Tularēmija 295, 297, 450
Tuvredzība 51, 512, 538, 614
– profilakse 538
Tvana gāze 51, 172, 176, 268, 279, 444, 583

U

Ūdens
– aizsardzība 299, 314
– analīžu metodes 299, 312, 313, 338, 349
– apgāde 50, 75, 288, 338, 350, 439, 591
– ārstnieciskās īpašības 133
– atmosfēras ūdens 24, 441

– attīrīšanas iekārtas 76, 317, 342
– augsnes ūdens 24, 230, 439, 448
– bioloģiskais piesārņojums 76, 98, 288, 359
– caurspīdīgums 287, 304
– cietība 308–310, 345
– cirkulācija 286
– depresijas apgabals 287
– duļķainība 287, 289, 300, 304, 317, 334, 336, 339, 344, 368
– dzeramais ūdens 65, 67, 107, 118, 149, 302, 333
– dziedniecība 133, 285
– elektrovadītspēja 302
– ezeru ūdens 288, 304
– filtrācija 286
– fizioloģiskā iedarbība 133
– garša 303, 304, 317, 340
– inficēšana 297
– jūras ūdens 28, 32, 132, 146, 158, 235, 291, 302, 310, 311, 340, 347, 639
– krāsainība 303, 310, 334, 339, 344, 348
– krātuves 77, 236, 286, 288, 300, 330, 343, 350, 373, 447, 656
– kvalitāte 47, 65, 76, 98, 288, 290, 303, 313, 314, 333, 338, 340, 348, 350, 656
– kvalitātes noteikšana 76, 352, 354
– kvalitātes standarti 76
– ķīmiskais sastāvs 133, 305, 334, 342, 349
– ledāju ūdens 286
– mākslīgo ūdenskrātuvju ūdens 288, 329
– mīkstināšana, līdzekļi 77, 638
– mineralizācija 287
– necaurlaidīgais slānis 287
– okeāna ūdens 238, 301
– oksidējamība (oksidēšanās skaitlis) 288, 300, 307, 317
– paraugi 76, 102, 109, 299–307, 313, 338, 344, 347, 434
– pašattīrīšanās 290, 316, 317, 354
– patēriņš 76, 110, 285–287, 314, 330, 333, 343, 349, 656
– pazemes ūdens 32, 75, 98, 146, 286, 286, 287, 292, 294, 305, 341, 342, 350, 418, 463
– piesārņojums 39, 76, 99, 155, 279, 289, 291, 299–315, 335, 344, 349
– piesārņojuma avoti 39, 341
– piesārņojuma indekss 310
– procedūras 133, 646
– purvu ūdens 24, 303
– resursi 65, 74, 84, 286, 289, 299, 314, 333, 342, 350, 351
– skābums 293
– smaka 303
– sniega ūdens 24
– temperatūra 77, 133, 135–137, 141, 288, 300–304, 307, 334, 343, 348, 646, 654
– upju ūdens 286, 288, 291, 301, 350, 358
– veselību veicinoša nozīme 133
– vides reakcija 74, 305, 317
– virszemes ūdens 74, 148, 219, 286–299, 304, 309, 313–316, 337, 341–345, 350, 447, 454
Ūdensapgādes sistēma 50, 75, 288, 313, 338, 350, 439, 505, 591
– uzlabošana pilsētās 50, 349
Ūdensgūtnes aizsargjoslas 342–344, 352
Ūdenslīdēji 142, 144
Ūdenstilpnes 36, 362, 487, 503, 591
– dabiskās 286
– mākslīgās 286, 288, 329
– eitrofikācija 35, 74, 76, 251, 290, 291, 301, 308, 314
Ūdeņradis 27, 147, 237, 326, 421
Ultraskaņa 38, 347, 386, 611, 613, 622
Ultravioletais starojums (UV) 25, 38, 129, 130, 192, 207, 615
– lampas 130, 646
– stari 130, 615
Universālie piesardzības pasākumi 378
Urāns 38, 149, 179, 207, 231, 239, 277, 294, 418
Urbanizācija 48, 68, 80, 397, 438
– teorija 521
Urbanizēta ekosistēma 438
Urīnskābe 138, 454, 455
Urīnviela 136, 268, 327, 451, 454, 455
Urovas jeb Kašina–Beka slimība 152, 502
Ursols 260
Uzraudzības un kontroles institūcijas 375, 377
Uzturlīdzekļi 114, 312, 360, 477, 482, 484
– augu valsts 477, 492
– dzīvnieku valsts 360, 477, 482, 484
Uzturs 65
– higiēnas uzdevumi 159
– nepareizs 65, 175, 469
– nepietiekams 65, 468, 469
– neracionāls 72, 468
– pareizs 236, 468, 537, 636
– racionāls 46, 468, 469
– sabalansēts 468, 537
Uzturvielas 27, 468–472, 488, 537
– vidējā dienas norma 471
Uzvedības stereotipi 652

