L 6/81

ŪDENS APGĀDE

PROF. M. BĪMANIS

8/386

6
L 81

2
Dubl
L
624

LATVIJAS UNIVERSITĀTES MĀCĪBAS GRĀMATU SERIJA
Nr. 1

ŪDENS APGĀDE

Dr. ing. h. c. M. BĪMANIS
LATVIJAS UNIVERSITĀTES PROFESORS

BIBLIOTEKA

Rīgā, 1938.
Latvijas Universitāte

L-2

Viļa Lāča Latv. PSR
Valsts bibliotēka
69- 3/0
0309101118

VALSTS * BIBLIOTĒKA

Armijas spiestuve
Rīgā, Muitas ielā Nr. 1.

Priekšvārds.

Mūsu dienās lielu vērību piegriež higiēnas prasībām kā pilsētās, tā uz laukiem. Un ne bez pamata, jo sagādājot dažādas no higiēnas viedokļa atzītas labierīcības, cilvēku mirstība lielā mērā samazinājusies (agrāk pāri par 30 no 1.000 un tagad mazāk par 15 no 1.000), līdz ar to pagarinājies vidējs cilvēka mūžs, slimību gadījumi mazāki, un dažu lipīgu slimību (tīfs, dizenterija, koliera) epidēmiska parādība tikpat kā izbeigusies. Viena no svarīgākām problēmām veselības uzturēšanas ziņā ir apgādāšana ar labu, veselīgu dzeramu ūdeni. Kas jāsaprot zem tāda ūdens, kā viņu atrast un sagādāt, kā padarīt ērti un lēti pieejamu visiem, kam tas vajadzīgs, — tas ir tas, ko šai grāmatā gribēju atrisināt. Literātūra ūdens apgādes jautājumos ir samērā plaša, bet, vienkārt, viņa nav mums visiem pieejama, jo ir svešās valodās, otrkārt, neatradīsim nekur ievērotus mūsu īpatnējos apstākļus. Latviešu literātūrā, izņemot dažus speciālus vai populārus rakstus (p. p., prof. E. Ziemeļa — ūdens apgādāšana lauku saimniecībām), nav neviena izdevuma, kas sistēmatiski pieietu šim jautājumam no zinātniskās puses visā plašumā. Trūkst mums arī techniska žurnāla, kas šo robu varētu pa daļai pildīt. Sarakstot savu darbu par ūdens apgādāšanas problēmiem, vadījos no vēlēšanās, dot valsts valodā visiem valsts pilsoņiem pieejamu norādījumu, kā minētie problēmi atrisināmi no zinātniski praktiskā viedokļa. Visu savu darba mūžu nodarbojoties ar labierīcību jautājumu teōrētisku un praktisku atrisināšanu, esmu arī ūdens apgādāšanas jautājumu apstrādājis no savu piedzīvojumu un ieskatu viedokļa, izmantojot speciālo literātūru angļu, vācu un krievu valodās. Protams, šāds darbs nevar ietvert visu, kas šinī jautājumā ietilptu, tas ir monografiju uzdevums. Tāpat arī daži jaunumi un priekšlikumi, kas vēl nav praksē pietiekoši izmēģināti, nevarēja grāmatā atrast vietu.

Vēlētos, lai ūdens apgādāšanas problēmā ar šo grāmatu varētu iedziļināties visi, kam jārūpējas par veselības un labklājības uzdevumiem valstī, kā inženieri, architekti, ārsti, higiē-

nisti, attiecīgi pārvaldes organu vadītāji un dzīvē izvedēji, tā arī dažādu būvju uzņēmēji un izvedēji. Arī studējošā jaunatne atradīs te materiālu un palīdzību savām studijām. Ar vienu vārdu sakot, grāmata varēs noderēt visiem ūdens piegādātājiem un patērētājiem. Sevišķā nodaļā doti norādījumi mūsu lauksaimniecībai, kas viņiem būtu jāievēro ūdens apgādes ierīkošanā. Palieku cerībā, ka arī mans darbs sekmēs mūsu 15. maijā atjaunotā un mūsu iecienītā tautas vadoņa Dr. **Kārļa Ulmaņa** jaunceltā Latvijā tautas veselību un labklājību.

Rīgā, febr. 1937. g.

Satura rādītājs.

Lapp.

Ievads 11

I. Vispārējie pamati ūdens apgādes ietaisei.

1. Ūdens patēriņš 15
2. Ūdens īpašības 28
   A. Fizikālās īpašības 29
   B. Ķīmiskās īpašības 33
   C. Baktērioloģiskās un bioloģiskās īpašības 49
   D. Laba ūdens sastāva normas 54
   E. Ūdens īpašības rūpniecības vajadzībām 56

II. Ūdens uzmeklēšana un ūdens avotu izpētīšana.

3. Priekšdarbu uzdevumi 58
4. Ūdens izcelšanās apstākļi. Nokrišņu gaita 59
5. Apakšzemes ūdens 69
6. Apakšzemes ūdens izcelšanās 74
7. Avoti 79
8. Dažādu dabisku ūdeņu īpašības 81
9. Apakšzemes ūdeņu attiecība ar virszemes ūdeņiem . . . 87
10. Ūdens daudzuma izmērīšana 93
11. Gruntsūdens daudzuma noteikšanas apstākļi 100
    Līmeņa noteikšana un novērošanas akas 101
    Mērīšanas paņēmieni akā 102
    Neīsts gruntsūdens līmenis 104
    Izohipses 105
12. Gruntsūdens kustības noteikumi 109
    Tecēšanas ātrums un viņa noteikšana 110
    Darcy likums 113
    Koef. k noteikšana 113
    Smrekera likums 116
    Atkarība no temperātūras 119
    Hazena formula 120
13. Gruntsūdens pieteces noteikumi savākšanas ietaisēm . . . 121
    1. Horizontālās ieņemšanas ietaises 121
    2. Akas vai vertikālās ieņemšanas ietaises 123
    3. Arteziskās akas 130
14. Gruntsūdens daudzuma noteikšana 132
    a. No nokrišņu augstuma un laukuma 132
    b. Metode ar v_0 un p. 133
    c. Metode ar koef. k 135
    d. Thiema «ε» metode 135
    e. Izmēģinājumu akas 141
    f. Izmēģinājuma panākumu izmantošana 147

Lapp.

III. Ūdens iegūšanas ietaises.

15. Avotu izbūve 150
16. Gruntsūdens saņemšana 166
A. Horizontālas savākšanas ietaises 166
B. Akas 174
a. Raktās vai šachtu akas 174
b. Urbtās vai cauruļu akas 197
abesiniskas akas 199
īstās urbtās akas 201
akas filtri 208
ieteces pretestība 218
akas galva 221
aku apvienošana 224
krājaka 232
C. Arteziskās akas 234
17. Mākslīgs gruntsūdens 237
18. Virszemes ūdens ieņemšanas ietaises 244
A. Lietus ūdens saņemšana 244
B. Jūras ūdens 248
C. Upes ūdens ieņemšana 250
D. Ezera ūdens ieņemšana 261
19. Mākslīgas ūdens tvertnes 268
Aizsprostu būve 273
Aizsprostu speciālas ietaises 280

IV. Ūdensavotu izvēle un aizsardzība. 284
20. Avotu izvēle 284
21. Ūdens avotu aizsardzība 286

V. Ūdenstīrīšana un uzglabāšana. 292
22. Tīrīšanas mērķis un uzdevumi 292
23. Nostādināšana 294
Koagulēšana 304
24. Filtrēšana 310
a. Vispārējie ieskati 310
b. Lēnie smilšfiltri 314
drenāža 316
filtrsmilts 318
ietece 321
regulātors 323
filtra piederumi 326
filtra tīrīšana 328
filtrmateriāla mazgāšana 330
filtru ekspluatācija 333
tīrūdenskrātuve 334
c. Priekšfiltri 336
Peš-Šabala 338

Lapp.

d. Ātrfiltri 339
konstrukcija 343
darbība 344
spiediena zaudējumi 348
ātruma rēgulātori 349
dezinfekcija 351
tīrīšana 352
slēgti filtri 352
e. Filtru sistēmu darbības salīdzinājumi 354
f. Nepārplūdināti filtri 355
25. Šķīstošo vielu atšķiršana 357
a. Aerācija 357
b. Ūdens atmīkstināšana 360
1. Kaļķsodas metode 361
2. Ceolita vai permutita metode 365
3. Kombinēta atmīkstināšanas met. 367
4. Elektriskā ūdens tīrīšana 367
c. Atdzelžošana 368
Vaļējās ietaises 370
Slēgtās ietaises 375
Jauktas metodes 378
Mazās ietaises 379
d. Atmangaņošana 382
e. Atskābļošana un atgāzēšana 384
Mēchaniska atskābļošana 386
Ķīmiska atskābļošana 388
Skābekļa izņemšana 391
Sērūdensraža atdalīšana 391
26. Ūdens dezinfekcija 392
a. Novārīšana 393
b. Ultravioletie stari 394
c. Ozonēšana 398
d. Dezinfekcija ar kodīgo kaļķi 405
e. Chlorēšana 405
Chlorkaļķis 406
Dažādi chlora preparāti 410
Chlorgāze 411
Chloramins 421
Katadinmetode 422
Elektro katadinmetode 424
27. Smakas un garšas uzlabošana 427
Pārchlorēšana un atchlorēšana 430
Aktīvā ogle 431

VI. Ūdens pumpēšana. 440
28. Vispārējie ieskati 440
Mašīnu jauda 442

Lapp.

Saimnieciski visizdevīgākais d 444
Principi mašīnu iekārtas izvēlei 451

29. Pumpji 453
a. Virzuļu pumpji 453
b. Centrbēgpumpji 458

30. Dzinējspēks 467
a. Vēja motors 467
b. Ūdensspēka mašīnas 468
c. Tvaika mašīnas 472
d. Iekšdegu spēka mašīnas 474
Dizeļmotori 477
e. Elektromotors 479

31. Sevišķas pumpju ietaises 481
a. Ūdenstriecis 481
b. Spiedgaisa cēlējs 486
c. Pneumatiski dziļpumpji 491
d. Ežektori 492
e. Pulsometrs 493
f. Lambachpumpis 493

32. Pumpētavas iekārta 495
33. Saimnieciski ieskati mašīnu izvēlē 505

VII. Ūdens krātuves. 509
34. Krātuvju uzdevums un lielumi 509
a. Mērķis 509
b. Krātuvju lielums 511
c. Rezervuāra atvietotājs 516
Hidrofori 516
Pneumatiska ūdens apgāde 519
Stāvcaurules 521
Māju ūdens krātuves 523
Ūdenskrātuves ārkārtīgiem gadījumiem 524

35. Krātuvju novietne un augstums 525
Novietne 525
Augstums 529

36. Krātuves iekārta 532
Nodalījumi un priekštelpa 532
Ielaide, notece, pārtece 533
Aizlaidņu novietne 534
Vēdināšana 534
Ūdens līmeņa rādītāji 534
Ūdens mērītāji 535
Aizsardzība pret temperātūras iespaidiem 536

37. Krātuvju konstrukcija 537
a. Zemē iebūvētas ūdens krātuves 537

Lapp.

b. Ūdenstorņi 549
rezervuāra veids 549
rez. apakšbūve (tornis) 559

VIII. Ūdensvadi. 570
38. Vadu hidrauliskie aprēķini 570
Spiedlīnija 571
Formulas 572
Inkrustācijas 591
Atsevišķas kustības pretestības 592
Dikeru aprēķināšana 595
Sifonu aprēķināšana 596
Spiediena zaudējumi lokanā caurulē 597
Spiediena zaudējumi dažādos slodzes gadījumos 599
39. Vadu konstrukcijas 603
a. Pašteču vadi 603
b. Ieleju krustojumi 613
1. Diķeris 614
2. Akvedukti 617
3. Vadu tilti 622
c. Dzelzceļu krustojumi 628
d. Spiedvadi 629
40. Ūdensvadu (spiedvadu) materiāli 631
a. Čuguna (ķeta) caurules 631
Centrifugetas 633
Sienu biezums 637
Atloki un uzmavas 640
Uzmavas aizblīvēšana 644
Atloku caurules 649
Veidgabali 653
b. Dzelzs un tērauda caurules 655
Kniedētās caurules 656
Liedētās caurules 656
Mannesmanna caurules 659
Cinkotas dzelzs caurules 659
c. Koka caurules 660
Cauruļu izgatavošana 663
d. Aluminija caurules 666
e. Eternita caurules 667
f. Dzelzsbetona caurules 670
g. Svina caurules 672
h. Dažādu citu materiālu caurules 673
41. Vadu ielikšana zemē 674
Novietne 674
Dziļums 675
Virziena nospraušana 676
Būvgrāvja rakšana 677

Lapp.

Gruntsūdens apkaļošana 678
Būvgrāvju nostiprināšana 679
Cauruļu likšana 681
Vadu līkumi 681
Izmēģinājums spiedienam 683
42. Vadu sevišķas ietaises 685
a. Izlaidņi 685
b. Gaisa ventiļi 686
c. Aizlaidņi 688
d. Hidranti 691
e. Brīvi pieejamas akas 697

IX. Ielu vadu tīkls un ievadīšana mājās.
43. Ielu vadu tīkls 699
Sistēmas 699
Aprēķini 702
Vadu lielums 706
Spiedlīnija 706
44. Māju pievienojumi 710
Pieslēgšana pie ielas vada 710
Pievienošanas vada schēma un lielums 712
Materiāli 714
Māju vadi 716
45. Ūdensmērītāji 717
a. Ātruma mērītāji 718
Venturi mērītāji 718
Spārnu rata mērītāji 721
Voltmaņa mērītāji 722
b. Tilpuma mērītāji 723
Virzuļu mērītāji 723
Ripas ūd. mērītāji 724
Mērītāju novērtējums 724
Ūdens mērītāju pārbaude 726
46. Ūdensvadu izmaksa 728
Būves izmaksa 728
Ekspluatācijas izdevumi 731
47. Ūdens tarifu pamati 732

X. Ūdens apgāde lauku saimniecībās. 742
48. Ūdens lauku saimniecībā 742
49. Ūdens sagādāšana lauku saimniecībā 743
50. Ūdens piegādāšana lauku saimniecībās 746
Literātūra 751
Zīmējumu saraksts 752
Tabulas 764
Nosaukumu rādītājs 765

Ievads.

Ūdens apgādes problēma ir tik pat veca, cik veca ir cilvēce, jo neviena organiska dzīvība, kā dzīvnieku, tā stādu valstī, tā tad arī cilvēks nevarēja un nevar attīstīties un iztikt bez ūdens. Tuksnesī grunts ir sterila no ūdens trūkuma, un te nevar arī rasties un attīstīties organiska dzīvība. Cilvēki jau no senlaikiem ir atzinuši ūdens lielo nozīmi, un visas vecās kultūras tautas varēja attīstīties un pastāvēt, mācoties ūdeni darīt pakalpīgu savām prasībām. Lielās antikās kultūras tautas mācēja piegādāt ūdeni pilsētām, kuŗās bija miljonu iedzīvotāju, un apūdeņot laukus, lai ražotu pārtiku iedzīvotāju vajadzībām. Kad nelaimīgie kaŗi iznīcināja ūdens piegādes ietaises, zeme pārvērtās atkal par tuksnesi bez organiskas dzīvības, kā tas redzams no Mezopotamijas, pa daļai Ēģiptes. Jaunākā laikā ar mākslīgu apūdeņošanu, pielietojot modernos technikas panākumus, atkal lieli zemes gabali, kas bija tuksneši, padarīti auglīgi, kā p. p., Aizkaukazā, Vidusāzijā un par visām lietām Indijā. Z. A. rietumos amerikāņi tagad būvē apūdeņošanas ietaises, ņemot palīgā elektrisko enerģiju, kas ar ūdeni apgādās vairāk tūkstošu km² lielu rajonu ar vairākām pilsētām.

Kā redzams, ūdens vajadzīgs nevien cilvēku tiešai lietošanai, bet arī viņiem pārtikas līdzekļu sagādāšanai. Bet arī vēl citām vajadzībām jāsagādā ūdens un proti r ū p n i e c i s k ā m v a j a d z ī b ā m: tvaiku katlu baŗošanai, iekšdegu motoru un turbīnu dzisināšanai, izejas vielu sagatavošanai un gatavo produktu mazgāšanai un t. t. Dažādiem mērķiem ūdens vajadzīgs dažāda labuma, kā tas no turpmākā būs redzams.

No visa teiktā varam nākt pie slēdziena, ka ūdens apgāde nav vien sanitārtechniska problēma, sagādāt ūdeni cilvēkiem un dzīvniekiem baudīšanai un aptīrīšanai, bet kā ūdens ir rūpniecības produkts, kas nepieciešams dažādām moderna cilvēka dzīves un darbības un ražošanas prasībām. Līdz ar to arī pati ūdens sagādāšana dažādām vajadzībām, ar dažādām īpašībām, ir rūpniecisks uzņēmums, kas prasa vairāk vai mazāk sarežģītus paņēmienus.

Grāmatā būs piegriezta lielāka vērība ūdenim, kas sagādājams tiešai cilvēku lietošanai, t. i. ūdenim, kas pirmā vietā atbilstu higiēnas prasībām, bet gaŗām ejot arī norādīts, kā sagādāt ūdeni atsevišķām rūpniecības vajadzībām.

Jau sensenos laikos atzina, ka baudīšanai vajadzīgs labs ūdens. Tā lasām kādā 2000 g. pr. K. sanskrita valodā sarakstītā medicīniskā grāmatā «Usruta Sangita» šādu norādījumu: «Labi ir, ja ūdeni tur kapara traukos, izliek saules gaismā un filtrē caur koka ogļu filtri.» Arī vēlāko laiku medicīniskās un arī techniskās grāmatās atrodam norādījumus, kā uzlabot ūdeni. Arī mūsdienu parastais kvagulants, aluns [$AlK(SO_4)_2$] bija jau sen pazīstams kā Ķīnā, tā Ēģiptē. Vismazāk vērības piegrieza ūdens īpašībām Vidus laikos un tikai visjaunākā laikā, XIX. gadu simtenī, sāka pieiet pie ūdens īpašību uzlabošanas ar sevišķu izpratni. 1829. g. Džems Simpsons uzbūvēja pirmo lēno smilšu filtru Londonas ūdens apgādei. 1842. g. Klarks (Anglijā) izņem patenti kaļķsodas metodei ūdens atmīkstināšanai. 1885. g. Franklends iekārto rēgulāru bakterioloģisku analizi svaigam un filtrētam ūdenim. 1885. g. pirmā ātrfiltru ietaise Sommerville p. (Z. A. S. V.). 1888. g. Oestens (Vācijā) ieteic ūdens atdzelzošanas metodi ar aeraciju. 1891. g. Piefke (Vācijā) ieteic atdzelzošanas metodi ar koksa sadalītāju. 1892. g. koleras epidēmija Hamburgā. Altona p. (Hamburgas dvīņu p.) ieņēma upes ūdeni lejpus Hamburgas notekūdens izlaides, bet viņā nebija epidēmijas, pateicoties tam, ka ūdeni filtrēja lēnos smilšu filtros. Ar to bija dots pierādījums ūdens uzlabošanas nozīmei.

1893. g. pirmie mēģinājumi ūdens dezinfekcijai ar ozonu (Sīmens, Vācijā).

1903. g. Maskavas Rubļovas st. darbā laišana. Šī ietaise iekārtota ļoti priekšzīmīgi uz pilnīga zinātniska pamata un noderēja kā paraugs visai Krievijai, bet varēja noderēt kā paraugs arī ārpus Krievijas. 1905. g. Houstons iekārtoja pirmo lielāko chlōrēšanas ietaisi Linkolna p. (Anglijā). 1905. g. R. Hans (Vācijā) sāk pielietot permutitu kā ūdens atmīkstinātāju.

1910. C. Darnell (Z. A. S. V.) pirmo reiz pielietoja šķidro chlōru ūdens chlōrēšanai chlōrkaļķa vietā. 1917. g. D. Res pielieto amonizāciju chlōrēšanas procesam (Chloraminu) Ottavas p. (Kanadā). 1928. g. Krauze (Vācijā) ieteic apsudrabotus gredzenus ūdens sterilizācijai.

1929. g. pirmā ietaise ūdens atchlōrēšanai ar aktīvo ogli pēc brāļu Adler metodes (Aussig, Čechoslovakijā).

Kā redzams, mūsu modernās ūdens uzlabošanas metodes dabūja pamatu un varēja attīstīties tikai pēc tam, kad bija nodibinājusies bakterioloģija, tā tad tikai pēdējos 50 g. Arvien vēl nāk klāt jauni paņēmieni, tā ka ūdens uzlabošanas problēma vēl nav noslēgta.

Ūdens sagādāšanas un uzlabošanas metodes dibinās uz bakterioloģiskiem, bioloģiskiem, ķīmiskiem, ģeoloģiskiem, hidroloģiskiem un higiēniskiem pētījumiem. Ūdens prasību dzīvē izvešanai vajadzīgi arī likuma norādījumi.

I. Vispārējie pamati ūdens apgādes ietaisēm.

1. Ūdens patēriņš.

Pirmais jautājums, ar kuŗu jāsastopas ķeroties pie ūdens apgādes atrisināšanas ir: cik lielam ūdens daudzumam ietaise jāparedz? Šis daudzums atkarājas no patērētāju daudzuma un no tā, cik katrs patērētājs ūdens izlieto. Patērētāji ir pilsētas iedzīvotāji, viņu dzīves apstākļiem piemērotas sabiedriskas prasības un rūpniecības ietaises.

1) Iedzīvotājiem ūdens vajadzīgs viņu mājas saimniecībā: dzeršanai, ēdiena pagatavošanai, mazgāšanai, netīrumu noskalošanai, veļas mazgāšanai, lopu un mājas kustoņu dzirdināšanai, puķu un dārzaugu laistīšanai un t. t. Ūdens patēriņš ir lielāks, kur dzīvokļos ierīkotas vannas un citas ērtas mazgājamās ierīces, kā arī, kur pie mājas ir dārzi. Lielāks ūdens patēriņš norāda uz labāku higiēnisku prasību izpratni, bet arī nedrīkst ar ūdeni apieties izšķērdīgi, sevišķi ja viņa piegāde ir apgrūtināta un dārga.

2) Sabiedriskas prasības ūdens piegādei ir: ugunsgrēka dzēšana, ielu laistīšana, apstādījumu laistīšana, publiskas peldēšanas iestādes, kanāļu skalošana, skolas, slimnīcas un t. t.

3) Rūpniecības iestādes, kas prasa sevišķi daudz ūdens, ir: alus un citu dzērienu izgatavošanas iestādes; vilnas mazgātavas un krāsotavas; papīru fabrikas; ādas ģērētavas; pienotavas; tvaika mašīnas, iekšdega motoru dzesināšana un t. t.

Kā redzams, ūdens prasītāji ir dažādi un arī prasības ir dažādas, un viņu pareiza novērtēšana ir no liela svara, jo piegādājamā ūdens daudzums ir no sevišķi liela svara apgādes ietaises saimnieciskai pusei. Pārspīlēts daudzums prasa neattaisnojami lielus kapitāla ieguldījumus un apgrūtina arī ekspluatāciju.

Ūdens patēriņa lielums dažā ziņā atkarīgs no ūdens nodošanas veida un no tarīfa. No higiēniskā viedokļa

vēlams, lai ūdens būtu lēts un ērti pieejams visu vajadzību apmierināšanai. Galvenie ūdens nodošanas veidi patērētājiem ir 2: pēc patikas (paušaltarīfa) vai ar ūdens mērītājiem (maksa pēc zināma tarīfa par patērētiem m^3). Pirmais veids var novest pie ūdens izšķērdēšanas, kā to piedzīvojumi rāda. Otrs veids var atkal novest pie pārliecīgas taupības. Dažreiz abi veidi kombinēti tādā ziņā, ka jasamaksā zināma paušalsumma par minimāli patērējamo ūdeni, vai viņu patiešām patērē vai nē, un tikai par daudzumu, kas pārsniedz šo minimālo patēriņa normu, ņem atsevišķu maksu par patērēto daudzumu. Ar to tad būtu ieturēta zināma taupība, un būtu novērsta kā pārliecīga taupība, tā arī veltīga ūdens izšķērdība.

1) Iedzīvotāju vajadzībām prasītais ūdens daudzums atkarīgs no tā: 1) cik iedzīvotāju jāapgādā un 2) cik patērē viens iedzīvotājs.

Iedzīvotāju skaitu apgādājamā vietā šobrīd var dabūt vai no statistiskām pārvaldēm, vai no policijas reģistrējumiem. Bet nevar šobrīdēju stāvokli ņemt par pamatu ūdens vajadzības noteikšanai. Iedzīvotāju skaits ar katru gadu grozās, parasti pieaug, un te nu ceļas grūtības atrast pareizu grozības lielumu. Pilsētas iedzīvotāju skaits var pieaugt vai uz dabiska ceļa, ja dzimstība pārsniedz mirstību, vai pilsētā attīstoties kādai rūpniecībai, kas pievelk daudz cilvēka spēka, vai pilsēta izveidojas par kādu lielāku satiksmes centru un tml. Ja straujas grozības nav sagaidāmas, tad iedzīvotāju pieaugumu varētu noteikt uz statistikas ziņu pamata par iedzīvotāju grozību pēdējos gadu desmitos, pieņemot, ka noteiktā grozība turpināsies arī uz priekšu, vismaz tuvākos 20—25 gados. Apzīmēsim ar:

E_o — iedzīvotāju skaitu šobrīd;

E_n — iedzīvotāju skaitu pēc —n— gadiem;

p — vidēju iedzīvotāju pieaugumu vienā gadā %, tad pēc renšu renšu formulas ir:

$$E_n = E_o\,(1 + 0{,}01\,.\,p)^n.$$

Ja zinām iedzīvotāju daudzumu 2 iepriekšējos periodos E_1 un E_2, tad varam pieauguma procentu p aprēķināt:

$$p = 100\left(\sqrt[]{\frac{E_2}{E_1}} - 1\right).$$

Priekš kaŗa iedzīvotāju pieaugums pilsētās bija ievērojams. Tā, p. p., Rīgā (1909.—1914. g.) — 3,1%, Berlīnē 3,3%, Peterpilī 3,5%, Maskavā 3,2%, Londonā 1,4%, Parīzē 1,1%, Ņujorkā 3,3% un Čikagā 4,4%. Pēckaŗa apstākļi nav vēl pietiekoši nosakāmi, jo sociālos apstākļos notiek lielas pārgrozības, kas vēl nav nostabilējušās. Kas attiecas uz n lielumu, tad tam ir liela saimnieciska nozīme. Ja pilsētas raksturā nav sagaidāmi lieli pārgrozījumi, var n pieņemt lielāku. Ilgāks laiks paredzēts tām ietaises daļām, kuŗu paplašināšana saistīta ar dažām grūtībām, p. p., ielu tīklam. Visvieglāki var paplašināt mašīnu ietaisi un ēkas, filtrietaises un t. l., un tos var izbūvēt no sākuma īsākam laikam. Jānoskaidro vispārīgi saimnieciskā puse, vai izdevīgāki ieguldīt kapitālu lielākā ietaisē, vai būvēt tagad mazāku ietaisi, un sagaidīt, ka pēc zināma laika ietaise būs jāpaplašina, un jāizdod jauns kapitāls, kas var būt mazāks par procentiem līdz paplašināšanas laikam uz lieki iebūvēto kapitālu lielā ietaisē. Ja kapitāls K guļ n gadus uz procentu procentiem pie p %, tad viņš pieaug

$$K_n = K(1 + 0{,}01 \cdot p)^n.$$

Ja, p. p., p = 5, tad pēc 14,2 gadiem kapitāls būs 2 reiz lielāks kā sākot. Tā tad izbūvējot tagad mazāku ietaisi ietaupa kapitālu, kas pēc 14,2 g. pieaug par otrtik lielu, un ja tādas summas pietiek uzņēmuma paplašināšanai, tad ir lietderīgi tagad taisīt mazo ietaisi.

Iedzīvotāju daudzums visā pilsētā noder galveno ūdensvadu projektēšanai. Bet iedzīvotāji nesadalās vienlīdzīgi par visu apdzīvoto vietu, un dažos rajonos ir iedzīvotāju skaits uz laukuma vienības, i e d z ī v o t ā j u b i e z u m s, p. p., uz 1 ha, dažāds. Jautājuma noskaidrošana sevišķi no svara ielu tīkla aprēķinam. Iedzīvotāju biezumu dažādos rajonos var arī izzināt vai no tautas skaitīšanas, vai policijas datiem. Grūtība te var rasties tai ziņā, ka rajoni, kas šobrīd reti apdzīvoti, var ar laiku iegūt citu nozīmi un līdz ar to citu iedzīvotāju biezumu. Lielās pilsētās parasti lielāki tirdzniecības centri nav tik biezi apdzīvoti, kā rajoni, vistuvākie pie šādiem centriem. Tā tas novērots, p. p., Londonā, Berlīnē un citās lielpilsētās. Daudzmaz pieturas punktu šai ziņā mēs varam meklēt p i l s ē t a s b ū v n o t e i k u m o s, jo parasti, kā tas ir mūsu pilsētās, viņos mēdz būt uzrādīts, cik augstus namus atsevišķi apzīmētos

Viļa Lāča Latv. PSR
Valsts bibliotēka
69- 310

rajonos var celt, un kādu procentu no visa gruntsgabala var apbūvēt. Tā, p. p., dažu mūsu provinces pilsētu būvnoteikumos paredz ka: 1) s a i m n i e c ī b u r a j o n ā var celt līdz 3 stāvu mājas, ieskaitot bēniņu izbūvi, un var apbūvēt 40 līdz 50% no gruntsgabala; 2) d z ī v o k ļ u r a j o n ā, var apbūvēt 25—35% gruntsgabala un celt 2, reti 3 stāvu mājas; 3) r ū p n i e c ī b a s r a j o n ā sevišķi noteikumi, bet ja tie nav iepriekš zināmi, var ūdens daudzumus aprēķināt, kā dzīvokļu rajonam; 4) v a s a r n ī c u r a j o n ā var apbūvēt 10—15% un celt 2 stāvu mājas un 5) d ā r z u r a j o n ā gruntsgabali ir lieli, un parasti viņos uzbūvē tikai nelielu vienģimeņu māju.

Pieņemsim, ka uz 1 ha = 10.000 m^2 pilsētas grunts, atvelkot ielas, laukumus, dārzus un t. t., gruntsgabalu platība ir b% no visa laukuma. Apbūvēts ar dzīvojamām mājām ir p% no gruntsgabala. Apzīmēsim ar n — stāvu skaitu, f — m^2 uz 1 iedzīvotāju no mājas apbūvētā laukuma, tad uz 1 ha p i l s ē t a s g r u n t s iedzīvotāju daudzumu E varētu noteikt:

$$E = \frac{10000 \cdot b \cdot p \cdot n}{f}$$

Attiecīgie apzīmējumu skaitliskie lielumi saskaņojami ar rajona raksturu un varētu būt:

b = 0,5 līdz 0,8 — atkarīgi no ielu platuma un laukuma un dārzu lieluma;

p = 0,2 līdz 0,6 — atbilst 20 līdz 60% apbūvei;

n = 2 līdz 6 stāvi, saskaņā ar pilsētas lielumu un būvnoteikumiem;

f = 15 līdz 50 m^2, ieskaitot koridorus, virtuves, atejas vietas, trepju telpas, sienas.

Piemēram, aprēķināsim iedzīvotāju daudzumu ar vislielākiem un ar vismazākiem skaitļiem, tā nosakot zināmā mērā iedzīvotāju biezuma robežas.

a) Slēgtai apbūvei ar 6 st., mājām ar vienistabu (1 ist. un virtuve) dzīvokļiem, dzīvokļu rajonā, ar ne visai šaurām ielām un ar lielākiem pagalmiem vai dārziem:

$$\left.\begin{array}{l} b = 0{,}6 \\ p = 0{,}6 \\ n = 6 \\ f = 15 \end{array}\right\} \quad E = \frac{10000 \times 0{,}6 \times 0{,}6 \times 6}{15} = 1440 \text{ iedz. uz 1 ha pils. grunts.}$$

b) Izklaidu apbūvei ar 2 stāvu mājām, vairāk vienģimeņu, vasarnīcu rajonā, ar lieliem dārziem.

$$\left.\begin{array}{l} b = 0{,}5 \\ p = 0{,}2 \\ n = 2 \\ f = 50 \end{array}\right\} \quad E = \frac{10000 \times 0{,}5 \times 0{,}2 \times 2}{50} = 40 \text{ iedz./1 ha kop-laukuma.}$$

Dārzu rajonā iedzīvotāju biezums var būt vēl mazāks un dažreiz 1 ha liels gruntsgabals ir tikai apdzīvots no 1 ģimenes ar 5 cilvēkiem, tomēr tādi grunstgabali gan atrodami tikai mazās apdzīvotās vietās, nomalēs, un ir uzskatāmi kā izņēmums. Arī lielākais augšā izvestais skaitlis uzskatāms kā izņēmums, varbūt nelielā rajonā. Praktiski pieņemami šādi skaitļi:

biezai apbūvei lielās pils.	400	līdz	600	iedz.	uz	1 ha būvkvartāla
„ „ vid. lieluma „	300	„	400	„	„	„ „
vidējai apbūvei	200	„	300	„	„	„ „
izklaidus apbūvei . . .	100	„	200	„	„	„ „
vasarnīcu veid. apbūvei	50	„	100	„	„	„ „
dārzu rajonos	10	„	50	„	„	„ „

Otrs faktors piegādājamā ūdens daudzuma noteikšanai ir ūdens patēriņš uz 1 iedz. Te domāts tas ūdens daudzums, ko 1 cilvēks patērē dzeršanai un ēdiena izgatavošanai, un arī tas daudzums, ko patērē higiēnisku vajadzību apmierināšanai, un viss tas ūdens daudzums, kas vajadzīgs mājsaimniecībā. Atsevišķiem posteņiem mēdz pieņemt:

Dzeršanai un ēdiena izgatavošanai	5— 6 l
Tīrības uzturēšanai dzīvoklī	15— 25 „
Veļas mazgāšanai	10— 15 „
Vienreizīgai klozeta skalošanai	5— 10 „
Vienai vannai	300—400 „
Vienreizīgai dušas lietošanai	20— 30 „
Dārza laistīšanai sausās dienās uz 1 m^2	2— 3 „
Zirgam vai liellopam	40— 50 „
Mazlopiem (aitām, teļiem, kazām, cūkām) uz katra	10— 15 „
Vienreizīgai braucamo ratu vai automobiļu mazgāš.	200—300 „

Praktiski nav iespējams aprēķināt visas vajadzības atsevišķi, bet pieņem kādu vidēju skaitli, atkarīgi no attiecīgā pilsētas rajona iedzīvotāju sociālā stāvokļa

vidēji uz 1 iedz. dienā 50—80 l.

Nekanālizētās pilsētās, protams, ūdens patēriņš ir mazāks un var iztikt ar 30—40 l uz 1 iedz. dienā.

2) Sabiedriskiem mērķiem ūdens patēriņš ir ļoti svārstīgs, un dažreiz vajadzīgs tikai zināmam laikam, zināmai sezonai. Atsevišķām vajadzībām patēriņu mēdz pieņemt:

Skolām, uz 1 skolnieka dienā	2 l
ar dušām	10 „
Kazarmās uz 1 cilvēka dienā	20 „
„ 1 zirga „	40 „
Slimnīcās un patversmēs, uz 1 slimnieka dienā	150—300 „
Viesnīcās „ 1 cilvēka „	100 „
Veļas mazgātavās, uz 100 kg veļas	1—2 m^3
(veļas 8 kg uz 1 cilvēka mēnesī).	
Tirgus palieveņiem, uz 1 m^2 tirgus dienā	5 l
Ielu vai apstādījumu aplaistīšanai, katrreizīgi uz 1 m^2	1—1,5 „
(Berlīne gadā izlej uz 1 m^2 ap 200 l)	
Publisku klozetu periodiskai skalošanai, uz katra klozeta stundā	60 „
Strūklakas, mazos dārzos, stundā	200—500 „
lielākām, atkarīgi no lieluma, stundā	10—100 m^3
Dzelzceļu stacijās:	
katram pasažierim dienā	0,5—1,0 l
tenderа pildīšanai	10—32 m^3
lokomotīves tīrīšanai	4— 6 „
vagona tīrīšanai	2—2,5 „

Lieli fontāni izsvież pat līdz 500 m^3 stundā, bet tādos parasti ūdeni pumpē atpakaļ pie paša fontāna, tā ka katrreizējs patēriņš papildināšanai no ūdensvada ir niecīgs.

Pirtīs uz katra mazgājošā (1—1,5 st.) 100—150 l.

Ugunsgrēka dzēšanai ņem ūdeni no hidrantiem, no katra līdz 5 l sekundē, bet šim mērķim atsevišķi ūdens sagādāšanu nemēdz rēķināt, jo liela ugunsgrēka gadījumā var ar citām vajadzībām pagaidīt. Tomēr zināmam ūdens daudzumam ugunsgrēka dzēšanai vajaga atrasties krātuvē, vismaz ½—1 st., kamēr nesāk strādāt rezerves mašīnas liela daudzuma piegādāšanai. Pietiekoša ūdens daudzuma piegādei ugunsgrēka dzēšanai vadiem jābūt pietiekoši lieliem.

Kanāļu skalošanai ūdens daudzums vajadzīgs neliels, un atsevišķu piegādi nerēķina. Uz 1 iedz. dienā var rēķināt 1—2 l, vai uz 1 m kanāļa gaŗuma 0,5 līdz 1,5 m^3 gadā.

Pievestie skaitļi ūdens patēriņam atklātības mērķiem gan dod labu pieturas punktu atsevišķa tīkla nozarojumu aprēķināšanai, bet ūdens sagādāšanā mēdz arī te pieņemt vidēju daudzumu uz 1 iedz. dienā, un tādu varētu pieņemt:

15 līdz 25 l.

3) Rūpniecības vajadzībām ūdens patēriņš jānoskaidro saskaņā ar to, kādas rūpniecības ietaises pilsētā jau ir, un kādas varētu paredzēt. Dažādām vajadzībām mēdz paredzēt sekojošus daudzumus:

Lopkautuvēs, uz katra nokauta liellopa	300—400 l
„ „ „ sīklopa	100—200 „
1 hl. alus izbrūvēšanai	500 „
(bez tam mākslīgai atdzisināšanai 1,2—1,5 m^3 uz katra hl. alus, bet to ūdeni mēdz ņemt no atsevišķām akām).	
1 kg papīra izgatavošanai	500—1000 „
1 kg vilnas pārvērst drēbē (tvaiku mašīnai, vilnas mazgāšanai un skalošanai un t. t.) . . .	1000 „
1 kg cukura izgatavošanai	100 „
Tvaiku mašīnai katrai 1 ZSp. st.:	
ar tvaika kondensēšanu	300—500 „
(ja nelieto atdzisināto ūdeni).	
bez tvaika kondensēšanas līdz	30 „
Gāzes motoriem, dzisināšanai, uz 1 m^3 gāzes . . .	40—80 „
Dīzelmotoriem, uz 1 ZSp. st.	20 „
Piena pārstrādāšanai, uz 1 l pārstrādāta piena, ūdens ar 10° C	2—6 „
1000 ķieģeļu izmūrēšanai (ieskaitot javu) . . .	200—300 „
1 m^3 betona sagatavošanai	100—150 „

Pastāvošām vai paredzētām lielrūpniecībām ūdens patēriņu nosaka ar minētiem skaitļiem. Tomēr katrā pilsētā ir sīkrūpniecības ietaises, kas gan arī ūdeni patērē, bet kuŗa daudzumu noteikt un paredzēt ir grūti, tamdēļ parasti pieņem rūpniecības vajadzībām zināmu ūdens lielumu pie 1 iedzīvotāja patēriņa, ievērojot, protams, pilsētas rūpniecisko raksturu un tieksmes. Tā angļu pilsētās pieņem 6—45 l, amerikāņu — 20—60 l, vācu — 15—40 l uz 1 iedz. dienā. Mūsu pilsētās parasti rūpniecība nav liela, un ūdens patēriņu varētu pieņemt ar

10 līdz 15 l uz 1 iedz. dienā.

4) Ūdens zaudējumi arī jāņem vērā. Pie tādiem mēdz pieskaitīt patēriņu ūdens pumpētavas vajadzībām, filtru skalošanai, tāpat izteci no neblīviem vadiem un aizgriežņiem. Pēdējos zaudējumus var samazināt un pat pilnīgi novērst ar rūpīgu vadu nolikšanu un mājas ietaises labu izbūvi un uzraudzību. Turpretim pumpētavu un tīrīšanas ietaišu vajadzībām ūdens patēriņš jāuzskata par normālu. Bet arī izdalīšanas tīklā grūti novērst visas neblīvās vietas, tomēr zaudējumus var lielā mērā samazināt ar ietaisēm, kas dod iespēju viegli atrast vainīgās vietas. Tādas ietaises ir iecirkņu ūdens mēritāji, ar kuŗiem, salīdzinot ar patēriņu pēc atsevišķu māju ūdens mērītājiem, var uztvert nenormālu patēriņu tīklā, un tad uzmeklēt defekta vietu. Arī māju instalācijās kontrole ir ļoti svarīga, un amerikāņiem pat ir sevišķi aparāti «aquaphone», kas palīdz atrast ūdens izšķērdību mājās Svarīgākais tomēr ir sagatavot labus montieŗus, un nodrošināt labi izvestu darbu ar rūpīgu ietaises izmēģināšanu, iekams viņu nodod lietošanā. Neviens gabaliņš vai ielu vai māju tīklā, neviens ūdens ņemšanas aizgrieznis un aizlaidnis nedrīkst palikt bez izmēģināšanas.

Pie labi noliktiem un uzturētiem vadiem un rūpīgas citas izbūves, un neatlaidīgas uzraudzības par māju vadiem, zaudējumi nedrīkstētu pārsniegt 10% no visa ūdens patēriņa, vai rēķinot uz

1 iedz. dienā — 10—15 l.

Kopēju ūdens patēriņu uz 1 iedz. d. noteikt pilsētai, kuŗai jāprojektē ūdens vads, ir ļoti grūti, jo pašā pilsētā jau patēriņš kamēr nav ūdensvada, ir samērā mazs un arī nenoteicams. Tamdēļ tad jāņem par paraugu pilsēta, kas rakstura ziņā līdzinās jaunapgādājamai pilsētai. Pie tam var pieturēties pie šādiem skaitļiem:

mazas pilsētas,	līdz 10.000 iedz.	85—100 l
vidējas „	ar 10.000—50.000 iedz.	100—125 „
lielas „	„ vairāk kā 50.000 iedz.	125—150 „

Lielākie skaitļi attiecināmi uz pilsētām un kūrortiem ar plašākām labierīcībām, ar pārtikušiem iedzīvotājiem, ar dārziem, kā publiskiem, tā arī privātiem. Pie tam rūpniecības iestādēm, kas prasa daudz ūdens, tas jāparedz atsevišķi. Vispārīgi tiešai iedzīvotāju personīgai vajadzībai pietiek ar 50 l

dienā, viss pārējais ūdens iet sabiedriskām un rūpnieciskām vajadzībām. Tamdēļ arī lauku iedzīvotājiem, ka vislielāko ūdens vajadzību var rēķināt ar 50 l uz 1 cilvēka, bet tad vēl jāpierēķina 50 l uz katra zirga vai liellopa un 15 l uz katra mazlopa. Mājrūpniecībai, p. p., piena pārstrādāšanai, vajadzīgais ūdens jāparedz atsevišķi.

Vispārīgi novērots, ka pēdējos gados visās zemēs un pilsētās ūdens patēriņš stipri pieaudzis un pilsētās, kuŗās senāk pietiekoši 100 l, tagad pieaudzis līdz 150 l uz 1 iedz. dienā. Izskaidrojams tas ar iedzīvotāju prasību pēc labākām labierīcībām dzīvokļos, nekā tas bija senāk, un vispārīgi iepazīšanās ar higiēnas prasībām, kuŗu apmierināšanai vajadzīgs ūdens. Tagad pilsētās nevien 2 ist. dzīvokļos sastopamas vannas, bet tās sastop arī 1 ist. dzīvokļos. Vispārīga tīrības sajūta ņēmusi pārsvaru par vienaldzību higiēnas prasībām. Kā piemēru ūdens patēriņa pieaugumam ņemsim Rīgu. Pie gruntsūdens vada projekta izstrādāšanas 1899. g. pieņemts (pēc inž. R. Pavela raksta elektrības, gāzes un ūdensvada labierīcību Vēstnesī Nr. 3. 1935. g.), ka vidējais patēriņš 80 l, un vislielākais 120 l. Tagad turpetim pilsētas statistika rāda, ka šie skaitļi patiesībā bija:

1925. g.	vidēji ap	100 l,	maksimāli	150 l
1929. g.	„	„ 130 „	„	185 „
1933. g.	„	„ 140 „	„	185 „

Tāda paša parādība novērota arī citās zemēs, un kā redzams, pie ūdensvadu projektēšanas nebūtu vietā ņemt sevišķi taupīgus patēriņa skaitļus.

Eiropas valstīs ūdens patēriņš ir gandrīz visur vienāds un atbilst augšā minētiem skaitļiem. Anglijā gan ir nedaudz lielāks, ka uz kontinenta. Amerikā turpretim ūdens patēriņš ir 2 līdz 8 reiz lielāks. Izskaidrojams tas ar to, ka Amerikā ūdeni nodeva senāk bez ūdens mērītājiem, kas veicināja izšķērdīgu apiešanos ar ūdeni. Bez tam arī ūdensvadi daudz gadījumos bija likti bez lielas rūpības un zaudējumi caur neblīvumiem bija lieli. Tagad arī Amerikā ieved ūdensmērītājus, un piegriež lielāku vērību vadu blīvumam, tā kā tur agrāk novērotais ārkārtīgi lielais ūdens patēriņš tagad uzrāda samazināšanos.