V

Vairogdziedzeris 184, 185, 208, 435, 472, 482, 504, 516, 606
Vājdzirdība 205, 386, 393, 582
Vakcinācija 378, 382
Valsts būvinspekcija 574
Valsts darba inspekcija (VDI) 80, 574
Valsts dzelzceļa tehniskā inspekcija 574
Valsts energoinspekcija 574
Valsts sanitārā inspekcija (VSI) 573, 574
Valsts sanitārā robežinspekcija 60, 505
Valsts sanitārie orgāni 49
Valsts sociālās apdrošināšanas aģentūra 574
Vanādijs 146, 265
Varbūtība (p) 112, 119, 122, 240, 312, 349, 401, 412, 423, 458, 604, 605
Varš 39, 147, 150–154, 310, 311, 311, 328, 335, 36, 448, 480, 483, 484, 504, 620
Vecums 41, 140, 166, 472, 514–519, 521, 547, 548, 648
– bioloģiskais 514
– kalendārais 514
– skolas 514, 516, 517
Vēdināšanas režīms 528
Veģetatīvā nervu sistēma 188
Vējš 25, 141, 222, 234, 361, 642
– stiprums 131, 234, 254
– virziens 131, 234, 254
Veļa 461, 599, 641
– netīrā veļa 656
– tīrā veļa 597, 657–579
Veļas mazgātava 656–658
Ventilācija
– dabiskā 242, 445, 596, 657
– centrālā 242
– kombinētā 445
– mākslīgā 50, 242, 596, 624
– mehāniskā 141
– pieplūdes 242, 245, 445, 596, 619, 624
– velkmes 242, 244, 432, 445, 596, 597, 613
– vietējā 613, 624
Ventilācijas efektivitāte 245, 621
Ventilācijas sistēmas 590
Veselība 21, 52, 118, 566, 571, 589, 590
– 629, 630
– darbā 21, 52, 118, 566, 589, 590–629, 630
– definīcija 42
– veicināšanas princips 571
Veselības aizsardzība 67, 74, 80, 96, 128, 263, 264, 268, 270, 281, 442, 571, 585, 610
– pasākumi 128
Veselības aprūpe 41, 71, 365, 563, 571, 585, 602, 603
– aprūpes princips 571
Veselības aprūpes atkritumi 601, 602
– apsaimniekošana, 601, 602
– kategorijas 601, 602
Veselības aprūpes dienesti 48
Veselības aprūpes iestādes, riska faktori 378
– bioloģiskie 381, 590
– ergonomiskie 566, 576, 590
– fizikālie 379, 590
– ķīmiskie 379, 590
– organizatoriskie 590
– psiholoģiskie 267, 590
Veselības iestādes (ārstnieciski profilaktiskās iestādes) 590, 591
– darba vide 590, 591
– higiēna 590, 591
– vides prasības 590, 591
Veselības indikatori 70, 90
Veselības nostiprināšana 131, 236, 649
– veicināšana 42, 84–86, 98, 512, 571
– veicinoši pasākumi 101, 528
Veselības risks 101, 103–106, 333, 347, 372, 381, 600, 618
– cēlonis 101, 382
– faktori 41, 72, 82, 88, 104, 121, 173 177, 281, 426, 468, 566, 580, 590, 611, 650
– individuālais 104, 105
– informēšana 101, 106
– novērtēšana 98, 101, 105, 374, 378
– pakāpe 103, 333, 347, 372, 381, 600, 618
– raksturojums 101, 104
– vadīšana 101, 106
Veselību veicinošo skolu projekts 85, 512
Veselību visiem (VV) 83
Vesels bērns 515, 516
Veterinārās aprūpes iestādes 378
Veterinārās medicīnas darbinieki 364
Vēzis 99, 118, 149, 197, 202, 206, 208, 294, 359, 369, 421, 422, 611, 611, 650
– nieru 118
– plaušu 99, 650
– riska faktori 118, 239, 650
– urīnpūšļa 118
Vibrācija
– rokas 399–401, 404