No kāda iespaida ir ūdensmērītāji uz ūdens patēriņu redzam no šādiem novērojumiem, kas izvesti 100 Amerikas pilsētās:

Pilsētu skaits	Ūdensmērītāji ievesti % no visām mājām	Vidējais patēriņš l
41	mazāk par 10%, vidēji 3 %	613
20	10—30% „ 11,8%	480
18	30—50% „ 35,6%	363
9	50—75% „ 68 %	284
12	75—100% „ 91,6%	220

Dažreiz mēģina lielu ūdens patēriņu attaisnot ar to, ka novadkanāļi tiek labāk skaloti. Bet arī tāds attaisnojums nav nopietni ņemams, jo labi būvēti kanāļi sevišķu skalošanu neprasa un ar parasto noteces daudzumu tādi kanāļi, vismaz kolektori, būs tīri. Tā tad kanāļu skalošanai ar lielāku ūdens daudzumu (protams, te domāti lielāki kanāļi vai kolektori) var būt tikai vajadzība, ja kanāļi uzbūvēti ar nepietiekošu kritumu. Arī tad sistēmatiski iekārtota skalošana prasa samērā nedaudz ūdens, un nekādā ziņā neattaisno pastāvīgā ūdens patēriņa daudzuma palielināšanu.

Ūdens patēriņa svārstības.

Ūdens patēriņa lielumi, par kādiem bija runa, uzskatāmi kā vidējie dienas patēriņi, t. i. $^1/_{365}$ daļa no visa gadā patērētā ūdens daudzuma. Patiesībā ūdens patēriņš svārstās nevien pa diennakts stundām, bet arī pa nedēļas dienām, mēnešiem un pat gadiem.

Gada svārstībām ir dažādi cēloņi. Vispirms jau ar iedzīvotāju pieaugumu pieaug arī ūdens patēriņš, un otrādi — ar iedzīvotāju samazināšanos samazinās arī ūdens patēriņš. Bet tas nav vienīgais iemesls gada svārstībām, jo tās ir arī atkarīgas no meteoroloģiskiem apstākļiem. Slapjos un aukstos gados ūdens patēriņš ir mazāks kā siltos un sausos.

Ūdens patēriņa svārstības pa mēnešiem vai labāk sakot pa sezonām, atkarīgas arī no meteoroloģiskiem vai klimatiskiem apstākļiem. Vasaras mēnešos patēriņš lie-

lāks kā aukstā gada laikā, jo ūdeni patērē ielu un dārzu laistīšanai, dušām, dažreiz arī ēdamvielu dzesināšanai, ja piegādātais ūdens ir pietiekoši auksts (gruntsūdens ap 7°). Sevišķi kūrortos un peldvietās šai ziņā svārstības ir lielas, jo te cilvēki mēdz uzturēties tikai zināmā gada laikā, kamēr pastāvīgais iedzīvotāju daudzums ir mazs (p. p., Jūrmalā, Ķemeros). Arī individuālie patēriņa lielumi, uz 1 iedz., pa vasaras, resp. sezonas laiku mēdz būt lielāki kā normālie, sevišķi publiskām vajadzībām. Kūrortos, kur peldēšanai lieto vai jūras vai speciālu avotu ūdeni, arī tas atsaucas uz individuālo patēriņu.

Patēriņa svārstības diennaktīs ir diezgan lielas. Parasti no visām nedēļas dienām svētdienās ir mazāks patēriņš kā citās dienās, kamēr sestdienās vislielākais (tīrīšanas un mazgāšanas diena). Visādā ziņā gadā ir viena diena, kad patēriņš ir vislielākais no visām gada dienām, un ūdensvada ietaisei jābūt spējīgai piegādāt šādu vislielāko daudzumu.

Pēc novērojumiem vācu pilsētās vislielākais dienas patēriņš ir līdz 1,6 reiz lielāks par vidējo, bet karstās un sausās vasarās viņš var būt pat 2 reiz lielāks par vidējo. Krievu ūdensvadu kongresos pieņemts kanālizētām pilsētas daļām reizulis 1,15—1,25, un nekanālizētās 1,25—1,50. Varētu būt vēlams pieskaņoties minētam vācu pilsētas novērotam vislielākam dienas patēriņam, tomēr tas ieteicams tikai tad, ja tāda liela daudzuma piegādāšana izvedama ar vienkāršiem un saimnieciskā ziņā iespējamiem līdzekļiem. Nebūtu saimnieciski paredzēt līdz 2 reiz lielāku dienas patēriņu, kas varbūt tikai 1—2 dienas gadā rastos, un tam mērķim ierīkot visas ūdens sagādāšanas ierīces, p. p., gruntsūdens saņemšanas ietaises, vai filtrus upes ūdenim un t. l. Tas būtu dārgi, un ārkārtīgos gadījumos, kad patēriņš ir lielāks, kā paredzēts aprēķinā, var būt no saimnieciskā viedokļa iespējams ierobežot patēriņu dažām pieciešamākām vajadzībām, p. p., ielu laistīšanai, vai strūklu akām un t. l. To ievērojot parastos apstākļos var apmierināties ar 50% lielāku par vidējo dienas patēriņu, tā tad ar reizuli 1,5.

Stundu patēriņa svārstības ir ļoti lielas. Parasti no pusnakts līdz plkst. 6 patēriņš ir vismazākais, tad no plkst. 6 līdz 19 ir vislielākais patēriņš un pēc plkst. 19 pa-

Tabula 1.

Stundu patēriņš procentos no dienas patēriņa.

	Stundas	Berlīne (1910)	Vīsbādene (1910)	Leipciga	Drezdene	Breslava	Tambova (bez kanāliz.) $q_0 = 32$ l	Pieņemams aprēķinam
Rīts	0— 1	1,7	1,5	2,0	2,1	1,5	1,5	1,5
	1— 2	1,6	1,2	1,8	1,4	1,8	1,5	1,5
	2— 3	1,6	1,5	1,7	1,4	1,7	1,5	1,5
	3— 4	1,6	1,7	2,0	1,4	1,6	3,0	1,7
	4— 5	1,7	1,8	2,3	1,7	2,2	3,0	1,8
	5— 6	2,6	2,0	2,6	2,1	3,9	3,0	2,5
Priekšpusdiena	6— 7	3,9	2,3	5,1	4,8	5,2	5,5	4,5
	7— 8	5,1	7,4	5,6	4,8	5,7	5,5	5,5
	8— 9	5,5	6,1	5,4	5,5	5,6	6,3	6,0
	9—10	6,0	6,6	6,3	5,1	3,5	6,3	6,0
	10—11	6,0	5,8	5,0	5,5	5,6	5,7	6,0
	11—12	6,1	4,9	5,0	5,1	5,8	5,7	5,5
Pēcpusdiena	12—13	5,6	5,2	4,9	4,4	5,3	5,3	5,5
	13—14	5,8	6,2	5,7	5,1	5,6	3,5	5,8
	14—15	6,2	6,2	5,4	5,5	5,9	3,5	6,0
	15—16	6,1	5,7	5,3	6,1	5,6	6,2	6,0
	16—17	5,9	5,7	5,1	5,5	5,3	6,2	5,8
	17—18	5,6	6,3	5,5	6,1	5,5	6,2	6,0
Vakars	18—19	5,1	5,3	5,5	6,8	5,3	5,5	5,3
	19—20	4,4	4,6	4,6	5,5	5,1	5,5	4,6
	20—21	4,1	4,1	4,4	4,8	4,2	3,3	4,0
	21—22	3,7	3,3	3,9	4,9	3,3	2,8	3,0
	22—23	2,4	2,9	3,0	2,7	2,5	2,0	2,5
	23—24	1,7	1,7	1,9	1,9	2,3	1,5	1,5
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

tēriņš atkal samazinās. Dienā ir stunda ar vislielāko patēriņu un to ņem vērā pie ielu tīkla aprēķināšanas. Tālākās svārstības stundas laikā, ik pa minūtēm vai sekundēm, vērā neņem, bet rēķina, kā vislielākais stundas patēriņš sadalās vienmērīgi pa visu stundu. No dažiem literātūrā atrodamiem dienas patēriņa sadalījumiem pa dienas stundām sastādīta tabula 1. Vidējs stundas patēriņš $q_{st.}$ ir, apzīmējot dienas patēriņu ar q:

$$q_{st.} = \frac{q}{24} \text{ vai procentos } q_{st.} = \frac{100}{24} \cdot q = 4{,}17\%\ q.$$

No tabulas redzam, ka vislielākais stundas patēriņš ir ap 6% no dienas patēriņa, tā tad ap 1,5 lielāks par vidējo. Pēc vācu literātūras vislielākais stundas patēriņš pieņemams 1,4—1,8 no vidējā un pēc krievu ūdensvadu kongresa 1,3—1,4.

Vispārīgi var norādīt, ka ar daudzuma aprēķinu skopoties nevajaga, un ja apstākļi pieļauj jāizvēl vislielākie skaitļi.

Protams, vislielākais stundas patēriņš var būt arī dienās ar vislielāko dienas patēriņu gadā. Apzīmējot vidējo dienas patēriņu ar q_o, tas izteicams ar:

$$q_o = \frac{Q}{E \cdot 365} = \frac{\text{gada patēriņš}}{\text{iedz. skaits} \times 365 \text{ d.}}$$

Tad vislielākais stundas patēriņš, atkarīgi no pilsētas rakstura un apstākļiem, aprēķināms:

izdevīgos piegādes apstākļos:

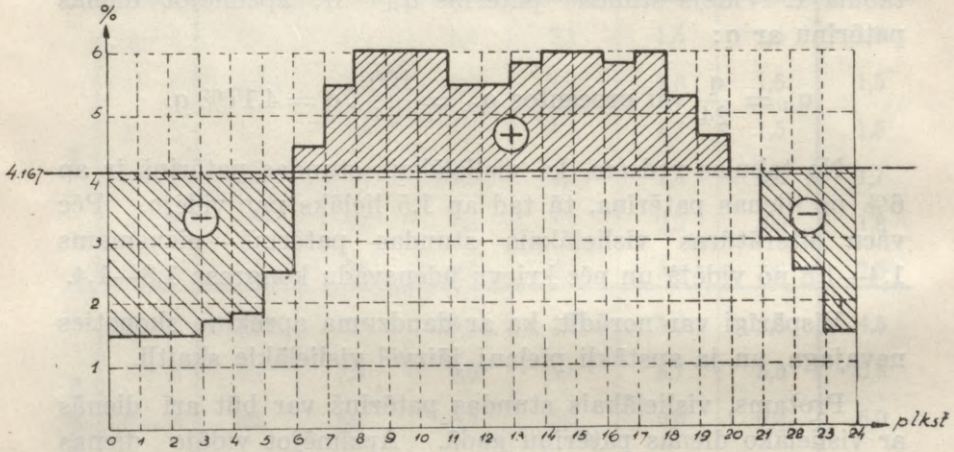
$$2{,}0 \times 2{,}0 \times q_o : 24 = 0{,}17 q_o,$$

bet vidējos apstākļos:

$$1{,}5 \times 1{,}5 \times q_o : 24 = 0{,}094 \text{ vai ap } 0{,}10 q_o.$$

Svārstīgais ūdens daudzums. Zem tā jāsaprot tas ūdens daudzums, kas ir jāuzkrāj stundās, kad patēriņš mazāks par vidējo, lai varētu segt patēriņu lielāku par vidējo. Sevišķi tas ir no svara, ja ūdensavots var piegādāt vienmērīgu ūdens daudzumu (p. p., avots), bet arī, ja ūdensavots nav ierobežots (p. p., upe), grūtības rodas uzstādīt tādas mašīnas, kas piegādātu tieši to ūdens daudzumu, kas katru brīdi vajadzīgs. Tamdēļ vajadzīgi izlīdzinoši rezervuāri, kas uzņem lieko ūdeni,

kad piegāde lielāka par patēriņu, un atdod, kad patēriņš lielāks par piegādi. Svārstīgo ūdens daudzumu var noteikt vai pēc tab. 1. (26. l. p.), vai uz tabulas pamata sastādītas diagrammas (1. diagr.). Izlīdzinošā rezervuāra lielums aprēķināms pēc ūdens piegādes ietaises iekārtas.



Tab. 1a. Diagrama. Ūdens patēriņš % pa diennakts stundām.
+ patēriņš lielāks par vidējo.
— patēriņa iztrūkums no vidējā.

2. Ūdens īpašības.

Zem ūdens saprot ķīmisku savienojumu, kā formula ir H_2O, un kas sastāv no 2 tilpuma daļām ūdeņraža (H_2) un vienas tilpuma daļas skābekļa (O), vai kas 100 svara daļās satur 88,89 svara daļas skābekļa un 11,11 svara daļas ūdeņraža. Tāda ķīmiska sastāva ūdeni, stingri ņemot, dabā neatrod. Ūdenim piemīt īpašība uzņemt citas vielas, viņas šķīdināt, vai ar viņām savienoties, un katrs dabā atrodams ūdens satur dažādas minerāliskas un organiskas vielas, šķīdinātas vai gāzveidīgas, un arī baktērijas. Arī lietus ūdens nav ķīmiski tīrs ūdens, bet satur vielas, kuŗas viņš uzņēmis savā ceļā caur gaisu. Tā tad runājot praktiski par ūdens tīrību jāņem vērā, cik dažādu vielu ūdens ir uzņēmis, un vai viņš ar tādu sastāvu noder dotam mērķim. Vistīrāko ūdeni prasa tiešai cilvēka baudīšanai, t. i. dzeršanai, bet šim mērķim

ķīmiski tīrs ūdens arī nebūs sevišķi noderīgs, jo cilvēka organismam vajadzīgas dažādas vielas, kam jāatrodas l a b ā d z e ņ a m ā ū d e n ī. Tādas līdz ar tīro ķīmisko ūdens sastāvu uzņemamas vielas satur skābekli, ogļskābi un dažas minerālvielas, kas organismam atrastas par noderīgām. Gan jāatzīst, ka par šādu vielu fizioloģisku iespaidu uz organismu nav iespējams viegli iegūt pilnu skaidrību. Ūdens, kas satur tādas vielas, kas viņu padara par nederīgu dzeršanai, tomēr vēl var būt noderīgs dažādiem citiem saimnieciskiem vai rūpnieciskiem mērķiem. Tā tad vispirms jābūt skaidrībā, kādam mērķim ūdens jāsagādā, un tad jānoskaidro vai pieejamais ūdens ir noderīgs š i m mērķim, ja nē, tad kādas ir tās sastāvdaļas, no kuŗām ūdens jāatbrīvo, lai viņu padarītu noderīgu dotam mērķim. Kā turpmāk būs redzams, kaut kuŗu ūdeni, cik viņš netīrs arī nebūtu, pat kanālizācijas notekūdeni, var iztīrīt līdz vēlamai tīrības pakāpei, pat līdz prasībām tīram dzeŗamam ūdenim. Jautājums gan pie tam ir, cik dārgs tāds ūdens iznāktu un vai nav saimnieciskāki pameklēt avotu ar tīrāku ūdeni.

Ūdens īpašības nosaka ar a n a l i z i, izmeklējot viņa fizikālās, ķīmiskās un baktērioloģiskās sastāvdaļas un viņu raksturojumu. Ar metodēm šādai analizei tuvāk nodarbojas ķīmiķi un biologi, un turpmākā apcerējumā būs piegriezta vērība galvenā kārtā izmeklēšanas rezultātu nozīmei un to novērtēšanai.

A. Fizikālās īpašības.

1. T e m p e r ā t ū r a. Ūdenim pret temperātūras iespaidiem ir sevišķas attiecības. Visblīvākais, tā tad vissmagākais, ūdens ir pie +4°C, un tāda ūdens svars pieņemts, kā zināms, par svara vienību. 1 cm^3 ūdens ar +4°C sveŗ 1 g (gramu), vai 1 dm^3 = 1 l (litru) sveŗ 1 kg, un 1 m^3 — 1 t (tonnu). Pie temperātūras, zemākas par +4°C ūdens izplešas, ir mazāk blīvs un tilpuma vienībā sveŗ mazāk. Tāpat ūdens svars samazinās līdz ar temperātūras pieaugumu, kā to redzam tab. 1b., pie kam ar augstāku temperātūru svara samazināšanās notiek straujāk.

Ja ūdeni atdzisina zem sasalšanas punkta, t. i. zem 0°C pie normāla atmosfēriska spiediena, tad viņš pārvēršas par ledu. Pie pārejas ūdenim pie 0°C ledus stāvoklī, arī ar 0°C atbrīvojas uz 1 g tīra ūdens 79 siltuma vienības (kalorijas), saprotot zem 1 silt. vien. to siltuma daudzumu, kas vajadzīgs, lai 1 g ūdens

Tabula 1b.

Temperātūra °C	1 kg ūdens tilpums l	1 l ūdens svęr kg
0°	1,00013	0,99987
4°	1,00000	1,00000
10°	1,00027	0,99973
20°	1,00179	0,99821
50°	1,01205	0,98809
100°	1,04315	0,95863

sasildītu pa 1°C. Ūdensvadu praksē sevišķi no svara tas apstāklis, ka sasalstot ūdens izplešas par $^1/_{11}$ sava tilpuma, un slēgtā telpā, p. p., vados, var attīstīties spiediens līdz 100 atm. un vairāk, un caurules var saplīst, ja materiāla stiprums nav pietiekošs pretoties tik lielam spiedienam.

Sāli saturošs ūdens sasalst pie zemākas par 0° temperātūras. Tā, p. p., 8% vārāmās sāls atšķaidījums sasalst tikai pie —4,8°C.

Dzeramam ūdenim vispatīkamākā temperātūra ir 9—12°C. Ūdens ar temperātūru zemāku par 5°C un augstāku par 15°C jau jāuzskata par nederīgu dzeršanai. Pārāk auksts ūdens ir kaitīgs cilvēka organismam, jo var būt par cēloni vēdera un zarnu, dažreiz arī nieru, slimībām. Turpretim pārāk silts ūdens ir negaršīgs un nav atspirdzinošs.

Dažu rūpniecību vajadzībām var būt noderīgs arī auksts ūdens, p. p., dzesināšanai, bet ķīmiskā rūpniecībā dažreiz var būt derīgs arī silts ūdens, tāpat sildīšanas technikā un t. l. Ūdens temperātūra jāmēra tūlīt pēc ūdens izņemšanas iz avota, ar jūtīgu termometru, ar kuŗu var nolasīt līdz $^1/_{10}$ grada. Zem gaisa iespaida temperātūra pārgrozās.

Vēl jānorāda, ka ūdens daudzreiz arī norāda uz avota pastāvīgumu. Tā īstam gruntsūdenim ir tikpat ziemā kā vasarā praktiski pastāvīga temperātūra (Rīgas gruntsūdens ap +7°C), kamēr temperātūras grozības gruntsūdenim norāda, ka tam ir sakari ar virszemes ūdeņiem, kas arī citādā ziņā var iespaidot ūdens labumu.

2. Dzidrība vai caurspīdība (Turbidity). Tīrs ūdens parasti ir dzidrs. Duļķainums ūdenī rodas no dažādām šķīdinātām un koloidalām vielām, p. p., smalkas smilts, māla, dzelzshidroksīda, mikroorganismiem un citām tamlīdzīgām vielām. Iespiežot ūdenī, kas stāv zem spiediena, gaisu, tas sadalās ūdenī smalkiem pūslīšiem, un padara ūdeni it kā duļķainu, bet tāds duļķainums drīz izzūd, ja ūdens nāk zem brīva gaisa iespaida. Duļķainums, kas ūdenī radies no citām vielām, jānovērš ar ūdens tīrīšanas paņēmieniem (koagulēšanu, filtrēšanu, chlorēšanu, aktīvo ogļu filtriem), ar kuŗiem turpmāk iepazīsimies.

Parasti ūdens dzidrību nosaka, ielejot viņu cilindrā (d = 30—50 mm), kuŗa dibenā atrodas balta porcelāna platīte ar melnu svītriņu vai krustiņu. Cilindru pilda ar ūdeni tik ilgi, kamēr vēl var redzēt apakšā zīmi uz platītes, vai piepilda līdz virsai (cilindra gaŗums līdz 1,5—2 m), un izlaiž apakšā ar izlaidni ūdeni tik ilgi, kamēr zīmi var skaidri saredzēt. Cilindra dibens var būt arī caurredzams, tad viņu uzliek uz zināma lieluma drukātiem burtiem, un nosaka dzidruma lielumu ar ūdens dziļumu, pie kuŗa vēl burtus var skaidri izšķirt. Cilindrā skatās iekšā no virsas. Ūdens staba augstums centimetros apzīmē dzidrības gradu. Metode ātri un ērti izvedama, bet viņai piemīt tā nepilnība, kā viņa ir subjektīva, atkarīga no cilvēka redzes spējas, un tāpat spējas noteikt, kad krustiņš vai raksts ir skaidri redzami.

Praksē dažreiz, sevišķi pētot ūdeni uz vietas, dzidrību nosaka iepildot ūdeni labi caurredzamā nekrāsotā stikla pudelē, un turot pret gaismu apzīmē ūdens izskatu ar: dzidrs, vāji opaliscējošs, opaliscējošs, vāji duļķains, duļķains vai stipri netīrs.

3. Krāsa (Color). Tīrs ūdens ir bezkrāsains. Nokrāsa norāda, ka ūdenī ietikušas dažādas vielas. Ūdens, kas nāk no purviem, ir ar dzeltēnu nokrāsu no humiņa skābēm, bet var būt arī tumšas nokrāsas, ja nāk no kūdras purviem. Visādā ziņā krāsains ūdens (dzeltēns, brūns, sarkans, tumšs) norāda, ka viņš satur daudz organisku vielu. Bet dažreiz no sākuma bezkrāsains ūdens, uzņemdams no gaisa skābekli, var pieņemt brūnganu nokrāsu. Tas gadās, ja ūdens, p. p., saturēja šķīdumā dzelzs paskābli, kas ir bezkrāsains, bet zem skābekļa iespaida

tas pārvēršas dzelzshidroksīdā, kas ir nešķīstošs un ūdenim piedod brūnganu nokrāsu.

Krāsu nosaka subjektīvi ar tādu pat paņēmienu kā dzidrumu, skatoties caur zināmu ūdens stabu (ap 30 cm garu), cilindra diam. 20—30 mm. Laborātorijās pielieto arī objektīvākas metodes, p. p., pēc t. s. amerikāniešu (platinkobalta) skālas. Pēc šās metodes sagatavo noteikta sastāva dažādus paraugus (etalonus), ar kuŗiem salīdzina izpētāmo ūdeni. Tādā ceļā, tad uzstāda dažādus krāsas gradus (5°, 10°, 15° un t. t.).

Krāsains ūdens nepatīkams lietošanā, sevišķi, ja aizdomas, ka krāsa radusies no kādām nelabām organiskām vielām. Kā redzēsim, ūdens atkrāsošanai jāpielieto dažādi līdzekļi, atkarīgi no krāsas rakstura, p. p., to koagulē ar aluminija sulfātu, tad filtrē, vai chlōrē un atchlōrē ar aktīvo ogli.

4. S m a k a (Odor). Labam dzeŗamam ūdenim jābūt bez smakas, visādā ziņā viņam jābūt bez nepatīkamas smakas, tomēr ir ūdeņi, kam piemīt zināma smaka. Smaka ūdenī varēja izcelties sekojošos apstākļos:

a) No dažiem mikroorganismiem (protocojiem, algām), kas atdala, sevišķi pēc savas izbeigšanās, smirdošas gāzes un eļļainas vielas, kuŗām piemīt raksturīga nepatīkama zivju vai eļļas smaka un arī garša.

b) Purvainam ūdenim piemīt raksturīga smaka, kas ceļas no humina savienojumiem.

c) Ūdenim no dziļākiem slāņiem dažreiz piemīt sērūdeņraža smaka, kas tomēr, nākot ūdenim zem āra gaisa iespaida, ātri izzūd.

d) Dzelzs saturs ūdenī arī var būt daudzreiz par smakas cēloni.

e) Notekūdeņi no ammōnjaka fabrikām pie koksa dedzinātavām, kā arī no dažām citām ķīmiskām rūpniecībām satur fenolu (kas ir arī karbolskābes galvenā viela) un citas indīgas vielas. Fenolam ir tā ļaunā īpašība, ka viņš sajaukts ar chlōru (chlorfenols), pat pie ļoti liela atšķaidījuma (1:5.000.000) piedod ūdenim ļoti nepatīkamu smaku un arī piegaršu. Ņemot apgādei upes ūdeni, kuŗā ieticis fenolu saturošs ūdens, rodas lielas grūtības tāda ūdens chlōrēšanas technikā, kā vēlāk par to būs minēts (429. l. p.).

Ūdens smaku nosaka tūlīt pēc svaiga parauga noņemšanas nepilnā pudelē, to stipri sakratot. Ūdeni sasildot līdz 40°—50°C

smaka dažreiz sajūtama stiprāka. Dažādas smakas pakāpes daži autori apzīmē ar: ļoti vāju, vāju, ievērojamu, stipru smaku. Smakas noteikšana ir subjektīvs paņēmiens.

5. Garša (Taste). No laba dzeramā ūdens prasa, lai viņam būtu patīkama, atspirdzinoša garša. Piegarša ūdenī ceļas no tiem pašiem piemaisījumiem kā smaka. Ciets ūdens parasti garšo labāk kā mīksts.

Ūdens garšu nosaka vislabāk 8°—12°C siltam ūdenim, bet virszemes ūdenim vasarā gan būs garša jānosaka arī pie augstākas temperātūras. Garšas noteikšana arī ir subjektīvs paņēmiens.

Vēlreiz jāatgādina, ka fizikālo īpašību noteikšana jāizdara ar svaigi ņemtiem paraugiem. Ūdenim, kas ilgāku laiku stāvējis brīvā gaisā, var šīs īpašības pārmainīties, daudzreiz gan uz labo pusi, p. p., sliktas smakas un garšas izzušanā, bet daudzreiz arī otrādi. Parasti pie smakas un garšas nostdabūšanas būs vajadzīgi sarežģītāki paņēmieni: aeracija, dezinfekcija, filtrācija un citi, ar kuriem turpmāk nāksies iepazīties (l. p. 427.).

B. Ķīmiskās īpašības.

Ūdenī atrodošos vielu daudzumu parasti pieņemts izteikt mg/l (miligramos 1 l ūdens), lai gan daži ķīmiķi arī vēl raksta g/l, kas ir neērti, jo vielu daudzums nav liels un skaitļi tad ir ar daudz nullēm, ar ko var ieviesties viegli kļūdas skaitļos.

1. Reakcija (Alkalinity and Acidity). Ūdens parasti satur kalija un magnēzija bikarbonātus un līdz ar to ir viegli sārmains (alkalisks). Turpretim ūdens, kas satur dažādas organiskas skābes (p. p., purva ūdens) vai minerāliskas skābes, vai ogļu skābi, uzrāda skābu reakciju. Reakcijas noteic vai kvalitātīvi, vai kvantitātīvi. Ar kvalitātīvu analizi var noteikt vai ūdens ir skābs, vai sārmains vai neutrāls, bet cik lielā mērā šīs īpašības ir, var noteikt tikai ar kvantitātīvu analizi. Kvalitātīvai analizei ielej izmeklējamo ūdeni lēzenā porcelāna bļodiņā un iemērc pa strēmelei zilā un sarkanā lakmusa papīra tā, lai strēmeles nesadurtos. Pēc 5—10 min. krāsu salīdzina ar tādas pat sākuma krāsas lakmusa strēmeli, iemērktu destillētā ūdenī. Ja krāsa izmeklējamā ūdenī nav grozījusies, tad ūdens ir neutrālas reakcijas. Ja sarkanais papīrs ir krāsu mainījis pret zilo, tad ūdens ir sārmains, ja turpretim zilā krāsa ir

tikusi sarkana, tad ūdenim ir skāba reakcija. Lakmusa papīra vietā ķīmiķi lieto dažreiz zināma sastāva lakmussšķīdumu, vai arī dažādas citas vielas, kuŗas uzskaitīt še nav nodomāts.

Ar kvantitātīvo analizi nosaka skābuma vai sārmainuma pakāpi. Jaunākais paņēmiens ir noteikt ūdeņraža ionu koncentrāciju, t. i., cik gramu ionizētā ūdeņraža atrodas 1 litrā ūdens. Ūdeņraža ions, kas uzskatāms kā pozitīvi pielādēts atoma kodols, bez viņu ietīstījušiem negātīviem elektroniem, ir ūdens skābās reakcijas norādītājs (indikators). Ūdenim ar neutrālu reakciju, kā arī ķīmiski tīram ūdenim H_2O, pie istabas temperātūras, ūdeņraža ionu koncentrācija ir $1 . 10^{-7}$. Tā tad, ja ūdeņraža ionu koncentrācija ir:

$> 1 . 10^{-7}$, tad reakcija ir skāba.
$= 1 . 10^{-7}$ „ „ „ neutrāla.
$< 1 . 10^{-7}$ „ „ „ sārmaina.

Lai apzīmējumus vienkāršotu, ņem šā ūdeņraža ionu koncentrācijas reciproka skaitļa logaritmu un nosauc to par ūdeņraža eksponentu un apzīmē to ar P_h, vai P_H, vai p. H, vai ph, vai Ph. Pieturēsimies pie apzīmējuma pH. Ķīmiski tīram ūdenim (H_2O) pie parastās istabas temperātūras, ir:

$$pH = \log. \frac{1}{10^{-7}} = \log. 10\,000\,000 = 7.$$

Tā tad, ja

pH = 7, ūdenim ir neutrāla reakcija
pH < 7 „ „ skāba „
pH > 7 „ „ sārmaina „

Jo mazāks pH, jo skābāks ūdens, un jo lielāks pH, jo sārmaināks.

Ūdeņraža eksponenta (pH) noteikšanai pielieto dažādas metodes. Pēc «Tillmans» var pH aprēķināt no brīvā un saistītā ogļskābes satura. Ja apzīmējam ar:

b — brīvo ogļskābi (CO_2) — mg/l,
s — saistīto ogļskābi (CO_2) — mg/l,

tad pie visvairāk sastopamiem ūdeņiem var pielietot formulu:

$$pH = \log. \frac{2 . 5 . 10^7}{3 . b}$$

Ja ūdenī nav saistītās ogļskābes, t. i. s = 0, tad noder formula augsējās vietā:

$$pH = \log. \frac{10^5}{\sqrt{\frac{b}{14{,}67}}}$$

Ja ūdenī ir daudz brīvās un maz saistītās ogļskābes, p. p.,

b = 0 līdz 10 mg/l pie $s < 0{,}10\ b$,
vai b = 10 „ 100 „ „ $s < 0{,}05\ b$,
vai b = > 100 „ „ $s < 0{,}03\ b$,

tad

$$pH = \log. \frac{10^5}{\sqrt{\frac{4 \cdot s^2}{0{,}77} + \frac{b}{14{,}67} - \frac{2s}{0{,}88}}}$$

Ūdeņraža eksponentu pH var arī noteikt tieši uz kalorimetriska ceļa ar krāsainiem indikātoriem, vai vēl labāk uz elektrometriska ceļa, kā tas ķīmijas praksē pazīstams no Michaelis darbiem.

Ūdeņraža eksponenta pH noteikšana ir no liela svara, pie jautājuma noskaidrošanas vai izmeklējamais ūdens ir agresīvs vai nē, t. i. vai viņš bojā betonu un metallu daļas ūdensvada ietaisēs. Pēc «Tillmans un Klarmann» ūdens spēja šķīdināt dzelzi ir tieši proporcionāla ūdeņraža ionu koncentrācijai.

Parasti dabiskiem gruntsūdeņiem pH ir no 7 līdz 8, bet dažiem vēl vairāk. Mīkstos ūdeņos, kuŗiem piemaisītas organiskas skābes, kas cēlušās no stādu sakrišanas procesiem, pH dažreiz nokrīt līdz 5 un vēl zemāk.

Praktiski, starp citu, arī koagulanta daudzuma un rakstura noteikšanai, saskaņā ar ūdens reakciju, ir no svara zināt pH lielumu[1]).

2. Sausne (Total solids). Par sausni apzīmē organisko un neorganisko vielu daudzumu ūdens sastāvā, kas paliek pāri ūdenim iztvaikojot pie 100°C un atlikumu izkarsējot pie 110°C. Higiēniskā ziņā sausnes daudzums nav noteikts indikātoros, bet ūdens tvaika katlu baŗošanai gan nedrīksētu saturēt vairāk par 300 mg/l sausnes, ja ar to celtos neērtības (p. p, katlakmens attīstības ziņā).

[1]) Babbit and Donald, Watersupply Engineering. p. 535.

Sausnes noteikšanai iztvaiko 200—500 cm^3 ūdens platīna vai porcelāna bļodinā, kas iepriekš izkarsēta un nosvērta. Kad viss ūdens redzami izgarojis, bļodiņu ar sausni ieliek žāvējamā skapī un patur ap 3 st. pie 110°C, lai būtu garantija, ka viss ūdens izgarojis. Pēc tam nosveŗ. Svara pieaugums pret pirmatnējās, sagatavotās ar izkarsēšanu, tukšās bļodiņas svaru ir tveices atlikums vai sausne (Residue on Evaporation). Var vēl žāvēt 1 st. 180°C temperātūrā, tad izgaist arī kristallūdens un tā izžāvētā sausne noder ūdens atsevišķo ķīmisko sastāvdaļu kopsummas kontrolei par pareizi izdarītu analizi.

Ja sausni sadedzina, karsējot bļodiņu uz uguns, p. p., gāzes liesmu, tad sausnes svars samazinās, kas izskaidrojams ar organisko vielu sadegšanu, ar sāļu kristallūdens izgaišanu, (ja tas nav jau agrāk izdarīts) un ar dažu organisku vielu pārvēršanos neorganiskās. Palikušo daļu nosauc par deguma atlikumu (fixed residue), kamēr izzudušo svara daļu par deguma zudumu (loss on ignition). Deguma zudums ir sevišķi liels, ja ūdenī ir daudz organisko vielu, un praktiski viņš arī raksturo organisko vielu daudzumu ūdenī.

3. Organiskās vielas. Org. v. ūdenī var būt cēlušās kā no dzīvnieku, tā arī stādu valsts apstākļiem, un viņas raksturo ūdens netīrību, sevišķi tās org. v., kas cēlušās no dzīvnieku dzīves apstākļiem. Organiskās vielas apskābļojas ar skābekli un it īpaši ar ozonu. Tamdēļ arī organisko vielu noteikšanai uzzina skābekļa daudzumu, kas vajadzīgs viņu apskābļošanai ar tā saukto apskābļojamības noteikšanu (Oxygen consumed). Parastā metode ir ar kalija permanganāta (Potassium permanganete) (KM_nO_4) palīdzību, pēc zināmiem paņēmieniem vārot noteiktu daudzumu ūdens ar kalija permanganāta šķīdumu noteikta sastāva. Tīriem dzeŗamiem ūdeņiem KM_nO_4 parasti vajadzīgs mazāk par 12 mg/l = ap 3 mg O, kamēr netīram ūdenim vajadzīgs KM_nO_4 lielākā daudzumā. Tomēr liels KM_nO_4 patēriņš analizē nav arvien pazīme par ūdens sliktumu. Tā, p. p., lielākā daļa ūdens no purvainām vietām satur samērā daudz organisku vielu, bet ūdens nav tomēr veselībai skādīgs. Humusa vai huminvielas ir vēl nepietiekoši izpētīti savienojumi, kas stāv sakarā ar humusu (kas atrodas melnzemē), un kas atrodas

sevišķi purvainās, kūdrainās un brūnogles rajonu vietās. Ūdens, kas nāk no šādām vietām, un satur šādas vielas, ir dzeltēni brūnas nokrāsas, dažreiz ar sasmakuša purvaina ūdens smaku, ir bezgaršīgs vai garšo nepatīkami un ir ar skābu reakciju (pH ievērojami mazāks par 7). Pēc higiēnistu domām šīs vielas pašas par sevi vēl nav skādīgas veselībai, bet nesmuka izskata, sliktas smakas un garšas dēļ šādus ūdeņus var lietot tikai, ja izdodas šīs nepatīkamās īpašības novērst. Kā to vēlāk redzēsim (l. p. 430.), to sasniedz ar pārchlorēšanu un filtrēšanu uz aktīvām oglēm. Bet ir arī ūdeņi, kas satur huminvielas tomēr viņiem nav slikta smaka un garša. Ir vēl huminvielas saturoši ūdeņi, kas satur arī vārāmo sāli un tādam ūdenim tad ir līdz ar purvainu garšu vēl arī sāls garša.

4. Nešķīdinātās vai suspendētās vielas. Šīs vielas atrodas ūdenī cietā stāvoklī un kopā ar šķīdinātām vielām sastāda sausni. Viņu atrašanās ūdenī norāda jau pa daļai, kādu ceļu ūdens ir nogājis, un parasti, jo vairāk suspendēto vielu ir ūdenī, jo sliktāks viņš ir un ārēji jo nepatīkamāks. Suspendēto vielu daudzumu nosaka nokāršot līdz 50 l ūdens (atkarīgi no susp. v. daudzuma) un nosakot ar analizi sausni nokārstā un nenokārstā ūdenī. Vai arī tieši nokārstās vielas izžāvējot pie 110°C temperātūras, un pēc atdzišanas nosverot. Pēc Kolkwitz'a nokāršanu var izdarīt pielietojot no zīda gāzes izgatavotu piltuves veidīgu maisiņu ar acu lielumu 0,05 mm un aizgriezni apakšā, — vai uz vara sietiņa ar acu lielumu 0,07 mm. Uz sieta vai tīkliņa (maisiņa) aizturētās vielas saliek graduētā stobriņā un pēc nogulšanās var tieši nolasīt vielu daudzumu. Pēc Kolkwitz'a dzeramais ūdens nedrīkst saturēt vairāk par 1 cm^3 suspendētu vielu 1 m^3 ūdens. Bet ezera ūdeņos ir vairāk par 2 cm^3, un upes ūdeņos pat līdz 80 cm^3. Tāds ūdens ir jāiztīra no suspendētām vielām.

Suspendēto vielu daudzums vien tomēr vēl nav vienīgi noteicošais faktors par ūdens labumu. Vēl no lielāka svara ir pazīt suspendēto vielu veidu un raksturu. Minerāliskās vielas parasti veselībai nav kaitīgas, bet ja viņas ūdenī ir lielā, redzamā daudzumā, vai ūdenim piejaukušās smalkas vielas, māla daļiņas, vai dzelzs hidroksīds, sērdzelzs un t. l., kas padara ūdeni duļķainu, tad tāds ūdens tiešai lietošanai ir pretīgs. Ūdenim mierīgi nostājoties no viņa izkrīt nogulšņi, un arī technis-

kiem mērķiem (katlu baļošanai, mazgāšanai un t. t.) tāds ūdens nav noderīgs. Kā redzams, visos gadījumos ūdens pirmā vietā jāiztīra no suspendētām vielām.

Jānosaka arī vai ūdenī suspendēto vielu starpā nav organiskas vielas un organismi vispār, un it sevišķi sīkorganismi. Organismu raksturs jau var norādīt uz dažām ūdens higiēniskām īpašībām. Ir organismi, kas dzīvo tikai tīrā ūdenī (oligosaprobi) un atkal citi, kas dzīvo vairāk vai mazāk netīrā ūdenī (polisaprobi). Tādēļ bioloģiska ūdens izmeklēšana ir no ļoti liela svara un ar viņu jau varam dabūt norādījumus vai ūdens netīrība ir pārejoša, vai pastāvīga.

Tāpat no svara ir konstatēt vai ūdenī neatrodas kafijas atliekas, audumu šķiedras un citas vielas, kas norāda uz to, kā ūdenī varēja ietikt vielas, kas ceļas no cilvēka dzīves apstākļiem, līdz ar to arī netīrumi un ar to saistītas sekas.

5. Cietība (Hardness). Zem ūdens cietības pieņemts saprast viņa kaļķa un magnēzijas saturu. Izšķir pārejošu (temporeru vai transitorisku) un paliekošu (permanentu) cietību. Pārejošā cietība, arī saukta ogļskābes vai karbonātu cietība, ceļas no kalcija un magnēzija bikarbonātiem un monokarbonātiem, kas ūdeni vārot atdalās no ūdens, pie kam šķīstoši bikarbonāti pārvēršas nešķīstošos karbonātos, un daļa ogļskābes izgaiso. Ķīmiskā reakcija ir:

$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O.$$
$$Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow MgCO_3 + CO_2 + H_2O.$$

Karbonāti vārāmos traukos (p. p., tvaiku katlos) nogulstas uz sienām, un izveidojas t. s. katla akmens, kas var sacelt nepatīkamus traucējumus un kurināmā materiāla lieku patēriņu.

Paliekošā cietība, arī saukta minerālskābju vai nekarbonātcietība atkarīga no kalija un magnēzijas chlōridiem, nitrātiem, sulfātiem, fosfātiem un silikātiem. Zem minerālskābēm saprot tādas skābes, kas nesatur ogļekli (C).

Kopējā cietība pastāv no pārejošās un paliekošās cietības, un zināmā ūdenī norāda uz zemes alkaliju ionu saturu ūdenī.

Cietību apzīmē vai ar vācu, vai franču, vai angļu gradiem.

1 vācu cietības grads = 10 mg CaO — 1 l ūdens.

1 franču „ „ = 10 mg $CaCO_3$ — 1 l ūdens.
(1 d. $CaCO_3$ = 0,56 d. CaO).

1 angļu „ „ = 10 mg . $CaCO_3$ — 0,7 l ūdens.
(vai 1 d. CaO — 125000 d. ūd.).

Tā tad attiecības ir šādas:

1	vācu grads	=	1,25	angļu grad.	=	1,79	franču grad.
0,8	„ „	=	1	„ „	=	1,43	„ „
0,56	„ „	=	0,70	„ „	=	1	„ „

Magnēzija daudzumu pārrēķina ekvivalentos CaO daudzumos, pareizinot MgO daudzumu ar 1,4 un dabūto skaitli pieskaitot CaO daudzumam, pēc attiecībām:

MgO : CaO = 40 : 56 = 1 : 1,4.

P. p., ūdenī atrasts ar analizi: CaO — 64 mg/l un MgO = = 12 mg/l, tad cietība ir:

$$\frac{64 + 12 \times 1{,}4}{10} = 8 \text{ vācu gradi.}$$

Higiēnisti (pēc Kluta) apzīmē ūdeni ar cietību mazāku par 4 vācu gradiem par ļoti mīkstu.

4— 8	vācu gradiem	par	mīkstu
8—12	„	„	„ vidēji cietu
12—18	„	„	„ puslīdz cietu
18—30	„	„	„ cietu
vairāk par 30	„	„	„ ļoti cietu.

Vārīšanai, mazgāšanai, tvaika katlu baļošanai un daudziem techniskiem mērķiem mīksts ūdens noder labāk kā ciets. Mazgāšanā ziepju patēriņš cietā ūdenī lielāks kā mīkstā, jo ar ziepju stearīnskābi vispirms izveidojas nešķīstoši kaļķa un magnēzija savienojumi, un tikai ziepju pārpalikums puto un veicina mazgāšanu. Cietā ūdenī arī grūti novārīt pākšu augus (zirņus un pupas) un neskatoties uz lielu kurināmā materiāla patēriņu šie augi paliek cieti un negaršīgi. Ciets ūdens, kā jau minēts, neder tvaika katla baļošanai, jo no viņa ceļas katla akmens un kurināmā patēriņš tad palielinās. Vispāri uzskata,

kā ūdens cietāks par 6 vācu gradiem (pēc citiem datiem 7—8 v. g.) tvaiku katlu baŗošanai nav ieteicams un nav saimnieciskš. Tomēr vai vajadzīgs šim mērķim ūdeni atmīkstināt, atkarājas no tvaika katlu būves un viņu izmantošanas. Viegli tīrāmi un maz izmantojami katli panes arī cietāku ūdeni un otrādi. Katla akmens biezums 2 mm jau ir skādīgs un nesaimniecisks un tas ir jānotīra. Tīrīšanas atvieglošanai pielieto dažādus līdzekļus, uzturēt kaļķi mīkstākā stāvoklī, p. p., laiž baŗošanas ūdeni caur linsēklām.

No higiēniskā viedokļa nav pilnīgi noskaidrots vai ciets ūdens veselībai skādīgs, vai nē. Ir vietas, kur lieto ūdeni pat pāri par 100 gradu cietības, bez kā būtu redzams kāds ļauns iespaids uz veselību. Valda uzskati, ka kaļķa cietība ir labāka par magnēzijas, un ūdens nav ieteicams, ja magnēzijas sāļi noteic cietību galvenā kārtā. (Senāk pat bija uzskats, ka magnēzija cietība nedrīkst pārsniegt $^1/_6$ no kaļķa cietības.) Pēc vācu ārsta Opitz'a novērojumiem pie skolniekiem un iesaucamiem kaŗa dienestā atrasts, ka apgabaliem ar cietu dzeŗamo ūdeni (līdz 60°) ir šādas priekšrocības: zobu slimības retākas kā pie skolniekiem, tā arī iesaucamiem; ķermeņa svars pie iesaucamiem lielāks, arī aprēķinot uz cm auguma lielumu; jaunpiedzimušie stiprāki.

Apgabalos, kas lieto mīkstu dzeŗamo ūdeni, novērots mazāk pārkaļķošanās atzīmju. Kā redzams, cieta vai mīksta ūdens priekšrocība, ja ir izvēle, atkarājas vairāk no saimnieciskām, nekā no higiēniskām prasībām.

Cietības noteikšanai pielieto dažādas metodes. Vienkārša un ļoti parocīga ir Boutron un Boudet metode, dibināta uz novērojuma, ka kratot ziepju šķīdumu destillētā ūdenī, rodas putas, kas ilgāku laiku neizzūd. Turpretim kratot ziepju šķīdumu ūdenī, kas satur kalcija un magnēzija sāļus, putas turēsies ilgāku laiku tikai pēc tam, kad šie sāļi saistīti no tauku skābēm, un šķīdumā ir ziepju pārākums. Ziepju šķīdumu pagatavo pēc zināmas receptes, un no vajadzīgā daudzuma, kas jāpielej, lai kratot 5 min. laikā putas vairs neizzustu, nosaka cietības gradus.

Vēl jāmin, ka nevien ūdeni vārot izkrīt karbonāti, bet zem apstākļiem ogļskābais kaļķis var izkrist arī pie parastās temperātūras, un tamdēļ no ūdens, kas satur lielu pārejošu cietību,

var rasties kaļķa inkrustācijas arī vadu caurulēs, bet tā parādība gan ir retāka.

Ūdens cietības cēloņi ir zemes slāņu sastāvs un īpašības, caur kuŗiem ūdens gājis. Caur slāņiem, kas satur kalciju un magnēziju, ūdens iegūst savu cietību. Tā tad cieti ir ūdeņi, kas nāk no dolomītiem, kaļķakmeņa, krīta, ģipša, kamēr parasti mīksti ir ūdeņi no granīta, bazalta, porfīra, kvarca, šīfera un t. l. Upes ūdens, atrodoties zem gaisa iespaida, zaudē pa lielai daļai pārejošo cietību, un ir tamdēļ mīkstāks par to avota vai gruntsūdeni, kas satek upē.

Kā tas turpmāk (l. p. 545.) būs redzams, cieta ūdens atmīkstināšana ir dārgs paņēmiens un tamdēļ to izdara parasti tikai dažiem rūpnieciskiem mērķiem un katlu baŗojamā ūdens sagatavošanai.

6. Ammōnjaks (NH_3) (Ammonia). Ammōnjaka savienojumi ūdenī sarodas no dažādiem redukcijas procesiem, kas pa daļai ir fizikāliski-ķīmiskas dabas, bet pa daļai bioķīmiskas dabas, kad pārvēršanās notiek zem mikroorganismu (sīkbūtņu) iedarbības. Pirmā gadījumā ūdeni parasti neuzskata kā veselību apdraudošu. Ammōnjaks ir ļoti bieži dziļu un tīru gruntsūdeņu sastāvā, un ceļas, kad nitrātu sāļi reducējas zem dzelzs sāļu iespaida. Novērots, kā ammōnjaks rodas, ja dzelzs paskābļa sāļi sastopas pat ar mazu daudzumu slāpekļskābes. Tāpat arī ammōnjaku satur ūdens, kas nāk no slāņiem ar humusa vielu saturu. Humusvielas ļoti kāri uzņem skābekli, un ja brīva skābekļa nav, tad to atvelk ūdenī šķīdinātiem nitrātiem un nitrītiem, reducējot tos par ammōnjaku. Vispārīgi ūdens, kas sūcies caur slāņiem, saturošiem slāpekli dažādos sāļos, saturēs arvien ammōnjaku. Tā tad arī ūdens caurtecējis caur slāņiem, kuŗos ietikuši cilvēku vai dzīvnieku netīrumi, vai no mēslu un atejas bedrēm, vai lopu kūtīm, vai kanālizācijas, vai citām netīrumu krātuvēm, — arī tāds ūdens saturēs ammōnjaku, bet te cēloņi būs citi. Organiskās vielas, kas satur slāpekli zem sīkbūtņu iespaida (pūšanas procesiem), sašķeļas un rodas ammōnjaks. Tāda ammōnjaka atrašanās norāda, ka zemē ietikušas organiskas vielas, un līdz ar tām varēja ietikt arī slimību dīgļi. Tāds ūdens, tad tiešai baudīšanai no higiēniskā viedokļa, nav derīgs.

Ķīmiska analize pazīst 2 ammōnjaka nosaukumus: brīvs ammōnjaks un albuminoidammōnjaks, abi ar apzīmējumu NH_3. Par albuminoidammōnjaku ķīmijā sauc to ammōnjaka daudzumu, kas rodas ūdenī organiskām vielām šķeļoties, kad ūdenim piejauc sārmainu kalija permanganāta šķīdumu (KM_nO_4).

Gruntsūdens nedrīkst saturēt vairāk par 0,15 mg/l alb. am., kamēr virszemes ūdeņos viņa nedrīstētu būt vairāk par 0,3 mg/l. Brīvs ammōnjaks ceļas no organiskā slāpekļa sakrišanas, un norāda kā ūdenī varēja ietikt netīri notekūdeņi, jo brīvais ammōnjaks ceļas no ūrīna vielu pārveidošanās. Dabiska ūdens sastāva un rakstura noteikšanā albuminoidammōnjaka analizi neizved, bet gan tā ir no svara pie notekūdens raksturošanas.

Ammōnjaks ūdenī ūdensvadiem ir nevēlama parādība, ja nevar pierādīt, ka viņš cēlies uz fizikāli-ķīmiska ceļa. Pēdējā gadījumā arī daudzums parasti nav liels, un ievērojamāks daudzums ir noteikta pazīme, ka slāņos, no kuŗiem nāk ūdens, ietikuši cilvēku vai lopu netīrumi. Ja ir aizdomas, tad jāizpēta cēloņi un jāmēģina viņus novērst. Ar to stāv sakarā jautājums par aizsargjoslām ūdens avotiem (l. p. 286.).

7. Nitrīti (Nitrites) ir slāpekļskābes sāļi (HNO_2 vai autidrits N_2O_3). Nitrīti sarodas ūdenī, ammōnjakam apskābļojoties, vai nitrātiem (slāpekļskābes sāļiem) reducējoties (atvelkot O). Šis process notiek vai ar mikroorganismu (sīkbūtņu) darbību, vai uz ķīmiska ceļa. Ir mikroorganismi, kas pārvērš organiskas vielas ammōnjakā un nitrītos, un ir atkal citi mikroorganismi, kas reducē nitrātus par nitrītiem (p. p., vēdera baktērijas: Bacterium coli commune, tīfus baciļļi, cholera fibrio). Uz ķīmiska ceļa nitrīti ceļas purvu zemē no nitrātu redukcijas. Nitrīti dažreiz sastopami arī dziļos gruntsūdeņos, kad zem ūdens blīvā slāņa gruntsūdens noslēgts no skābekļa pietikšanas. Nitrātiem atvelkot skābekli viņi apskābļošanas procesos reducējas par nitrītiem.

Vispāri nitrītu atrašana ūdenī var izsaukt šaubas, vai nevarēja ietikt organiski netīrumi. Tamdēļ katrreiz jāpēta pakaļ, no kā nitrīti cēlušies. Ja būtu pierādīts, ka cilvēku un lopu netīrie atkritumi nevarēja būt par cēloni nitrītiem, tad tāds ūdens vēl nebūtu aiz šī iemesla brāķējams. Kopā ar nit-

rātiem, tā arī nitrītiem, liels organisko vielu un chlōridu saturs jau norāda, kā tādas vielas saturošs ūdens no veselības viedokļa ir apšaubāms.

8. N i t r ā t i (Nitrates) ir slāpekļskābes HNO_3 (vai anhidrits N_2O_5) sāļi. Slāpekļskābe ir organisko slāpekli saturošo vielu apskābļošanas vai oksidācijas gala produkts, pēc organisko vielu pārveidošanas minerāliskās vielās. Procesu apzīmē par m i n e r ā l i z ā c i j u. Nitrāti var atrasties arī tīrā artēziskā ūdenī, kur viņi cēlušies ģeoloģiskā ceļā, gruntsūdenim sūcoties cauri zemes slāņiem, kas satur nitrātus. Tāds ūdens saturēs nedaudz nitrātus. Bet ja viņi atrodas lielākā daudzumā, pēc «K l ū t'a» vairāk par 30 mg/l, tad tas ir pazīme, kā ūdenī iekļuvuši netīrumu produkti no organiskām vielām, it īpaši vēl, ja arī chlōridu, sulfātu un kalija sāļu ir lielāks daudzums.

Slāpekļskābe tādos daudzumos, kā viņa parasti atrodas ūdenī, nav tieši veselībai skādīga, bet tomēr lielos daudzumos (vairāk par 100 mg/l) var no viņas celties caureja. Nereti slāpekļskābei ir vēl īpašība, šķīdināt svinu un tā saindēt ūdeni. Arī tvaika katlus skābe var bojāt.

Ja ūdens satur nitrātus, nitrītus un vēl ammōnjaku lielākā daudzumā, tad tas ir stipri netīrs un uzturam nav lietojams.

9. D z e l z s (Iron. Fe) ir visizplatītākais gruntsūdens piemaisījums, tā sakot gruntsūdens normāla sastāvdaļa. Dzelzs daudzums dažādos ūdeņos ir ļoti dažāds, un var pat būt dažāds tuvu stāvošās akās. Daudzums var būt svārstīgs, pat vienā un tai pašā akā, kas atkarājas no vairāk vai mazāk sarežģītiem procesiem zemes slāņos. Labā dzeramā ūdenī daudzums var būt 0,1 līdz 0,2 mg/l, bet arī atsevišķās akās līdz 0,7 mg/l ir pieciešams. Bet ir gadījumi, kad dzelzs daudzums sasniedz pat 70 mg/l, un tāds ūdens jau ir minerālūdens un lietojams dziednieciskiem mērķiem. Dzeramais ūdens, kā jau minēts nedrīkst saturēt vairāk par 0,2 mg/l. Ūdens, kas satur dzelzs vairāk par 0,2 mg/l, nākot sakarā ar gaisu, kļūst duļķains, jo dzelzs ar gaisa skābekli apskābļojas un pārvēršas par nešķīstošu savienojumu. Gruntsūdenī dzelzs atrodas parasti šķīstoša dzelzspaskābļa sāls, ferrobikarbonāta [$Fe(HCO_3)_2$] veidā, bet dažreiz dzelzs saistīta ar sērskābi, un

purvainu vietu ūdeņos ar huminskābēm. Šķīstošais dzelzs karbonāts, uzņemot gaisa skābekli, pārvēršās par nešķīstošu dzelzs skābļa sāli, ferrihidroksīdu [$Fe(OH)_3$]. Pārvēršanos raksturo ķīmiska formula:

$$2\,Fe(HCO_3)_2 + O + H_2O = 2\,Fe(HO)_3 + 4\,CO_2.$$

Pārvēršanās iet ātrāk vai lēnāk, atkarīgi no dzelzs daudzuma un no ūdens ķīmiskā sastāva. Sakarā ar to, tad arī jāizvēlas atdzelzošanas ietaises iekārta.

Ūdens ar zināmu dzelzs saturu tieši vēl nav uzskatāms par veselībai kaitīgu, un netraucē ūdens lietošanu, ja tikai dzelzs atrodas šķīdinātā veidā. Ļaunums ceļas tad, kad nākot zem gaisa iespaida ūdenī attīstās dzelzskābļa pārslas un ūdens paliek duļķains, garšo pēc tintes un neizskatās apetītīgs. Mazgājot veļu tādā ūdenī, viņa dabū brūnganus plankumus. Arī dažām rūpniecības ietaisēm, kā, p. p., krāsotavām, ģērētavām, balinātavām, līmes, stērķeļa un papīra farbikām, tāds ūdens nav lietojams. Ūdensvados ar laiku uzkrājas dzelzs duļķes un viņi pieaug ar tām, pie kam dzelzs duļķēs attīstās lielā daudzumā dzelzs baktērijas: Crenothrix, Cladothrix, Leptothrix un citas. Tādā ceļā vadi var aizaugt tik stipri, ka viņu dzīvgriezums paliek visai mazs un var pat pilnīgi aizaugt, ja vadu skalošanu neizved sistēmatiski. Tas ir arī viens no iemesliem, kādēļ ūdens, kas satur vairāk par 0,2 mg/l dzelzs, ir jāatdzelžo.

10. Mangans (Manganese, Mn.) atrodas ūdenī gandrīz arvien ar dzelzi kopā un viņam ir arī līdzīgas īpašības kā dzelzij. Ļoti reti gadās, ka ūdens satur manganu bez dzelzs. Veselībai skādīgas īpašības manganam nav novērotas, tomēr piegarša ūdenim jau var būt pie 0,5 mg/l mangana satura. Turpretim mangans jau mazā daudzumā var būt ļauns dažādiem techniskiem mērķiem. Ja viņa daudzums pārsniedz 0,1 mg/l, tad veļu mazgājot tādā ūdenī uz viņas paliek tumši plankumi, kas ir jo spilgtāki, jo lielāks ir mangana saturs. Ūdens vada caurulēs mangans, nākdams ar gaisu sakarā, pārvēršas par mangana hidropārskābļiem, kas nogulstas caurulēs kā tumši brūnas dūņas un var sakarā ar dažu baktēriju iedarbību aizsprostot, sevišķi mazākos vados, viņu dzīvgriezumu. Mangans atrodas ūdenī galvenā kārtā 2 savienojumos, kā manganbikarbonāts [$Mn(HCO_3)_2$] un kā mangansulfāts ($MnSO_4$). Zemē

atrodošies manganskābļi un manganpārskābļi (brūnakmens, pirits) zem sērūdeņraža, vai brīvas sērskābes, vai sērskāba dzelzspaskābļa iedarbības pārvēršas mangansulfidos un zem gaisa iespaida mangansulfātos. Bikarbonātus var tikpat viegli kā dzelzi atdalīt no ūdens ar aeraciju, kamēr sulfātus, kā to turpmāk redzēsim, var atšķirot tik ar ķīmiskiem līdzekļiem, p. p., ar permutitfiltru.

11. Chlōridi (Chlorides) vai chlōra (Cl) savienojumi atrodas katrā dabiskā ūdenī. Viņus gruntsūdens iegūst sūcoties caur zemes slāņiem, kas satur chlōridus: vārāmo sāli (NaCl), vai kalcija chlōridus ($CaCl_2$), vai chlōrmagnēziju ($MgCl_2$). Tāds ģeogoģiskā ceļā cēlies chlōra saturs ūdenī nav veselībai skādīgs. Parasti viņš ir zem 30 mg/l Cl, bet arī ar lielāku daudzumu ūdens varētu vēl lietot dzeršanai, kamēr viņa garša nav ļoti sālīga (tas būtu līdz 350 mg/l Cl). Daži minerālūdeņi satur daudz chlōra, p. p., Valmieras minerālūdens līdz 4 g/l, Daugavpils arteziskās akas (550 m dziļas) līdz 80 g/l (t. i. 8%). Tādi ūdeņi lietojami jau medicīniskiem mērķiem. Daugavpilī pacelts pat jautājums par vārāmās sāls iegūšanu.

Chlōridi var ietikt ūdenī tomēr vēl uz cita, jau ļaunāka ceļa un proti, līdz ar notekūdeņiem, kas satur sāli lietojošu cilvēku vai dzīvnieku šķidros izkārnījumus. Tādi varēja zemē un gruntsūdenī ietikt no neblīvām atejas bedrēm, lopu kūtīm, mēslu krātuvēm un t. t. Tāds ūdens no higiēniskā viedokļa nav labs, un tamdēļ, ja chlōra saturs ūdenī ir lielāks kā normālais zināmam rajonam (p. p., vairāk par 30 mg/l), tad jāizpēta, kādi cēloņi ir lielam chlōra saturam.

Brīvs chlōrs (Cl, chlorine) ūdenī var rasties ūdeni sterilizējot ar chlōru (l. p. 430.) un pārchlōrējot. Brīvs chlōrs nelielā daudzumā gan no higiēniskā viedokļa ļaunumu nedara, lai gan viņš ūdenim dod nepatīkamu garšu un smaku, bet ļaunums tas, ka liels brīvā chlōra daudzums šķīdina metallus: vadus, pumpjus, tvaika katlus.

12. Sērūdeņradis (hydrogene sulphide, H_2S). Sērūdeņradis sagādā ūdenim nepatīkamu smaku (pēc bojātām olām) un tāds ūdens nav lietojams baudīšanai. Sērūdeņradis varēja ūdenī ietikt no pūšanas procesiem, kas būtu aizrādījums uz netīrumu avotiem. Bet tādi gadījumi ir reti. Biežāk sastop no dziļām arteziskām akām ūdeni ar sērūdeņraža smaku, se-

viśķi ja ūdens satur arī daudz dzelzs. Tāds ūdens veselībai nav skādīgs, un viņā arī sērūdeņradis ilgi nepastāv, bet, nākot brīvā gaisā, drīz izzūd.

13. Ogļskābe (Carbon Dioxide, CO_2). Virszemes ūdeņos ogļskābes saturs ir mazs, bet gruntsūdeņos viņas saturs var būt ievērojami liels. Parasti dabiskos ūdeņos ogļskābe sastopama vai saistītā, vai pussaistītā, vai brīvā veidā.

Saistītā ogļskābe sastopama galvenā kārtā neutrālos kalcija un magnēzija karbonātos ($CaCO_3$ un $MgCO_3$). Šie karbonāti grūti šķīst un no viņiem nevar nodalīt ogļskābi ar vārīšanu.

Pussaistītā ogļskābe atrodas, p. p., kalcija un magnēzija bikarbonātos [$Ca(HCO_3)_2$ un $Mg(HCO_3)_2$]. Šādus bikarbonātus apzīmē par skābiem. Viņi šķīst ūdenī, bet vārot ūdeni bikarbonāti pārvēršas par karbonātiem, atbrīvojot daļu ogļskābes. Ūdenim duļķojoties rodas karbonāti, pēc sekojošas ķīmiskas formulas:

$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + CO_2 + H_2O \text{ un}$$

$$Mg(HCO_3)_2 = MgCO_3 + CO_2 + H_2O.$$

Brīvā ogļskābe atrodas ūdenī šķīdumā, vai gāzes vai hidrāta (H_2CO_3) veidā. Brīvā ogļskābe šķīdina dažādus metallus: kalciju, mangnēziju, dzelzi, manganu un citus. Kalcija karbonātu ogļskābe šķīdina, pārvēršot viņu par bikarbonātu. Bet nu vēl zināms daudzums brīvās ogļskābes ir vajadzīgs, lai bikarbonāti paliktu šķīstošā veidā. Šo brīvās ogļskābes daļu nosauc par «nodarbināto brīvo ogļskābi» un pārpalikušo par «agresīvo vai uzmācīgo ogļskābi. Pēc Tillman's to var izteikt ar formulu:

$$CaCO_3 + H_2O + nCO_2 = Ca(HCO_3)_2 + (n-1) \cdot CO_2.$$

1 CO_2 ir nodarbinātā un pārpalikusē (n—1) CO_2 ir agresīvā ogļskābe.

Agresīvā ogļskābe ir tā, kas šķīdina dzelzi un citus metallus, kā arī kaļķi. Bet zem apstākļiem arī nodarbinātā ogļskābe var šķīdināt dzelzi ūdeņos, kuŗos agresīvās ogļskābes nemaz nav. Cik lielā mērā ogļskābe dzelzi šķīdina, atkarājas pēc Tillmans'a no ūdeņraža ionu koncentrācijas ūdenī un dzelzsvirsmas lieluma. Jo lielāka ir ionu koncentrācija, jo stiprāk notiek dzelzssķīdināšana, kas var praktiski jau uzrādīt manāmu dzelzs bojājumu rezervuāros, vados un t. t.

Agresīvā ogļskābe šķīdina kaļķi un cementu rezervuāros un akās. Sacietējušā cementa javā ir ogļskābais kaļķis (kalcija karbonāts) tas ko agresīvā ogļskābe ūdenī var šķīdināt un pārvērst bikarbonātā, līdz ar to palielinot ūdens cietību. Bet nu vajadzīgs vēl lieks daudzums agresīvās ogļskābes, kas uzturētu šo bikarbonātu šķīdumā. Ja tādas vairs nav, tad bikarbonāti nevar palikt šķīstošā veidā un viņi sacietē, sevišķi zem brīva skābekļa iespaida, par ogļskābo kaļķi, kas pārklāj rezervuāru (un tas pats arī vadu) sienas ar nešķīstošu aizsargpārklāju, un tad izsargā no turpmākas bojāšanās. Tāda savā ziņā labvēlīga parādība tomēr sagaidāma vairāk pie cietiem ūdeņiem. Mīkstos ūdeņos, kā novērots, vajadzīgs tikai neliels daudzums brīvās ogļskābes bikarbonāta uzturēšanai šķīdumā, jo te karbonātu trūkuma dēļ ogļskābes saistība un nodarbinātība ir neliela, un visa brīvā ogļskābe var darīt savu postošo darbu, bojājot mūri un dzelzi.

Minētais aizsargpārklājs pēc K l u t a novērots jau pie 4 gr. karbonātcietības un pie 3 mg/l brīvas ogļskābes. Ja nav ūdenī brīvā skābekļa, tad aizsargpārklājs neattīstās, jo viņa cēlonis ir apskābļošanas iespaids. Tomēr var aizsargpārklājs arī rasties caur organisku vielu pārveidošanas procesiem, p. p., purva ūdenī, vai no dažu dzelzs savienojumu pārveidošanās. Brīvai ogļskābei šķīdinot dzelzi, rodas dzelzs bikarbonāts. Zem skābekļa iespaida viņš pārvēršas par dzelzs hidroksīdu, kas nav šķīstošs un dzelzs okra veidā apklāj vadu sienas.

Tomēr jānorāda, ka tāds aizsargpārklājs, kas attīstījies no bikarbonātu pārvēršanas, nav pilnīgi drošs. Lielāks ogļskābes daudzums un arī liels spiediens vadā var bojāt aizsargsegu, un betona vai metalla saēšana var tad turpināties.

Dzelzs rūsa vados uzkrājas dūņu veidā, sevišķi mierīgās vietās, p. p., vadu virsgalos, vai rezervuāru dibenā, bet var arī pieķerties pie vadu sienām, un tā būt par cēloni vadu dzīvgriezuma sašaurināšanai vai aizsprotošanai. Pēc Gärtner'a no 1 d. dzelzs attīstās 10 kārtīgs dzelzs rūsu dūņu daudzums.

V a r u aiztiek ogļskābs ūdens tikai tad, ja viņā ir arī šķīdināts skābeklis. Ja pēdējā nav, ogļskābe ir bez iespaida. C i n k s pielīdzināms dzelzij. A l v u neaiztiek ogļskābi un skābekli saturošs ūdens. S v i n u turpretim šķīdina ūdens, kas satur gaisu un brīvu ogļskābi. Ja ūdenī nav gaisa (resp. s k ā b e k ļ a) un brīvas ogļskābes, tad svins netiek šķīdināts.

Jo mazāka ir cietība un jo mazāk ir ūdenī karbonātu, jo lielākā mērā gaisu un brīvu ogļskābi saturošs ūdens šķīdina svinu. Ar gaisu piesātināts pat destillēts ūdens, vai lietus ūdens šķīdina sviņu ļoti stipri. Ja vadu sienas ir pārklātas ar augšā minēto aizsargsegu, tad pie ūdeņiem cietākiem par 7 gr. pārejošas cietības, pret svina vadiem nevarētu celt iebildumus pat pie lielas brīvās ogļskābes satura. Turpretim pie mīkstiem ūdeņiem, ar mazu karbonātu saturu, svina caurules nav lietojamas.

14. Šķīdināts skābeklis (Dissolved Oxygen, O_2). Šķīdināts skābeklis atrodams visos ūdeņos, kas atrodas zem gaisa iespaida. Tīrs gruntsūdens nesatur šķīdinātu skābekli, ja viņā nav ietikušas organiskas vielas, bet krājakās vai krājrezervuāros gruntsūdens uzņem šķīdinātu skābekli. Tāpat arī visos virszemes ūdeņos, pietiekoši tīros, atrodams skābeklis. Ja kādā virszemes ūdenī nav šķīdināta skābekļa, tad tas ir pazīme, ka ūdenī ietikušas daudz organiskas vielas, kas skābekli patērē savai apskābļošanai vai minerālizācijai. Skābekļa šķīšanas spēja ūdenī atkarīga no ūdens temperātūras. Pēc Winkler'a 1 litrs ūdens šķīdina, pie atmosfēras spiediena 760 mm, pie

0°C—	10,19 cm^3	= 14,57 mg.
10°C—	7,87 „	= 11,25 „
15°C—	7,04 „	= 10,07 „
20°C—	6,36 „	= 9,17 „
25°C—	5,78 „	= 8,3 „

Bet tāds brīva skābekļa saturs var būt atrodams tikai pilnīgi tīrā ūdenī. Ja ūdenī ir organiskas vielas, skābekļa daudzums samazinās ar apskābļošanās procesiem. Tā, p. p., no karbohidrātiem ar skābekļa palīdzību un ar mikroorganismu iedarbību attīstās ogļskābe, tā palielinot ogļskābes saturu, samazinoties skābekļa saturam. Tā tad redzams, ka liels ogļskābes saturs ūdenī norāda uz bioloģiskiem procesiem ūdenī, kamēr liels skābekļa saturs var būt norādītājs uz ūdens tīrību. Parasti tas tā ir, bet ir arī jāuzrāda daži papildinājumi. Ogļskābe varēja atklātā ūdenstvertnē ietikt no apakšzemes avotiem, no gruntsūdens ar zināmu ogļskābes saturu. No otras puses, zem mikroorganismu darbības varēja rasties apstākļi lielai alģu (glīvu) attīstībai, kas patērē ogļskābi, bet atdod

skābekli, tā tad pavairo skābekļa saturu ūdenī līdz piesātināšanai. Tāda algu attīstība iespaido ūdens smaku un garšu. Tomēr visas tās ir problēmas, kas vairāk krīt svarā pie atklātu ūdenstvertņu ūdens izpētīšanas, lai noskaidrotu, cik lielā mērā ūdens padarīts netīrs no netīra notekūdens ielaišanas.

Higiēniskā ziņā skābekļa daudzums tieši nav no svara, bet viņš tomēr var norādīt uz ūdens raksturu un īpašību cēloņiem. Techniskā ziņā skābeklim, kā jau redzējam, pierakstāma ievērojama loma dzelzs un citu materiālu šķīdināšanā. Jo lielāka ir dzelzs šķīšanas spēja, atkarīgi no ūdens cietības un ūdeņraža ionu koncentrācijas (34. l. p.), jo vairāk iedarbojas skābeklis. Izceļas rūsas sakopojumi vados, vadu dzīvgriezuma sašaurināšanās, ūdens mērītāju bojāšana, plankumi veļā un t. t. Arī svina šķīdināšanā, sevišķi skābos ūdeņos un tādos ar mazu karbonātcietību, piekrīt skābeklim liela loma. Cietākos ūdeņos, kā jau minēts, skābeklis var ierosināt ogļskābā kaļķa izkrišanu, kas nogulstas uz vada sienām ierūsējušā vietā un cieši pieķeras blīvu kristallu veidā, tā sagādājot zināmu aizsargpārklāju, kas izsargā no tālākas dzelzs un svina šķīdināšanas.

C. Baktērioloģiskais un bioloģiskais ūdens sastāvs.

Ar ķīmiskās analizes palīdzību vien vēl nevar novērtēt ūdens labumu. No higiēniskā viedokļa ūdens labumu var noteikt vislabāk ar bioloģisku un baktērioloģisku analizi, nosakot, ka ūdens nedrīkst saturēt slimību ierosinājošus dīgļus.

Bioloģisku ūdens flōras un faunas izmeklēšanu izdara ar to nolūku, iepazīties kādi organismi atrodas ūdenī, un noskaidrot tos apstākļus zem kādiem dažādi organismi var attīstīties. Ir organismi, kā stādu, kā dzīvnieku valstī, kas dzīvo un vairojas tikai tīrā ūdenī — oligosaprobi; ir atkal citi, kas dzīvo un vairojas vidēji tīrā ūdenī — mezosaprobi, un tādi, kas var attīstīties netīrā ūdenī — polisaprobi. Tā tad izmeklējot, kādi organismi dotā ūdenī atrodas, var jau dabūt zināmu slēdzienu par ūdens raksturu. Organismi ūdenī sastāda planktōnu un izmeklēšanai viņus saņem planktōna tīklā, smalkā tīklā, kopā ar visām suspendētām vielām, izņemot baktērijām. Zem palielināmā stikla (lūpas) izpēta lielāko organismu, bet ar mikroskopu ma-

zāko organismu (mikroorganismu) šķirnes. Organismu dzīves noteikumu izpētīšana un šķirņu noteikšana ir biologu uzdevums, kuŗu darbs šai laukā sevišķi no svara, ja vajadzīgs izpētīt ūdens iespaidošanu no netīriem notekūdeņiem.

Organismus attiecīgi uz viņu lielumu amerikāņi iedala 3 klasēs: makroskopiskus, kuŗus redz ar neapbruņotu aci, mikroskopiskus, kuŗus var pētīt ar mikroskopa palīdzību un baktērijas, vismazākos organismus, kuŗu pētīšanai arī ar mikroskopu rodas grūtības un tamdēļ izpalīdzās pētot viņu iespaidu uz apkārtni, p. p., iespaidojot zināmas krāsu vielas, vai attīstot gāzes pie zināmiem barības paņēmieniem un t. t. Baktēriju lielums vidēji ir ap 2μ[1]) gaŗumā un $0{,}5\mu$ resnumā. Vislielākā baktērija ir B. butschlii, kas ir ap 60μ gaŗa un 5μ resna.

Baktērijas ir vismazākās vienšūniņu sēnītes. Attiecīgi uz viņu iespaidu uz cilvēka organismu baktērijas var iedalīt 2 šķirās: patogenas vai slimību cēlējas un nepatogenas, kas cilvēka organismam ļaunu nedara. Pēdējo ir lielāks daudzums un viņas p. p., atrazdamās zemē izdara svarīgu darbu, minerālizējot organiskas vielas un padarot viņas vieglāk uzņemamas stādiem. Viņu darba lauks ir zemes virsējā kārtā, un lielā dziļumā viņas nenonāk, kā tas p. p., ar ķīmiski šķīdinātām vielām, jo lielākā dziļumā dzīves noteikumi viņām būtu nelabvēlīgi.



a. Koleras vibrioni. b. Tīfus baciļi. c. Koli baciļi.

1. zīm. Patogenas baktērijas.

Ūdens pētīšanas laukā ir pirmā vietā no svara patogēnās ūdens baktērijas: tīfus, paratīfus, asinssērgas un kolieras. (Zīm. 1.) Šīs baktērijas vislabāk sevi jūtās un attīstās cilvēku un dzīvnieku iekšās. Viņu skaits tomēr ir mazs samērā ar

[1]) $\mu = 1$ mikrons $= \frac{1}{1000}$ mm.

$\mu\mu = 1$ milimikrons $= \frac{1}{1000}\mu = \frac{1}{1000000}$ mm.

citām baktērijām, un viņas tieši uzmeklēt vai atrast ar baktēriologisku analizi būtu diezgan grūti; noņemtajā paraugā var arī neatrasties patogēnas baktērijas un tomēr tā vēl nav garantija, ka viņu ūdenī nav. To ievērojot mēdz pieturēties pie tāda uzskata, ka ūdenī, kuŗā atrodamas d a u d z baktērijas, var atrasties arī tādas, kas cilvēkam skādīgas. Tāds uzskats nav pilnīgi pareizs, jo var ūdenī būt daudz baktēriju, bez kā viņas būtu no kāda ļaunuma, un otrādi, kādā akā, kuŗā citādi tīrs ūdens bez daudzām baktērijām, varēja ietikt tomēr patogenas baktērijas. Tamdēļ pareizāk ir pētīt jautājumu vai dotā ūdenī vispār varēja ietikt patogēnas baktērijas ienestas no cilvēku kopdzīves apstākļiem. Tas jautājums arī ir ļoti sarežģīts, un tamdēļ vēl arvien pirmā kārtā ar analizi nosaka b a k t ē r i j u s k a i t u. Bet arī te jāierobežojas, jo nav parocīgas metodes, kā pilnīgi visas baktērijas atrast. Norobežojas ar to, ka nosaka to b a k t ē r i j u s k a i t u, kas ar zināmu paņēmienu, pie zināmas barības, noteiktas temperātūras un noteiktā laikā ir attīstījušās kolōnijās, kuŗas ar palielināmo stiklu var saredzēt un saskatīt. Metodes noteikšana ir no svara, lai dabūtu salīdzināmus rezultātus. Metodi noteic veselības iestādes. Higiēnisti un ūdens apgādes vadītāji ir vienojušies pieņemt, ka ūdens ar 100 baktēriju kolōniju 1 cm^3 ir uzskatāms vēl kā pietiekoši tīrs. Ir arī tādi apzīmējumi:

ārkārtīgi tīrs ūdens, kuŗā ir		0—	10	bakt./cm^3
ļoti tīrs	„ „ „	10—	100	„
tīrs	„ „ „	100—	1.000	„
vidēji tīrs	„ „ „	1.000—	10.000	„
netīrs	„ „ „	10.000—	100.000	„
ļoti netīrs ūdens, kuŗā ir vairāk par			100.000	„

Ja ūdeni filtrē, tad parasti uzstāda prasību, lai ūdenī, kas iztek no filtra, nebūtu vairāk par minētiem 100 bakt./cm^3. Skaitlis (Koch'a skaitlis) ir pieņemts uz dažādu apcerējumu pamata, un viņš praksē ir devis labu pieturas punktu.

Pie baktēriju noteikšanas ar analizi jāievēro tas, lai nebūtu iespēja svešām baktērijām nekādā ceļā ietikt ņemtajā paraugā. Arī pašai p a r a u g a ņ e m š a n a i jāpiegriež ļoti liela uzmanība, jo citādi var nākt pie maldīga rezultāta. Paraugs jāņem sterilā traukā un nedrīkst ar pirkstiem pieskārties

pie ieteces cauruma un arī pie paša ieņemamā ūdens, lai neietiktu netīrumi līdz ar svešām, agrāk ūdenī neatrodošamies baktērijām.

Jāuzmanās arī, lai paraugā neietiktu putekļi no gaisa, pie kuŗiem varētu būt pieķērušās baktērijas. Ļoti vienkārši un parocīgi var sagatavot parauga ieņemšanai vāramo stobriņu, ielejot viņā līdz puspildījumam ūdeni, vārot līdz ūdens pilnīgai izgarošanai, tad aizkausējot vaļējo galu cieti un izvelkot to smailē. Tādā ceļā stobriņā būs sterila no gaisa retināta telpa. Paraugu ņemot stobriņa smailo galu ielaiž ūdenī un zem ūdens nolauž smaili ar stangām; stobriņš piepildīsies ar ņemamo paraugu un viņu aizbāž ar sterilu vates aizbāzni. Ar noņemto paraugu nu jāizdara baktēriju skaita noteikšana pēc iespējas drīzā laikā un bezputekļainā telpā, lai neieviestos kāda kļūda. Stājoties pie analizes izvešanas, paraugu ieņem iedalītā biretē, kas iepriekš padarīta sterila ar sakarsēšanu termostātā pie 130—150°C, un kas tā iedalīta, ka no viņas var izliet noteiktu ūdens daudzumu pēc vajadzības, līdz 0,1 cm^3 daudzumam. Baktēriju audzēšanai (kultūrai) vajadzīgs ņemt no tīrāka ūdens parasti 1 cm^3, bet no netīrāka mazāk, atšķaidot ar zināmu noteiktu daudzumu tīra sterila (destilēta) ūdens. Izmeklējamo ūdens porciju (1 cm^3) izlej uz iepriekš pataisītu sterilu lēzenu bļodiņu (Petri bļodiņu), un tūliņ pielej klāt no stobriņa 10 cm^3 šķidra barības želatīna, šķīdināta pie 30—40°, un sagatavota pēc sevišķa priekšā rakstīta recepta no gaļas ekstrakta un peptona. Bļodiņai uzliek attiecīgu vāku un, kamēr želatīns nav sacietējis, labi sajauc ūdeni ar želatīnu, bļodiņu viegli kustinot. Pēc tam bļodiņas jānoliek horizontāli un jātur aizsargātas no gaismas un putekļiem pie 20—22°C, vislabāk inkubātorā. Sagatavo vairāk bļodiņas pēc iespējas ar dažādiem ūdens daudzumiem, lai tā dabūtu salīdzinošus rezultātus. Inkubātorā bļodiņas paliek 48 st., pie kam no katras baktērijas, ieķērušās želatīnā, un attīstības spējīgas, izaug k o l ō n i j a s. Tad bļodiņas izņem un saskaita kolōnijas, pieņemot ka no katras baktērijas ir izaugusi kolōnija. (Atsevišķas baktērijas, viņu mazo izmēru dēļ, nebūtu iespējams saskaitīt.) Skaitīšana prasa uzmanību un viņā jāievingrinās. Skaita pie labas redzes ar neapbruņotu aci vai ar palielināmo stiklu (lūpi), ņemot palīgā kvadrātos iedalītu stikla plātni. Ieteicams vēl baktēriju kolōnijas izpētīt zem mikroskopa, viņu bioloģiskā rakstura no-

skaidrošanai: krāsu, želatīna šķīdināšanu un smaku, kustības kolōnijā un t. t.

Baktēriju skaita noteikšanai piemīt viena nepilnība un proti tā, kā var izmeklēt tikai mazu ūdens daudzumu un tādā atrast patogēnas baktērijas var tikai caur nejaušību. Tā tad neatrodot ūdens paraugā tīfa, kolieras vai dizentērijas baktērijas, tomēr ar to vēl nav pierādīts, ka tādu ūdenī nav. Ūdens var būt inficēts vai no ieskalotiem upē netīrumiem pa lietus laiku, vai mazgājot veļu, vai tieši no slimniekiem (no kuģiem, plostiem). Tādu inficētu ūdeni dzerot, vai viņā mazgājoties, vai peldoties var pielipt slimība un tā izplatīties epidēmiski caur ūdeni. Arī citas slimības var caur ūdeni pielipt p. p., peldoties var dabūt trachomu, gonoreju un t. t. Kā jau minēts, neskatoties uz izmeklēšanas metodu mūslaiku uzlabojumiem, tomēr tieši un droši noteikt slimības dīgļu atrašanos ūdenī, praktiski nav iespējams. Ar to ir nodibinājies cits paņēmiens, un proti, netieši (indirekti) nākt pie slēdziena, par patogēno baktēriju iespējamību atrasties zināmā ūdenī. Viena no metodēm, indirektā ceļā nākt pie slēdzieniem, ir Bacterium coli communis (B. koli) noteikšana. B. koli atrodas cilvēku, zīdītāju un putnu iekšās. Ir izmēģinātas, ka indikatori arī citas iekšu baktērijās: B. Welchii (Amerikā), B. Enteridis Sporogenes (Anglijā) un c., bet tomēr tās metodes izrādījušās par mazāk ērtām, kā B. koli metode. B. koli ir īss, stabiņveidīgs organisms, kas nešķīdina želatīnu, bet šķīdina dažas cukura vielas (vīnogu un piena cukuru), rūgstot un attīstot skābes, gāzes un indolu. B. koli vairojas pie temperātūras arī pāri par 37°C un pat vēl pie 46°C var šķīdināt vīnogu cukuru attīstot skābes. Šī īpašība nepiemīt nevienai nevainīgai ūdens baktērijai, un viņu tamdēļ izlieto ar sekmēm B. koli atrašanai. Tad taisa šādu slēdzienu: ja B. koli ūdenī nav atrasta, tad var ar lielu drošību pieņemt, ka arī mazāk izturīgi slimību cēlēji nevarēja ūdenī ietikt. Ja B. koli avotu un aku ūdenī atrasts, tad var atzīt, ka tur ietikuši virszemes ūdeņi. B. koli analizei sastāda zināmu barības šķidrumu (Eijkmann'a metode) no koncentrēta Peptona šķīduma pēc zināmas receptes, ar kuŗu tad sajauc pētāmo ūdeni. [B. koli analizes metode praksē piemērotā veidā izstrādāta un publicēta no Olszevski un Köhler'a Dresdenas ūdens apgādes baktērioloģiskā laboratorijā.] Pie šīs metodes nav vajadzīgs ņemt pētīšanai tikai

1 cm^3, bet var ņemt daudzumu kāds būtu vēlams, pat līdz 100 cm^3, un tad arī nenosaka, cik baktēriju 1 cm^3, bet, cik cm^3 atrastas koli baktērijas. Apzīmējums te ir k o l i t i t r s un zem kolititra saprot to ūdens daudzumu — 100; 10; 1; 0,1; 0,01; 0,001 cm^3, kuŗā pēc 24 st. turēšanas pie 37° resp. 46°C atrasts vismazākais 1 koli dīglis. Atkarīgi no analizes rezultātiem prof. Whipple (Bostonā) iedala ūdeni šādās grupās:

veselīgs ūdens,	ja	tikai	100	cm^3	atrastas	B. koli.
pietiekoši labs	„	jau	10	„	„	„ „
apšaubāms	„	„	1	„	„	„ „
neveselīgs	„	„	0,1	„	„	„ „
pilnīgi neveselīgs	„	„	0,01	„	„	„ „

P ē c O h l m ü l l e r - S p i t t a ū d e n s, k u ŗ ā a t k ā r t o t i a t r a s t a s t i p i s k a s B. k o l i. 1 cm^3 ū d e n s, u z s k a t ā m s v i s m a z par a p š a u b ā m u t ī r ī b a s z i ņ ā.

Baktērioloģiskai un arī bioloģiskais (atklātu ūdenstvertņu) ūdens pētīšanai piešķiŗama liela vērība, jo pēc higiēnistu domām, tāds ūdens nav lietojams, kuŗā varēja ietikt slimību ierosinātāji. Pēdējie pa lielākai daļai ir saistīti ar cilvēku un viņa izkārnījumiem. Ja cilvēku izkārnījumi paliek guļot uz slikti caurlaidošas grunts, vai viņi ietiek gruntsūdenī, tad jau jābaidās no ļaunām sekām, jo nevar zināt, vai izkārnījumos neatrodas arī slimības ierosinātāji dīgļi. Dažos gadījumos arī no dzīvnieku izkārnījumiem cēlušies dīgļi var cilvēkam būt skādīgi, un var nonākt ūdenī un to saindēt. Daudzreiz arī lopu mēsli var būt sajaukti ar cilvēku izkārnījumiem. Kā redzams, ceļu ir daudz, kā tīfus, dizentērijas, kolieras un citi dīgļi var nonākt ūdenī, un to lietojot izcelt un izplatīt slimības. Tas ir jānovērš pēc iespējas, un cilvēks jāizsargā no slimībām.

D. Laba ūdens sastāva normas.

Apskatītās ūdens īpašības mēģināts sakopot zināmās prasību normās. Jāpārvar te ir lielas grūtības, jo ūdens īpašības ir dažādas dažādās vietās, un tamdēļ arī izskaidrojams, ka senāk uzstādītās prasības ir daudzkārt grozītas. Tagadējā zinātne mazāk dzenās pēc noteiktiem skaitļiem, bet dod norādījumus, kā varētu novērtēt labu dzeŗamo ūdeni, vai saimnieciskiem mērķiem noderīgu ūdeni. Tomēr nespeciālistam zinā-

mi skaitļi var noderēt kā pieturas punkts pie ūdens novērtēšanas un gadījumos, kad rodas grūtības novērtējumā, jāgriežas pie speciālista. Varētu uzstādīt sekojošas normālas prasības un augstākās skaitliskās normas:

1) Ūdenim jābūt dzidram, pēc iespējas bez krāsas, bez nepatīkamas un ūdenim nepiederošas garšas un smakas, patīkamas temperātūras (pēc iespējas 7—12°C).

2) Ūdens nedrīkst saturēt vielas, kas varētu būt kaitīgas veselībai, vai varētu būt par ļaunu viņa lietošanai māju vai rūpniecības vajadzībām, vai varētu bojāt ūdens vadus, rezervuārus un ūdens mērītājus.

3) Ūdenī nedrīkst atrasties patogēnie mikroorganismi.

4) Ķīmiskā sastāvā labu ūdeni raksturo vēl sekojoši skaitļi, kas pēc iespējas uzskatāmi kā galēji:

Sausne — ne vairāk par 300 mg/l (daži autori pielaiž gan 500—1.000 mg/l).

Dzelzs (Fe) — ne vairāk par 0,1—0,3 mg/l.

Mangana (Mn) — ne vairāk par 0,1—0,2 mg/l.

Sulfātu (īsteni sērskābi SO_3) — ne vairāk par 60—250 mg/l.

Chloridu (Cl) — ne vairāk par 30—250 mg/l.

Svina un vara — nemaz.

Nitrātu (N_2O_5) — ne vairāk par 5—30 mg/l.

Nitritu (N_2O_3) un ammōnjaku (NH_3) — nemaz.

Organisku vielu apskābļošanai nedrīkst uziet vairāk par 8—10 mg/l, kalija permanganāta (KM_nO_4).

Cietība — ne vairāk par 6—30 vācu gr.

Kā redzams, skaitļi ir diezgan nenoteikti, bet ja iespējams ūdeni iegūt ar īpašībām, kas atbilst zemākiem skaitļiem, tad tādam ūdenim jādod priekšroka.

Ir arī normas uzstādītas ar i o n u k o n c e n t r ā c i j a s lielumu. Tādas pēc G r ü n h u t'a ir:

Chlorionu (Cl') — 20—30 mg/l.

Sulfationu (SO_4'') — reti vairāk par 70 mg, bet ir arī 100—120 mg/l vēl sastopams.

Nitrationu (NO_3') līdz 35 mg/l.