- plaukstas 399–401, 404
- visa ķermeņa 399–401
- avoti 400–403
- formas faktors 399
- iedarbības virzieni 399

Vibrācijas slimība 51, 165, 400, 403, 569, 582
Vibroātrums 398, 399
Vibroizolēšana 403, 404
Vibropaātrinājums 398, 399, 401, 404
Vide
- biofiziskā 20
- cilvēkvide 20
- datorvide 20
- fiziskā 83
- iekšējā 20
- nedzīvā 26, 30
- psiholoģiskā 201
- sociālā 20, 56, 60, 84
- šūnas 20
- virtuālā 20

Vides aizsardzība 54, 66, 78, 86, 92, 128, 202, 314, 342, 352, 439, 456
Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija (VARAM) 60, 272, 273
Vides apstākļi 22, 42, 69, 160, 165, 172, 190, 193, 204, 236, 584, 611, 624, 645
Vides faktori 9, 21, 38–41, 70, 96, 128, 140, 163, 186, 191, 197, 262, 279, 298, 579
- bioloģiskie 38
- dabiskie 128
- fizikālie 38
- ķīmiskie 38
- nelabvēlīgie 159, 164, 187, 202, 411
- psihosociālie 38, 187
- sociālie 38

Vides funkcijas 23
Vides higiēna 22, 89, 98, 100, 101, 217, 218, 279
Vides iedarbība 20, 637
Vides ietekme 23, 46, 51, 84, 98, 128, 156, 161, 162, 317, 567, 576, 594
Vides indikatori 90, 91, 246, 273, 281, 352
- ietekmes 91
- rīcības 91
- slodzes 91
- stāvokļa 91
- virzošie spēki 91

Vides institūti 128
Vides izraisītās slimības 22, 128
Vides krīze 49, 52, 54
Vides kustība 52
Vides medicīna 21, 22, 41, 42, 57, 128, 567, 574
- galvenie uzdevumi 22, 128
- mērķis 22

Vides ministrija 60, 272, 273
Vides monitorings 90, 109, 117, 279
Vides novērojumi 26, 41, 48, 90, 172, 174, 252, 272, 341, 636, 645
- periodiski 41
- piesārņojuma 252, 272, 341
- regulāri 90

Vides objekti 100, 101, 270, 275, 600, 606
- dezinfekcija 600
- sterilizācija 600

Vides pārvaldes sistēma 90, 91
Vides piesārņojums, cēloņsakarības 68, 97, 117, 155, 166, 204, 260, 429
- piesārņojuma indikatori 272, 349

Vides piesārņotāji 75, 128, 153, 166, 172, 184–186, 191, 196, 204, 208
Vides piesārņotāju ietekme uz
- ādu 166, 191
- centrālo nervu sistēmu 168
- endokrīno sistēmu 184
- genomu 193
- gremošanas orgānu sistēmu 178
- imūnsistēmu 183
- mutes dobuma mikrofloru
- nierēm 131, 168
- onkoloģisko slimību attīstību 168
- reproduktīvo veselību 168
- urīnizvadsistēmu 179

Vides politika 59, 87, 88, 90, 114, 248, 265, 266, 289, 353
- politikas izstrādāšana 90
- politikas plāns 87, 88, 248

Vides postīšana 68
Vides prasības 187, 590
Vides sanitāri topogrāfiskais pētījums 100
Vides slimības 22, 148–150, 155, 163, 164
Vides temperatūra 110, 131, 134, 139, 187, 232, 233, 284, 292, 303
Vides veselība 21, 22, 58, 86, 88, 90, 96, 98, 107, 114, 115
- indikatori 90
- komisija 69
- metodoloģija 95–97
- pārvalde 82, 86–91
- pārvalde pasaulē 82
- politika 55, 82, 85–87, 90, 99, 114
- problēmas, globālas 66