Nitritionu (NO_2') — 0 vai tikai pazīmes.

Ammōniumionu (NH_4) — 0 vai tikai pazīmes un līdz 0,05 mg/l.

Sērūdeņraža (H_2S) — 0.
Hidrofosfationu (HPO_4'') — 0 vai pazīmes.
Brīvas ogļskābes (CO_2) — mīkstos ūdeņos 15—40 mg/l, cietos atrodama reti.

E. Ūdens īpašības rūpnieciskām vajadzībām.

Vēl jāpakavējas pie jautājuma, kādām ūdens īpašībām vajaga būt dažādām saimnieciskām un rūpnieciskām vajadzībām. Šinī jautājumā sekosim K l u t'a aizrādījumiem. Mīnētiem mērķiem noder vislabāk ūdens, kas ir pēc iespējas dzidrs, bez krāsas un smakas, alkaliskas reakcijas, nesatur daudz organisku vielu, slāpekļa savienojumu, sulfātu un chlōridu, praktiski brīvs no dzelzs un mangana, un ir mīksts.

K a t l u b a ļ o š a n a i, kā redzējām, cietš ūdens nav vēlams, jo attīstās nogulumi vai katlu akmens. Cik liels cietības grads pielaižams, atkarājas no katlu konstrukcijas (vai katli viegli notīrāmi no katlakmeņa, vai grūtāk), no katlu izmantošanas (vai pastāvīgi darbā un kādā mērā), kā arī no ūdens sastāva īpašībām (vai rodas blīvi vai irdenāki nogulšņi). Nogulumi samazina dažreiz lielā mērā katla sienu sildspēju un tā tad pavairo kurināmā patēriņu. Jau 1 mm biezi nogulumi var samazināt kurināmā izmantošanas koeficientu par 10 un vairāk %. Arī tāpēc nogulumi nav vēlami, kā var būt par iemeslu nevienmērīgai tvaika attīstībai, un pēc dažu pētnieku ieskatiem var būt pat par iemeslu katla eksplozijai.

M a z g ā t u v ē m vajadzīgs praktiski bezkrāsains, dzelzi un manganu nesaturošs un mīksts ūdens. Veļa mazgāta ūdenī, kas satur vairāk par 0,1 mg/l Fe un 0,05 mg/l Mn, vai huminvielas, var pieņemt dzeltēnus līdz brūnganus plankumus. Cietā ūdenī ziepju patēriņš ir lielāks kā mīkstā. Ūdenī, kas satur kaļķa un magnēzija sāļus, tie savienojas ar ziepju tauku vielām (natrija oleinatu) par nešķīstošiem savienojumiem. Pēc Fischer'a 1 vācu cietības grads padara 1 m^3 ūdens par nedarbīgiem 120 mg. ziepju. Tā tad 1 m^3 ūdens ar 25 vācu cietības gradiem patērē nelietderīgi līdz 3 kg ziepju.

A l u s d a r ī t a v ā m vajadzīgs mīksts, dzelzi nesaturošs ūdens. G a i š a m a l u m neder daudz karbonātu saturošs ūdens, kamēr t u m š a m a l u m dod priekšroku ūdenim ar augstu karbonātu saturu.

Spirta dedzinātavām un liķiera fabrikām vajadzīgs dzidrs ūdens, bez smakas, garšas un nokrāsas, pēc iespējas brīvs no dzelzs un mangana, ļoti mīksts un nesaturošs minerālvielas. Cietos ūdeņos ar alkoholu lielākā daļa sāļu izkristu un rastos vairāk vai mazāk duļķains šķidrums, kas tikai lēnām noskaidrotos.

Stērķeļu fabrikām vajadzīgam ūdenim jābūt brīvam no visām suspendētām un rūgšanu ierosinājošām vielām.

Pienotavām jāsagādā pilnīgi veselīgs ūdens. Pienā ļoti labi attīstās slimību ierosinātāji, tā tad ūdenī tādi nedrīkst atrasties. Dzelzs un mangans, piedod pienam, krējumam un sviestam tintesveidīgu piegaršu, sierā rodas rūsas plankumi. ciets ūdens neder sviesta izgatavošanā, jo sviestam rodas slikta garša. No magnēziju saturoša ūdens sviests dabū nepatīkamu rūktu garšu.

Papīra fabrikām, krāsotavām, balinātavām vajadzīgs mīksts, skaidrs, praktiski dzelzi un manganu nesaturošs ūdens. Ūdens ar daudz organiskām vielām piedod papīram nevēlamu nokrāsu. Chlōrmagnēzija iespaido papīra stiprumu un pievelk ūdeni.

Audumu rūpniecībā noder ūdens, kas ir skaidrs, pēc iespējas bezkrāsains, ļoti mīksts, nesatur sāļus, kā arī dzelzi, manganu un nitritus. Plīša un zīda izgatavošanā noder ciets ūdens. Nitrāti, kas atrodas ūdenī, aiztiek nevien lielāko daļu krāsu, bet arī vilnas un zīda diedziņu šķiedras, un nokrāso viņas dzeltēnas.

Cukura fabrikām vajadzīgs veselīgs, bez garšas, mīksts un bez sāļu ūdens. Sālīgi ūdeņi samazina cukura daudzumu. Liels saturs chlōrmagnēzijas, ģipsa un nitrātu traucē cukura šķīduma vārīšanu un izkristallizēšanos; sāļi pa daļai ieiet cukura kristallos un samazina cukura labumu. Cukura rafinerijās sevišķi traucējoši ir sulfāti.

Cementa, betona un javas izgatavošanai nav labs ogļskābi saturošs ūdens. Arī ļauni ir sulfidi (sērūdeņradis), kā arī liels daudzums sulfāta un magnēzijas savienojumu. Nav labi arī ļoti mīksti ūdeņi, jo tādiem ir cementu šķīdinošas īpašības. Arī daudz alkaliju saturoši ūdeņi nav labi betona un javas sagatavošanai.

II. Ūdens uzmeklēšana un ūdens avotu izpētīšana.

3. Priekšdarbu uzdevums.

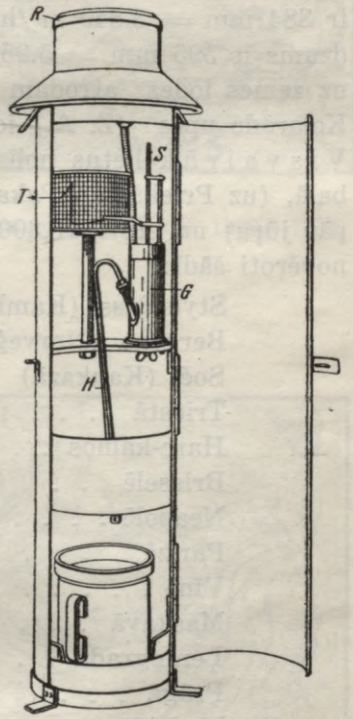
Lai iegūtu labu, uzticamu ūdens apgādāšanas ietaisi, vajadzīgs iepriekš izdarīt dažādus pētīšanas darbus, priekšdarbus, neskatoties uz to ka tie prasa daudz laika, un arī lielus naudas izdevumus. Bet rūpīgi priekšdarbi pilnīgi attaisnojas, jo nepietiekoši iepriekš pārbaudīts ūdens avots var vēlāk sniegt negaidītus pārsteigumus. Nepietiekoši izpētīts avots var ar laiku izsīkt, nepietiekoši pārbaudīts gruntsūdens režīms var samazināties attiecīgi uz gaidītā ūdens daudzuma. Priekšdarbu nolūks ir nodrošināt apgādājamai vietai tādu ūdens avotu, kas dotu ūdeni pietiekošā daudzumā un prasīta labuma. Ūdens avotus centrāliem ūdensvadiem var sadalīt 2 grupās: 1) virszemes ūdens, kas atrodas dabiskās ūdens tvertnēs: upēs, ezeros, jūrās, vai ko uzkrāj mākslīgi sagādātās ūdens tvertnēs, un 2) apakšzemes ūdens, kas pieejams gruntūdens aku vai avotu veidā.

To zinātnes nozari, kas nodarbojas ar virszemes ūdens izpētīšanu, nosauc par hidrografiju, un to nozari, kas nodarbojas ar apakšzemes ūdeni, nosauc par hidroloģiju.

Hidrografa uzdevums ir vienkāršāks, jo viņam, viņa pētīšanas objekts pa lielākai daļai redzams, kamēr hidrologam pētīšanas objekts ir iepriekš jāatrod. Abu uzdevumi tomēr saduŗas, jo virszemes ūdens tvertnes var būt iespaidotas no apakšzemes ūdens ieteces, un otrādi: apakšzemes ūdens var būt iespaidots no virszemes tvertnēm, upēm vai ezeriem. Daudzreiz tā tad abi pētīšanas objekti saduŗas, un abi jāievēro, lai patiešām vislabāk noskaidrotu nodomātā ūdens apgādes avota režīmu. Arī abām ūdens avotu grupām iŗ, praktiski ņemot, viens un tas pats galvenais cēlonis: atmosfēriskie nokrišņi. Ūdens, kas ceļas no ūdens tvaikiem, kuŗi izspiežas no zemes iekšienes, un kas ir par cēloni, vai vismaz stāv tuvā sakarā ar dažādu minerālūdens avotu izveidošanos un viņu īpašībām, t. s. fumaroles, — tas ūdens avots pilsētu apgādāšanas mērķiem nekrīt svarā, jo viņa daudzums ir neliels, un arī sastāvs nenoderētu šim mērķim.

4. Ūdens izcelšanās apstākļi. Nokrišņu gaita.

Ūdens riņķveidīgs ceļš. Kā redzam, viss ūdens, kas noderīgs ūdens apgādāšanas mērķiem, ceļas no atmosfēras, un viņam jāiet zināms riņķveidīgs ceļš. No zemes virsas vai no ūdens tvertnes virsmas ūdens izgaro un paceļas atmosfērā ūdens garaiņu veidā. Vējš garaiņus izdzenā un izdala par lielāku gabalu. Ja gaiss piesātināts ar ūdens garaiņiem, tad, nākot klāt jauniem garaiņiem vai gaisam atdziestot, garaiņi pārvēršas par mākoņiem un par ūdeni vai sniegu, kas zem smaguma spēka iespaida nokrīt uz zemes virsū un notek uz ūdens tvertnēm: upēm, ezeriem, jūrām, vai paliek pagaidām guļot uz zemes virsas sniega un ledus veidā. Daļa ūdens iesūcas zemē, sakrājoties apakšzemes ūdens veidā. Daļa ūdens izgaro un iet atkal tālāk savu riņķveidīgo ceļu kopā ar ūdenstvaikiem, kas ceļas no ūdens virsmām tvertnēs.



2. zīm. Lietus mērītājs.

Atmosfērisko nokrišņu daudzums dažādās vietās ir dažāds, atkarīgs no vietas ģeografiskiem, klimatiskiem un topografsikiem apstākļiem (vietas augstuma, kalnu grēdu virziena, vēja virziena un t. t.). Nokrišņu daudzumu mēra ar lietus mērītājiem (ombrometriem) un vajadzīgos skaitļus var dabūt tuvākās meteoroloģiskās stacijās. Nokrišņu daudzumu parasti atzīmē ar ūdensslāņa augstumu, kas apklātu horizontālu ūdensblību laukumu, ja zināmā laikā nokritušais ūdens paliktu uz viņa guļot, neizgarotu, nenotecētu un neiesūktos zemē. Cietos nokrišņus, sniegu un krusu, mēra izkusušus par ūdeni. Slāņa augstumu apzīmē mm (milimetros) un parasti nosauc par lietus augstumu zināmā laikā p. p., 1 stundā. Techniskiem mērķiem, p. p., notekūdens daudzuma noteikšanai kanālizācijā, vadu lielumu aprēķināšanai, pieņemts

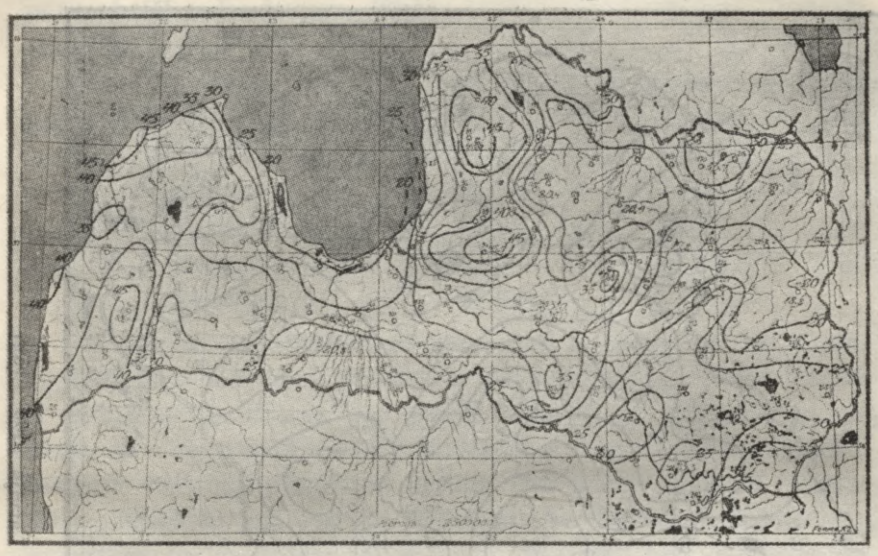
atzīmēt ūdens daudzumu, kas nokritis zināmā laika vienībā uz zināmu laukuma vienību. Minētām vajadzībām noskaidro to lietus daudzumu litros, kas nolijis 1 sekundē uz 1 hektara laukuma to apzīmējot ar sl/ha. Protams, ka nerodas grūtības vienu apzīmējumu pārmainīt ar otru.

1 mm lietus augstuma stundā = lietus daudzumam 2,77 sl/ha
1 mm lietus augstuma minūtē = lietus daudzumam 167 sl/ha
1 mm lietus augstuma uz 1 m² laukuma = 1 l
1 sl/ha = 0,36 mm/st.

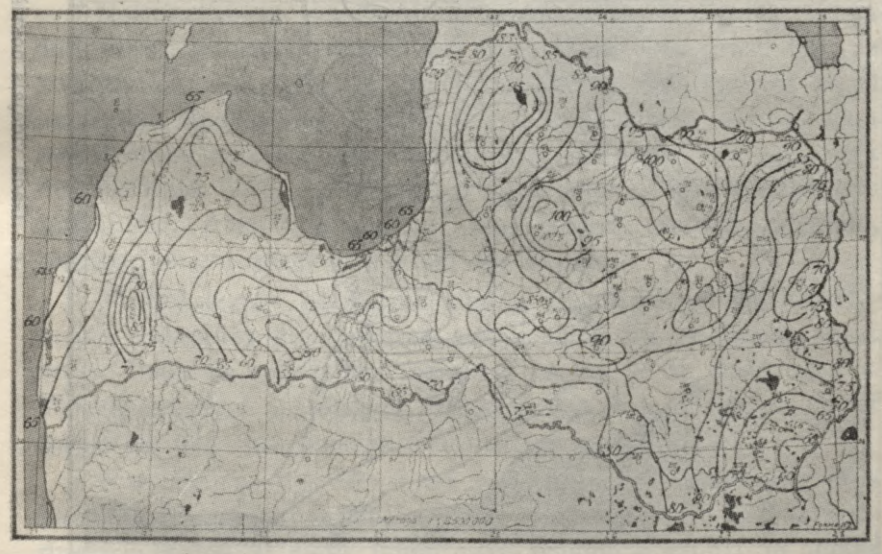
Nokrišņu daudzums dažādās vietās uz zemes lodes ir ļoti dažāds. Vidējs nokrišķu daudzums uz visas zemes lodes gadā ir 884 mm = 8.840 m³/ha. Eiropā vidējs gada nokrišķu daudzums ir 595 mm = 5.950 m³/ha. Apskatot atsevišķas vietas uz zemes lodes atrodam ka vissausākā vieta ir pie Kolarādo upes (Z. A.) ietekas jūrā, un proti, 100 mm gadā. Visvairāk lietus nolīst Čerrapundži (Cherrapoonje) apgabalā, (uz Priekš- un Pakaļindijas robežas, augstums 1.398 m pār jūru) un proti, 16.300 mm. Eiropā vidējie lietus augstumi novēroti šādi:

Stye-Pass (Kambrijas kalnājā)	4.810 mm
Bergena (Norvegijā)	2.253 „
Soči (Kaukazā)	2.039 „
Triestā	1.101 „
Harc-kalnos	833 „
Brisselē	700 „
Neapolē	830 „
Parīzē	580 „
Vīnē	566 „
Maskavā	531 „
Ļeņingradā	475 „
Prāgā	389 „
Madridē	380 „
Astrahaņā	149 „
Rīgā (1885.—910.)	607 „
Latvijā (1885.—1910.)	573 „

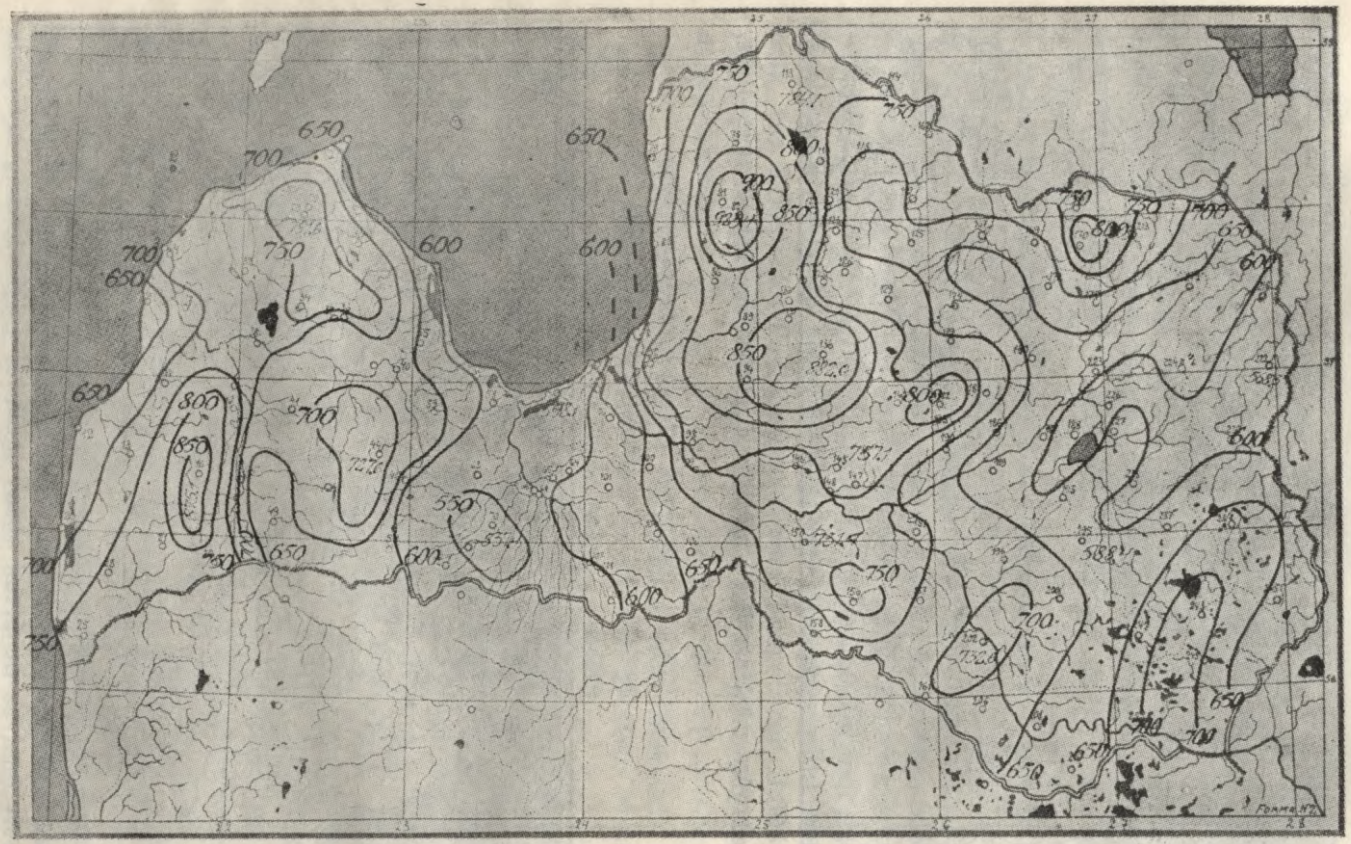
Vislabāk pārskatu par kādas zemes nokrišņu daudzumu un sadalīšanos iegūst, ja daudzumu (vidējos vai zināma laikmeta vai gadskārtējos) ieraksta valsts kartē un savieno vietas ar vienādu lietus augstumu ar liknēm vai izohietēm, tādā



a. Janvāŗa mēneša vidējais nokrišņu daudzums mm Latvijā 1922.—1931.



b. Jūlija mēneša vidējais nokrišņu daudzums mm Latvijā 1922.—1931.



c. Gada vidējais nokrišņu daudzums mm Latvijā 1922.—1931.

3. zīm. Nokrišņu karte Latvijā.

kārtā sagādājot lietus karti, kas tad noder kalkulācijām par nokrišķu daudzumu. Tādas kartes arī sastādītas Latvijā (zīm. 3.).

Atmosfēriskie nokrišņi nesadalās vienmērīgi pa visu gadu. Tā p. p., nokrīt vidēji:

	Vācijā	Maskavā
ziemā	18,1%	17%
pavasarī	22,4%	22%
vasarā	36,0%	37%
rudenī	23,5%	24%

Tāpat arī sadalīšanās pa mēnešiem ir svārstīga, bet ūdens apgādāšanas mērķiem, sevišķi ar gruntsūdeni no svara vairāk ir nokrišņu daudzums par gaŗāku laikmetu. Visādā ziņā no svara ir vismazākais nokrišņu daudzums, kāds iespaido nodomāto apgādes avotu, lai ūdens apgādes ietaise būtu pietiekoši nodrošināta ar ūdeni. Te jāņem vērā nokrišņu svārstība pa dažādiem laikmetiem, kas var būt ievērojama. Tā, p. p., Vācijā, kādā vietā novērots vislielākais gada nokrišņu daudzums 140% no vidējā un vismazākais 60—70% no vidējā. Mēnešu nokrišņi svārstās ap 45% no vidējiem uz vienu un otru pusi. Ūdens apgāde jāpieskaņo vismazākiem iespējamiem ūdens daudzumiem no nodomātā apgādei avota.

Nokritušais uz zemes virsu ūdens padots 3 ceļiem. Viena daļa notek pa zemes virsu, pa iedobumiem un grāvjiem uz strautiem, upēm, ezeriem vai jūŗām. Otra daļa iesūcas zemē un izveido apakšzemes ūdeni. Trešā daļa izgaro vai tieši zem saules staru siltuma iespaida, vai caur stādiem. Cik liela daļa no nokritušā lietus iet katru no šiem ceļiem, grūti izšķiŗams jautājums. Atkarājas tas no klimatiskiem, meteoroloģiskiem, topografiskiem un ģeoloģiskiem apstākļiem.

Vasarā izgaro vairāk kā ziemā, dienvidos vairāk kā ziemeļos, kalnainās vietās ūdens notek ātrāk kā līdzenās, tāpat notek ātrāk uz nelīdzenas mālainas zemes, kā smiltājā un t. t. Pie visiem šiem apstākļiem uzkavēsimies nedaudz ilgāk, tuvāk iepazīties būtu jau plašāks hidroloģijas uzdevums.

Noteces daudzums atkarājas lielā mērā no lietus pārklātā laukuma lieluma, veida un rakstura. Jo lielāks nelīdzens laukums, ar cietu ūdeni cauri nelaidošu grunti, jo lielāks būs sateces daudzums, salīdzinot ar līdzenu smilšainu klajumu.

apaugušu ar stādiem. Ūdens apgādes lietā šie jautājumi ir no intereses tai ziņā, ka no noteces daudzuma atkarājas pa daļai ūdens krājumi upēs un ezeros, lai gan tas nav vienīgais ūdens piegādes līdzeklis, jo upes un ezeri lielā mērā tiek pildīti arī no gruntsūdens.

Noteces nosacījumi ir katrā vietā citādi, tā ka nav iespējams jau iepriekš dot kādu noteces skaitli, t. i. attiecības starp notecējušo un nokritušo lietus augstumu. Apzīmēsim ar:

A — noteces rajona laukumu m^2.
Q — vidēji gadā notecējušo ūdens daudzumu m^3.
H — vidēju gada nokrišņu augstumu m.
H_n — vidēju gada noteces augstumu m.
a — noteces skaitli —.

tad pastāv attiecības:

$$H_n = \frac{Q}{A} \text{ un } a = \frac{H_n}{H}$$

Noteces skaitlis nu var būt dažāds, atkarīgi no noteces apstākļiem, un pēc novērojumiem (pēc Kellera) Vidureiropā viņš var būt no 0,15 līdz 0,80 (atkarīgi no vismazākām līdz vislielākām noteces īpašībām un nokrišņu daudzuma). Tā tad $H_n = a \,.\, H$. P. p., ja gada nokrišņi vidēji ir 600 mm = = 0,6 m, tad pie sliktas noteces (līdzena, smilšaina vai apaugusi zeme) būtu H = 0,15 × 0,6 = 0,09 m un gada noteces daudzums no 1 km^2 = 1.000.000 m^2: būtu Q = 1.000.000 × ×0,09 = 90.000 m^3. Pie mūsu apstākļiem varētu pieņemt noteces skaitli: 0,15 — pie sliktiem, 0,30 — pie vidējiem un 0,45 — pie ļoti labiem noteces nosacījumiem.

Izgarošanas lielums ir ievērojams faktors ūdens saimniecībā. Arī izgarošanas lielumu, tāpat kā nokrišņu un noteces lielumu apzīmē ar izgarošanas augstumu, mm vai m, un tas apzīmē to ūdensslāņa biezumu, kas no zināmas virsmas, parasti ūdens vai zemes virsmas, izgarojis mēnesī vai gadā. Izgarošanas mērīšanai noder sevišķi instrumenti: evaporimetri (atmometri un vēl citu nosaukumu instrumenti), un ir arī pašuzrakstītāja aparāti (Kassner'a atmografs). Var vienkārši nolikt kādu lēzenu trauku, pildītu ar ūdeni brīvā gaisā un pēc noteikta laika izmēra pārpalikušo ūdens daudzumu. Starpība starp pirmatnējo un pārpalikušo

ūdens daudzumu ir izgarojušais daudzums un zinot trauka lielumu un izgarošanai bijušo laiku, var aprēķināt izgarošanas augstumu, t. i., cik izgaroja laika vienībā no virsmas laukuma vienības. Tomēr tamlīdzīgi mērījumi nav pilnīgi, jo dabā notiekošā izgarošana atrodas arī zem gaisa kustības apstākļiem, un arī izgarošanu no zemes virsmas grūti pielīdzināt tādai no ūdens virsmas.

Noteikt izgarošanu no ūdens virsmas ir tomēr arī ļoti svarīgi, kā pie ūdens uzstādinājumiem, vai kuģniecības, vai spēka ražošanai, vai meliorācijas nolūkiem, tāpat arī tvertnēm un rezervuāriem, kuŗos ūdens uzkrāts ūdens apgādes vajadzībām. Ir savākti novērojumi no tādām tvertnēm un neiedziļinoties tuvāk šai jautājumā, tikai minēšu kā pēc novērojumiem Vācijā izgarošanas augstums pie atklātām ūdens tvertnēm ir līdz 1 m gadā. Krievijā pieņēma pie kuģniecībai ierīkotiem aizsprostiem līdz 2 m gadā. Saharā izgarošanas augstums ir pāri par 4 m. Kā redzams, pie atklātu ūdens tvertņu konstrukcijas projektēšanas zināmiem praktiskiem mērķiem, jāņem vērā arī izgarošanas lielums.

Faktoru, kas iespaido izgarošanas lielumu, ir ļoti daudz. No tiem minēsim pirmā vietā nokrišņu daudzumu, stiprumu un izplatījumu. Tālāk no iespaida ir temperātūra, vēja virziens, gaisa spiediens un mitrums. Atkarība ir arī no zemes virsmas topografiskā un ģeoloģiskā stāvokļa, kā arī no stādu daudzuma un rakstura un no gruntsūdens atrašanās dziļuma zem zemes virsas. Ir uzstādītas formulas, izgarojuma lieluma aprēķinam. P. p., Fitzgeralda formula:

$$e = 0{,}8\ (V—v)\ .\left(1+\frac{W}{2}\right)$$

ar šādiem apzīmējumiem:

e = vidējs mēneša izgarojuma augstums — mm.

V = vislielākais tvaika spriegums pie ūdens virsmas temperātūras (mm dzīvsudraba staba).

v = faktiskais tvaika spriegums gaisā (mm dzīvsudraba staba).

W = vēja ātrums km stundā tuvu pie ūdens virsmas.

Tādām formulām tomēr nav liela nozīme, jo nevar ievērot visus iespaidojošos apstākļus. Novērojumi rāda, ka siltā klimatā arī izgarošana ir lielāka un ka vispārīgi izgarošana ir

ļoti atkarīga no ūdens tvaiku daudzuma un sprieguma gaisā. Ja gaiss ir piesātināts ar ūdens tvaikiem, pie zināmas gaisa temperātūras, tad tvaikam ir vislielākais spriegums. Tā tad tvaika daudzums gaisā vai viņa spriegums ir funkcija no gaisa temperātūras, un zināmam tvaika daudzumam, vai zināmam tvaika spriegumam atbilst zināma temperātūra, pie kuŗas gaiss varētu tikt piesātināts ar tvaikiem. Šādu temperātūru nosauc par p i e s ā t i n ā š a n a s p u n k t u vai r a s a s p u n k t u. Ja gaisa temperātūra kāpj, tad tvaika spriegums paliek mazāks nekā tas varētu būt pie tādas augstākas temperātūras, un gaiss ir atkal spējīgs uzņemt vēl papildus ūdens tvaikus. Tādam gaisam tad ir bijis p i e s ā t i n ā š a n a s i z t r ū k u m s, kas var papildināties ar jauniem ūdens tvaikiem. Ja turpretim temperātūra krīt zem piesātināšanas punkta, tad liekajiem ūdens tvaikiem ir jāsabiezējas (jākondensējas), t. i. šiem tvaikiem jāpāriet atkal ūdens šķidrā stāvoklī.

No teiktā redzams, ka pie normāliem apstākļiem izgarošana notiek tikai tad, ja gaisam pār attiecīgu laukumu ir vēl zināms p i e s ā t i n ā š a n a s i z t r ū k u m s. Tā tad, ja iztrūkums ir 0%, tad izgarošana nevar notikt, un jo lielāks ir piesātināšanas iztrūkums, t. i. jo mazāks ir gaisa relātīvais mitrums, jo enerģiskāk var notikt izgarošana.

Izgarošanas lielumu, kā jau minēts, iespaido daudzi faktori. Vispirms s i l t u m s. Pie gaisa temperātūras, p. p., +10°C piesātināšanai vajadzīgs 9,14 g ūdens tvaiku uz 1 m^3 gaisa, bet pie 20°C jau 1 m^3 gaisa var uzņemt 17,36 g ūdens tvaiku. Bet siltā laikā izgarošana ir arī lielāka, tādēļ, ka temperātūras starpība starp zemes virsu un gaisa temperātūru ir lielāka kā aukstā laikā. Aukstā laikā parasti relatīvais mitrums gaisā ir mazāks un tas ir faktors, kas var palielināt ūdens izgarošanu ziemā.

Cits faktors, kas iespaido izgarošanas lielumu, ir vēja lielums un ātrums. Ja gaiss pār kādu laukumu stāv pilnīgi mierā, bez kustības, tad ar ūdens tvaikiem vispirms piesātinās tuvākais apakšējais gaisa slānis, kamēr uz augstākajiem slāņiem ūdens garaiņi pacelsies tikai lēnām zem garaiņu spiediena iespaida vai arī caur difūziju. Turpretim pie gaisa kustības, pie vēja, ar tvaikiem pildīto gaisu vējš aizpūš projām un uz virsmas nāk cits sausāks gaiss, kas var atkal piesātināties. Ar to arī izskaidrojams, ka no mazākiem ūdens laukumiem:

kanāļiem, upēm, apūdeņošanas grāvjiem, ūdens izgaro ātrāk un lielākā mērā, kā no lieliem ezeriem, jo vējš uz tādiem maziem laukumiem ļoti ātri pārmaina piesātināto gaisu ar sausāku.

Ja gruntsūdens nav dziļi zemē, tad gruntskapillārais spēks, sevišķi ja grunts ir smalkgraudaina, iespaido izgarošanas lielumu ar to, ka ūdens pa kapillārēm kāpj līdz zemes virsai un tad var izgarot. Tā p. p., pētījumi Z. A. S. V. rādīja, ka

pie gruntsūdens līmeņa dziļuma	15	30	45	55 cm
izgarošana dienā bija	5,3	3,9	2,5	2,0 mm

Kapillārais kāpšanas augstums atkarīgs no gruntsgraudiņu rupjuma un no starpu lieluma. Jo mazāki ir gruntsgraudiņi un jo blīvāk viņi sagūluši, t, i., jo mazākas ir starpiņas (zemes poras), jo augstāk kāpj ūdens. Ja graudiņu lielums ir jau 2 mm, ūdens kāpšanas augstums ir niecīgs. No Atterberga pētījumiem ar dažāda rupjuma smilts paraugiem, dabūti šādi kāpšanas augstumi:

graudiņu caurm.	2	—5	mm —	kāpšanas augs.	25	mm
„ „	1	—2	„	„ „	65	„
„ „	0,5	—1	„	„ „	131	„
„ „	0,2	—0,5	„	„ „	246	„
„ „	0,1	—0,2	„	„ „	428	„
„ „	0,05	—0,1	„	„ „	1.055	„
„ „	0,02	—0,05	„	„ „	2.000	„

No tādiem novērojumiem var nākt pie slēdziena, ka no rupjgraudainas grunts, pildītas ar gruntsūdeni, pēdējais kāps par viņu gulošā smalkā, bet bezūdens gruntī ievērojami augsti, kamēr otrādi no slapjas, smalkas grunts nevar sagaidīt lielu ūdens kāpumu rupjā gruntī. Tāds jautājums varētu būt no svara apskatot stādu augšanas apstākļus pie gruntsūdens pazemināšanas vai paaugstināšanas. Nogremdējot gruntsūdeni dziļākos rupjos slāņos, tomēr kapillāri ūdens varētu kāpt līdz stādu saknēm. Otrādi, paceļot (ar aizsprostiem) gruntsūdens līmeni smalkgraudainā smiltī līdz virsējai rupjgraudainai, stādiem liels ieguvums nebūtu. Tā ka virsējais zemes slānis parasti ir smalkgraudains, un ūdens apgādei gruntsūdeni ņem no dziļākiem, rupjākiem slāņiem, tad jādomā, ka stādiem ļaunums pat no neliela līmeņa pazemināšanas nevarētu celties. Uz ūdens izgarošanas lieluma noteikšanu tā tad redzams, no

iespaida ir arī virsējā slāņa grunts apstākļi. Ja tā ir smalkgraudaina, tad ūdens sūksies līdz zemes virsai un palielinās izgarošanas daudzumu, turpretim ja virsējā zemes kārta ir rupjgraudaina, izgarošanu tas neveicinās. Iespaids izgarošanā ir arī atkarīgs no zemes virsas stāvokļa, vai tas ir ar vai bez stādiem, ar kādiem stādiem apklāts; no svara arī topografiskie apstākļi un daži citi faktori. Izrādījies, ka no kailas zemes virsmas izgaro mazāk ūdens kā no klajas ūdens virsmas, bet ja virsējais zemes slānis piesātināts ar ūdeni (purvā), tad praktiski var izgarošanas augstumu pielīdzināt izgarošanai no ūdens virsmas. Ja zemes virsa apklāta ar stādiem, var no viņas, atkarīgi no stādu sugas un gruntsūdens līmeņa, izgarot pat vairāk kā no atklātas ūdens virsmas, jo arī stādi ar savu vielu maiņu ņem dalību izgarošanā. Uz labības laukiem izgaro vairāk kā uz meža laukumiem. No pētījumiem Amerikā atrastas sekojošas attiecības. Ja izgarošanu uz klaja laukuma apzīmē ar 1, tad izgaroš. daudzums no labības lauka ir 0,8

„ „ „ pļavām 0,70

„ „ „ reta meža 0,60

„ „ „ bieza meža . . . . . 0,2—0,4.

Ir novēroti (Vācijā) šādi izgarošanas augstumi, pie zināmiem gaisa apstākļiem:

uz pļavām un āboliņa lauka	3,4—7	mm dienā
„ labības lauka	2,8—4	„ „
priežu mežā	0,5—1,1	„ „
ozolu „	0,5—0,8	„ „

Pēc M e y e r'a (Z. Am.) normāls izgarošanas augstums veģetācijas laikā Sav. V. centrālās daļas ziemeļu pusē novērots:

uz labības, zāles un citu stādu laukumiem	225—250	mm gadā
izcirstā mežā	200—300	„ „
ar maziem kokiem un krūmiem	150—200	„ „
ar skuju kokiem	100—150	„ „

Pie dažādiem klimatiskiem un citiem jau minētiem apstākļiem novērojumi var uzrādīt citus skaitļus. Vēlams tādus novērojumus izvest visās zemēs un vietās, lai iegūtu skaidrību šinīs jautājumos.

Trešais ceļš, ko ņem nokritušais uz zemes virsas ūdens, ir i e s ū k š a n ā s z e m ē u n a p a k š z e m e s ū d e n s t v e r t ņ u papildināšana. Zemē iesūcas tas ūdens, kas nenotek un ne-

izgaro. Iesūkšanās lielums atkarīgs no tiem pašiem apstākļiem kā noteces un izgarošanas lielums: 1) no lietus daudzuma un stipruma (no stipra lietus, uzkrituša uz sausas zemes, iesūcas zemē vairāk nekā no ilgstoša lietus, kad virsējais zemes slānis jau ir piesātināts ar ūdeni); 2) no topografiskiem apstākļiem (līdzenā vietā iesūcas vairāk kā kalnainā); 3) zemes virsas stāvokļa (uz aparta laukuma, vai irdenas zemes iesūcas vairāk kā uz cietas virsmas) un 4) zemes caurlaidības (māla zemē iesūcas mazāk kā smiltī).

Iesūkušais zemē ūdens spēlē ļoti ievērojamu lomu ūdens apgādes saimniecībā, sagādādams apakšzemes ūdeni. Šo jautājumu apskatīsim atsevišķā nodaļā.

5. Apakšzemes ūdens.

Apakšzemes ūdens cēlies pa lielākai daļai no virszemes ūdeņa, kas pa zemes porām sūkdamies nonāk uz ūdeni dziļāk nelaidoša blīva slāņa un te uzkrājas piepildīdams vai starpas, p o r a s starp gruntsgraudiņiem, vai plaisas un lielākus tukšumus cietos akmens vai klints slāņos. Tā tad varētu izšķirt 2 šķiras ūdeņa. Viena šķira tā, kad ūdens piepilda poras gruntsgraudiņu starpās, tā tad nesastāda nepārtrauktu ūdens masu tvertnē, bet gan atsevišķas ūdens daļiņas stāv sakarā savā starpā, un zem smagumu spēka iespaida ūdens daļiņas var uz priekšu kustēties pa porām. Tādu ūdeni nosauksim par g r u n t s ū d e n i. Otra šķira apakšzemes ūdens ir tā, kas piepilda lielākus tukšumus vai plaisas cietā klintsmasīvā. Šai gadījumā apakšzemes ūdens atrodas lielākā masā, līdzīgi virszemes ūdens tvertnei: strautam, upei, ezeram. Tādu apakšzemes ūdens sakopojumu nosauksim par a p a k š z e m e s ū d e n s t v e r t n i. Hidroloģiskā ziņā vienai vai otrai ūdens šķirai ir savas zināmas īpašības.

G r u n t s ū d e n i m, kustoties pa porām, jāpārvar sevišķas gruntspretestības, kas iespaido viņa raksturu. Ūdeni ņemot iz grunts p. p., ar akas palīdzību, pazemināsviņa līmenis visapkārt akai zināmas depresijas piltuves veidā. Tecēšanas ātrums gruntī ir samērā ļoti mazs. Ūdens līmenis svārstās tikai pa lielākiem laikmetiem, tāpat arī ūdens temperātūra un viņa daudzums. Viena laba īpašība ūdenim kustoties vēl ir tā, ka ūdens filtrējas, t. i. ūdenim sūcoties pa mazām porām tanīs

no viņa tiek aizturēti dažādi cieti minerāliski un organiski piemaisījumi.

Turpretim apakšzemes tvertnēs ūdens kustas pēc tiem pašiem hidraulikas likumiem, kā virszemes tvertnēs. Līdz ar to tecēšanas ātrums ir lielāks, līmenis var svārstīties īsākos laikmetos un tāpat temperātūra un daudzums, un parasti pēc lietus var parādīties duļķains ūdens.

No higiēniskā viedokļa var sagaidīt, ka gruntsūdenim būs labākas īpašības, jo kustoties lēnām pa porām, viņš paspēj atbrīvoties no piemaisījumiem, kamēr ātrāk kustoties apakšzemes tvertnēs filtrācija domājama tikai, ja tvertne kaut kur aizsprostota ar filtrējošu materiālu. Arī avoti parasti stāv sakarā ar tādām ūdenstvertnēm un tā tad viņu ūdenim piemīt arī tās pašas īpašības. Tomēr novilkt noteiktu robežu starp gruntsūdeni un apakšzemes tvertņu ūdeni nav iespējams un var zem apstākļiem higiēniskā ziņā būt slikts gruntsūdens, kā arī labs apakšzemes tvertņu ūdens.

Vēl jānoskaidro daži jēdzieni, stāvoši sakarā ar apakšzemes ūdens apstākļiem. Visu starpu vai poru koptilpumu gruntsūdeni saturošā slānī sauc par poru tilpumu. Ūdens, sūcoties no zemes virsas gruntī, vispirms piepilda visas izžuvušās kapillārās starpas un tikai pēc viņu piepildīšanas spiežas pa lielākām nekapallārām starpām zemē iekšā, kamēr nenonāk gruntsūdenī. Ūdens tilpumu, kas paliek kapillārās starpās, nosauc par gruntsūdens saistīšanas spēju vai ūdens kapacitāti, kamēr to poru tilpumu, no kuŗa ūdens ar laiku iztek un kā vietu tad ieņem gaiss, sauc par gruntsgaisa uzņemšanas spēju vai gaisa kapacitāti. Tā tad ūdens un gaisa kapacitātes kopā iztaisa poru tilpumu. Poru tilpuma attiecības pret visu gruntstilpumu zināmā gruntstilpumā, sauc par poru koeficientu vai poru reizuli. Viņu var viegli noteikt, piepildot zināma tilpuma p. p., 1 litra trauku ar izmeklējamo, bet pilnīgi sausu grunti, un tad ielejot ūdeni līdz grunts piesātināšanai. Ja patērētais ūdens daudzums ir U un grunts tilpums G, tad poru koeff. p ir:

$$p = \frac{100 \cdot U}{G}$$

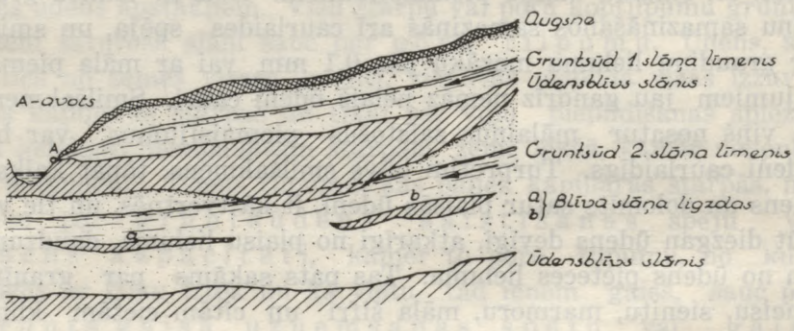
to tad izsakot procentos no gruntstilpuma.

Smalkgraudainam materiālam ir lielāks poru tilpums kā rupjgraudainam. Smilšu un grants slāņos poru tilpums svārstās no 10—50%, atkarīgi no graudiņu lieluma, vienādības un nogulšanās blīvuma. Vismazākais poru tilpums ir rupjai grantij ar dažāda lieluma graudiņiem, blīvi sagulušiem. Turpretim smiltij ar mazu un vienādu graudu lielumu, sevišķi irdenā stāvoklī, ir liels poru tilpums. Liels poru tilpums ir mālam un trūdu produktiem sausā stāvoklī p. p., kūdrai līdz 85%, arī mālam līdz 50% un pat vairāk, tomēr šie materiāli, uzņemot ūdeni, sabriest, sablīvējas, un viņu ūdens caurlaides spēja ir maza, jo kapillāro starpu ir daudz un tās aiztur ūdeni, tā tad gan ūdens kapacitāte ir liela, bet gaisa kapacitāte ir maza. Blīvs māls praktiski uzskatāms par ūdeni cauri nelaidošu, un arī ūdens caurlaides spēja kūdrai ir niecīga. Šie materiāli, starp citu, neder ūdens filtrācijai.

Ūdens caurlaides spējas, kā redzams no iepriekšējā, dažādiem zemes slāņiem, ir dažādas. Visvieglāk laiž ūdeni cauri rupja, vienāda graudiņu lieluma smilts bez māla un smalku daļiņu piemaisījumiem. Līdz ar smilšu graudiņu samazināšanos samazinās arī caurlaides spēja, un smilts ar graudiņu lielumu mazāku par 0,1 mm vai ar māla piemaisījumiem jau gandrīz nemaz nelaiž ūdeni cauri. Smilšakmens, ja viņš nesatur mālainus saistošus piemaisījumus, var būt ūdeni caurlaidīgs. Turpretim blīvs smilšakmens, tāpat kaļķakmens un dolomīts satur plaisās ūdeni, it kā tvertnēs, un tie var būt diezgan ūdens devīgi, atkarīgi no plaisu lieluma, daudzuma un no ūdens pieteces lieluma. Tas pats sakāms par granītu, gneisu, sienitu, marmoru, māla šifri un citām cietām klints šķirām, kas arī var saturēt ūdeni un ļaut viņam kustēties tikai pa plaisām un tukšumiem.

Piegriežoties jautājumam, kādās ģeoloģiskās formācijās atrod gruntsūdeni, tad pirmā vietā jāpiegriež vērība jaunākām formācijām: diluvijam un aluvijam. Šo formāciju smilšu un grantsslāņi parasti ir bagāti ar labu ūdeni. Bet arī vecākās formācijās var daudzreiz atrast ūdeni, pietiekoša labuma un daudzuma. Tā, p. p., Latvijā devona formācijas smilšu akmeņos daudz vietās atrod labu ūdeni gan dažādā daudzumā un dažādas cietības. Rīga ņem ūdeni no diluviāliem smilšu slāņiem, zem kuriem nāk šlūdoņa morenas māls, un dziļāk ir devona smilšakmens ar ūdeni. Vecāko formāciju

cietos dolomītu un smilšu slāņos var atrast ūdeni un daudz vietās ļoti bagāti ar ūdeni ir terciaro formāciju smilšu slāņi. Bet tādās vecākās formācijās ūdeni gan var atrast varbūt pietiekošā daudzumā, bet ūdens var būt sāļš un ciets. Tā Latvijā no devona slāņiem iegūstamais ūdens ir līdz 18 v. gr. un vēl cietāks. Arī var būt otrādi, ūdens gan pietiekoši labs, bet viņa daudzums neliels. Ūdens daudzums un labums neatkarājas vienīgi no tā ūdens nesēja slāņa īpašībām, kuŗā ūdens atrasts, bet gan jo lielā mērā no tā, kādu ceļu ūdens ir nogājis līdz viņš nonāca atrašanās vietā, caur kādu gruntsmateriālu viņš ir caurgājis. Kā redzams, vajadzīgi plaši pētījumi, lai dabūtu skaidrību par ūdens labuma un daudzuma cēloņiem. Piedzīvojumi rāda, ka vislabākos ūdeņus var sagaidīt no diluviāliem smilšu un grants slāņiem (Rīgas ūdens apgāde), kur tādi atrodami. Aluviālos smilts slāņos, kas atrodas zemes virsai vistuvāk daudzreiz arī atrod ūdeni lielā daudzumā, bet viņa labums parasti ir apšaubāms, jo viņš atrodas tuvu zemes virsai, un viņā var ietikt no zemes virsas dažādi netīrumi.

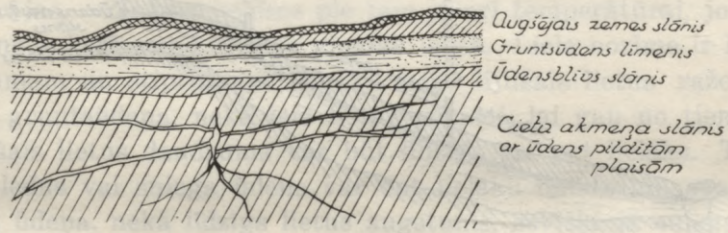


4. zīm. Gruntsūdens slāņi.

Gruntsūdens sakrājas uz ūdensblīva slāņa virsas (zīm. 4. un 5.). Slāni, kas pildīts ar ūdeni, nosauksim par ūdensnesēju. Ja blīvā slāņa virsma ir ar kritumu, tad gruntsūdens zem smaguma spēka iespaida virzīsies uz priekšu, it kā tas būtu kāda gruntsūdens straume, lai gan tecēšanas ātrums parasti ļoti mazs, pa lielai daļai tikai kādi 1 līdz 5 m dienā, un nav tāds kā esam paraduši pie virszemes straumēm, upēm. Smalki ūdensnesēja graudiņi aizkavē brīvu ūdens kustību, un ūdenim jāsūcas caur porām, pārvarot lielas kustības pretestības. Pēc pētījumiem, p. p., Maskavas

gruntsūdens rajonā tecēšanas ātrums V diennaktī, pie līmeņa krituma i = 0,001, atrasts:

oļi ar smilti	V = 2,85	m diennaktī
rupja smilts	V = 0,86	„ „
vidēja rupjuma smilts	V = 0,23	„ „
smalka smilts	V = 0,051	„ „
smalka smilts ar māla piemaisījumu	V = 0,014	„ „



5. zīm. Apakšzemes ūdens tvertnes.

Turpretim Ļeniņgradas rajona plaisainos kaļķakmeņos apakšzemes ūdens kustības ātrums atrasts 20—25 m stundā.

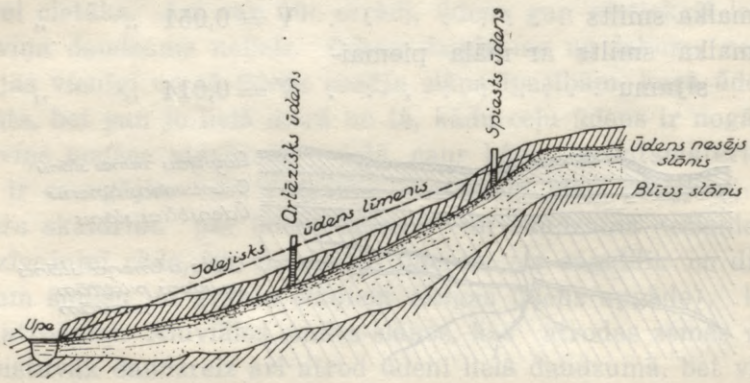
Gruntsūdens vai vispār apakšzemes ūdens pienākdams savā ceļā pie kādas nogāzes iztek uz zemes virsu a v o t a veidā, vai arī iztek upes dibenā vai caur upes gultnes nogāzēm.

Apakšzemes ūdens straumju var būt vairāk kā viena, tāpat kā virszemes upes ar pietekām. Tādas pietekas apvienojas par vienu lielāku straumi. Katrai apakšzemes ūdens straumei ir savs i e t e c e s b a s e i n s, nošķirts no citiem ar ū d e n s š ķ i r t n i, kas var nesakrist ar virszemes ūdens šķirtnēm, jo nav atkarīgs no zemes virsas topografiskā veida, bet no ūdensblīvo slāņu virsmu virziena.

Ja ūdensblīvais slānis ieliekts katlveidīgi, tad tādā gadījumā apakšzemes ūdens sakrāsies, it kā r e z e r v u ā r ā vai a p a k š z e m e s ū d e n s k r ā t u v ē, kam pietece var būt maza vai viņas nemaz nav. Ja tāds rezervuārs uzīets, tad jāizmeklē vai no viņa, ūdeni ņemot, viņš ar laiku neizsīks.

Ūdensnesējā slānī gruntsūdens līmenis var būt vai brīvs vai atspiesties pret virsējā ūdensblīvā slāņa apakšējo laukumu. Tādā gadījumā gruntsūdens izdarīs zināmu s p i e d i e n u uz virsējo slāni. Ja izurbj aku cauri virsējam ūdensblīvajam slānim, tad ūdens līmenis akā pacelsies augstāk par to līmeni

kāds viņam bija neaiztiktā stāvoklī un celsies tik augstu, cik spiediens to iespaido, t. i. līdz piezometriskam līmenim. Tādu ūdeni nosauksim par spiestu ūdeni, un ja viņš brīvi zem spiediena iztek pār zemes virsu, tad nosauksim to par artezisku ūdeni (zīm. 6.).



6. zīm. Arteziska ūdens slāņi.

Uz zemes kārtes gruntsūdens līmeņus iezīmē ar vienāda augstuma līknēm, kuŗas sauc par gruntsūdens vienlīmeņalīknēm vai izohipsēm, t. i. līnijām, kas savieno gruntsūdens līmeņa punktus, kas atrodas vienādā augstumā, attiecinot pret kādu O punktu p. p., jūŗas līmeni. Gruntsūdens kustības virziens ir statenisks (perpendikulārs) uz izohipsēm.

Daudzreiz zemē mainās ūdensblīvie ar ūdeni nesošiem slāņiem. Tādā gadījumā var būt vairāki gruntsūdens slāņi, kuŗos ūdens var būt vienāda labuma un atrasties vienādos spiediena apstākļos, ja slāņi stāv sakarā, bet var būt arī dažāds ūdens, un var mainīties slāņi ar brīvu gruntsūdens līmeni un ar spiestu ūdeni, tāpat var mainīties gruntsūdens slāņi ar slāņiem, kas satur apakšzemes ūdens tvertnes. Ūdensnesējos slāņos var atrasties arī nelielas ūdensblīva slāņa ligzdas (zīm. 4.), kas arī var būt par iemeslu nelielam ūdens spiedienam un var iespaidot līmeni, ko atrod izurbjoties tādam slānim cauri.

6. Apakšzemes ūdens izcelšanās.

Jaunāku laiku teōrijas par apakšzemes ūdens izcelšanos var ietvert 2 grupās: 1) infiltrācijas vai iesūkšanās teōrijā, pēc kuŗas apakšzemes ūdens rodas no atmos-

fērisko nokrišņu iesūkšanās zemē un 2) kondensācijas vai sabiezēšanās teōrija, pēc kuŗas apakšzemes ūdens rodas no ūdens tvaiku sabiezēšanās zemē.

Pēc infiltrācijas teōrijas, kā jau minēts, apakšzemes ūdens sarodas no tā lietus vai ūdenstvertņu ūdens, kas iesūcas zemē. Ūdens iesūkšanās tiešā ceļā domājama tā, kà ietikušais zemē ūdens šķidrā veidā virzās pa nekapillārām starpām, virzienā uz zemes iekšieni, dzīts no smaguma spēka, kamēr nenonāk uz kādu ūdensblīvu slāni, uz kuŗa viņš tad uzkrājas. Zināma nozīme pie tam ir arī temperātūrai, jo silts ūdens aukstā zemē spiežas vieglāk iekšā. Liela nozīme ir lietus lielumam un stiprumam. Ilgāku laiku lijušais lietus ražo vairāk gruntsūdeņa, nekā īsie lietus gāzieni, lai gan no tiem nolijušais lietus daudzums var būt līdzīgs vai pat lielāks. Tāpat arī ledus vai sniega ūdens var dot lielāku daudzumu apakšzemes ūdeņa, nekā līdzīgs lietus augstums, sevišķi ja sniegs uzkritis uz neaizsalušas zemes un uztur to neaizsalušu.

Cik vienkārša arī neizliktos apakšzemes ūdeņu izcelšanās no atmosfēriskiem nokrišņiem, tomēr daudz kas paliek nenoskaidrots. Ja lietus nolīst uz samērā viegli ūdeni uzņemoša gruntsslāņa (p. p., rupjas smilts), zem kuŗas ir ūdeni cauri nelaidošs slānis, tad bez šaubām nelielā laikā ūdens nonāks gruntsūdenī, un ilgāks lietus var pat redzami iespaidot jau samērā īsā laikā gruntsūdens līmeni. Grūtāk jautājumu noskaidrot ir gadījumā, ja ūdensnesēja slāni pārklāj no virsas ūdeni slikti caurlaidošs slānis. Tad gruntsūdens papildināšanai jānotiek uz sarežģītāka ceļa, pie kam ūdenim jau jānoiet garāks ceļš ne tik daudz vertikālā kā horizontālā virzienā. Bet horizontālais ceļš ir ļoti ilgstošs, un, kā minēts, ātrumi 5 m diennaktī ir jau uzskatāmi kā diezgan lieli ātrumi.

Tā tad gadā varētu gruntsūdens notecēt tikai $5 \times 365 =$ = ap 1.800 m, nepilnus 2 km. Šādā gadījumā gruntsūdens līmeņa atkarība tieši no lietus gāziena grūti saredzama. Līdzīgi apstākļi ir arī ja ūdens iesūcas zemē caur upes gultnes caurlaidīgu dibenu vai malām. No tā var nākt pie slēdiena, ka nokrišņu daudzums un gruntsūdens līmeņa svārstība atrodas ļoti sarežģītās un jāsaka arī vēl nepietiekoši izpētītās attiecībās.

Arī sabiezēšanās teōrija nedod minētiem jautājumiem pietiekošu atrisinājumu. Šās teōrijas nodibinātājs

ir Volgers un viņas aizstāvētāji Königs un Mecgers. Pēc viņu domām lietus ūdens nemaz nevar tik dziļi ietikt zemē, lai no tā varētu izcelties gruntsūdens. Atcerēsimies, ka zemes kapillārās starpas, kas ūdeni saista, iztaisa kādas 15—20% no zināma gruntstilpuma. Tā tad, lai piepildītu kapillārās starpas 1 m dziļā zemes slānī, vajadzētu būt nolijušam lietum ap 600 mm augstumā (iedomājoties, ka zemē iesūcas ⅓, tā tad 200 mm), kas ir parasti viss gada nokrišņu daudzums. Bet nu gruntsūdens guļ parasti daudz dziļāk zemē kā 1 m un tā tad gruntsūdens it kā nemaz nevarētu izcelties, ņemot vērā, ka virsējā zemes kārta izžūst, tā tad ūdens uzņemšanas spēja pastāvīgi atjaunojas. Tomēr, kā jau minēts, apstākļi ir ļoti sarežģīti. Nokritušais lietus nepārklāj vienmērīgi zemes virsu, bet satek zemākās vietās jau lielākā daudzumā un tad pa nekapillārām starpām un plaisām var nokļūt dziļākos slāņos un uzkrāties apakšzemes ūdens veidā.

V o l g e r s un viņa piekritēji domā, ka ar ūdenstvaikiem piesātinātais siltais gaiss ieticis zemē iekšā, atdziest un ūdens tvaiki pārvēršas par ūdeni un papildina apakšzemes ūdeni. Tā tad notiek tvaiku sabiezēšanās (kondensācija). Lomu spēlē, pēc Mecgera, arī tvaika spriegums, vai labāk sakot sprieguma starpība. Ja 2 blakus esošās telpās (p. p., zemē un pār zemi atrodošā gaisa slānī) ar dažādu temperātūru ir arī tvaika spriegums dažāds, tad tvaika spriegums izlīdzināsies ar to ziņu, lai abās telpās nokārtotos vienāds tvaika spriegums, atbilstošs aukstākās vietas spriegumam. Notiks tvaika kustība no vietas ar lielāku spriegumu (ar siltāku gaisu) uz vietu ar mazāku spriegumu (aukstākā gaisā), kamēr neradīsies spiediena līdzsvars, pie kam ja abās telpās bija gaiss pie zināmas temperātūras piesātināts ar ūdens tvaikiem, tiem noplūstot aukstākā telpā daļai būs jākondensējas, tā tad jāpārvēršas ūdenī. Tā tas būs arī zemē dažādos slāņos. Ja augstākie zemes slāņi ir siltāki kā dziļākie, tad pie citādi vienādiem noteikumiem ūdens garaiņu spiediens pirmajos būs lielāks kā pēdējos un tvaiki dosies no siltajiem uz aukstajiem slāņiem tik ilgi, kamēr caur kondensāciju dziļākos slāņos neizlīdzināsies spriegums. Varam nākt arī pie otrāda slēdziena, ka gadījumā, ja zemes virsējie slāņi ir aukstāki kā apakšējie, kas var būt rudenī un ziemā, ka tādos gadījumos var sagaidīt, ka tvaika virziens būs no apakšas uz augšu, kas arī it kā novērots pie avotu un pie gruntsūdeņu

ūdens aku devības, kas tādā gadījumā palielināsies. Bet jāņem vērā, ka bez siltuma iespaida zināma loma piekrīt arī zemes mitruma stāvoklim, jo sausa grunts uzņems ūdens garaiņus, lai kapillārās starpas piepildītu ar mitrumu, kas viņās tad paliek.

Vislielākā loma sabiezēšanas lietā piekrīt temperātūras starpībām. Jo mazākas ir temperātūras starpības, jo mazāka var būt tvaiku sabiezēšanās un otrādi. Tā tad vislielāko tvaika sabiezēšanos zemē var sagaidīt ziemas mēnešos, bet vasaras mēnešos viņa var nokrist līdz 0. Tā pēc «Lathama» 30 g. novērojumiem atrasti kā vidējie skaitļi tvaiku sabiezēšanās lielumam:

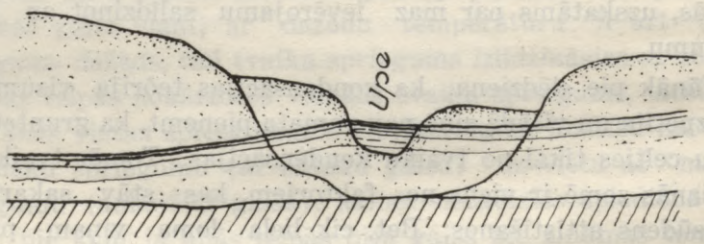
Janvārī	1,54	mm	Jūlijā	0,001	mm
Februārī	1,17	„	Augustā	0,05	„
Martā	0,46	„	Septembrī	0,05	„
Aprīlī	0,10	„	Oktōbrī	0,96	„
Maijā	0,03	„	Novembrī	0,66	„
Jūnijā	0,07	„	Decembrī	2,41	„

Vislielākais daudzums ir decembrī, vismazākais ir jūlijā. Vidējs gada daudzums 7,50 mm, pie kam 1893. g. bijis vislielākais 32,9 mm, vismazākais 1899. g. ar 2,41 mm. Vīsādā ziņā redzams, ka gruntsūdens daudzums, kas cēlies no tvaiku sabiezēšanās, uzskatāms par maz ievērojamu salīdzinot ar lietus augstumu.

Jānāk pie slēdziena, ka kondensācijas teōrija visumā vēl maz izpētīta un visādā ziņā nav pamata pieņemt, ka gruntsūdens varētu celties tikai no tvaiku kondensācijas. Tomēr tvaiku sabiezēšanās zemē ir viens no faktoriem, kas stāv sakarā ar gruntsūdens attīstīšanos. Bet, cik liela loma viņam piekrīt salīdzinot ar citiem gruntsūdens cēloņiem, nav vēl pietiekoši izpētīts. Neapšaubāmi tomēr paliek, ka apakšzemes ūdens var celties no infiltrācijas, jo tas pietiekoši dabā novērots. P. p., uz tīrīšanas laukiem uzlaistais ūdens sakrājas drenāžā un viņa izteces daudzumam var sekot. Ja gruntsūdens līmenis ir pacēlies līdz drenāžas ieteces depresijas līknei, tad zināmos apstākļos, kad kapilārās starpas ir pilnas (lietainā rudenī) un izgarošana no zemes virsas ir maza, gandrīz vis uzlaistais ūdens daudzums iztecēs no drenāžas. Ja sākumā gruntsūdens līmenis ir bijis agrāk zemāks par depresijas plāksni, tad pamazām viņš var pieaugt līdz tai, un arī apkārtnē viņš var

pacelties līdz nevēlamam augstumam (var pataisīt agrāk sausās pļavas par slapjām, kā tas bija p. p. Šarlottenburgā). Vēl var pievest citu piemēru no ūdensvada prakses. Daudz pilsētās papildina gruntsūdens daudzumu uzlaižot vai uzpumpējot uz ieņemšanas laukuma kādu virszemes ūdeni p. p., upes ūdeni, kā to arī turpmāk redzēsim (l. p. 237.). Bet visi tādi pierādījumi par infiltrācijas iespējamību vēl, protams, nevar atspēkot domu, ka arī vēl citā ceļā varēja izcelties apakšzemes ūdens. Arī kondensācijas teōrijas pareizība ir pierādīta, un nav šaubu, ka arī tādā ceļā rodas daļa gruntsūdeņu.

Zināmā mērā nav noliedzama arī apakšzemes ūdeņu izcelšanās no karstiem ūdenstvaikiem, kas izspiežas no zemes iekšienes, un nonākot augstākos un aukstākos slāņos sabiezē par ūdeni un papildina apakšzemes ūdens krājumus. Ūdeni, kas cēlies no zemes iekšienes tvaikiem, sauc par juvenilu (juvenilis = jauneklīgs, jaunavīgs), jo viņš pirmo reiz stājas ūdens riņķveidīgā ceļā, kamēr ūdeni, kas apgrozās atmosfērā, sauc par vadosu (vadosus = sekls). Juvenilais ūdens parasti sajaucas ar vadosu, un tīrā veidā uz zemes virsu nenonāk. Bet juvenilā ūdens daudzums var arī būt tikai mazs un zemes ūdens saimniecībā viņam liela loma nepiekrīt.



7. zīm. Upes iespaids uz gruntsūdeni.

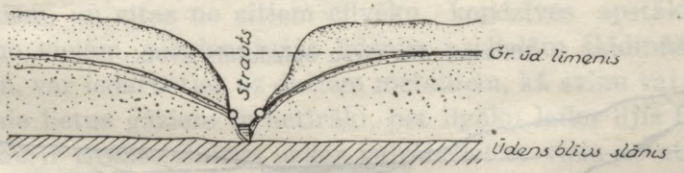
Gruntsūdens daudzums atkarīgs arī no virszemes ūdeņu gultnes caurlaidības spējas. Ja gultne atrodas ūdeni caurlaidošā slānī, tad ne mazums ūdeņa var iesūkties zemē caur dibenu un arī sienām. Tas upes ūdens caurteces daudzumam nozīmē zaudējumus, un tādā ceļā izmērījot dažādās upes vietās caurteces daudzumus var konstatēt, cik ūdens iesūcies zemē, apakšzemes ūdens papildināšanai (zīm. 7.). Sevišķi caurlaidīgas ir tādas gultnes, kas pienestas no kalnu rupjiem noskalojumiem. Ir daudz tādas mazākas upes, kas šādā ceļā

zaudē sausā laikā visu savu ūdeni, un gultne paliek sausa. Cik daudz ūdens tādā ceļā nāk par labu apakšzemes ūdeņu krājumu papildināšanai, atkarājas no ģeoloģiskiem apstākļiem, kas katrā vietā izpētāmi kā īpatnēji.

Apakšzemes ūdens izcelšanās teōrijai praktiskiem mērķiem tomēr nav lielas nozīmes. Vai gruntsūdens cēlies uz viena vai otra zināma vai nezināma ceļa, ūdens apgādāšanas mērķiem tomēr ir un paliek no svara zināt vai pieejamais ūdens avots var dot pastāvīgi vajadzīgo ūdens daudzumu, un vai ūdens īpašības ir tādas kā vēlamies. Tā tad praktiskās ģeoloģijas uzdevums ir atrodošos ūdens avotus izpētīt kā tādus, uzzināt viņu atrašanās vietu, izzināt viņu daudzumu, daudzuma svārstības un daudzuma pastāvību, kā arī izpētīt vai labuma ziņā ūdens atbilst dotām prasībām. Tomēr jāatzīst, ka ģeologi un hidrologi-teōrētiķi arī praktiķim-inženieŗim ir devuši rokā līdzekļus, kas palīdz atrisināt viņam piekrītošos jautājumus.

7. Avoti.

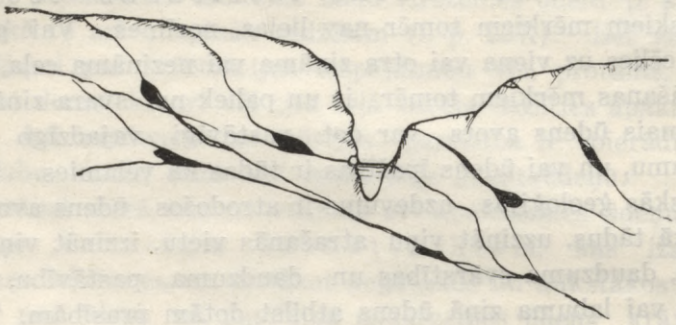
Zem avota saprot apakšzemes ūdens dabisku izteci uz zemes virsu. Tā tad avota ūdens nav nekas cits kā apakšzemes ūdens un arī nevar domāt, ka viņam varētu būt kādas citas īpašības kā tam apakšzemes ūdenim, kas avotā iztek.



8. zīm. Avots iz smilšu slāņa.

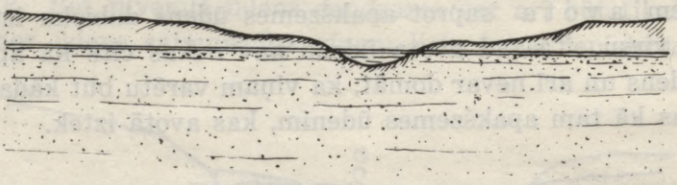
Avoti var izveidoties pie ļoti dažādiem topografiskiem un hidroloģiskiem apstākļiem. Var izšķirt izbūves ziņā 2 šķiras avotus, atkarīgi no tā vai viņi iztek no kādas nogāzes, vai iztek līdzenā vietā no zemes apakšas. Pirmās šķiras avoti var būt vai tādi, kas izceļas no gruntsūdeni nesēja slāņa, ja viņš nonāk līdz kādai nogāzei (zīm. 8.). Tādā gadījumā var būt vai tikai koncentrēta viena vai vairāk izteces, vai arī ūdens var sūkties gar visu nogāzi. Bet avoti var būt cēlušies arī, ja apakšzemes ūdens no klinšu plaisām nonāk par kādu plaisu līdz no-

gāzes virsmai (zīm. 9.). Avoti, kas iztek līdzenā vietā uz zemes virsu, un kuŗu raksturs ir mazs iedobums ar dīķīti, no kuŗa ceļas noteces strautā, — tādi avoti var būt arī cēlušies vai no gruntsūdeni nesošā slāņa, ja viņš atklāts ar nelielu iedobumu

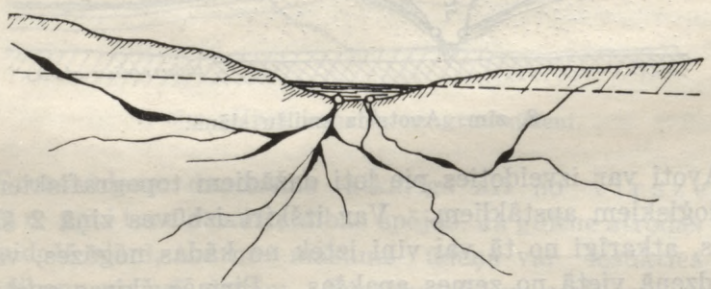


9. zīm. Avots iz klinšu plaisām.

(zīm. 10.) vai no ūdens, kas izspiežas pa plaisām no klints akmeņa, samērā līdzenā vietā un kādā nelielā iedobumā, kas nāk zem ūdens iedarbības līmeņa (zīm. 11.). Atkarīgi no ģeo-



10. zīm. Uz virsu spiedošais avots.



11. zīm. Avots no klinšaina slāņa.

loģiskiem apstākļiem avotu raksturs var būt ļoti dažāds un tā tad arī ļoti dažādas būs avotu uzķeršanas ietaises, ūdens apgādes mērķiem. Visādā ziņā, kā arī pie visiem citiem ūdens avotiem, ar iepriekšējiem ilgstošiem pētījumiem un novēroju-

miem, jādabū pilnīga skaidrība par avota hidroloģisko režīmu, viņa izteces daudzumu un svārstībām, kā arī par ūdens labuma apstākļiem.

8. Dažādu dabisku ūdeņu īpašības.

Ar prasībām labam ūdenim dažādām vajadzībām jau iepazināmies (l. p. 54.—57.). Centrāliem ūdensvadiem pilsētas iedzīvotāju vajadzībām krīt svarā prasības, kādas uzstādāmas labam dzeramam ūdenim. Sakarā ar prasībām jābūt skaidrībā, kādas īpašības ir dažādu dabisku krātuvju ūdeņiem. Kā jau minēts (l. p. 28.), ķīmiski un baktērioloģiski tīrs ūdens dabā nav atrodams. Vistuvāk tīram ūdenim stāv lietus vai vispārīgi atmosfērisko nokrišņu ūdens, no kā sarodas arī visi virs- un apakšzemes ūdens krājumi. Bet arī atmosfērisko nokrišņu ūdens nav pilnīgi tīrs. Ūdens garaiņi, no kuŗiem ceļas atmosfēriskie nokrišņi, gan viņu sabiezēšanās laikā rada tīru ūdeni, bet tas krītot caur atmosfēru virzienā uz zemes virsu, uzņem dažādas vielas, kas atrodas atmosfērā, it īpaši virs biezi apdzīvotām vietām. Tādas vielas ir: putekļi, kuŗos var būt arī ogļu putekļi, tālāk ogļskābe, skābeklis, slāpeklis, sērskābe, sālsskābe, ammōnjaks, slāpekļapskābe un slāpekļskābe un t. t. Dažas no šām vielām ir cietā, dažas gāzveidīgā stāvoklī, daudzas no viņām ceļas no kurināšanas produktiem, un citas no citiem cilvēku kopdzīves apstākļiem. Dažas no vielām, pievienojušās ūdenim ar lielām šķīdināšanas īpašībām, var iedarboties uz dažiem metalliem, kā svinu vai dzelzi. Pirmie lietus gāzieni ir netīrāki, bet ilgāku laiku lijis lietus ūdens jau ir tīrāks. Sniegs uzķeŗ vairāk netīro vielu no atmosfēras un viņam guļot ilgāku laiku uz zemes, sniegā uzkrājas putekļi un citas vielas, kas nogulstas no gaisa, tā kā sniega ūdens parasti ir netīrāks kā lietus ūdens.

Arī baktērijas ir gaisā pieķērušās pie putekļiem un līdz ar putekļiem nonāk lietus ūdenī. Baktēriju daudzums gaisā var būt dažāds un ir atkarīgs no vietas apdzīvošanas biezuma un apdzīvotās vietas rakstura (p. p., ja ir lopu kūtis). Brīvā gaisā, uz laukiem, atrasti 300—20.000 baktēriju 1 litrā gaisa, bet pēc ilgāka sausuma pat līdz 200.000. Tomēr tāds liels daudzums atrodas arī tikai lietus sākumā, un vispārīgi viņš ir neliels (pat 200.000 bakt. 1 litrā = 200 bakt. vienā cm^3).

Lietus ūdeni centrālām ūdens apgādēm tieši gan izmanto reti, kad nav cita ūdens avota. Viņu tad uzķeŗ uz tam mērķim tīri sagatavotā laukuma un uzkrāj sevišķā krātuvē, cisternā (l. p. 245.). Ūdens labums tādā ietaisē atkarājas bez paša lietus ūdeņa sastāva, vēl arī jo lielā mērā no uzķeršanas laukuma tīrības un no krātuves iekārtas.

Parastie ūdens avoti apdzīvotu vietu centrālai apgādei ar ūdeni ir: 1) virszemes ūdeņi no dabiskām ūdens tvertnēm: upēm, ezeriem, vai no mākslīgi ar aizsprotiem uzstādināta upes ūdens, mākslīga ezera veidā, un 2) apakšzemes ūdens, kas pieietams ar aku vai avotu izbūvi. Lielie ūdens krājumi jūŗās neder tieši ūdens apgādes mērķiem, jo ūdens ir sālīgs, un tikai izņēmuma gadījumos, kad jūŗas ūdens jālieto, viņu iepriekš sagatavo ar destillāciju un garaiņu atdzisināšanu. Tīrības ziņā tāds ūdens būtu pieņemams, bet viņam ir citas nevēlamas īpašības, to starpā diezgan augsta temperātūra.

Upju un ezeru (dabīgu un mākslīgu) ūdeņiem pirmā nevēlamā īpašība ir temperātūras svārstība. Tāds ūdens ir vasarā silts, bet ziemā auksts, nedaudz pāri 0°. Laba īpašība ir tā, ka ūdens ir mīksts, lai gan ne visur, jo ietekošais gruntsūdens var upes ūdenī ienest zināmu cietumu. Vispārīgi ķīmiskie piemaisījumi atklāto ūdens tvertņu ūdenim nav tik lieli, lai no šā viedokļa ūdens būtu atzīstams lietošanai par nederīgu. Diemžēl, atklāto tvertņu ūdens ir viegli pieejams dažādiem netīrumiem, kas ceļas no netīriem rūpniecības ūdeņiem, no mēslotiem laukiem, no pilsētu un apdzīvotu vietu notekūdeņiem un t. t. Tādā ceļā ūdenī ietiek dažādas nevēlamas vielas un galvenā kārtā baktērijas un to starpā slimību dīgļi. Gan atklātā tvertnē notiek dažādi pašiztīrīšanās procesi, un p. p., zināmā attālumā no netīru ūdeņu ieteces upē ūdens jau ir iztīrījies no netīrām vielām, tomēr centrālai apdzīvotu vietu apgādei ar ūdeni vajadzīgi dažādi tīrīšanas paņēmieni, kas tādu ūdeni padara pietiekoši tīru. Ar ūdens tīrīšanas ietaisēm nāksies iepazīties turpmāk (l. p. 292.).

Ezeru ūdenim pret upes ūdeni ir sava priekšrocība tai ziņā, ka ūdens ir jau zināmā mērā nostādinājies, t. i. atbrīvojies no lielas daļas suspendēto vielu. Dziļiem ezeriem vēl ir tas labums, ka ezera apakšējos slāņos ūdens ir auksts, un ūdeni ieņemt apgādes mērķiem var tad no tāda slāņa, kas temperā-

tūras un arī tīrības ziņā sniedz visvēlamāko ūdeni. Arī dziļās upēs un mākslīgos ezeros var būt līdzīgi apstākļi.

Avotu ūdens jau no senlaikiem slavēts kā vistīrākais un labākais ūdens. Diemžēl, ar mūslaiku pētījumiem un higiēniskiem ieskatiem šā slava zināmā mērā jāsamazina. Avota ūdenim gan ir tās pašas īpašības, kas apakšzemes ūdenim, un nekādas sekišķas izcilus īpašības, kas viņu izceltu pret apakšzemes ūdeni, viņam nav. Bet gan otrādi, avotu ūdens var uzrādīt sliktas īpašības, kas nav gruntsūdenim. Tas ir sevišķi tādā gadījumā, ja avoti nāk no apakšzemes ūdeņiem, kas ievietojušies klinšu plaisās, kuŗas atrodas tuvu zemes virsai. Tādās plaisās varēja ietikt virszemes netīrumi un pa plaisām nonākt arī līdz avota iztekai. Avota ūdens sakarus ar virszemi dauzreiz var novērot no tā, kā drīz pēc stiprāka lietus avota izteces daudzums (dēbets) palielinās, pie tam ar duļķainu ūdeni. Tas norāda, ka avotā ir p. p., ieticis ūdens no mēslotiem laukiem, tā tad varēja ietikt ūdenī arī slimību dīgļi (patogēnās baktērijas). Ņemot vēl to apstākli vērā, ka avotu ūdens daudzums ir ļoti svārstīgs, pēdējā laikā vēlēšanās iegūt ūdens apgādi ar avotu ūdeni, ir nogājusi uz otru vietu, pirmā vietā ir nostādīts gruntsūdens. No lielākām ūdens apgādēm ar avota ūdeni varētu minēt Baku un Vīnes p., kas apgādātas no kalnu avotiem, kur biezi apdzīvotu vietu nav tuvumā. Cēsu p. projektēta ūdens apgāde no avotiem.

Gruntsūdens noder sevišķi labi ūdens apgādes mērķiem, ja tikai viņa daudzums ir pietiekošs. Pret avotiem sevišķa priekšrocība gruntsūdenim ir tā, ka ūdens saņemšana nav saistīta tik cieti ar noteiktu vietu, kā tas ir pie avotiem. Tā tad var izvēlēt vietu, kur grunts īpašums vieglāk iegūstams, vai kur satiksmes ceļi vieglāk piesniedzami.

Gruntsūdens satur vielas, ko viņš ieguvis, lietus vai virszemes ūdenim sūcoties caur zemes slāņiem. Lietus ūdens, sākot iesūkties dziļāk zemē jau no sākuma uzņem brīvo skābekli un ogļskābi, kā arī citas skābes, pa daļai no gaisa, pa daļai no organisko vielu sakrišanas produktiem zemes virsējā slānī. Ar šādu ogļskābes un citu skābju saturu ūdens šķīdina cietas, galvenā kārtā minerāliskas vielas, un tādu šķīdinātu vielu saturs gruntsūdenī parasti ir ievērojami liels. Skābekli, kas jau atrodas ūdenī no gaisa iekams viņš sāk savu ceļu zemē iekšā, daudzreiz patērē zemē ietikušas organiskas

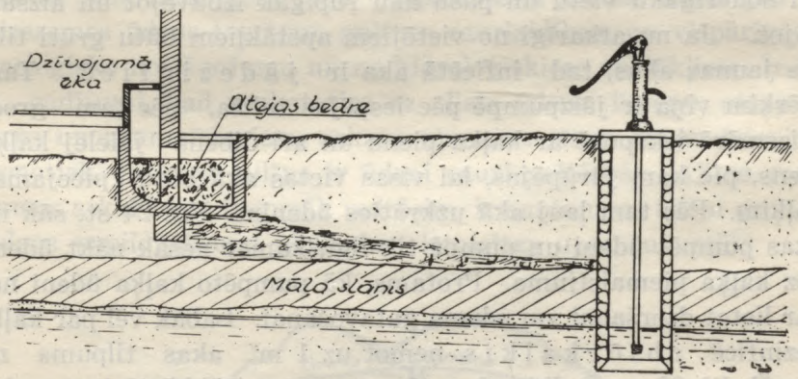
vielas savai apskābļošanai, un daudzreiz gruntsūdenī nav šķīdināta, brīva skābekļa, ja viņš viss patērēts apskābļošanas procesiem. Panākums ir tas, ka dažas vielas ūdenī atrodas šķīdinātā veidā, kas skābeklim ūdenī esot būtu nešķīstošas. P. p., dzelzs ūdenī atrodas kā šķīstošs dzelzs bikarbonāts [$Fe(HCO_3)_2$], kas var uzturēties šķīstošā veidā tikai tik ligi, kamēr ūdenī nav skābekļa. Ar skābekli dzelzs bikarbonāts ātri apskābļojas par dzelzs hidroksīdu [$Fe(OH)_3$], kas ir nešķīstošs. Kā to redzēsim, šo apstākli izmanto ūdens atdzelzošanai (l. p. 369.). Visvieglāk gan ūdens iegūst uz minētā ceļa, ar skābju iespaidu, kalcija un magnēzija bikarbonātus un sulfātus, savienojumi, kas ūdenim sagādā viņa cietību, pārejošo (karbonāti) un paliekošo (sulfāti, chlōrīdi, mitrāti), kā tas jau zināms.

No otras puses organiskas netīrumu vielas, ko ūdens uzņēmis tecēdams pa zemes virsu, ūdenim sūcoties caur virsējiem slāņiem, dziļāk zemē, tiek nokārstas (nofiltrētas). Novērots, ka jau 4 m garā ceļā gruntī vai vertikālā vai horizontālā virzienā, ūdens iztīrās no visādiem piejauktiem organiskiem netīrumiem un baktērijām. Tomēr jāņem arī vērā, ka arvien tas tā nav. Ja ūdens ceļš zemē iet caur ļoti rupjgraudainu smilti vai plaisainu iezi, tad netīrumu vielas var ietikt apaszemes ūdenī un tikt aiznestas tālāk projām, pat 100 m un vairāk. Tālāk par 4 m var nonākt netīrumi arī smalkgraudainā gruntī, ja grunts piesātināta ar netīrumiem. Kā redzams, katrā atsevišķā gadījumā apstākļi iepriekš jānoskaidro, un sevišķi jāizmeklē, vai gruntsūdenī nenonāk kādā veidā netīri notekūdeņi.

Temperātūra gruntsūdenim ir puslīdz negrozīga un pie mūsu apstākļiem ir ap 7°C. Tas arī gruntsūdeni izceļ pāri par citu avotu ūdeņiem. Ievērojot gruntsūdens labās īpašības, dažas tādas pilsētas pāriet uz šo apgādes veidu, kas agrāk bija lietojušas virszemes ūdeni. Tā, p. p., Berlīne, ezeru ūdens vietā tagad saņem gandrīz vienīgi gruntsūdeni. Arī Hamburga pēdējā laikā meklē gruntsūdeni, lai atvietotu pat labi filtrēto upes ūdeni.

Ja ir izvēle starp dažādiem ūdens avotiem, tad pēc mūsu šolaika uzskatiem pirmā vietā jāliek gruntsūdens, pat tādā gadījumā, ja viņa iegūšana būtu nedaudz dārgāka par kādu citu avotu, ja tikai gruntsūdens atbilst uzstādītām prasībām, daudzuma un labuma ziņā.

M ā j u a k a s. Atsevišķas māju akas, kā uz laukiem, tā pilsētās, kur nav centrālas ūdens apgādes, ir ietaisītas vietējā gruntsūdenī. Būs derīgi daži norādījumi par tādām akām. Ja grunts tai vietā, kur aku rok sastāv iz smalkas smilts, tad jau pie gruntsūdens līmeņa atrašanās vairāk par 4 m zem zemes virsas baktēriju parasti nebūs, jo viņas ir aizturētas vai nokārstas virsējā zemes kārtā, kur viņas pēc ilgāka vai īsāka laika aiziet bojā. Tas gan būs pilnīgi pareizi, ja baktērijas nonāk uz zemes virsu kā nejaušs gadījums. Ja akas vietas tuvumā pastāvīgi krājas kā cilvēku, tā lopu izkārnījumi un citi netīrumi, tad gan aka nebūs aizsargāta pret baktērijām un citiem nevēlamiem pievienojumiem gruntsūdenim (zīm. 12.). Tādēļ



12. zīm. Nepareizi novietota aka.

arī parasti saistošos noteikumos pilsētās paredz, ka akas jātaisa vismaz 10 m tālu no mēslu bedrēm vai atejas vietām. Tas pats jāievēro uz laukiem un aka jāietaisa vismaz 10 m, bet labāk 25 m no mēslu krātuvēm, atejas bedrēm, lopu kūtīm, tāpat arī tādā attālumā no akas zemes virsu nevar mēslot ar lopu mēsliem. Tāpat arī ja grunts pastāv no rupja materiāla (rupja grants vai oļi) vai ir plaisaina, tad virszemes ūdeņi un līdz ar to baktērijas un to starpā patogēnās, var nonākt gruntsūdenī un akā, un tāda aka var būt i n f i c ē t a. Turpretim, ja grunts ir laba, nav apšaubāma tīrības ziņā, tad aka dos labu ūdeni, bet tikai tādā gadījumā, ja viņā neietiek baktērijas gar neblīvu vāku, vai gar sienām, un ja ūdeni izceļ iz akas ar pumpja palīdzību. Ja ūdeni smeļ ar spaini, ar vindas vai virves palīdzību, tad protams, aku iespējams inficēt līdz ar netīrumiem un baktērijām, kas pieķērušies pie spaiņa.

No visa tā redzams, ka māju akā ūdens labums atkarājas no tā, cik rūpīgi aka ir uztaisīta, cik labi viņa ir novietota, un cik rūpīgi viņa ir aizsargāta pret ārējiem iespaidiem, vai nav mēslu bedru vai atejas vietu tuvumā, no kuriem netīrumi varētu iesūkties akā, un vai akas apkārtne tā izveidota, ka nekādi netīri ūdeņi nevar tecēt uz akas pusi, un nevar iesūkties akā caur neblīvu vāku vai gar sienām.

Ja nu tomēr neskatoties uz visu rūpību akas aizsardzībā, ūdenī atrastas baktērijas, pie tam tādas baktērijas (B. koli), kas varēja celties no netīra notekūdeņa, un tā tad akā varēja ietikt arī patogēnas baktērijas, tad t ā d a a k a īstenībā n a v v a i r s l i e t o j a m a, un ir jātaisa jauna aka, uzmeklējot tai noderīgāku vietu un pašu aku rūpīgāk izbūvējot un aizsargājot. Ja nu atkarīgi no vietējiem apstākļiem būtu grūti tikt pie jaunas akas, tad inficētā aka ir j ā d e z i n f i c ē. Tam mērķim viņa ir jāizpumpē pēc iespējas tukša, pēc tam grodi jāizsmērē iekšpusē ar kaļķa pienu un arī dibenā jāielej kaļķa piens, pie kam jārūpējas, lai visas vietas akā būtu pieejamas kaļķim. Pēc tam ļauj akā uzkrāties ūdenim. Pēc 24 st. sāk no akas pumpēt ūdeni un pumpē tik ilgi, kamēr nesāk nākt ūdens bez kaļķa piemaisījuma. Protams, kā pumpēto kaļķa ūdeni nevar lietot dzeršanai vai ēdiena gatavošanai. Labāk vēl par kaļķi dezinficē c h l ō r k a ļ ķ i s, ņemot uz 1 m^3 akas tilpuma ne mazāk kā 33 g smalki saberztā un caur vairākkārtīgiem audumiem filtrētā piesātinātā chlōrkaļķa šķīduma. Chlōrkaļķī vajaga atrasties 33% aktīvā chlōra, kam atbilst minētais daudzums. Ja aktīvā chlōra chlōrkaļķī mazāk, jāņem attiecīgi lielāks daudzums.