– problēmas Latvijā 70–72
– programma Latvijā 90
– reorganizācija 86
– rīcības plāns 60, 61, 85, 87, 88, 93
– stratēģija 88
– zinātne 21, 22, 59, 90, 352
Vides veselības iestādes 590, 591
Vides zinātnes un pārvaldības institūts (VZPI), LU 59
Vidusauss barotrauma 143, 145, 146
Vielas
– mērķlielumi 263, 265
– pieļaujamā koncentrācija 97, 153, 305, 310, 317, 335, 448, 452
– pīķa lielumi 263, 399
– robežlielumi jeb raksturlielumi 73, 74, 96, 263, 266
– toksikoloģisks novērtējums 317
Vielmaiņa 140, 146, 148, 225, 284, 474, 476, 636
– traucējumi 135, 150, 155, 176, 294, 401, 411, 421, 468, 647
Viensēta 74, 80
Viesuļvētra 66, 68, 101, 134
Vīnes konvencija "Par ozona slāņa aizsardzību" 54
Vingrošana darbā 585, 648
Vinilhlorīds 198, 203, 277, 311, 504, 620
Virsdrēbes 522, 530, 641, 659
Virsmas aktīvas vielas 77, 294, 310, 323, 354, 638
Virsmu paraugi 373
Virsvalks 593, 643
Virulence 368, 374
Vīrushepatīts 179, 206, 299, 313, 351, 368, 569
– A 313, 365
– B 206, 618,
– C 206, 582
Vīrusi 40, 112, 163, 191, 202, 203, 206, 217, 256, 268, 289, 298, 358, 360–363, 367, 451, 454, 590, 617, 618
Vīrusinfekcijas 76, 313
Virzuļefekts 445
Visēdāji 27, 28
Vispārējais adaptācijas sindroms, sk. Stress 68, 172, 177, 184, 187, 185, 205, 121, 392, 438, 628–632, 681, 685
Vitamīni
– A (retinols) 468, 476
– β karotīns 476, 477
– B1 (tiamīns) 478
– B2 (riboflavīns) 478
– B5 (pantotēnskābe) 476, 479
– B6 (piridoksīns) 479
– B12 (ciānkobalamīns) 479
– Bc (folijskābe) 473, 476, 480, 493, 494
– D (kalciferols) 477
– D2 636
– E (tokoferols) 478
– H (biotīns) 473, 476, 479
– K (filohinons) 478
– PP (nikotīnskābe, niacīns, nikotīnamīds B3) 473, 479
– taukos šķīstoši 474, 476, 484, 488
– ūdenī šķīstoši 476, 478, 488
– vidējais nepieciešamais daudzums dienā 473
Volframs 146, 620
Vulkāniskie ieži 146
Vulkānu darbība 37, 134

Z

Zaļā josla 442
Zaļā zona 240, 395
Zaļaļģes 40
Zaļie augi 26–28, 294
Zarnu infekcijas 65, 234, 296, 312, 443, 489
– nūjiņas 295, 296, 312, 313, 338, 371, 451, 642
Zeķes 639, 643, 644
Zelts 146, 294, 620
Zemes
– atdzišana 224
– atmosfēra 129, 224, 236, 286, 417, 418
– elektromagnētiskais lauks 438
– enerģija 129
– garoza 30, 132, 146, 148, 153, 181, 286, 418, 420, 446
– globālā sasilšana 36, 67, 134
– virsma 23, 32, 67, 129, 142, 222, 224, 227, 230, 234–239, 247, 254, 286, 409, 413, 438
Zemeslode 24, 36, 54, 148, 235, 237, 238, 286, 333, 406, 502
Zemestrīce 66, 68, 101, 134, 386, 449
Zemūdens peldētāji 142
Zēni 471, 513, 514, 547, 550
– auguma garums 471, 513, 514
– īpatnības 513, 514
Zīdainis 192, 284, 291, 298, 504, 519, 533
– augums 522
– garums 522
Zīdaiņa periods 514

Ziedputekšņi 163, 217, 256, 360, 361, 481, 584
Ziepes 486, 545, 637–639, 654, 657
Zilā strutu nūjiņa 298, 338
Zilaļģes 34, 40, 291, 359
Zilskābe 501, 650
Zīverts (Sv) 200, 416, 417, 421–424, 604 Zivis 40, 146, 152, 159, 180–184, 193, 290, 307, 360, 443, 472, 479, 481–488, 491, 495, 501–504, 533, 537
Zivju lentenis (jeb platais lentenis) 487, 606
Zobārstniecība 418, 528, 603, 611–632
Zobi
- piena 178, 515, 516
- plankumi zobu emaljā 178

Zobu
- bakstāmie 640
- diegs 640
- higiēna 621, 639
- kariess 149, 336, 337, 483, 614, 616, 639, 641
- pasta 483, 640
- patoloģija 168
- profilaktiska apskate 528
- protēzes 616, 621, 641
- pulveris 640
- suka 530, 617, 640
- tīrīšana 639, 640

Zoonozes 365–367, 389

Ž

Ženēvas konvencija "Par gaisa piesārņojuma pārrobežu pārnesi lielos attālumos" 54, 74, 251
Žurku mēris 297

PERSONU RĀDĪTĀJS

Agrikola (*Agricola*) G. 48
Arēniuss (*Arrhenius*) S. 53
Asklēpijs 21
Audere A. 57
Aulika B. 16, 467
Avicenna 47
Avota M. 16, 511

Baķe M. Ā. 12, 13, 17, 58, 95, 215, 247, 590
Baikers D. 52
Buštujeva K. 52

Dobroslavins A. 50
Dundurs J. 13–15, 18, 215, 283, 385, 437, 611
Edlings (*Edling*) K. 52
Eglīte (Otlane) M. 9, 11, 17–19, 45, 57, 58, 63, 127, 151, 565, 635
Erismans F. 51
Ernšteins R. 59

Fērmanis E. 57
Foits (*Voi*) K. 50

Garbarenko M. 57

Hamiltona (*Hamilton*) A. 51
Higieja 21
Hills J. 202
Hils O. B. 112
Hipokrats (*Hippocrates*) 46
Hūfelands (*Hufeland*) K. 48

Ičikava 202
Izmerovs N. 52
Izrailietis Ļ. 57

Jamagiva 202
Jēkabsone I. 11, 12, 63, 95

Karsone (*Carson*) R. 53
Kenuejs E. 202

Lasts (*Last*) D. 52
Lege (*Legge*) T. M. 51
Lietavietis A. 52
Lindberga Z. 57
Lomonosovs M. 49

Maizīte J. 57
Marzejevs A. 51
Mudrovs M. 50

Pansa M. 48
Paracelzs (*Paracelsus*) 48, 147
Pārkss (Park) E. 50
Petenkofers (*Pettenkofer*) M. 50
Pēteris I 48
Pots P. 202

Ramacīni (*Ramazzini*) B. 48, 49
Rantanens (*Rantanen*) J. 52, 571
Rēns L. 202
Roms V. 52
Rouzs P. 202
Rūbners (*Rubner*) M. 50

Selje H. 187, 188
Serdjukovska G. 52
Sisins A. 51
Sprūdža D. 12, 14, 58, 95, 357

Tenslijs A. 26

Vanadziņš I. 11, 45, 63, 68
Vernadskis V. 23

Zīss E. 23

15.00

LATVIJAS NACIONĀLĀ BIBLIOTĒKA
0309052543

2009-5
25

SASTĀDĪTĀJA

Dr. habil. med. profesore **Maija Eglīte**

AUTORI

Dr. med. asoc. profesore **Brigita Aulika**

Dr. med. docente **Marija Avota**

Dr. med. docente **Mārīte Ārija Baķe**

Dr. chem. asoc. profesors **Jānis Dundurs**

Dr. habil. med. profesore **Maija Eglīte**

Dr. **Ilze Jēkabsone**

Dr. med. **Dagmāra Sprūdža**

Dr. med. **Ivars Vanadziņš**

ISBN 978-9984-788-28-9
9 789984 788289