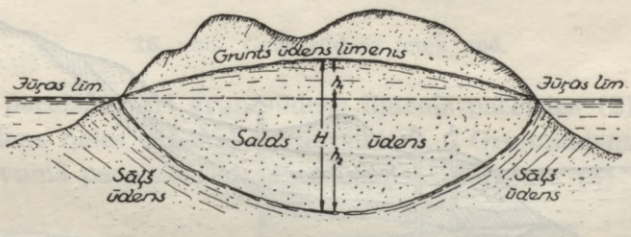
Tādā veidā raktās akas var uzlabot. Jādomā, ka urbtās akas, kas rūpīgi noslēgtas, gan nebūs vajadzīgs dezinficēt, bet ja rastos vajadzība, tad to var darīt ielejot akā kaļķa vai chlōrkaļķa šķīdumu, to zināmu laiku (4—6 st.) atstājot akā un tad izpumpējot. Ja pieejama lokomobīle, tad var akā ielaist tvaiku tik ilgi, kamēr ūdens temperātūra nesasniedz 95°C, jo pie šādas temperātūras nobeidzas tīfa vai choleras baktērijas. Pēc tam tad karsto ūdeni ātri izpumpē. Atstājot vienkārši aku nelietotu vairākus mēnešus, var domāt, ka patogēnās baktērijas nobeidzas, bet tomēr tas tik droši nav kā dezinfekcija.

Ūdensvadus, ja būtu aizdomas, ka viņi ir inficēti, var dezinficēt, iepildot parastās 60 procentīgās sērskābes 2% atšķai-

dījumu. Labāk ir iepildīt vadā chlōrkaļķa šķīdinājumu, 150 mg uz 1 l ūdens, ja chlōrkaļķis satur 33% aktīvā chlōra, ļauj chlōram iedarboties 4—6 st., un tad ūdeni iz vada izlaiž vai izpumpē. Protams, ka iespējams tā dezinficēt tikai īsu ūdensvadu tīklu p. p., vienā mājā vai iestādē.

9. Apakšzemes ūdens attiecības ar virszemes ūdeņiem.

Apakšzemes ūdeņi var iespaidot virszemes ūdeni un arī otrādi, no virszemes ūdeņiem var papildināties arī apakšzemes ūdeņi. Cik lielā mērā tāda iespaidošana notiek, atkarājas no virszemes ūdens tvertņu gultnes caurlaidības, un vispārīgi no ģeoloģisko noslāņojumu un no hidroloģiskiem apstākļiem. Ir., p. p., gadījumi, kad neskatoties uz lielu ūdens līmeņu starpību upes un gruntsūdeņiem, sakaru apmaiņa starp abiem ūdeņiem nenotiek, ja upes gultne ir ūdeni cauri nelaidoša. Citos gadījumos atkal kā to turpmāk redzēsim, izmanto upes ūdeni gruntsūdens papildināšanai akās, kas ietaisītas upes tuvumā.



13. zīm. Ūdens apstākļi jūras kāpās.

Sakari var būt arī ar jūras ūdeni, sevišķi k ā p ā s. Atmosfērisko nokrišņu ūdens iesūcas kāpu smiltīs dziļāk nekā jūras ūdens līmenis, bez kā sajauktos ar sālīgo jūras ūdeni. Pēdējais ir smagāks par lietus ūdeni, un tas kā vieglākais, t. s. peld uz jūras ūdeņa. Ja jūras krasts ir smilšains, tad jūras sālīgais ūdens var iespiesties kāpu smiltīs, un viņam vajaga nokārtoties līdzsvara stāvoklī ar vieglāko kāpu ūdeni. Attiecības var raksturot uz sekojošu apceres pamatu. Apskatīsim piemēru, kas varētu būt atvasināts no apstākļiem kāpās kādā salā (zīm. 13.).

Apzīmēsim ar:

γ_1 — saldūdeņa īpatnējo svaru.
γ_2 — jūŗas ūdeņa īpatnējo svaru.
h_1 — gruntsūd. līmeni pār jūŗas ūd. līmeni.
h_2 — gruntsūd. dziļumu zem jūŗas ūd. līmeņa.

Līdzsvara stāvoklī ir:

$$h_2 \cdot \gamma_2 = H \cdot \gamma_1 = (h_1 + h_2)\ \gamma_1 .$$

un:

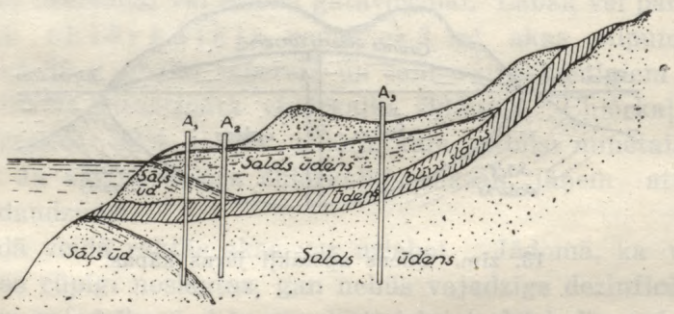
$$h_2 = h_1 \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_2 - \gamma_1}$$

P. p., $\gamma_1 = 1$ un $\gamma_2 = 1{,}025$.

$$\text{tad } h_2 = \frac{h_1}{0{,}025} = 40 \cdot h_1 .$$

Tā tad, ja kādā vietā $h_1 = 1$ m, tad var saldu ūdeni vēl sagaidīt dziļumā līdz 40 m. Tā kā γ_2 — atkarīgs no sāls satura zināmā jūŗas vietā, tad saprotams, ka attiecības starp h_1 un h_2 ir dažādas.

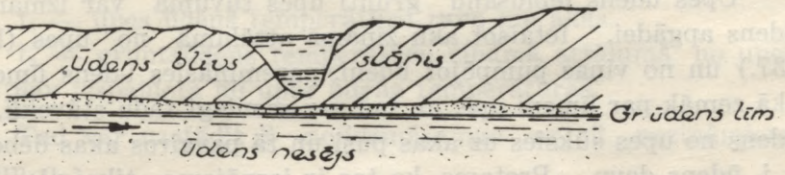
Ja jūŗas krasts ūdeni cauri nelaiž, pastāv no māla vai akmeņa, tad arī sālīgais ūdens neiespaidos saldo ūdeni. Var



14. zīm. Akas jūŗas tuvumā.

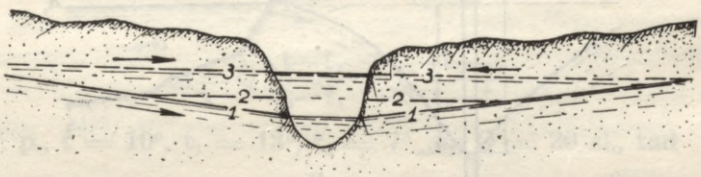
būt arī tādi apstākļi, ka jūŗas malā mainās ūdeni nesoši ar ūdensblīviem slāņiem, un tā tad, ietaisot dažādā dziļumā akas, var dabūt labu ūdeni lielākā dziļumā, kamēr no seklākas akas nāktu sālīgs ūdens, vai otrādi seklāka aka dod saldu ūdeni, kamēr dziļākas sālīgu (zīm. 14.). Kā redzams, akām kāpās, jūŗas tuvumā jāizvēlas attiecīgs dziļums, kas parasti nevar būt liels. Grūtības rodas arī akas konstrukcijā, jo kāpu smilts ir ļoti smalka un prasa attiecīgas konstrukcijas ieteces filtrus.

Upes vai ezera ūdens var iespaidot gruntsūdens līmeni un sastāvu, ja upes vai ezera gultne ir uz ūdeni caurlaidoša slāņa. Ja gultne ir ūdensblīva (zīm. 15.), tad šādas attiecības nepastāv. Pie caurlaidīgām gultnēm un krastiem ūdens



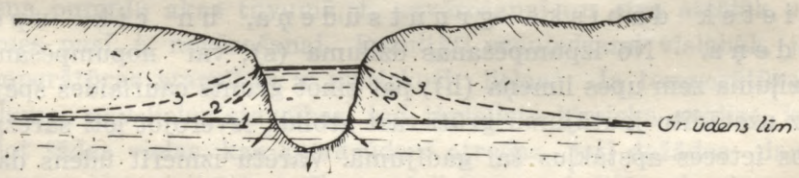
15. zīm. Blīva upes gultne.

apstākļi var būt dažādi, galvenā kārtā atkarīgi no tā vai gruntsūdens tek uz upes pusi, vai tāda tecēšanas virziena nav. Pirmā gadījumā (zīm. 16.) pie attiecīga upes ūdens līmeņa (1) radīsies, it kā aizsprosts gruntsūdens iztecei upē, un ja upē ūdens



16. zīm. Gruntsūdens ietek upē.

līmenis pacelsies, arī gruntsūdens līmenis pacelsies (2), bet no upes ūdens neies atpakaļ gruntsūdenī. Gruntsūdens līmenis upes tuvumā pacelsies līdz upes ūdeņa līmenim (2) un (3).

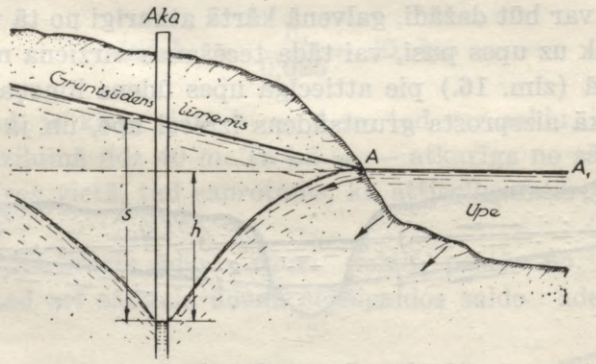


17. zīm. Upes ūdens iztek gruntsūdenī.

Pazeminoties upes ūdens līmenim, arī gruntsūdens līmenis pēc izteces upē tam pieskaņosies. Turpretim, ja gruntsūdens netek uz upes pusi, bet otrādi, paceļoties līmenim upē, tek no upes gruntī, tad upes ielejā izveidosies gruntsūdens, ko varētu apzīmēt par upes gruntsūdeni, un viņa līmenis saskanēs ar ūdens līmeni upē (zīm. 17(1).). Ja upē paceļas ūdens līme-

nis, no upes iztecēs caur krastu ūdens uz zemes pusi, un gruntsūdens līmenis ielejā pacelsies (2, 3). Ja līmenis upē krīt, arī ūdens ietecēs atpakaļ upē un pamazām līmenis izlīdzināsies ar upes līmeni.

Upes ūdens ieplūšanu gruntī upes tuvumā var izmantot ūdens apgādei. Ietaisot aku zināmā attālumā no upes (l. p. 237.) un no viņas pumpējot ūdeni, pazemināsies ūdens līmenis akā zemāk par līmeni upē, un tad var sasniegt tādu stāvokli, ka ūdens no upes sūksies uz akas pusi un tā pavairos akas dēbetu, t. i. ūdens devu. Protams, ka tas ir iespējams tikai pie ļoti



18. zīm. Gruntsūd. iegūšana no upes un grunts.

caurlaidīgas grunts. Tā tad tāda aka uzķers kā dabisko gruntsūdeni, tā arī upes gruntsūdeni. Paceļas jautājums, cik akā pietek dabiska gruntsūdeņa, un cik upes ūdeņa. No izpumpēšanas dziļuma (s), vai nopumpēšanas dziļuma zem upes līmeņa (h), pat zinot grunts caurlaides spēju, uz uzstādīto jautājumu grūti rast atbildi, ievērojot ļoti sarežģītos ieteces apstākļus šai gadījumā. Varētu izmērīt ūdens daudzumu upē augšpus akas un lejpus akas. Starpība ūdens daudzumos būtu tas daudzums, kas aiztecējis uz aku. Bet pilnīgi pareizs tāds aprēķins nebūtu, jo daļa ūdeņa varēja arī akai paiet gaŗām, un tieši neietecēt akā. Pie ezeriem tāds paņēmiens nemaz nav pielietojams. Ātrāk un drošāk var pietiekošu atbildi dabūt vai uz ķīmiska ceļa vai mērījot ūdens temperātūru, jo runā esošiem ūdeņiem sastāvs un arī temperātūra parasti ir dažādi. Visvienkāršāk izdarāmi ir temperātūras novērojumi.

Apzīmēsim ar:

Q — ūdens daudzumu, izpumpētu iz akas.

q_1 — to daļu, kas nāk no upes.

q_2 — to daļu, kas nāk no gruntsūdeņa.

t — ūdens temperātūru akā.

t_1 — upes ūdens temperātūru tuvu pie akas.

t_2 — gruntsūdens temperātūru zināmā attālumā no upes, kas nav iespaidota no upes ūdeņa temperātūras.

Tad var uzstādīt 2 nolīdzinājumus ar 2 nezināmiem: q_1 un q_2:

$$Q = q_1 + q_2$$

$$Q \cdot t = q_1 t_1 + q_2 t_2$$

Atkarīgi no tā vai t un t_1 ir lielāki par t_2, vai t_2 ir lielāks par t un t_1, dabūsim:

$$q_1 = Q \frac{t - t_2}{t_1 - t_2} = Q \frac{t_2 - t}{t_2 - t_1}$$

un

$$q_2 = Q \frac{t - t_1}{t_2 - t_1} = Q \frac{t_1 - t}{t_1 - t_2}$$

P. p., $t = 10^0$, $t_1 = 13^0$, $t_2 = 7^0$ un $Q = 20$ sl., tad

$$q_1 = 20 \cdot \frac{3}{6} = 10 \text{ sl.}$$

$$q_2 = 20 \cdot \frac{3}{6} = 10 \text{ sl.}$$

Temperātūras novērošanai jāietaisa 2 novērošanas akas, viena pumpju akas tuvumā, t_1 novērošanai un otra attālāk uz zemes pusi, t_2 novērošanai. Rezultāti sasniedzami vislabāk, ja temperātūras starpības ir pietiekoši lielas. Ja temperātūras lielumos nav lielas starpības, tad jāpielieto ķīmiska analize, izvēlot tādas vielas, kas katrā ūdenī atrodas ļoti dažādos daudzumos. Var pielietot cietības noteikšanu, vai chlōra daudzumu, vai citas vielas, kuŗu daudzuma starpība abos ūdeņos ir pēc iespējas liela. Arī ķīmisku analizi izvedot jāņem paraugs upes ūdenim nevis tieši no upes, bet tuvu pie akas, iz novērošanas akas. Aprēķins ir līdzīgs aprēķinam no temperātūrām. Apzīmēsim ar K — ķīmisko vielu ūdenī no akas

K_1 — „ „ „ „ upes

K_2 — „ „ „ „ gruntsūdeņa.

tad ir:

$$q_1 = Q \cdot \frac{K - K_2}{K_1 - K_2} = Q \cdot \frac{K_2 - K}{K_2 - K_1}$$

un

$$q_2 = Q \cdot \frac{K - K_1}{K_2 - K_1} = Q \cdot \frac{K_1 - K}{K_1 - K_2}$$

atkarīgi no tā, kas ir lielāks K_1 vai K_2.

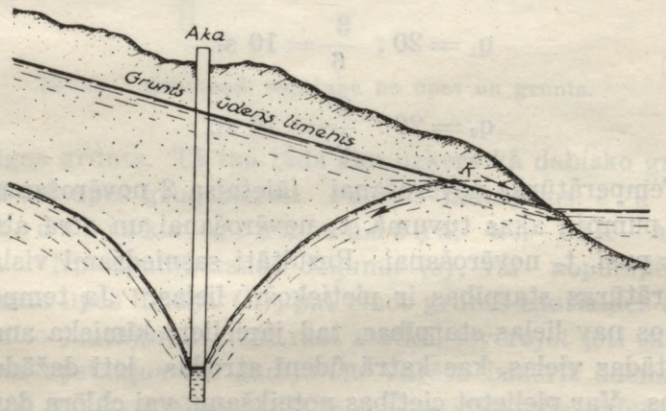
P. p., $K_1 = 200$ mg/l, $K_2 = 50$ mg/l, un $K = 125$ mg/l un $Q = 20$ sl., tad

$$q_1 = 20 \cdot \frac{75}{150} = 10 \text{ sl.}$$

un

$$q_2 = 20 \cdot \frac{75}{150} = 10 \text{ sl.}$$

Nearvien var iegūt upes ūdeni gruntsūdens daudzuma palielināšanai. Ja gruntsūdens tek uz upes pusi, tad var pie ūdens nopumpēšanas iz akas rasties starp aku un upi kulminācijas punkts K_1, no kuŗa gruntsūdens tek kā uz upes, tā arī akas pusi, un šādā gadījumā upes ūdens gruntsūdenī neietecēs un to nepapildinās (zīm. 19.). Varētu ietaisīt tādā gadījumā



19. zīm. Gruntsūdens aka upes tuvumā.

aku tuvāk pie upes, un iz akas ūdeni pumpēt ar lielāku līmeņa pazemināšanu akā, bet tad var rasties nevēlamas parādības, jo var upes ūdens pietiekoši nenofiltrēties, ejot caur grunti, var ūdens ieteces ātrums akā palielināties un raut līdz smilti un t. t. Tādos gadījumos vislabāk jāatsakās no akas dēbeta palielināšanas ar upes ūdeni.

Var būt arī vēl citi apstākļi, kas šādu akas ūdens daudzuma palielināšanu padara par neiespējamu, un proti, tas ir gadījumā, ja upes ūdens nes daudz d ū ņ u, uzņemot noteces no purviem, laukiem, vai pilsētu notekūdeņus), ar kuŗiem grunts poras var aizsērēt. Pie normāliem apstākļiem dūņas kā viegls materiāls tika ar ūdens tecēšanas ātrumu upē nestas uz priekšu, un nosēdušās dibenā un gar krastu tika noskalotas pa lielūdeņa laiku, un gruntsūdens ietece upē netika kavēta. Citādi apstākļi var rasties pie ūdens pumpēšanas iz akas upes tuvumā. Dūņas tiek ievilktas porās, tās var piesērēt un līdz ar to ūdens pietece akā samazināties un pat pavisam apstāties. No tā varam nākt pie slēdziena, ka aku ietaisīšanai upes tuvumā, ar nolūku izmantot caur grunti filtrējošos upes ūdeni, jāizdara rūpīgi pētījumi, un tomēr zināms risks paliek.

Līdzīgi apstākļi ir pie mākslīgas laukuma applūdināšanas, gruntsūdens daudzuma palielināšanai. Tomēr te apstākļi ir labāki tai ziņā, ka piesērējumi sakrājas zemes virsū, un to iznīcināšanai ir daudz līdzekļi kā to redzēsim pie mākslīgiem filtriem (l. p. 328.), vai ar paņēmieniem, kādi ir pazīstami zemes filtru vai tīrīšanas lauku praksē, pie kanālizācijas notekūdeņu tīrīšanas.

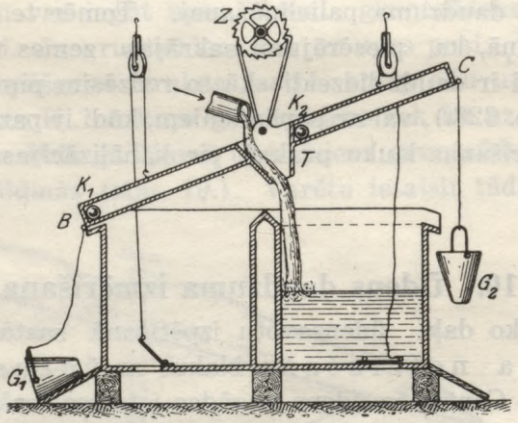
10. Ūdens daudzuma izmērīšana.

Svarīgāko daļu ūdensavotu izpētīšanā sastāda ū d e n s d a u d z u m a n o t e i k š a n a blakus ar ū d e n s l a b u m a izpētīšanu. Centrālās ūdens apgādes ietaises maksā dārgi un jau tādēļ vien jāapsveŗ iepriekš izsmeļoši visi iespaidojošie apstākļi. Kas attiecas uz ūdens labuma noteikšanu, tad to izdara ķīmiķi un baktēriologi ar analizēm, un uz to pamata nosaka vai ūdens apgādei derīgs vai nederīgs. Tas ir noteikts uzdevums un grūtības nesagādā. Daudz lielākas grūtības dažkārt ir ar ū d e n s d a u d z u m a noteikšanu. Pie virszemes ūdeņiem arī šo jautājumu var praktiski viegli izšķirt, bet apakšzemes ūdens izvēlei vajadzīgi ilgstoši, sarežģīti un dārgi maksājoši pētīšanas darbi.

Ū d e n s d a u d z u m a i z m ē r ī š a n a ir hidraulikas un hidroloģijas uzdevums. Nav jāaizmirst, ka jāatrod izmeklējamā avota v i s m a z ā k a i s ūdens daudzums un tādēļ ar vienu gadījuma mērījumu nevar apmierināties, sevišķi pie

avotu un gruntsūdeņu daudzuma noteikšanas. Nevar atteikties no ilgstošiem mērījumiem vairāk gadu laikā, lai iegūtu zināmu drošību šai jautājumā.

Ļoti mazus ūdens daudzumus, p. p., neliela avota iztecē, var vislabāk un uzticamāk izmērīt ar mērīšanas trauka palīdzību, kuŗā līdz zināmai zīmei ir iemērīts 15 l, vai 25 l un t. l. Tādus traukus var vienkārši skārdnieks izgatavot no cinkota skārda, un tad viņā salīdzinot ar kādu normēta lieluma trauku var ietaisīt vēlamā tilpuma atzīmi. No laika, kuŗā trauks piepildās, var izrēķināt pieteces daudzumu 1 sek. Lielākiem pieteces daudzumiem, vairāk par 10 sl., var ierīkot mērāmo kasti ar automatisku reģistrācijas ietaisi, sevišķi ja mērīšanu paredzēts izvest ilgāku laiku. Tāda ietaise pastāv (zīm. 20.) no dēļu kastes, izsistas iekšpusē ar

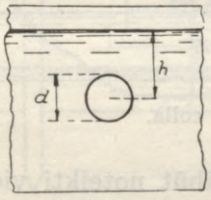


20. zīm. Mērāmā kaste.

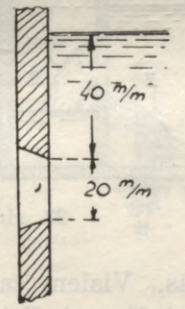
cinka skārdu, un iedalītas 2 nodaļās. Pēc 1 nodaļas piepildīšanās līdz iezīmetai markai ūdens sāk izlīt pār robu uzņemšanas traukā (G_2), līdz ar to svārstekļa viens gals (C) nosveŗas uz leju un otrs paceļas augšā. Pie tam attaisās pilnajā nodaļā dibens klape un aiztaisās tukšajā un ūdens no pietekcaurules caur pagriezto piltuvi (T) sāk piepildīt tukšo nodaļu, kamēr no pilnās ūdens iztek caur dibens caurumu. Kastes nodaļu tilpums ir pilnīgi noteikta lieluma, un ar zobrata (Z) palīdzību var pildījumu skaitu pārnest uz sevišķu skaitītāja ietaisi, un uz automatisku uzrakstītāju. Pēdējā gadījumā var uzķert arī svārstības pieteces daudzumā. Svārsteklis (BC) ir ar

tukšu vidu un viņā kustas lodītes (K_1 un K_2), kas palīdz aparāta darbību nobalansēt.

Ja ūdens pieteces daudzums ir tik liels, ka viņu ar mērāmo trauku tieši izmērīt nevar, tad ieliek pāri strautiņam dēļu aizsprostu, kurā ietaisīti apaļi caurumi visi vienāda lieluma un kuŗu centriem jābūt visiem vienā līmenī. Tiklīdz iestāsies līdzsvars, no visiem caurumiem ūdens iztecēs vienādā daudzumā, un to ņemot vērā pietiek, ja izmēra no viena cauruma iztekošo ūdens daudzumu. Bet nu tādu principu var izmantot arī dažādu mērīšanas aparātu izgatavošanai. Ja kādas kastes plānā sienā ietaisa caurumu diametrā d (zīm. 21.), un ūdens pieteci norēgulē tā, ka spiediena augstums h, t. i. ūdens līmeņa augstums pār izteces cauruma smaguma centru, tiek



21. zīm. Ūdens colla.

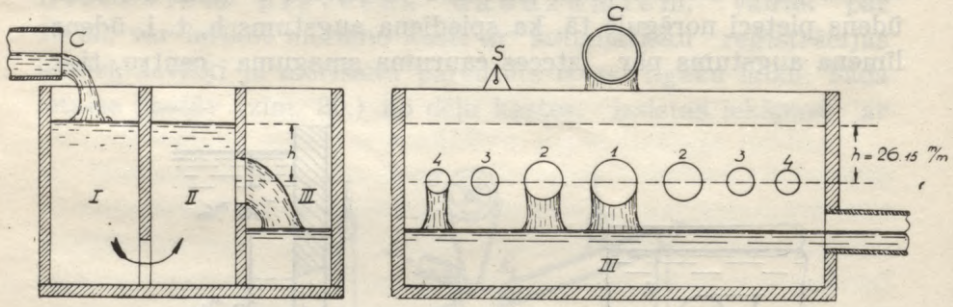


22. zīm. Franču ūdens colla.

uzturēts negrozīts visu laiku viens un tas pats, tad caur tādu caurumu visu laiku iztecēs vienmērīgi katrā laika vienībā, p. p., 1. sek., pilnīgi noteikts viens un tas pats ūdens daudzums. Tādu ūdens daudzumu, kas iztek 24 stundās caur apaļu vertikālā plānā sienā ietaisītu caurumu ar d = 1″, zem noteikta spiediena h, sauc par ūdens collu. Ūdens collu lielums var būt un arī dažās zemēs ir dažāds. Tā, p. p., jaunā franču ūdens colla ir ierīkota ar d = 20 mm un h= 40 mm (zīm. 22.) no izteces cauruma virsas līdz ūdens līmenim. Tādā ietaisē iztek 24 stundās Q = 20 m^3.

Praktiskiem mērījumiem ar ūdens collu ietaisa vertikālā sienā vairākus tādus caurumus visus ar centriem vienā līmenī. Lai varētu rēgulēt ūdens līmeni un uzturēt viņu negrozīgu, jābūt iespējai attaisīt vai aiztaisīt dažus caurumus, ar klapi vai iebāzni, un tā pieskaņoties ūdens pietecei. Visu ūdens daudzu-

mu dabū saskaitot darbojošos caurumus. Vēl labāk var pieskaņoties pieteces apstākļiem, ja caurumi ir dažāda lieluma. Franču inž. B o r n e m a n n's konstruējis tādu aparātu. Bornemanna ūdens colla (zīm. 23.) sastāv no lielas koka kastes, kuŗā ar 2 starpsienām ietaisītas 3 nodaļas (I, II, III). Pirmās 2 nodaļas (I un II) noder līmeņa nomierināšanai un nogulšņu uzņemšanai, ja tādi būtu. Starpsienā starp II un III nodaļu ietaisīti 7 apaļi caurumi, no kuŗiem vidējais (1) ir vislielākais ar d = 26,15 mm un uz katru pusi simmetriski no tā mazāki caurumi, ik 2 vienāda lieluma, un lielums uz sienas galu arvien



23. zīm. Bornemanna ūdens colla.

samazinās. Visiem caurumu centriem jābūt noteikti vienā līmenī. Spiediena h lielums ir 26,15 mm. No visiem caurumiem kopā vienā un tai pašā laikā varētu iztecēt diennaktī (24 st.):

no cauruma 1: d_1 = 26,15 mm; Q_1 = ... 54,72 m³
„ „ 2: d_2 = 13,08 „ Q_2 = 2 × 5,44 = 10,88 „
„ „ 3: d_3 = 6,54 „ Q_3 = 2 × 1,41 = 2,82 „
„ „ 4: d_4 = 3,27 „ Q_4 = 2 × 0,39 = 0,78 „

no visiem kopā 24 st. iztek Q = 69,20 m³

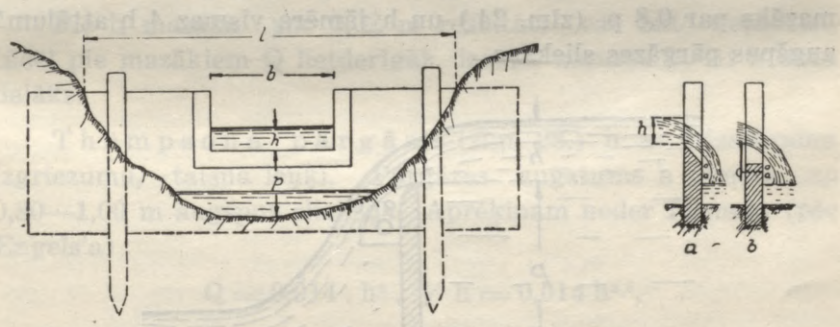
Kaste jāuzstāda horizontāli, kam pietaisīts svērtenis. Noteiktais spiediena augstums, t. i. ūdens līmeņa augstums pār centriem, h = 26,15 mm, uzturāms, aiztaisot attiecīgos caurumus ar aizbāzni. Tā, p. p., zīmējumā parādītās izteces dos kopā 24 st.:

$$Q = 54{,}72 + 5{,}44 + 0{,}39 = 60{,}55 \text{ m}^3.$$

Ūdens collas aparātus pielieto arī ūdens daudzuma mērīšanai meliorācijā, nododot no apūdeņošanas ietaisēm patērētā-

jiem ūdeni par zināmu maksu, lauku un pļavu apūdeņošanai. Tā tas ir Italijā, Francijā un citās dienvidus zemēs, kur šādas ietaises izbūvētas plašai pielietošanai.

Lielāka tekoša ūdens daudzuma mērīšanai pielieto pārgāzes, zem kuŗām saprot izgriezumu aizsprostā vai kastes sienā. Izgriezums parasti ir 4-kantīgs un tikai pie mazākiem ūdens daudzumiem pielieto trīsstūrainu izgriezumu (Thompsona pārgāze). Ļoti no svara pie tam ir, lai izgriezuma kantis (šķautnes) būtu asas (zīm. 24. a) un b)) un visa pāri tekošā ūdens strāva atdalītos (sažņaugtos) lejpus pārgāzes sliekšņa, kā tas parasti ir pie caurumiem plānā sienā. Kantu izgriezumu taisa ar slīpumu uz ūdens tecēšanas pusi, vai piesit dzelzs plāksnīti, lai dabūtu pietiekoši asu kanti.

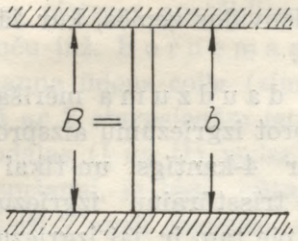


24. zīm. Pārgāzes novietošana strautā.

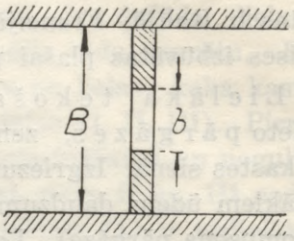
Šādi sagatavotu pārgāzi vienā dēlī vai no vairāk dēļiem taisītā sienā (vairogā) iestiprina šķērsām pār strautiņu vai pār grāvi vai pār pievedreni no avota iztekas, un ar to aizsprosto ūdeni (zīm. 24.), pie kam ūdenim vajaga būt uzstādinātam tik augstu, lai būtu pilnīga pārgāze, t. i. apakšā notekošā ūdens līmenis būtu zemāks par pārgāzes slieksni.

Hidraulikā izšķiŗ 2 sistēmas četrkantīgo pārgāžu: 1) Bazina vai Kastell'a pārgāze (zīm. 25.) ar sliekšņa gaŗumu līdzīgu renes platumam, tā tad, tikai ar vienu strāvas iežņaugumu, apakšā zem sliekšņa, un 2) Ponseleta (Poncelet) pārgāzi (zīm. 26.), ar slieksni īsāku par renes platumu, tā tad ar 3 strāvas iežņaugumiem, apakšā un abos sānos.

Bazin'a pārgāzē ir strāvas iežņaugums tikai apakšā un jāierīko tā, lai viņš nebūtu arī sānos. Lai tas būtu nodrošināts, zem pārgāzušās strāvas vajaga atrasties gaisam, jo tad

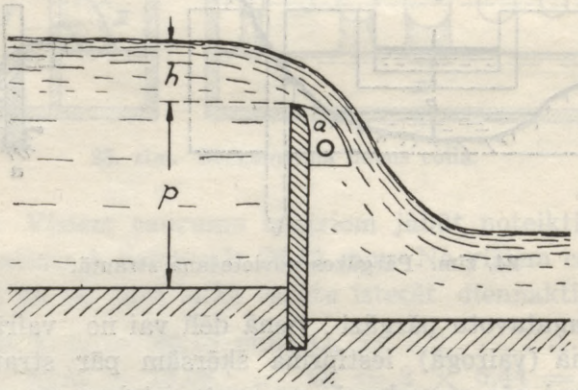


25. zīm. Bazina vai Kastella pārgāze.



26. zīm. Ponseleta pārgāze.

ūdens pārkritīs brīvi un nekur neaizķersies. Ar to nolūku ietaisa sānu sienās nelielu caurumu (a, zīm. 27.) diam. 6 cm. Pārgāzes sliekšņa augstums jāiekārto pēc iespējas tā, lai h būtu mazāks par 0,8 p. (zīm. 24.) un h jāmēra vismaz 4 h attālumā augšpus pārgāzes sliekšņa.



27. zīm. Bazina pārgāzes griezums.

Pārkritušo ūdens daudzumu pie zināmas pārgāzes izmēriem var aprēķināt ar R e h b o c k'a formulu:

$$Q = b \cdot \sqrt{h} \left(0{,}003 + 1{,}79 \cdot h + 0{,}23 \frac{h^2}{p} \right)$$

Formula pielietojama pie h lielāka par 0,02 m. Tuvinošu rezultātu dod formula (pēc Gross'a):

$$Q = 1 \cdot 9 \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{h}$$

P o n s e l e t'a p ā r g ā z e i ar 3 strāvas sažņaugiem (kontrakcijām) izvēl sliekšņa garumu b uz novērojumu pamata:

b = 0,25 m pie Q = 5 līdz 25 sl.
b = 0,50 „ „ Q = 25 „ 150 „
b = 1,00 „ „ Q = lielāka par 150 sl.

Augstums h jāmēra vismaz 1 m augšpus sliekšņa, kamēr līmenis nesāk pārliekties un nenāk pārgāzes līknes iespaidā.

Aprēķinam var pielietot Kincer'a formulu:

$$Q = \left(0{,}4342 + 0{,}009 \cdot \frac{b}{B} - 0{,}0777 \cdot \frac{h}{h+p}\right) \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2g \cdot h}$$

Tuvinošu rezultātu iegūst ar formulu (pēc Gross'a):

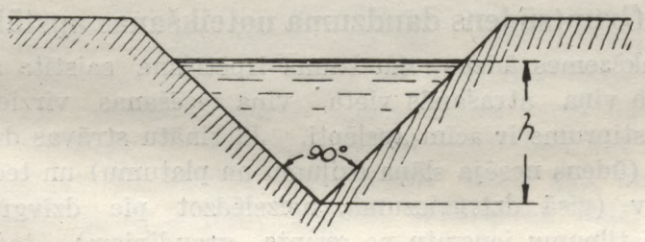
$$Q = 1{,}8 \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{h}.$$

Pie h mazāka par 0,02 m rezultāti var būt nepareizi, tādēļ pie mazākiem Q lietderīgāk izvēlēt mazāku b, lai h būtu lielāks.

Thompsona pārgāze (zīm. 28.) ir ar trīsstūrainu izgriezumu, taisnā leņķī. Pārgāzes augstums h jāmēra ap 0,80—1,00 m augšpus sliekšņa. Aprēķinam noder formula (pēc Engels'a):

$$Q = 0{,}014 \cdot h^2 \cdot \sqrt{h} = 0{,}014\, h^{2{,}5},$$

pie kam izkeikti h — metros un Q — sl.



28. zīm. Thompsona pārgāze.

Lielākās upēs ūdens daudzuma noteikšanai uzmēra šķērsgriezumus (dzīvgriezumus) un viņos izmēra tecēšanas ātrumu ar hidrometriska spārna palīdzību vai citiem paņēmieniem, kādi hidraulikā pazīstami. Zinot dzīvgriezuma platību F un tecēšanas ātrumu v — caurteces daudzums ir:

$$Q = F \times v.$$

Attiecības starp ūdens daudzumiem dadžādās laika vienībās redzamas no tab. 2.

Tabula 2.

Attiecības starp litriem sekundē un minūtē un kub. metriem stundā un diennaktī.

sl	l/min.	m³/st.	m³/24 st.	sl	l/min.	m³/st.	m³/24 st.
1	60	3,6	86,4	30	1800	108,0	2592,0
2	120	7,2	172,8	35	2100	126,0	3024,0
3	180	10,8	259,2	40	2400	144,0	3456,0
4	240	14,4	345,6	45	2700	162,0	3888,0
5	300	18,0	432,0	55	3300	198,0	4752,0
6	360	21,6	518,4	65	3900	234,0	5616,0
7	420	25,2	604,8	75	4500	270,0	6480,0
8	480	28,8	691,2	85	5100	306,0	7344,0
9	540	32,4	777,6	95	5700	342,0	8208,0
10	600	36,0	864,0	110	6600	396,0	9504,0
12	720	43,2	1036,8	130	7800	468,0	11232,0
14	840	50,4	1209,6	150	9000	540,0	12960,0
16	960	57,6	1382,4	170	10200	612,0	14688,0
18	1080	64,8	1555,2	190	11400	684,0	16416,0
20	1200	72,0	1728,0	200	12000	720,0	17280,0
25	1500	90,0	2160,0				

11. Gruntsūdens daudzuma noteikšanas apstākļi.

Apakšzemes ūdens daudzuma izpētīšana saistīta ar grūtībām, jo viņa atrašanās vieta, viņa tecēšanas virziens un strāvas stiprums ir acīm apslēpti. Ja zinātu strāvas dzīvgriezumu F (ūdens nesēja slāņa dziļumu un platumu) un tecēšanas ātrumu v (visā dzīvgriezumā, neizslēdzot pie dzīvgriezuma aprēķina tilpumu ieņemtu no grunts graudiņiem), tad daudzumu (Q) varētu aprēķināt ar pazīstamo hidraulikas pamatformulu $Q = F \times v$. Tā tad redzams, ka gruntsūdens daudzuma pētīšanas uzdevums ir izzināt šos vajadzīgos datus daudzuma noteikšanai.

Gruntsūdens kustība notiek līdzīgos apstākļos kā virszemes ūdens kustība. Ja ūdens līmenim ir kritums, tad zem smaguma spēka iespaida ūdens kustas uz mazākās pretestības pusi. Jo lielāks ir līmeņa kritums, jo kustība lielāka pie citādi

vienādiem apstākļiem: ūdensnesēja slāņa sastāva, poru tilpuma, temperatūras un citām īpašībām, kas pa daļai izpētītas, pa daļai vēl izpētāmas. Visi šādi apstākļi jānoskaidro.

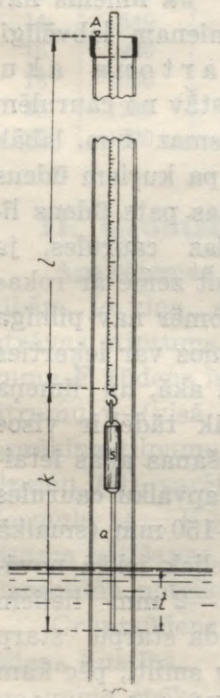
Zem gruntsūdens krituma saprot līmeņa augstuma starpību starp 2 līmeņa punktiem, dalītiem ar šo punktu attālumu. Tā tad pirmā kārtā jāatrod gruntsūdens līmenis un jānosaka viņa ģeodēziskā augstuma atzīme. Izliktos, ka gruntsūdens līmeni atrast un noteikt nav visai grūti, tomēr izrādās, ka līmenis var būt iespaidots no dažādiem blakus apstākļiem, kā tas vēl turpmāk būs minēts, un pie apcerējumiem par līmeņa kritumu arī tādi blakus apstākļi ņemami vērā.

Gruntsūdens līmeni var izzināt ar novērojumiem pastāvošās māju akās. Tādas tomēr nav pietiekoši sistēmatiski novietotas, un arī paši novērojumi var būt iespaidoti no ūdens ņemšanas daudzuma iz akas, un no ūdens pieteces apstākļiem akām. Tādēļ pareizākai un sistēmatiskākai gruntsūdens līmens atrašanai un svārstību novērošanai lielākā rajonā, jāietaisa sevišķas novērošanas akas. Ja līmenis nav dziļi zemē, un virsējie grunts apstākļi ir paņēmienam labvēlīgi, var iedzīt zemē t. s. abesiniešu vai Nartona aku, kas, kā to turpmāk redzēsim (l. p. 199.), pastāv no caurulēm d = 40 līdz 50 mm, kuŗām apakšējā daļā, vismaz 1 m, labāk 1,5—2 m caurules gaŗumā, ietaisīti caurumi, pa kuŗiem ūdens brīvi satek caurulē, tā tad caurulē iestāsies tas pats ūdens līmenis kā gruntsūdenim ārpus caurules. Tādas caurules, ja ūdens līmenis nav dziļi, ne vairāk par 4 m, iesit zemē ar rokas zveltni, vai vienkāršu pāļdzini. Tāda ietaise tomēr nav pilnīga un nav ieteicama, jo cauruli iedzenot caurumos var ieķerties gruntsdaļiņas, kas kavētu brīvu ūdens ieteci akā, un līmeņa novērojumi var ar to palikt nedroši. Ieteicamāk tādēļ ir visos gadījumos, arī pie seklākiem līmeņiem, novērošanas akas ietaisīt sekojošā ceļā: vispirms izurbj ar lielākas apvalku caurules palīdzību, ar d vismaz 80 mm, bet labāk 100—150 mm (smalkā smiltī), aku līdz vajadzīgam dziļumam, tad ieliek iekšā novērošanas cauruli, d = 40 cm, ar caurumotu (1—2 mm lieliem caurumiem) apakšējo daļu (1—2 m) un piepilda starpu starp apvalkcauruli un novērošanas cauruli ar rupju smilti, pēc kam tad apvalkcauruli izvelk pakāpeniski ārā. Tālāk tad ar rokas pumpi stipri nopumpē akā atrodošos ūdeni, un ar to tad nodro-

šina labu gruntsūdens ieteci akā. Smalkā smiltī var būt vajadzīga iepriekš rupjas aizsargsmilts iebēršana starp abām caurulēm, vēl caurumotu daļu aplikt ar sietveidīgu drāts audumu ar maziem acu lielumiem. Novērošanas caurules apakšgals jāaizbāž ar koka aizbāzni, lai ūdens tecēdams caur vaļējo apakšgalu neierautu smiltis, ar ko caurule piesērētu. Caurules virsgals paceļas pāri par zemi kādu 0,5 m un tas jānoslēdz ar aizskrūvējamu metalla vāku. Līmeņa dziļumu parasti mēra no novērošanas caurules virsgala, kas tad ir jāienivelē attiecīgi uz noteiktu 0 horizontu, un arī novērotiem ūdens līmeņiem jāaprēķina katrreiz augstuma atzīme, pieskaņojot to izvēlētam 0 horizontam.

Gruntsūdens līmeņa mērīšana akā nav tik viegla kā to varētu domāt, jo līmeņa svārstība starp 2 mērījumiem, kas īstenībā būtu jāizved katru dienu vai vismaz 1 reiz nedēļā, ir ļoti maza un labākā gadījumā tikai nedaudz cm. Līmeni no virsas nevar redzēt un tādēļ tieši ar tērauda mērījamo lentu vai ar koka lati dziļumu līdz gruntsūdens līmenim izmērīt nevar. To ievērojot izdomāti un pielietoti vairāk vai mazāk asprātīgi iekārtoti mērīšanas palīgrīki. Ļoti vienkārša un daudz vietās, arī pie Rīgas pētījumiem Zaķu muižas rajonā, pielietotā ietaise (zīm. 29.) sastāv no parastās tērauda mērīšanas lentas, kuŗas galā piekārts svērtnis (s), lai mērījot lenta būtu izstiepta taisna. Pie svērtņa apakšā piestiprināta tieva standziņa vai adata (a), diametrā 1,5—2 mm. Standziņu nosmērē ar krīta šķīdumu ēterī vai citā šķidrumā. Krīts ūdenī atskalojas un uz standziņas var skaidri saredzēt viņas iegrimšanas dziļumu (t) ūdenī. Novelkot iegrimšanas dziļumu (t) no negrozīgā lentas piekāŗuma gaŗuma (k) un pieskaitot lentas nolasījumu pret caurules virsgala marku (A), dabū līmeņa dziļumu, un novelkot to no markas augstuma atzīmes, attiecīgi uz zināmu 0 punktu (p. p., Baltijas jūŗas līmeni) dabū gruntsūdens līmeņa atzīmi (T). Tā tad:

$$T = A - (k - t + l).$$

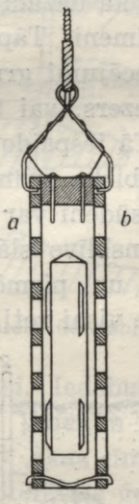


29. zīm. Mērāmā ietaise.

Tievai standziņai (adatai) piemīt tas labums, ka viņa neizspiež daudz ūdens, tā tad neiespaido mērīšanas rezultātu. Populārs ir arī Rang'a līmeņmērītājs (zīm. 30.). Pie mērāmās lentas piekārts stabiņš no maziem šķīvīšiem, diam. 1—1,5 cm, kas ietaisīti attālumā 1 cm viens no otra. Šķīvīšu stabiņam iegrimstot ūdenī sadzirdams svilpienveidīgs troksnis. Izvelkot aparātu ārā, uz šķīvīšiem paliek ūdens, no kā redzams, cik dziļi ietaise iegrimusi. Līmeņa atzīme aprēķināma kā pirmajā gadījumā. Šādam aparātam ļaunums tas, ka izspiež uz augšu ūdeni, tā tad līmenis akā nebūs pilnīgi pareizs, un arī nolasīšana iespējama tikai ar 1 cm pareizību.



30. zīm. Ranga līmeņmērītājs.



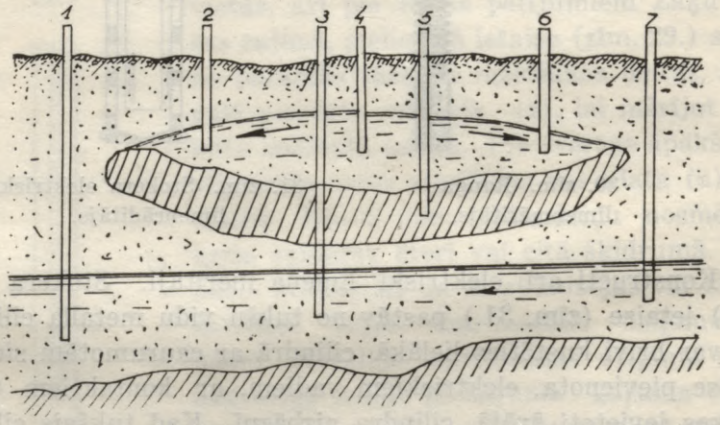
31. zīm. Stokera elektrisks līmeņrādītājs.

Konstruēti arī elektriski līmeņa mērītāji. Stokera (Stocker) ietaise (zīm. 31.) pastāv no tukšu vidu metalla cilindra, kas var brīvi kustēties lielākā cilindrā ar caurumotām sienām. Ietaise pievienota elektriskiem vadiem, ar kontaktiem (a un b), kas ievietoti ārējā cilindra aizbāznī. Kad tukšais cilindrs — pludiņš aizkaŗ kontaktus, atskan augšā zvaniņš. Stiepules, pie kuŗām mērāmais rīks piekārts, viņu nolaižot akā, ir apzīmētas ar noteiktiem iedalījumiem, kas dod iespēju nolasīt iegrimšanas dziļumu. Arī šim aparātam ļaunums tas, ka cilindram iegrimstot ūdenī līmenis paceļas. Te tas tomēr nav no liela ļaunuma, ja visas novērošanas akas ir vienāda diametra,

tā tad visās līmeņa pacēlums būs vienāds, un relātīvi ūdens līmeņi būs salīdzināmi. Bet nosakot līmeņa atzīmi, saskaņotu ar 0 līmeni, līmeņa pacelšanās akā ņemama vērā.

Novērošanas akās novērojumi jāizved vairākus gadus no vietas, lai uzķertu no svārstībām viszemāko gruntsūdens līmeni. Pie mūsu klimata viszemākais gruntsūdens līmenis novērots ziemas beigās, priekš pavasaŗa atkušņa, bet daudzreiz arī vasaras beigās. Visaugstākais līmenis novērots pavasarī un ziemas sākumā.

Gruntsūdens līmeni mērījot vēl jāņem vērā dažādi vietējie ģeoloģiskie apstākļi, kas var iespaidot līmeni. Jau minēts (l. p. 74.), ka dažādi ligzdveidīgi ūdensblīvi slāņu iegulumi var iespaidot līmeni. Tāpat līmeni var iespaidot mākslīgi virszemes ūdens notecējumi gruntsūdenī, p. p., uzstādināts ar aizsprostu mākslīgs ezers, vai tīrīšanas lauku ietaisīšana pētāmā rajona tuvumā. Tā iespaidoti gruntsūdens līmeņa mērījumi jau nevar noderēt dabiska gruntsūdens daudzuma noteikšanai. Tāpat neīstu gruntsūdeni var akās sastapt atkarīgi no dažādiem apakšzemes ūdensblīvo slāņu izveidojumiem. Šādi apstākļi var būt ļoti dažādi un, piemēram, apskatīsim te 2 gadījumus, kas sastopami ne visai reti (pēc Thiem'a).

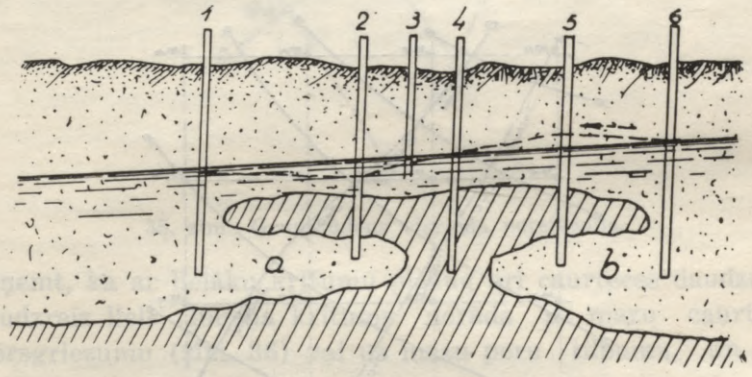


32. zīm. Neīsts gruntsūd. līmenis uz necaurl. slāņa.

Pirmais gadījums ir, ja ne visai caurlaidīgā gruntsslānī iegūlies ūdensblīvs slānis salasveidīgi (zīm. 32.). Lietus ūdens uzkrāsies uz salas virsmas, te izveidojot gruntsūdens slāni, kuŗa līmenis, tā kā grunts vāji caurlaidoša, ir vidū augstāks un krīt uz visām pusēm uz saliņas malu, pār kuŗu viņš notek

īstajā gruntsūdenī, apakšējā slānī. Pie šādiem apstākļiem dažādās vietās ietaisītās akas dos dažādus līmeņa novērojumus. Īstais gruntsūdens līmenis un viņa kritums raksturots ar akām 1, 3 un 7, kamēr akas 2, 4 un 6 uzrādīs neīstus līmeņus un arī ačgārnu kritumu (4—5). Redzams, cik svarīgi ietaisīt novērošanas akas līdz dziļākam gruntsūdens līmenim.

Maldīgus rezultātus var dot arī otrs piemērs, kurā neīstais gruntsūdens līmenis un kritums izveidojies no tā, ka ūdeni caurlaidošais slānis pacēlies galdveidīgi (zīm. 33.). Gruntsūdens

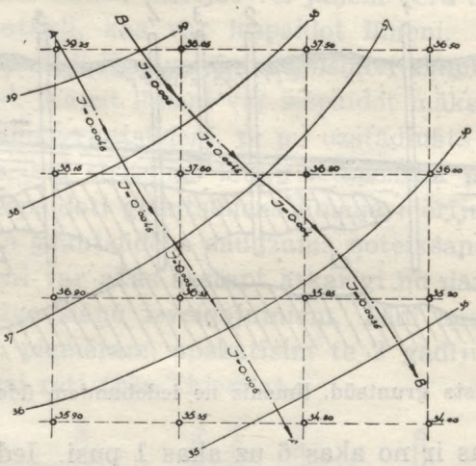


33. zīm. Neīsts gruntsūd. līmenis no iedobumiem ūdensblīvā slānī.

līmeņa virziens ir no akas 6 uz akas 1 pusi. Iedobumos (a un b) ūdens stāv bez kustības, tā tad viņa līmenim jālīdzinās ārpus pacēluma atrodošos aku līmenim (5. akas līmenis = 6. akas un 1. = 2.). Līdz ar to, ar akām noteiktais gruntsūdens līmenis var atšķirties no normālā (no 1 līdz 2 līmenis horizontāls, 2 līdz 5 ar kritumu un 5—6 atkal horizontāls), bet ietaisot akas tikai līdz virsējam līmenim (līdzīgi akai 3), dabūtu īsto līmeni. Kā redzams, apstākļi var būt dažreiz ļoti sarežģīti, un novērojot kādu nenormālību akas līmeņa mērījumu rezultātā katrreiz lietpratīgi jānoskaidro šādas nenormālības cēloņi, iekams rezultātus pielieto gruntsūdens daudzuma noteikšanai.

Gruntsūdens vienlīmeņa līknes vai horizontāles (Izohipses). Ja novērojumu akas ietaisītas sistēmatiski, p. p., līdzteku virzienos, attālumā 0,5 km un mazāk, uzņemtas ar teodolītu un iezīmētas gruntsplānā vai apgabala kartē (zīm. 34.), tad var zināmā laikā izdarītu līmeņa mērījumu atzīmes ierakstīt plānā pie akām, un ar attiecīgu interpelāciju iezīmēt horizontāles vai vienlīmeņa līknes (izohip-

ses). No šādas kartes ar izohipsēm nu var dabūt atbildi uz dažiem mūs interesējošiem jautājumiem. Pirmā kārtā izzināms vai gruntsūdens līmenis ir ar k r i t u m u, tā tad vai mums ir darīšana ar gruntsūdens straumi vai ar gruntsūdens rezervuāru; pēdējā gadījumā kritumi līdzināsies 0. Turpmāk dabū atbildi uz jautājumu par k r i t u m a v i r z i e n u, kas ir perpendikulārs uz izohipsēm. Tāpat dabū arī k r i t u m a l i e l u m u, atrodot uz kartes attālumu starp 2 izohipsēm. Kritumu virzienu un lielumu var ierakstīt vajadzīgās vietās kartē (zīm. 34.) uz



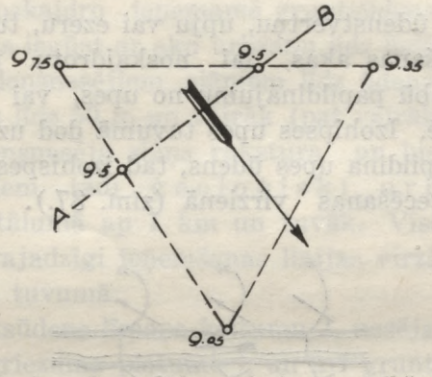
34. zīm. Izohipses.

iezīmētās krituma līnijas. Jāatzīmē, ka novērojumi, uz kuŗu pamata noteiktas izohipses, jāizdara pēc iespējas 1—2 dienās, lai iespējamās līmeņa svārstības neceltu pārpratumus slēdzienos.

Dažreiz vajadzīgs kādā vietā atrast ātri gruntsūdens tecēšanas virzienu, neizdarot visus sistēmatiskos pētīšanas darbus. To panāk ietaisot 3 novērošanas akas (zīm. 35), trīsstūŗa veidā, pēc iespējas vienādā attālumā, 10—50 m vienu no otras (pie rupjākas grunts tālāku, pie smalkākas tuvāku), un novēro ūdens līmeņus, un ieraksta skicē atzīmes. Ar interpelāciju dabū izohipsi un gruntsūdens tecēšanas virziens tad ir perpendikulārs uz iezīmētās izohipses.

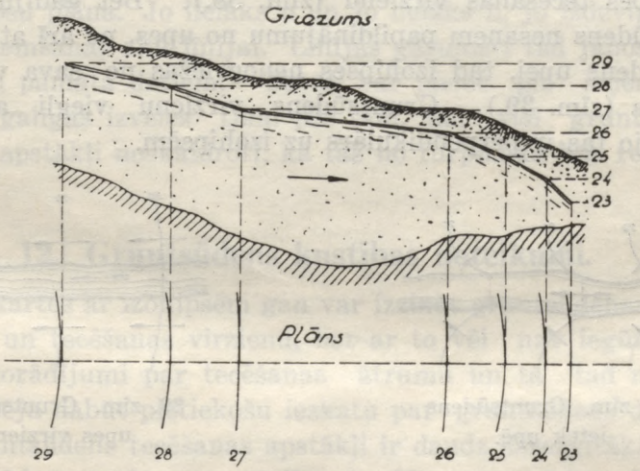
G r u n t s ū d e n s l ī m e ņ a k r i t u m s svārstās kā laika, tā arī vidējo ģeoloģisko un hidroloģisko apstākļu ziņā. Vispārīgi zināma sastāva gruntsmateriālam lielāks kritums

norāda uz lielāku caurteces daudzumu un otrādi. Bet dabā vienādu gruntsmateriālu lielākam rajonam grūti iedomāties, un tādēļ slēdzienos jābūt uzmanīgam. Gan izohipsu tuvums atbilst lielākam kritumam, bet nedrīkst bez tuvākas pētīšanas



35. zīm. Gruntsūdens virziena noteikšana.

pieņemt, ka ar lielāku kritumu pieaug arī caurteces daudzums. Daudzreiz liels līmeņa kritums norāda uz mazu caurteces šķērsgriezumu (zīm. 36) vai uz mazu poru tilpumu, un tad



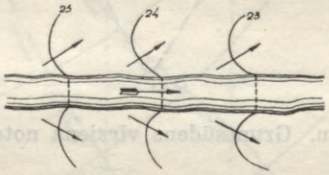
36. zīm. Gruntsūd. līmeņa un dzīvgriezuma attiecības.

zināmam ūdens daudzumam jātek dzīvgriezumā cauri ar lielāku ātrumu. Turpretim mazs kritums norāda uz lielāku dzīvgriezumu, vai arī vieglāk caurlaidošu materiālu. Tā tad novērtējot izohipsu stāvokli uz plāna vai gruntsūdens līmeņa kritumu,

jāņem palīgā arī ģeoloģiskie pētījumi, lai dabūtu skaidrību jautājumā par caurteces daudzumu.

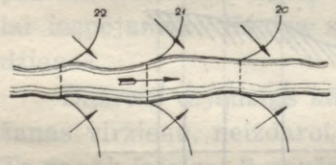
Kas attiecas uz krituma lielumu, tad ir novēroti kritumi J = 0,006 līdz 0,0003, bet arī mazāki un lielāki par šiem skaitļiem.

Virszemes ūdenstvertņu, upju vai ezeru, tuvumā jāietaisa papildu novērošanas akas, lai noskaidrotu jautājumu, vai gruntsūdens dabū papildinājumu no upes, vai otrādi, gruntsūdens ietek upē. Izohipses upes tuvumā dod uz to atbildi. Ja gruntsūdeni papildina upes ūdens, tad izohispes nogriežas upes tuvumā, upes tecēšanas virzienā (zīm. 37.). Turpretim, ja

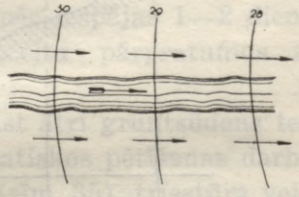


37. zīm. Gruntsūd. papildina upes ūdens.

gruntsūdens ietek upē, tad izohipses upes tuvumā sagriežas pret upes tecēšanas virzienu (zīm. 38.). Bet gadījumā, kad gruntsūdens nesaņem papildinājumu no upes, ne arī atdod daļu sava ūdens upei, tad izohipses nenogriežas no sava vispārīgā virziena (zīm. 39.). Gruntsūdens virzienu viegli atrast uz plāna, jo tas ir perpendikulārs uz izohipsēm.



38. zīm. Gruntsūdens ietek upē.



39. zīm. Gruntsūd. tek upes virzienā.

Ar izohipsu kartes palīdzību var arī izvēlēt ieņemšanas (kaptažas) vietu. Pie normāliem apstākļiem visizdevīgākā ieņemšanas vieta meklējama tur, kur ir vismazākais kritums, tā tad vislielākais attālums starp izohipsēm. Tādā vietā gruntsūdens dzīvgriezums ir vislielākais un mierīgi ieteces apstākļi ieņemšanas ietaisēs visvēlamākie.

Izmeklējamā laukā vajaga iegūt skaidrību par ģeoloģiskiem noslāņojumiem. Var būt gruntsūdens slāņi dažādos dziļumos, nošķirti ar ūdensblīviem slāņiem. Jāizpēta tad šo dažādo slāņu stiprums, kā arī ūdens īpašības, kas dod iespēju izšķirties par to, no kuŗa slāņa izdevīgāk ūdeni iegūt. Visādā ziņā jānoskaidro ieņemamā gruntsūdens slāņa biezums. Vajadzīgos datus iegūst ar aku urbšanu līdz lielākam dziļumam, parasti cauri ūdensnesējiem slāņiem līdz ūdensblīvam slānim, tā tad daudzreiz līdz 50 m un vairāk (pat vairāk simtu metru), atkarīgi no ūdensnesēja slāņa rakstura un biezuma. Pie lielākiem pētījumiem tādi ģeoloģiski urbumi jāizved sistēmatiski, attālumā ap 1 km un tuvāk. Visādā ziņā ģeoloģiskie urbumi vajadzīgi ieņemšanas līnijas virzienā, un nākošo ieņemšanas aku tuvumā.

Zinot gruntsūdens līmeņa kritumu J, nesēja slāņa biezumu h, zināmu dzīvgriezuma platumu l, un arī grunts poru tilpumu p var jau saskatīt, kuŗā vietā būtu ieņemšanas aku līnija ietaisāma, jo ūdens daudzums Q ir proporcionāls

$$Q \simeq p.l.h.J.$$

Pie vienādiem grunts apstākļiem formulā J ir noteicams no izohipsu plāna. Jo lielāks p un jo lielāks h, jo izdevīgāka ir vieta ieņemšanas aku līnijai. Līnijas gaŗums l tad jānoskaidro ar citiem pamata datiem. Tuvāk var pieiet pie ieņemšanas līnijas l galīgas izvēles tikai pēc tam, kad visi gruntsūdens pieteces apstākļi noskaidroti, kā tas no turpmākā būs redzams.

12. Gruntsūdens kustības noteikumi.

No kartes ar izohipsēm gan var izzināt gruntsūdens līmeņa kritumu un tecēšanas virzienu, bet ar to vēl nav iegūti pietiekoši norādījumi par tecēšanas ātrumu un tā tad nav arī dota iespēja dabūt pietiekošu ieskatu par gruntsūdens daudzumu. Gruntsūdens tecēšanas apstākļi ir daudz sarežģītāki kā, p. p., upes ūdens tecēšanas noteikumi. Virszemes ūdens kustību iespaido kritums no vienas puses, no otras puses berzes pretestības gar gultnes malām un dibenu, ūdens daļiņu starpā un virsmas sadursmē ar āra gaisu. Gruntsūdens kustību bez tam vēl iespaido berzes pretestība ar grunts graudiņiem, tā tad atkarīga no graudiņu lieluma, blīvuma un citiem apstāk-

ļiem, ar ko turpmāk nāksies iepazīties. Jo rupjāka ir grunts, jo vieglāk un tā tad arī ātrāk kustēsies gruntsūdens, un jo smalkāka — lēnāk. Jo blīvāk guļ grunts daļiņas, jo lielāka pretestība gruntsūdens kustībai, un jo vaļīgāk, irdenāk guļ graudiņi, jo vieglāk ūdens kustas.

Gruntsūdens tecēšanas ātrums. Vispirms jānoskaidro pats gruntsūdens tecēšanas ātruma jēdziens. Gruntsūdens daudzuma noteikšanai no svara ir tas tecēšanas ātrums, ar ko gruntsūdens strāva kustas horizontālā virzienā. Vertikālā kustības komponente nav liela un to var arī neņemt vērā, un viņa kristu svarā tikai gadījumos, kad gruntsūdeni papildina upes ūdens, vai pie mākslīga gruntsūdens sagādāšanas no attiecīga laukuma apūdeņošanas. Bet kā jau minēts, vertikālā gruntsūdens kustība gan ir ļoti interesanta no hidroloģiskā viedokļa, bet pie mūs šobrīd interesējošā jautājuma par gruntsūdens daudzuma noteikšanu viņu var neņemt vērā.

Upēs, kanāļos un citās virszemes ūdens tvertnēs zem tecēšanas ātruma saprot tādu ātrumu, ar kādu ūdens daļiņas patiesi virzās uz priekšu, pie kam tomēr pieliek pūles, lai pēc iespējas atrastu vidēju tecēšanas ātrumu noteiktā dzīvgriezumā. Ja tādu jēdzienu piepatur arī pie gruntsūdens kustības izpētīšanas, tad zem gruntsūdens tecēšanas ātruma būtu jāsaprot tas ātrums, ar kādu ūdens daļiņas patiešām kustās pa grunts porām un starpām, un ko, kā redzams, var arī izmēģināt pie zināmiem noteikumiem, vai ar krāsu vai kādu ķīmisku vielu, vai uz elektriska ceļa. Tomēr rodas grūtības tiešā ceļā ar tādu mērīšanu atrast vidējo tecēšanas ātrumu, jo grunts apstākļi dzīvgriezumā ir ļoti dažādi, poru tilpums ļoti svārstīgs, arī mērīšanas paņēmieni nepilnīgi. To ievērojot, dažiem hidroloģiskiem aprēķiniem mēdz pieņemt ātrumu, ko attiecina uz visu šķērsgriezuma platību, kas tā tad ir izliekošais vai ideālais ātrums, un ir mazāks par īsto tecēšanas ātrumu.

Turpmāk pieturēsimies pie šādiem apzīmējumiem:

Q = ūdens daudzums, kas laika vienībā tek caur zināmu šķērsgriezumu F.

F = caurteces šķērsgriezuma platība.

p = poru tilpums, t. i. attiecības starp tukšumu tilpumu un visu kopīgu ūdensnesēja slāņa tilpumu zināmā tilpuma vienībā.

v_0 = patiess ātrums, ar kādu ūdens daļiņas tek par grunts graudiņu starpām vai porām.

v = izliekošais vai ideālais ātrums, ņemot vērā visu grunts šķērsgriezuma platību.

Tad

$$v = p \cdot v_0 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1)$$

un pēc hidrometrijas pamatlikuma:

$$Q = F \times v = F \times p \times v_0 \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

Piemērs. Patiesais gruntsūdens tecēšanas ātrums atrasts 3 m par 24 st., p = 0,3, ūdensnesēja slāņa dziļums 8 m un šķērsgriezuma platums vai saņemšanas līnijas garums = = 1 km = 1.000 m, tad

$$v = 0{,}3 \times \frac{3}{24 \times 60 \times 60} = 0{,}00000104 \text{ m/sek.}$$

un

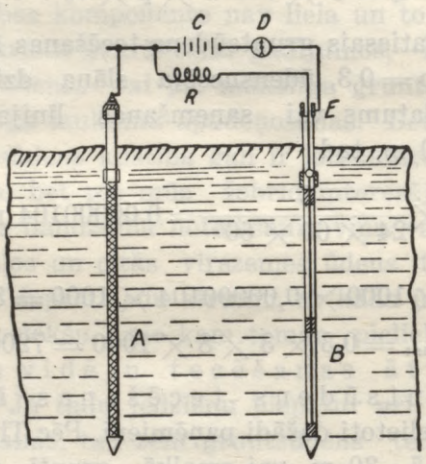
$$Q = 8 \times 1000 \times 0{,}00000104 \times 1000 = 83 \text{ sl.}$$

vai $Q_{24st} = 0{,}3 \times 3 \times 8 \times 1000 = 7200$ m³.

Īstā gruntsūdens tecēšanas ātruma izmērīšanai pielietoti dažādi paņēmieni. Pēc Thiem'a metodes ietaisa attālumā 5—30 m, vai smalkā gruntī mazāk, 2 akas noteiktā gruntsūdens tecēšanas virzienā. Augšējā akā ielaiž kādu stipri krāsojošu vielu, p. p., fluorescinu vai uraninu, vai kādu viegli atrodamu un nezaudējošu ūdenī savu raksturu ķīmisku vielu, p, p., koncentrētu vārāmās sāls šķīdumu. Apakšējā akā novēro, kad viela sāk pienākt, kad viņa sasniedz savu maksimumu un kad viņa izbeidzas. Parasti no laika starp vielas ielaišanu un starp viņas maksimālā daudzuma parādīšanos, taisa slēdzienu par tecēšanas ātrumu. Tomēr ar tādu paņēmienu reti izdodas dabūt lietojamus panākumus. Gruntsūdens tecēšanas ātrums ir ļoti mazs, bieži tikai 1 m un reti kad vairāk par 5 m 24 stundās, un viela, sevišķi krāsu viela var pa ceļam izzust un nenonākt līdz apakšējai akai, pie smalka grunts sastāva.

Slichters (Am.) pielietojis šādu metodi. Ietaisītas 2 akas gruntsūdens tecēšanas virzienā, bet attālumā tikai 1—2 m. Abas akas savienotas elektriski ar vadošas stiepules palīdzību. Augšējās akas (A) sienas ar misiņa gredzena palī-

dzību pievienotas vadam. Apakšējā akā (B) ielikts elektrods, kas izolēts no akas sienas ar gumijas gredzenu. Starp abām akām iebūvēta nozarojumā no vada baterija (C) un amperometrs (D), kas savienots ar apakšējās akas sienu un ar iekšējo elektrodu apakšējā akā (E). Augšējā akā ielej stipru chlōrammōnjaka (salmiaka) šķīdumu un atzīmē laiku. Ar chlōrammōnjaku sajaukts ūdens vada elektrību labāk, un novērojot pēc amperometra laiku, kad tāds ūdens pienāk apakšējā akā,



40. zīm. Slichtera gruntsūd. ātruma mērīšanas aparāts.

var noteikt laiku, cik ūdenim bija vajadzīgs noiet no vienas akas līdz otrai, tā tad arī atrast meklēto tecēšanas ātrumu laika vienībā. Arī ar šo metodi var dabūt īsto tecēšanas ātrumu tikai pie sevišķi labvēlīgiem grunts apstākļiem un tikai mērīšanas vietā.

Pareizāk īsto ātrumu var noteikt no paraugu pumpēšanas rezultātiem, kā to turpmāk redzēsim (l. p. 147.).

Ar gruntsūdens kustības pētīšanu nodarbojušies daudz zinātnieku. Sevišķi varētu minēt: Darcy (Dizonā), Luegers, Smrekers un A. Thiem's (Vācijā), Versluys (Holandē), Hazens un Slichters (Amerikā), King (Anglijā), Imbeaux (Francijā), Prinz (Vācijā) un vēl daudz citi ievērojami zinātnieki. Viņu cenšanās bijusi noskaidrot sakarības gruntsūdens kustību iespaidojošos faktoros un atrast zināmu likumību.

D a r s ī l i k u m s. Daudzi pētnieki atrada, ka starp tecēšanas ātrumu un līmeņa kritumu pastāv zināmas attiecības. To pētnieku starpā minami vārdi: Poisseulle, Darsī, Dupuit, kas noskaidrojuši zināmu likumību minētās attiecībās. No viņiem uzstādītās attiecības parasti pazīstamas zem nosaukuma D a r s ī likums. Darsī savos pētījumos pielietojis filtrus no nemazgātas smilts dažādu graudiņu lielumu. Darsī atrada, ka:

$$\frac{Q}{F} = v = p \cdot v_0 = k \cdot J = k \cdot \frac{h}{l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

tā tad arī:

$$h = \frac{v \cdot l}{k} \quad (3a) \quad \text{un} \quad k = \frac{Q}{F} \cdot \frac{l}{h} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3b)$$

Bez agrākiem apzīmējumiem vēl apzīmē:

h — augstuma atzīmju starpība.

l — zināmu gaŗumu resp. filtru biezumu.

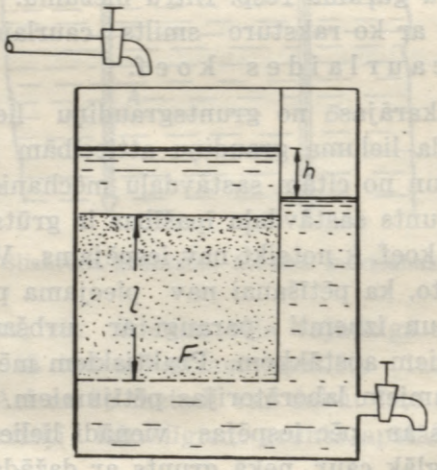
k — koef., ar ko raksturo smilts caurlaidību un smilts īpašības, t. s. c a u r l a i d e s k o e f.

Koef. k atkarājas no gruntsgraudiņu lieluma, no viņu veida, no dažāda lieluma graudiņu attiecībām maisījumā, no gruntsblīvuma un no citām sastāvdaļu mēchaniskām īpašībām. Izpētīt visas grunts sastāvdaļu īpašības ir grūts uzdevums, un tādēļ teōrētiski koef. k noteikt nav iespējams. Vēl lielākas grūtības rodas ar to, ka pētīšanai nav pieejama pati grunts dabiskā stāvoklī un izņemti paraugi ar urbšanas ierīci jau neatbilst dabiskiem apstākļiem. Praktiskiem mērķiem jāapmierinās ar iespējamiem laborātorijas pētījumiem. Var noteikt, ka rupjā grunts ar pēc iespējas vienādi lieliem graudiņiem laidīs ūdeni vieglāk caur, nekā grunts ar dažāda lieluma graudiņiem, jo pēdējā gadījumā smalkākie graudiņi iespiedīsies lielāko starpā un samazinās blīvo poru tilpumu ūdens caurtecei.

H a z e n's (Am.) mēģinājis atrast pie zināmas grunts to noteikto graudiņu lielumu, no kuŗiem sastādītais filtrs līdzinātos caurlaidības ziņā dabiska, mēchaniskā sastāva grunts apstākļiem. Hazens šādu graudiņu lielumu apzīmē ar «e f e k t ī v o l i e l u m u» (effective size), un viņu nosaka ar to sieta acu lielumu, caur kuŗiem iziet 10% no smilts parauga, kamēr 90% paliek sietā. Bet arī šī metode dod pareizus rezultātus

tikai zināmās robežās, kad smilšu graudiņi ir puslīdz vienāda lieluma. Lai to raksturotu, Hazens ieved vēl jēdzienu: vienlīdzības koeficients. To dabū ar sieta palīdzību, caur kuŗu iziet 60% no izmeklējamā parauga un 40% paliek uz sieta. Tāda sieta acu lielumu dalot ar efektīvo lielumu dabū vienlīdzības koef. Ja, p. p., no zināma grunts paraųga 60% ir smalkāki par 0,6 mm un 10% par 0,2 mm, tad vienlīdzības koef. ir $\frac{0,6}{0,2} = 3$. Pēc Hazena efektīvā lieluma noteikšana dod praktiski lietojamus norādījumus, ja vienlīdzības koef. nav lielāks par 5. Ar šādu paņēmienu dota vismaz iespēja salīdzināt dažādus smilšu paraugus uz viņu caurlaidību.

Koef. k noteikšanai laborātorijā noder jau minētā formula $k = \frac{Q}{F} \cdot \frac{l}{h}$. Ietaises princips redzams no zīm. 41. Kastē

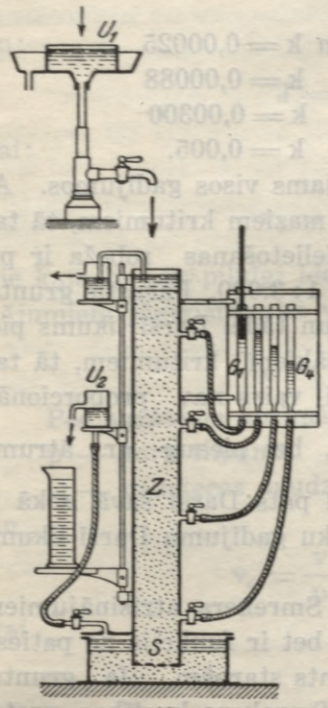


41. zīm. Ideālā ātruma noteikšana.

iedalītas 2 nodaļas. Vienā ar caurumainu dibenu, noteiktas laukuma platības (F), iebeŗ pētāmo materiālu l augstumā (parasti ap 1 m). Uz šādu filtru uzlaiž ūdeni tā, lai ūdens pār filtru stāvētu negrozītā līmenī, ko panāk attiecīgi rēgulējot kā ūdens pieteci, tā izteci. Attiecīgi no grunts īpašībām zināmā ūdens daudzuma Q caurtecei atbilst spiediena zaudējums h. Tā tad:

$$J = \frac{h}{l} \text{ un } k = \frac{l \cdot Q}{h \cdot F} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Ērtākam laborātorijas darbam konstruēti pie šā principa pieturoties dažādi aparāti. Pēc Prinz'a (zīm. 42.) šāds aparāts sastāv no vertikāli uzstādīta cilindra ar sieta noslēgumu apakšā. Cilindra augstumā vienādos attālumos, p. p., 0,25 m, ietaisīti izlaidņi ar aizgriežņiem. Pie izlaidņiem pievienotas parasti ar lokanu cauruli vertikālas stikla caurulītes ūdens līmeņa vērošanai. Cilindrā iepilda izmeklējamo smilti, parasti 1 m augstumā. Ūdeni ielaiž cilindrā no atsevišķa trauca (u_1), pie kam pastāvīga ūdens līmeņa uzturēšanai ietaisīta pārgāze.



42. zīm.
Ietaise koef. K — noteikšanai.

Izgājušo caur filtru ūdeni uztver traukā, kas uzstādīts tādā augstumā, lai zināmam ūdens daudzumam caurtekot caur filtru, uztveršanas traukā būtu pastāvīgs ūdens līmenis, atbilstošs caurteces pretestībām. No pēdējā trauka, pie pastāvīgā ūdens līmeņa, iztecējušo ūdeni izmēra ar mērāmā cilindra palīdzību, pie tam novērojot laiku, pie kuŗa zināms ūdens daudzums ir iztecējis. Bez tam novēro arī ūdens līmeņus stikla novērošanas caurulītēs un atzīmē starpību starp ūdens līmeni cilindrā un līmeņiem caurulītēs, apzīmējot tos ar h_1, h_2 h_3 ... Apzīmējot vertikālos attālumus starp izlaidņiem ar l_1, l_2, l_3 . . ., zinot cilindra horizontālo griezumu resp. sieta laukumu F, pietekošo — notekošo ūdens daudzumu Q, dabūjam caurteces koef. k:

$$k_1 = \frac{Q}{F} \cdot \frac{l_1}{h_1},\quad k_2 = \frac{Q}{F} \cdot \frac{l_2}{h_2},\quad k_3 = \frac{Q}{F} \cdot \frac{l_3}{h_3}$$

un

$$k = \frac{k_1 + k_2 + k_3 + \ldots + k_n}{n} = \frac{Q}{F} \cdot \frac{l_1 + l_2 + l_3 + . + l_n}{h_1 + h_2 + h_3 + . + h_n}$$

Kā jau minēts, tādā ceļā dabū k grunts paraugam, kas vairs neatrodas dabiskā stāvoklī, tā tad arī blīvums ir citāds un

graudiņu sagulšanās citāda (parasti parauga grunts aparātā ir blīvāka kā dabā).

Koef. k var arī noteikt pie mēģinājuma pumpējumiem, tādā ceļā atstājot grunti dabiskā stāvoklī. Tuvāk šis jautājums būs iztirzāts turpmāk.

Piemēram, no dažiem pētījumiem atrasti šādi k lielumi (pēc Genijeva):

smilts, smalka	0,25	mm	$k = 0{,}00025$
„ vidēja	1	„	$k = 0{,}00088$
smalki oļi	2,0—4,0	„	$k = 0{,}00300$
vidēji „	4,0—7,0	„	$k = 0{,}005$.

D a r s ī l i k u m s nav pielietojams visos gadījumos. Ar lielu noteiktību viņš pielietojams pie maziem kritumiem, tā tad maziem ātrumiem. Pēc Prinz'a pielietošanas robeža ir pie gruntsūdens kritumiem no 1 : 100 līdz 1 : 3.000. Parastie gruntsūdens nesēji atrodas šādās robežās, un tādēļ Darsī likums pielietojams. Pie rupjas smilts un lielākiem kritumiem, tā tad arī lieliem ātrumiem, spiedzaudējumi vairs nav proporcionāli ātruma pirmai potencei $\left(h = \frac{v^1 \cdot l}{k}\right)$, bet pieaug ar ātruma augstākām potencēm ($v > 1$). To arī pats Darsī savā laikā ir uzsvēris. Tomēr lielākā daļā praktisku gadījumu Darsī likums ir pielietojams.

S m r e k e r a l i k u m s. Pēc Smrekera atrisinājumiem koef. k Darsī likumā nav konstants, bet ir funkcija no patiesā ātruma v_0, ar kuru ūdens tek pa grunts starpām. Ja gruntsūdens kustas ar ātrumu v_0, tad pēc Smrekera kustības pretestības pārvarēšanai ceļā l vajadzīgais spiediena augstums h ir proporcionāls ātruma augstumam $\frac{v_0^2}{2g}$, noietam ceļam l un koef. c, atkarīgam no ūdensnesēja slāņa rakstura un no ātruma v_0. Tā tad:

$$h = c \cdot \frac{v_0^2}{2g} \cdot l \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

un

$$J = \frac{h}{l} = c \cdot \frac{v_0^2}{2g} \quad \ldots\ldots \quad (5a)$$

Koef. c praktiskiem mērķiem var izteikt ar formulu:

$$c = a + \frac{b}{\sqrt{v_0}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

a un b ir koeficienti, atkarīgi no ūdensnesēja īpašībām un atrodami uz izmēģinājuma pamata. Bez tam izrādījies, ka koef. a var atlaist ievērojot to, ka gruntsūdens kustības ātrums v_0 ir samērā mazs, un tad formulu saīsinātā veidā var izteikt

$$c = \frac{b_0}{\sqrt{v_0}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

un:

$$J = \frac{h}{l} = \frac{b_0}{2g} \cdot v_0^{\frac{3}{2}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

vai:

$$v_0 = \sqrt[3]{\left(\frac{2g}{b_0}\right)^2 \cdot \left(\frac{h}{l}\right)^2} \quad \ldots\ldots \quad (8a)$$

pie kam b_0 nav pilnīgi identisks ar pirmējo b, bet ir ar mēģinājumiem jāatrisina, kā vidējs no izteiksmes

$$b_0 = \frac{1}{n} \cdot \Sigma_0^n (a\sqrt{v} + b) \quad \ldots\ldots \quad (9)$$

Pēc agrākiem apzīmējumiem:

p — poru tilpums.

Q — caurteces daudzums caur zināmu šķērsgriezumu.

un

$$v_0 = \frac{v}{p} \text{ un } Q = F \cdot p \cdot v_0$$

vai

$$v_0 = \frac{Q}{F \cdot p} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

Ieliekot šo vērtību augšējās formulās, varam arī izteikt

$$J = \frac{h}{l} = \frac{b_0}{2g} \cdot \left(\frac{Q}{F \cdot p}\right)^{\frac{3}{2}} \quad \ldots\ldots \quad (11)$$

vai arī:

$$Q = p \cdot \left(\frac{2g}{b_0}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot \left(\frac{h}{l}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot F \quad \ldots\ldots \quad (11a)$$

Tā kā zināmai gruntsšķirai b_0 ir konstants, tad var izteiksmi $\frac{b_0}{2g}$ atvietot ar konstanti k, tā tad

$$\frac{b_0}{2g} = k \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

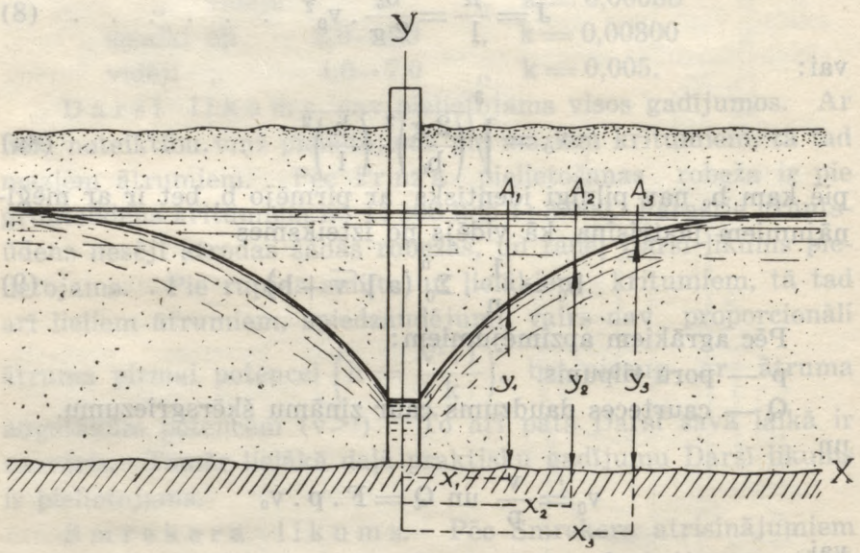
un Smrekera pretestību formula tad ir:

$$J = \frac{h}{l} = k \cdot v_0^{\frac{3}{2}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

Vēlākos apcerējumos Smrekers eksponentu $^3/_2$ atvietoja ar vispārīgu ar mēģinājumu atrodamu eksponentu m, un vispārīgā veidā tad formula izteikta:

$$J = \frac{h}{l} = k \cdot v_0^m = k \cdot \left(\frac{Q}{F \cdot p}\right)^m = \frac{k}{p^m} \cdot \left(\frac{Q}{F}\right)^m \cdot \quad (14)$$

Eksponents m atrodas robežās 1 līdz 2, un viņu var noteikt ar mēģinājumu sekojošā ceļā. Ietaisa aku un novērošanas akas un izdara ūdens nopumpēšanu iz akas (zīm. 43.). Pum-



43. zīm. Akas pietece gruntsūdenī.

pējot zināmu ūdens daudzumu q novērošanas akās, kas atrodas attālumos x_1, x_2 un x_3 no akas centra, novēro attiecīgos ūdens dziļumus y_1, y_2, y_3 (pieņemot ka horizontālu ūdensblīvā slāņa virsmu) un dabū šādus nolīdzinājumus, saskaņā ar formulu $J = k \cdot v_0^m$ un $v_0 = \frac{Q}{F \cdot p}$:

No akām A_2 un A_3:

$$\frac{y_3 - y_2}{x_3 - x_2} = \frac{k}{p^m}\left(\frac{q}{2\pi \cdot \frac{x_2 + x_3}{2} \cdot \frac{y_2 + y_3}{2}}\right)^m$$

un no akām A_1 un A_2:

$$\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{k}{p^m}\left(\frac{q}{2\pi \cdot \frac{x_1 - x_2}{2} \cdot \frac{y_1 + y_2}{2}}\right)^m$$

Dalot vienu nolīdzinājumu ar otru un attīstot m, dabūjam:

$$m = \frac{\log \frac{y_3 - y_2}{x_3 - x_2} - \log \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}}{\log [(x_1+x_2).(y_1+y_2)] - \log [(x_2+x_3).(y_2+y_3)]} \quad (15)$$

Pēc m aprēķināšanas var atrast arī koef. k:

$$k = \frac{J}{v_0^m} = \frac{J \cdot p^m}{v^m} = \frac{J \cdot F^m \cdot p^m}{Q^m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

Arī Smrekera likums ir sacēlis daudz pārrunas hidrologu starpā, un jautājumu par gruntsūdens kustības noteikumiem vēl nav jāuzskata par galīgi noskaidrotu. Tomēr Darsi (Darcy) likums apmierina praksē sastopamus gadījumus kā ūdensvadu filtros, tā arī gruntsūdenī. Turpretim pie ļoti rupja gruntsmateriāla, kā arī pie apakšzemes tvertnēm, kad ūdens kustas pa lielākām plaisām un tukšumiem, vēl pētnieki-hidrologi nav gala vārdu teikuši. Šīs grāmatas robežās nav iespējams iztirzāt šos jautājumus.

Gruntsūdens kustības atkarība no temperātūras. Pie gruntsūdens kustības pētīšanas jāņem zināmā mērā vērā arī ūdens temperātūras svārstības, ja tādas vispārīgi paredzamas. Parasti gruntsūdenim temperātūras svārstības nav lielas un viņas var arī atstāt bez ievērības. Bet tā kā ūdens valganība (viskositāte) atkarīga no temperātūras, tad ar temperātūras svārstībām svārstās arī grunts caurlaidība resp. ūdens ātrums, kas jāņem vērā pie ūdeņiem, kas nāk no liela zemes dziļuma. No Luedeka uz Slichtera pētījumu pamata dota formula

$$v = \frac{q}{F} = 10{,}219 \cdot \frac{h \cdot d^2}{l \cdot k_2 \cdot m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

kur bez jau zināmiem apzīmējumiem vēl apzīmē:

d — graudiņu lielumu — cm.

q, F, h, l — cm^3/sek., cm^2, cm.

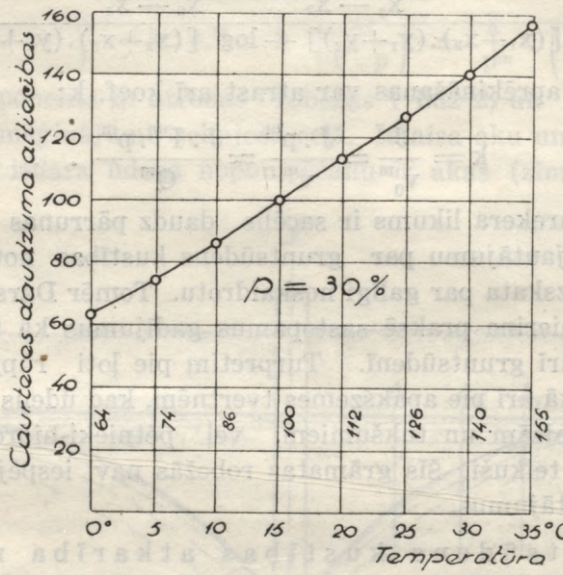
k_2 — koef. atkarīgs no poru tilpuma, un ir:

p =	26	30	35	40	45 %
k_2 =	84,3	53,5	31,6	20,3	13,7

m — valganības koef. un viņa lielums ir:

t =	5°	10°	15°	20° C
m =	0,0152	0,0131	0,0114	0,0101

Redzamā veidā atkarība attēlota Luedekes diagrammā (zīm. 44.).



44. zīm. Temperātūras iespaids uz caurteces daudzumu.

Kā redzams, temperātūrai pieņemtai no 10°C līdz 20°C caurteces vairums palielinās par 26%.

Uz minētās formulas pamata Lee (Am.) izrēķinājis šādus gruntsūdes ātrumus, pie 10°C un J = 0,01:

smalka smilts	0,2	mm	—	16	m gadā
vidēja „	0,4	„	—	65	„ „
rupja „	0,8	„	—	250	„ „
smalki oļi	2	„	—	1.620	„ „

Hazena formula. Hazens ir Massachussets valsts pētījumu stacijā Lawrences p. daudz nodarbojies ar gruntsūdens caurlaides pētīšanu, un ja neņem vērā temperātūras iespaidu uz tecēšanas noteikumiem, tad Hazena formula ir:

$$v = k \cdot d^2 \cdot J \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

kuŗā apzīmē:

v — ātrumu — m/24 st.

d — smilšu graudiņu efektīvo lielumu — mm —, par kuŗu 10% ir smalkāki un 90% rupjāki.

$J = \frac{h}{l}$ — gruntsūdens līmeņa kritums.

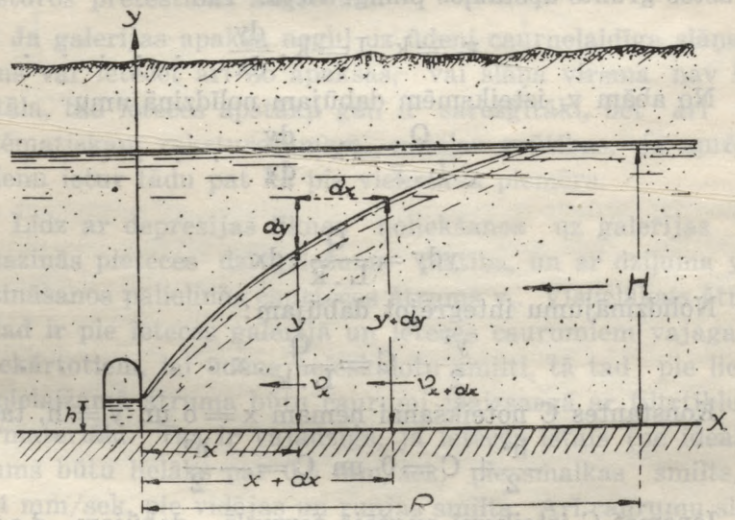
k = koef. atkarīgu no grunts īpašībām.

Kas attiecas uz k lielumu, tad viņš svārstās robežās no 400 (smalka smilts) līdz 1.200 (pie d = 3 mm). Ja d lielāks par 3 mm, formula nav lietojama.

13. Gruntsūdens pieteces noteikumi savākšanas ietaisēm.

Centrālai ūdens apgādei gruntsūdeni savāc 1) vai ar horizontālām ietaisēm: galerijām, kanāļiem, caurumainām caurulēm un drenām, 2) vai ar vertikālām ietaisēm, akām.

1. Horizontālās ieņemšanas ietaises. Ja ūdens savākšanai ūdensnesējā ietaisa galeriju, ar caurumainām ieteces sienām, un ūdeni novada pa galeriju uz krātuvi, tad gruntsūdens tecēs uz galerijas pusi līknes veidīgi (zīm. 45.). Šo līkni sauc par depresijas līkni. Ar galeriju var saņemt tik daudz gruntsūdens, cik ir nesējā liela pietece. Ja



45. zīm. Pietece savākšanas galerijai.

no nesēja ņemtu vairāk ūdens nekā viņā sarodas, tad ar laiku pieteces laukā pazemināto līmenis un pieteces daudzums samazinātos. To ievērojot nedrīkst no nesēja izsmelt vairāk ūdens, vai ar galerijām vai akām, cik viņš vai uz dabiska vai mākslīga ceļa var papildināties. Pieteces apstākļus pašai galerijai apskatīsim ņemot vērā vienkāršāko gadījumu, kad ūdensnesēja materiāls ir vienmērīgs, viņš guļ uz ūdensblīva slāņa ar hori-

zontālu virsmu, un gruntsūdens līmenis, kamēr nav no viņa ūdens ņemts, ir horizontāls. Pie tādiem pieņēmumiem pieteci varam raksturot ar jau pazīstamiem noteikumiem. Attālumā x (zīm. 45.) no galerijas ieteces sienas, ūdens dziļums ir y un ieteces dzīvgriezums, uz zināma galerijas gaŗuma L ir:

$$F = L \cdot y \quad \ldots\ldots\ldots \quad (19)$$

Ieteces ātrums v_x šai dzīvgriezumā, attiecinot uz pilnu šķērsgriezumu (ieskaitot materiālus un poras), t. s. ideālais ātrums ir:

$$v_x = \frac{Q}{L \cdot y} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (20)$$

Pieteci pieņemsim no vienas puses. Ja pietece būtu iespējama no abām pusēm, tad tikai pieteces daudzums būtu jāņem divkāršs. Apzīmējumu mēri: v — m/sek., L, x un y — m un Q — m^3/sek.. Atrisinājumā pielietosim Darsi likumu, kas parastos grunts apstākļos pilnīgi vietā. Tad

$$v_x = k \cdot J = k \cdot \frac{dy}{dx} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (21)$$

No abām v_x izteiksmēm dabūjam nolīdzinājumu

$$\frac{Q}{L \cdot y} = k \cdot \frac{dy}{dx} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (22)$$

vai

$$y\,dy = \frac{Q}{L \cdot k} \cdot dx$$

Nolīdzinājumu integrējot dabūjam:

$$\frac{y^2}{2} + C = \frac{Q}{L \cdot k} \cdot x \quad \ldots\ldots\ldots \quad (23)$$

Konstantes C noteikšanai ņemam $x = o$ un $y = h$, tad ir

$$\frac{h^2}{2} + C = 0 \text{ un } C = -\frac{h^2}{2}$$

Ieņemot C izteiksmi augšējā formulā, dabūjam depresijas līknes nolīdzinājumu:

$$(I) \quad y^2 = h^2 + \frac{2Q}{L \cdot k} \cdot x$$

un

$$k = \frac{2Q \cdot x}{L(y^2 - h^2)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (24)$$

Tā tad tādā ceļā, saņemot caur galeriju noteiktu ūdens daudzumu Q, un novērojot pie tam ūdens dziļumu h galerijā un ūdens dziļumu $y = H - s$ (s ir līmeņa dziļums zem statiskā

līmeņa) novērošanas akā, kas atrodas attālumā x no galerijas, atrodams grunts caurlaides koef. k.

Uz neiespaidota gruntsūdens līmeņa pie $x = R$ un $y = H$, ir $H^2 - h^2 = \frac{2Q}{L \cdot k} \cdot R$ (pēc formulas I) un ja k ir novērots un H un R atrasti, pirmais ar urbumu un otrais ar novērošanu sevišķās novērošanas akās pie zināma ūdens daudzuma ieteces apstākļiem, tad varam šādu daudzumu raksturot ar

$$Q = \frac{L \cdot k \cdot (H^2 - h^2)}{2R} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (25)$$

Formula uzstādīta pie noteikuma, ka galerijas sienas neizrāda pretestību ūdens caurtecei. Ja tāda pretestība atrasta, tad tā ņemama vērā, palielinot h ar pretestības augstumu. Pretestības lielumu var noteikt, ietaisot novērošanas aku pie pašas ieteces sienas, tad līmeņa starpība galerijā un novērošanas akā raksturos pretestības augstumu.

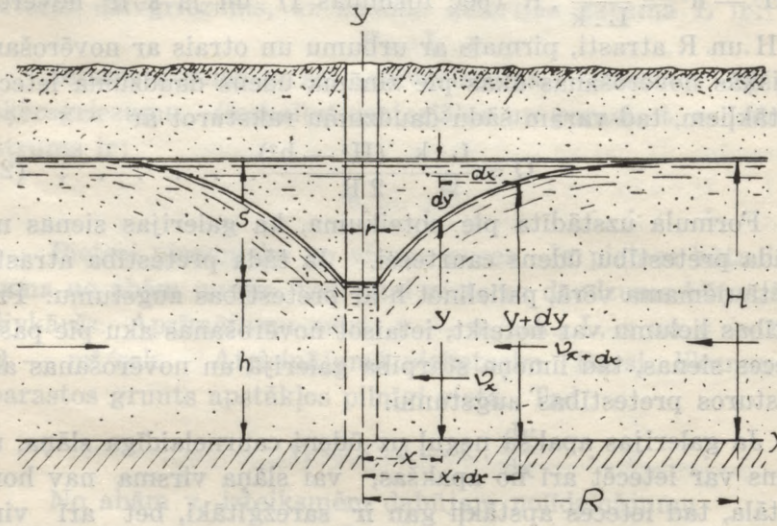
Ja galerijas apakša neguļ uz ūdeni caurnelaidīga slāņa, un ūdens var ietecēt arī no apakšas, vai slāņa virsma nav horizontāla, tad ieteces apstākļi gan ir sarežģītāki, bet arī viņu matēmatiskam raksturojumam neceļas grūtības, ja aprēķina gājienu ietur tādu pat kā pie vienkāršā piemēra.

Līdz ar depresijas līknes noliekšanos uz galerijas pusi samazinās pieteces dzīvgriezuma platība, un ar dziļuma y samazināšanos palielinās caurteces ātrums v_x. Vislielākais ātrums tā tad ir pie ieteces galerijā un ieteces caurumiem vajaga būt tā iekārtotiem, lai ūdens neieskalotu smilti, tā tad pie lielāka kā pielaižamā ātruma būtu caurumi jāaizsargā ar filtrtīklu vai filtrmateriālu. Tas ir vajadzīgs, ja ieteces īstais (ne ideālais) ātrums būtu lielāks par 0,5 mm/sek. pie smalkas smilts, vai 1—4 mm/sek. pie vidējas un rupjas smilts. Arī caurumu skaits un viņu kopplatība, jāaprēķina tā, lai neraskot lielāks ieteces ātrums par pielaižamo. Ja pielaižam zināmu ieteces ātrumu v, ieteces daudzums Q ir zināms, ieteces cauruma šķērsgriezumu pieņemam f, tad caurumu skaits n uz 1 m galerijas gaņuma būtu, pie visas galerijas gaņuma L:

$$n = \frac{Q}{v \cdot f \cdot L} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (26)$$

2. Akas vai vertikālas ieņemšanas ietaises. Ja no akas pumpē ūdeni, tad viņa līmenis akā paze-

minās. Līdz ar to pazeminās arī apkārt akai gruntsūdens līmenis no visām pusēm, un izveidojas ap aku piltuves veidīgs rotācijas ķermenis, kas vairs nesatur ūdeni. Šo apstākļu analitiskai apskatei ņemsim, kā pirmāk piemēru, kad visi līmeņi ir



46. zīm. Pietece akai.

horizontāli, grunts ir vienmērīga un ietece arī visapkārt akai vienlīdzīga. Tādā gadījumā ieteces līmeņa virsma būs piltuves virsmai līdzīga, un nosaucot piltuves virsmas par depresijas virsmām, griezumā dabūsim līkni, depresijas līkni, kuras nolīdzinājumu atvasina ar jau pazīstamiem apstākļiem, ņemot par pamatu Darsi (Darcy) likumu, kas praktiskiem mērķiem pietiekoši labi atbilst. Apzīmējot ar F_x ieteces dzīvgriezuma laukumu attālumā x no akas centrlīnijas (zīm. 46.), dabūjam viņa lielumu:

$$F_x = 2\pi . x . y \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (27)$$

Tā tad ieteces ātrums ir:

$$v_x = \frac{Q}{2\pi . x . y} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (28)$$

Tā kā pēc Darsi v_x ir arī $= k . J = k \frac{dy}{dx}$, tad varam rakstīt nolīdzinājumu:

$$\frac{k . dy}{dx} = \frac{Q}{2\pi . x . y}.$$

vai

$$y dy = \frac{Q}{2\pi . k} \cdot \frac{dx}{x}$$

Integrējot, dabūjam:

$$\frac{y^2}{2} = \frac{Q}{2\pi . k} . \log \text{ nat } x + C$$

vai

$$y^2 = \frac{Q}{\pi . k} . \log \text{ nat } x + C . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

Konstanti C atrisinām no $x = r$ un $y = h$, t. i. no ieteces apstākļiem pie pašas akas. Ar to ir:

$$h^2 = \frac{Q}{\pi . k} . \log \text{ nat } r + C . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (30)$$

Novelkot vienu nolīdzinājumu no otra, dabūjam depresijas līknes nolīdzinājumu:

$$(II) \quad y^2 = h^2 + \frac{Q}{\pi . k} . \log \text{ nat } \frac{x}{r}$$

Tā kā $h = H - s$ un šie lielumi ir izmērāmi, tad formulu var arī rakstīt:

$$(II^a) \quad y^2 = (H - s)^2 + \frac{Q}{\pi . k} . \log \text{ nat } \frac{x}{r}$$

Novērojot līmeņus pēc iespējas lielākā skaitā novērošanas aku, var no attiecīgiem x un y iezīmēt depresijas līkni, un tad arī noteikt attālumu, pie kuŗa depresijas līknes paceļas tangenciāli līdz pirmatnējam gruntsūdens līmenim. Teorētiski tas attālums $R = \infty$ (bezgalīgi tāls), bet p r a k t i s k i apmierinās ar tuvināšanos, kad y jau tuvojas tam ūdens dziļumam H, kāds bija priekš pumpēšanas. Pie rupjas smilts tāds R var būt līdz 1.000 m un vairāk, pie smalkas turpretim var būt tikai 300—500 un vēl mazāk, atkarīgi no smilts rupjuma. Ņemsim:

$$x = R \text{ un } y = H.$$

Formulu II tad varam izteikt šādā veidā:

$$(III) \quad Q = \pi . k . \frac{H^2 - h^2}{\log \text{ nat } \frac{R}{r}} = \pi . k . \frac{H^2 - (H - s)^2}{\log \text{ nat } \frac{R}{r}} =$$

$$= \pi . k . \frac{(2H - s) . s}{\log \text{ nat } \frac{R}{r}}.$$

Ja pie zināma nopumpēšanas lieluma Q, un akas radija r ar novērošanu atrasti H, s, R, tad var aprēķināt caurlaides koef. k:

$$k = \frac{Q \,.\, \log\ \text{nat}\ \frac{R}{r}}{\pi \,.\, (2H - s) \,.\, s} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (31)$$

Koef. k var atrast arī uz citāda ceļa. Pumpējot no tās pašas akas vienreiz ūdens daudzumu Q_1 un pazeminot līmeni par s_1, un otreiz Q_2 ar s_2, tad ņemot $x = r$ un $y = H - s$, varam uzstādīt 2 nolīdzinājumus (pēc formulas 29):

$$(H - s_1)^2 = \frac{Q_1}{\pi \,.\, k} \,.\, \log\ \text{nat}\ r + C$$

un

$$(H - s_2)^2 = \frac{Q_2}{\pi \,.\, k} \,.\, \log\ \text{nat}\ r + C$$

Novelkot vienu nolīdzinājumu no otra, dabūjam:

$$(H - s_1)^2 - (H - s_2)^2 = \frac{Q_1 - Q_2}{\pi \,.\, k} \,.\, \log\ \text{nat}\ r$$

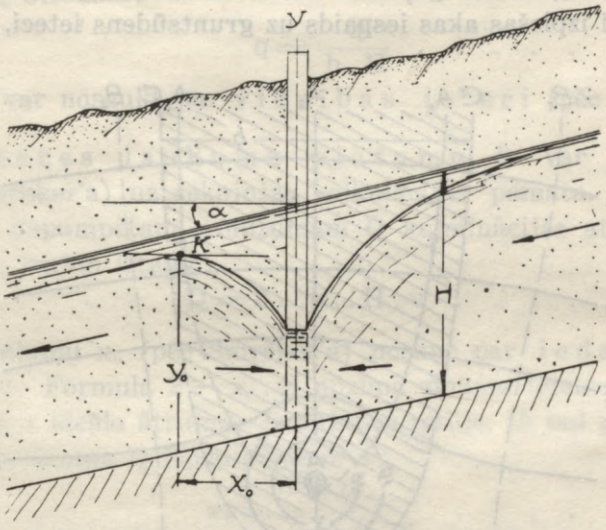
un tad varam izteikt:

$$\text{(IV)}\quad k = \frac{Q_1 - Q_2}{\pi \,.\, (H - s_1)^2 - (H - s_2)^2} \,.\, \log\ \text{nat}\ r.$$

Attiecīgi uz depresijas līknes formulu varam novērot, ka uz līknes veidu ir no liela iespaida h resp. s un Q, tā tad nopumpējamais daudzums zināmā mērā proporcionāls nopumpēšanas dziļumam. Tālāk varam novērot, ka ar mazu Q maiņu mainās ļoti lielā mērā r lielums, tā tad pie tā paša s vai h var lielāku ūdens daudzumu saņemt tikai no tādas akas, kuŗas lielums ievērojami palielinājies. Turpretim tam pašam Q, lielākā akā būs mazāks līmeņa kritums s, un paliks lielāks h, t. i. ieteces laukums būs lielāks, un līdz ar to ieteces ātrums būs mazāks. No tā var nākt pie slēdziena, ka akas lielums tomēr jāpieskaņo nopumpēšanas dziļumam un ūdens daudzumam. Pie liela ieteces ātruma (maza diametra akā) var tikt līdzrautas smiltis, un lai no tā aku izsargātu, būtu jāapliek aka ar dārgi maksājošu filtru.

Gruntsūdens līmenis varētu būt horizontāls tikai gruntsūdens rezervuārā. Parasti akas gan būs ietaisītas tekošā

guntsūdenī un tad līmenis ir arkritumu (zīm. 49), un visas ūdens daļiņas atrodas kustībā ar zināmu kustības ātrumu. Gaŗgriezumā, tecēšanas virzienā (zīm. 47.), var izšķirt vienu virsējo un vienu apakšējo ieteces vai depresijas līknes griezumu. Virsējā griezumā ūdens ieteci akā iespaido

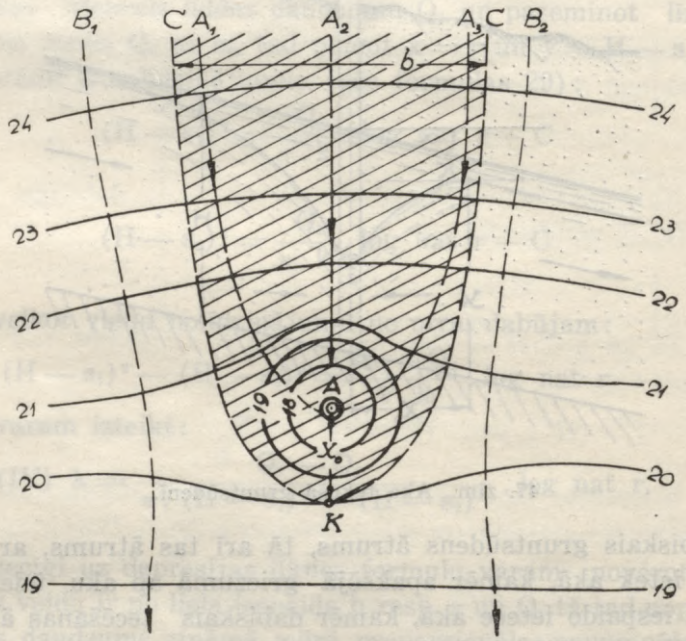


47. zīm. Aka tekošā gruntsūdenī.

kā dabiskais gruntsūdens ātrums, tā arī tas ātrums, ar kuŗu ūdens ietek akā, kamēr apakšējā griezumā ap aku ūdens tecēšanu iespaido ietece akā, kamēr dabiskais tecēšanas ātrums iedarbojas pretējā virzienā.

Pirmā gadījumā depresijas līkne paceļas un asimptotiski tuvojas dabiskam gruntsūdens līmenim. Turpretim apakšējā daļā no sākuma depresijas līkne pacelsies, kamēr ieteces ātrums ir lielāks par dabisko gruntsūdens tecēšanas ātrumu, bet zināmā attālumā no akas ieteces ātrums pamazām izzūd un tālāk tecēšanu iespaido dabiskais ātrums, un depresijas līkne krīt. Šai pārejas punktā (K), ūdens daļiņas ir līdzsvara stāvoklī un atrodas uz ūdens šķirtnes starp akas ieteces iespaida joslu un tālāk aiztekošo gruntsūdens strāvu. Šo punktu (K, ko atrod ievelkot horizontālu tangenti pie depresijas līknes) nosauc par kulminācijas punktu un viss ūdens, kas atrodas lejpus kulminācijas, neietek akā, tā tad iet akai zudumā. Kulminācijas punkta attālumu no akas (x_0) atrod no novērošanas

aku datiem, vislabāk iezīmējot plānā attiecīgas izohipses (zīm. 48.). Akas tuvumā, zem ūdens izpumpēšanas iespaida, izohipses novirzās no sava iepriekšējā stāvokļa, bet tomēr aka iespaido gruntsūdens pieteci tikai līdz zināmai robežai. Tā, p. p., var novērot, ka dažas ūdens daļiņas (A_1, A_2, A_3) ietek akā, kamēr citas (B_1, B_2) aiztek gaŗām. Tā tad ir zināma r o b e ž a (CC), līdz kuŗai izplešas akas iespaids uz gruntsūdens ieteci, un ārpus



48. zīm. Ieteces akā, robeža un platums 1 akā.

tās gan gruntsūdens tecēšanas virziens var novirzīties zināmā mērā no iepriekšējā (arī līdz zināmai i e s p a i d u r o b e ž a i), iespaidots no akas ieņemšanas joslas, bet viņa daudzums aiztek akai gaŗām neiespaidots. Šo robežu, kas nogriež uz aku tekošo gruntsūdens straumi, nosauc par i e t e c e s r o b e ž u, un no viņas ierobežoto laukumu par i e t e c e s vai i e ņ e m š a n a s j o s l u. Ieteces robežu var plānā iezīmēt, pēc tam kad iezīmētas izohipses, kas izveidojas pumpējot no akas noteiktu ūdens daudzumu. Atrodot tad atbilstošu kulminācijas punktu (K), velk perpendikulāri uz izohipsēm abās pusēs no akas (zīm. 48.). Attālums starp robežas galiem jau neiespaidoto izohipsu rajonā

nosaka ieņemšanas joslas platumu b. Zinot ūdensnesēja slāņa dziļumu H šai vietā, dabūjam ieteces laukuma dzīvgriezumu:

$$F = b \,.\, H \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (32)$$

Ja atbilstošo nopumpēto ūdens daudzumu apzīmējam ar Q, tad no dzīvgriezuma platības v i e n ī b a s iegūto ūdens daudzumu q atrodam:

$$q = \frac{Q}{b \,.\, H} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (33)$$

To var nosaukt par v i e n ī b a s i e t e c i (pēc Thiem'a).

I e t e c e s l a u k u m a p l a t u m u b var aprēķināt (pēc Smreker'a) uz sekojošas kalkulācijas pamata. Zinot atbilstošu nopumpētam daudzumam Q kulminācijas attālumu x_0 no akas, varam izteikt:

$$Q = 2\pi \,.\, x_0 \,.\, H \,.\, v \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (34)$$

Attālumu x_0 (pēc Smreker'a) nosauc par i e d a r b ī b a s r a d i j u. Formula $2\pi \,.\, x_0 \,.\, H$ apzīmē zināmu ieteces dzīvgriezumu un v ideālo ātrumu. Iedarbības radijs, tā tad pie zināma ūdens daudzuma Q izpumpēšanas ir:

$$x_0 = \frac{Q}{2\pi \,.\, H \,.\, v} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (35)$$

Bet Q var arī izteikt ar formulu:

$$Q = b \,.\, H \,.\, v \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (36)$$

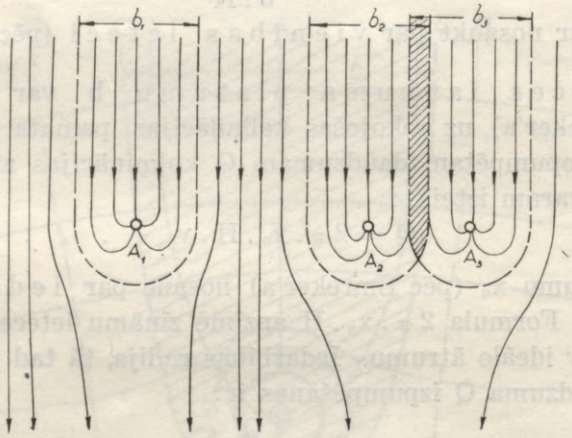
Abas formulas (34 un 36) apvienojot atrodam:

$$b = 2\pi \,.\, x_0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (37)$$

t. i. ieteces laukuma platums b līdzinās iedarbības radijam pavairotam ar 2π. Iedarbības radijss x_0, kā redzams no formulas, zināmam izpētāmam laukam ir tieši proporcionāls izņemtam ūdens daudzumam Q. Tā tad palielinot Q arī x_0 un b būs lielāki. Atsevišķu aku attālumu, ja grunts un ieteces apstākļi negrozās, var saskaņot ar b resp. x_0 lielumu. Iedarbības radijs, kā redzams, nav atkarīgs ne no akas diametra, ne no viņas būves veida (rakta vai urbta aka).

A k u s a v s t a r p ē j s i e s p a i d s. Ja ietaisa lielāku skaitu aku vienā un tai pašā gruntsūdens straumē, tad viņu savstarpīgs attālums jānoskaidro saskaņā ar nupat pievestiem norādījumiem. Ja akas atrodas par tuvu viena no otras (A_2 un A_3 zīm. 49.), tad viņas iespaidos savstarpīgas ūdens pieteces, t.

i. viena atvilks otrai zināmu pieteces daudzumu. Otrādi, ja akas ir tālu viena no otras (A_1 un A_2), tad aiztecēs gaŗām neizmantots ūdens daudzums. Ja akas ievietotas saskaņā ar noskaidroto ieteces laukuma platumu, tad lejpus aku rindas, kas ievietotas šķērsām uz gruntsūdens tecēšanas virzienu, kulminācijas punkta nebūs, ja nav ārpus aku rindas iespaida joslas laukumam gruntsūdens pietece no sāniem. Ja nav saņemts viss

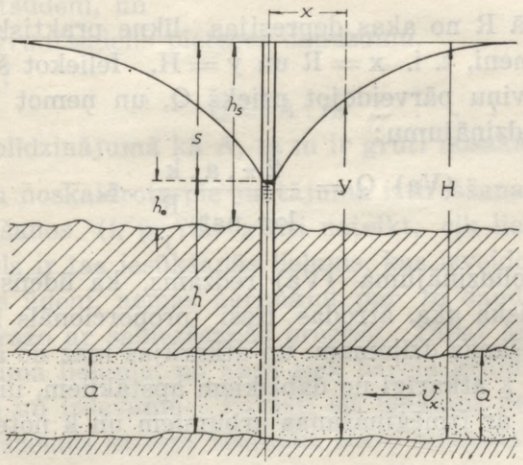


49. zīm. Aku savstarpējs iespaids.

gruntsūdens, tad aiztecējušais gaŗām akām, vai zem akām, ja tās nav ietaisītas līdz ūdensblīvam slānim, tecēs tālāk lejpus kulminācijas, bet viņa daudzums būs mazāks par tik, cik no akas izpumpēts. Lejpus kulminācijas, tā tad gan gruntsūdens līmenis būs ar tādu pat kritumu, kāds viņam bija līdz aku ietaisīšanas laikam, bet dziļums būs mazāks, tā tad jaunais līmenis gan būs parallēls agrākam, bet viņš atradīsies dziļāk zemē. Visu pietecējušo gruntsūdeni saņemt akās nav iespējams, sevišķi ievērojot gruntsūdens daudzuma svārstības. Akas jāiekārto vismazākam daudzumam, tā tad pie lielākas pieteces nesaņems akas visu ūdeni.

3. Arteziskās akas. Arteziskām vai vispārīgi spiesta gruntsūdens akām pieteces nosacījumi ir līdzīgi tiem, ko redzējām pie akām ar brīvu gruntsūdens līmeni. Aplūkosim arī te vienkāršu gadījumu, kad spiestā gruntsūdens nesēja virsma un apakša ir horizontāli, tā tad abu ūdensblīvo slāņu virsmas ir parallēlas. Tāpat arī nav vērā ņemta pretestība

pie ieteces akā. Gruntsūdens turētāja slāņa biezums a. Pieņemsim, ka ūdens statiskā stāvoklī paceļas pāri par zemes virsu (h_s), un viss ūdens dziļums akā ir H (zīm. 50.). Pumpējot



50. zīm. Arteziska aka.

iz akas ūdeni pēdējā līmenis nokrīt par dziļumu s un paliek artezisks kāpjaugstums $h = H - s$. Ieteces laukums attālumā x no akas ir:

$$F_x = 2\pi . x . a \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (38)$$

Ņemot vērā agrākos apzīmējumus un pieņemot Darsi likuma noteikumus, dabūjam

$$v_x = k . \frac{dy}{dx} = \frac{Q}{2\pi . x . a}$$

vai

$$dy = \frac{dx}{2} \cdot \frac{Q}{2\pi . a . k . x} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (39)$$

Integrējot, dabūjam:

$$y = \frac{Q}{2\pi . a . k} . \log \text{ nat } x + C \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (40)$$

Ņemot $x = r$ un $y = h$, dabūjam:

$$h = \frac{Q}{2\pi . a . k} . \log \text{ nat } r + C \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (41)$$

Novelkot vienu nolīdzinājumu no otra (41 no 40), dabūnam depresijas līknes nolīdzinājumus:

$$(V)\quad y = h + \frac{Q}{2\pi . a . k} . \log\ nat\ \frac{x}{r}.$$

Attālumā R no akas depresijas līkne praktiski sasniedz spiediena līmeni, t. i. $x = R$ un $y = H$. Ieliekot šos lielumus formulā un viņu pārveidojot priekš Q, un ņemot $H - h = s$, dabūjam nolīdzinājumu:

$$(Va)\quad Q = \frac{2\pi . a . k}{\log\ nat \frac{R}{r}} . s.$$

No šā nolīdzinājuma (Va) redzams, ka ūdens daudzums, ko dod arteziska aka, atrodas tieši proporcionāls lielumam s, t. i. nopumpēšanas dziļumam, un atkarājas maz no akas radija. Lielumi a un k atkarīgi no dabiskiem apstākļiem, un pēc iespējas nosakāmi ar izmēģināšanas urbumiem un k noteikšanu.

14. Gruntsūdens daudzuma noteikšana.

Iepazinušies ar gruntsūdens kustības noteikumiem varam tagad pieiet pie galvenā jautājuma atrisināšanas, pie gruntsūdens daudzuma noteikšanas. Pareizai jautājuma atrisināšanai ir ļoti liela praktiska nozīme, ņemot vērā, ka ūdensvada ietaises maksā dārgi un ietaišu sekmes un panākumi atkarājas no pareizas projekta pamata datu noteikšanas. To ievērojot nedrīkstētu uzstādīt sevišķu taupības principu, šo datu sameklēšanai un savākšanai, tāpat arī netaupīt pūles šā mērķa sasniegšanai. Inženierim, kam piekrīt šo jautājumu noskaidrošana un izšķiršana jāapzinās, ka viņš nes pie tam jo lielu atbildību.

Ir dažādas metodes gruntsūdens daudzuma noteikšanai, ar ko var iegūt vairāk vai mazāk uzticamus rezultātus. Apsverot lietpratīgi pēc dažādām metodēm iegūtos slēdzienus, lietpratējam būs iespējams nākt pie tāda slēdziena, kas atbilstu vislabāk techniskām un saimnieciskām prasībām.

a. Gr.-ūd. daudzuma noteikšana nonokrišņu augstuma un nokrišņu laukuma. Zinot nokrišņu laukuma lielumu, no kura ūdens iesūcas zemē un izveido zināmu gruntsūdens straumi, un zinot nokrišņu augstumu un

to daļu no nokrišņiem, kas izveido gruntsūdeni, varētu noteikt gruntsūdens daudzumu. Apzīmējam ar:

A — apakšzemes ūdens pieteces laukuma lielumu,

m — to nokrišņu daļu laika vienībā, kas iesūcas zemē un veido gruntsūdeni, un

Q — gruntsūdens pieteces daudzumu.

Tad ir:

$$Q = A \cdot m \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (42)$$

Šinī nolīdzinājumā kā A, tā m ir grūti nosakāmi.

Kā jau noskaidrots pie jautājuma iztirzāšanas par gruntsūdens izcelšanos (l. p. 73.) grūti noteikt, cik liels var būt m, t. i., cik liels ir tas iesūkšanās lielums, kas izveido un papildina apakšzemes ūdeni, nemaz nerunājot par to daudzumu gruntsūdens, ko ražo ar sabiezēšanās procesu. Tāpat arī noteikt pieteces laukuma lielumu, no kuŗa tiek baŗots gruntsūdens, prasa daudz pūļu un izdevumu. Parasti šis laukums nesaietas ar to, kāds ir virszemes sateces laukums starp zināmām ūdens šķirtnēm, jo apakšzemes ūdens šķirtnes reti saskan ar virszemes šķirtnēm. Uz ģeodetiski-topografiska ceļa derīgus datus iegūt nav iespējams un vajadzīgi jo plaši ģeoloģiski izpētījumi. Tā tad, ja grib gruntsūdens daudzuma noteikšanai pielietot topografiskās ūdens šķirtnes, tad iegūs tikai ļoti paviršus rezultātus. Tomēr arī tādi var noderēt, lai iegūtu paviršu ieskatu uzdotā uzdevuma plašumā.

Piemērs. Gada nokrišņu daudzums h = 600 mm, un zemē iesūcas 0,30 no visa gada nokrišņu daudzuma, tad no 1 ha laukuma varētu uzkrāties apakšzemes ūdens:

$$m = 0{,}3 \cdot \frac{0{,}600 \times 10.000\ (m^2)}{365 \times 24 \times 60 \times 60} = 0{,}000057\ m^3/sek.$$

Ja A = 10 km^2 = 1.000 ha (p. p., 5 km plats un 2 km gaŗš), tad varētu sagaidīt gruntsūdens daudzumu no 1 km laukuma platuma:

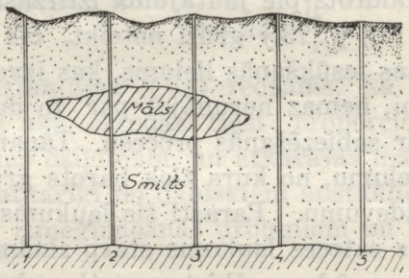
$$Q = \frac{1.000 \times 0{,}000057}{5} = 0{,}0114\ m^3/sek. = 11{,}4\ sl.$$

b. Metode ar ātruma tiešu izmērīšanu (110. l. p.) un ar poru tilpuma novērtēšanu arī nedod pilnīgi drošus rezultātus, jo ātrums atkarīgs no poru tilpuma un ļoti svārstīgs, jo vienādus grunts apstākļus grūti sagaidīt.

Ja apzīmējam ar F zināmu gruntsūdens nesēja šķērsgriezumu, tad pieturot jau agrākos apzīmējumus

$$Q = F \cdot p \cdot v_0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (43)$$

Šķērsgriezumu F iegūst parasti ar urbumiem (zīm. 51.). Šurfējumi (atrakumi) iespējami tikai pie sekla slāņa. Jāņem vērā, ka parallēli griezumi neuzrādīs pilnīgu vienādību, kā grunts sastāvā, tā arī slāņos (var būt ieslāņojumi). To ievērojot jāņem ir kāds vidējs griezums, pie kuŗa noteikšanas jānovelk



51. zīm. Griezums gruntsūdens nesējā.

ieslāņojumi. Pareiza šķērsgriezuma noteikšanai vajadzīgi kā šķērsgriezumi (perpendikulāri gruntsūdens virzienam), tā arī gaŗgriezumi (gruntsūdens virzienā). No tā tad jāizvēlas attiecīgais griezums ieņemšanas līnijas aku pieteces noteikšanai. Vēl jāpiemin, ka urbumu var izdarīt vai uz sausa ceļa, vai ar skalošanu. Pēdējais veids neder slāņu raksturošanai, jo no izvilktās grunts nevar viņas raksturu pietiekoši labi pazīt, ja viss ar ūdeni saskalots kopā.

Lai dabūtu Q (pēc 43) vēl jāzina p un v_0. Zem p te jāsaprot to tukšumu koptilpumus, no kuŗiem ūdens iztek, tā tad te neietilpst kapillārās starpas, bet to var noteikt ar vienkāršu paņēmienu, kas jau pazīstams (l. p. 70.). Jāgriež vēl reiz uzmanība uz to, ka dabā grunts ir parasti irdenāka un poru tilpums resp. tukšumi, lielāki nekā izņemtā ar urbumu paraugā (dažos gadījumos, p. p., smilšakmenī var būt otrādi). Poru tilpums p pie parastiem smilts slāņiem var būt 10—50%, kā jau aizrādīts (70. l. p.). Ar ātrumu v_0 izmērīšanas panākumiem arī iepazināmies (110. l. p.) un tā tad visi dati aprēķināšanai ir noskaidroti.

c. Gr.-ūd. daudzuma noteikšana ar koef. k. Pielietojot Darsī likumu, kā jau zināms (l. p. 114.), daudzumu var atrast ar formulu

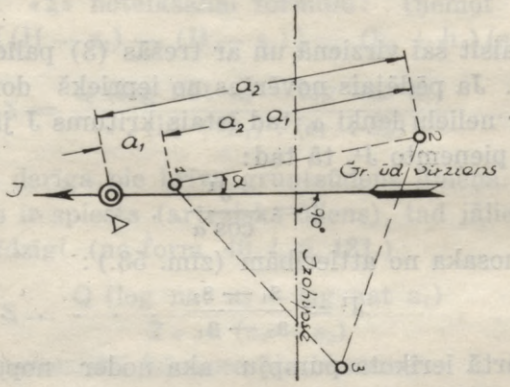
$$Q = F.k.J \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (44)$$

Kā koef. k dabū pēc agrākā, tas jau ir zināms (l. p. 115.).

d. Thiem'a «Σ» metode. Ja formulā $k = \frac{Q}{F} \cdot \frac{l}{h}$ (3b. l. p. 114.) pieņemam $\frac{h}{l} = 1$ un arī $F = 1$, tad k izteic to ūdens daudzumu (m^3), kas pie krituma vienības laika vienībā (1 sek.) tek caur grunts šķērsgriezuma vienību (1 m^2), tā tad izteic tā sakot, vienības pieteci. Šādu vienības pieteci A. Thiem's apzīmē ar «Σ», tā tad:

$$\Sigma = \frac{Q}{1} . 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (45)$$

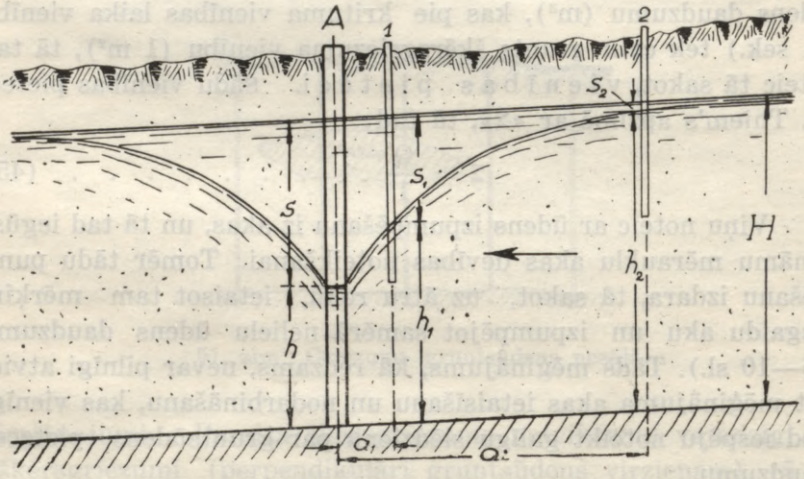
Viņu noteic ar ūdens izpumpēšanu iz akas, un tā tad iegūst zināmu mērauklu akas devības noteikšanai. Tomēr tādu pumpēšanu izdara, tā sakot, uz ātru roku, ietaisot tam mērķim pagaidu aku un izpumpējot samērā nelielu ūdens daudzumu (5—10 sl.). Tāds mēģinājums, kā redzams, nevar pilnīgi atvietot mēģinājuma akas ietaisīšanu un nodarbināšanu, kas vienīgi dod iespēju noteikt galīgu slēdzienu par gruntsūdens pieteces daudzumu.



52. zīm. Aku virziena atrašana.

Lieluma «Σ» noteikšanai ietaisa urbtu aku (d = 0,15—0,20) (zīm. 52. un 53.), un gruntsūdens tecēšanas virzienā 2 novērošanas akas (d = 25—40 mm), no kuŗām pirmā atrodas 5—10 m (1) un otrā 30—50 m (2) no nopumpējamās akas (A). Novē-

rošanas akām vajaga būt noteiktā gruntsūdens tecēšanas virzienā, tādēļ pēdējā noteikšanai ietaisa 3 novērošanas akas trīsstūrveidīgi novietotas (zīm. 52.), no tām viena var būt nopumpējamā aka (A) un divas novērošanai (2 un 3). Novērojot visās 3 akās, kamēs nav ūdens pumpēts, līmeņus, atrod izohipsi akas rajonā un tā tad arī gruntsūdens tecēšanas virzienu, kas ir perpendikulārs uz izohipses. Ja jau iepriekš apmēram zināms gruntsūd. tecēšanas virziens, tad var 2 novērošanas akas



53. zīm. Akas pieteces novērošana.

(1 un 2) ietaisīt šai virzienā un ar trešās (3) palīdzību noteikt īsto virzienu. Ja pēdējais novēršas no iepriekš domātā (A — — 1 — 2) ar nelielu leņķi α, tad īstais kritums J jāaprēķina ar leņķi α pret pieņemto J^1, tā tad:

$$J = \frac{J^1}{\cos \alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (46)$$

pie kam J^1 nosaka no attiecībām (zīm. 53.):

$$J^1 = \frac{s_1 - s_2}{a_2 - a_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (47)$$

Tādā kārtā ierīkota pumpju aka noder nopumpēšanai iz viņas zināma ūdens daudzuma, parasti ne liela, bet pilnīgi noteikta. Var pumpēt ar labu rokas pumpi, bet labāk ir ar mašīnu spēku, ar ko var labāk kontrolēt un garantēt vienmērīgu darbu. Pumpēšanu turpina tik ilgi, kamēr akas apkārtnē nav iestājies zināms līdzsvara stāvoklis. To nosaka ar līmeņu novērojumiem novērošanas akās (1 un 2). Kad līmenis jau iestā-

jies pastāvīgāks, kas notiek pēc 5—9 stundām, pumpēšanu pārtrauc pēc tam kad līmeņi novēroti visās akās (A_1 1 un 2).

Uz novērojumu pamata vienības pieteces «Σ» aprēķināšanai noder uz Darsi likuma pamata sastādītas formulas. Ņemam par pamatu formulu (29) (125. l. p.):

$$y^2 = \frac{Q}{\pi \cdot k} \log \text{nat } x + C.$$

No novērojumiem novērošanas akās uzstādam nolīdzinājumus (zīm. 53.):

$$h_2^2 = \frac{Q}{\pi \cdot \Sigma} \cdot \log \text{nat } a_2 + C$$

un

$$h_1^2 = \frac{Q}{\pi \cdot \Sigma} \cdot \log \text{nat } a_1 + C$$

liekot k vietā «Σ».

Novelkot vienu nolīdzinājumu no otra, dabūjam

$$h_2^2 - h_1^2 = \frac{Q}{\pi \cdot \Sigma} (\log \text{nat } a_2 - \log \text{nat } a_1) \quad . \quad . \quad (48)$$

Ņemot vērā līmeņa nogrimšanas dziļumus s_2 un s_1, Thiems uzstāda koef. «Σ» noteikšanai formulu: (ņemot $h_2^2 - h_1^2 = (h_2 + h_1)[(H - s_2) - (H - s_1)] = (h_2 + h_1)(s_1 - s_2)$)

$$\Sigma = \frac{Q (\log \text{nat } a_2 - \log \text{nat } a_1)}{\pi \cdot (h_2 + h_1) \cdot (s_1 - s_2)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (49)$$

Formula derīga pie brīva gruntsūdens līmeņa. Ja gruntsūdens līmenis ir spiests (artezisks ūdens), tad jālieto formulas atvasinātas līdzīgi (no form. 40. l. p. 131.):

$$\Sigma = \frac{Q (\log \text{nat } a_2 - \log \text{nat } a_1)}{2 \pi \cdot a (s_1 - s_2)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (50)$$

kur a nozīmē arteziskā ūdensnesēja biezumu.

Ja vienības pietece «Σ» atrasta, var jau tuvāk pieiet jautājumam par gruntsūdens daudzumu izpētāmā vietā. Ja l_1 un l_2 ir attālumi no akas, mērījot perpendikulāri uz gruntsūdens tecēšanas virziena, līdz kuŗiem ūdens pieteces apstākļi akas tuvumā praktiski nav grozījušies, kas pietiekoši jāpārbauda.

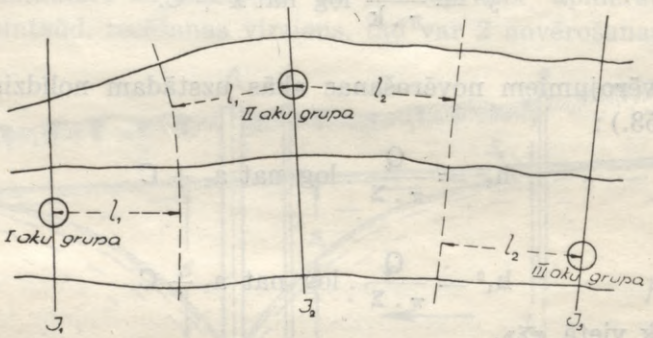
un ūdens slāņa dziļums H zināms, tad pieteces šķērsgriezuma laukums ir (zīm. 54.):

$$F = (l_1 + l_2) \cdot H \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (51)$$

un no šī šķērsgriezuma var sagaidīt gruntsūdens pieteces daudzumu:

$$q = \Sigma \cdot F \cdot J \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (52)$$

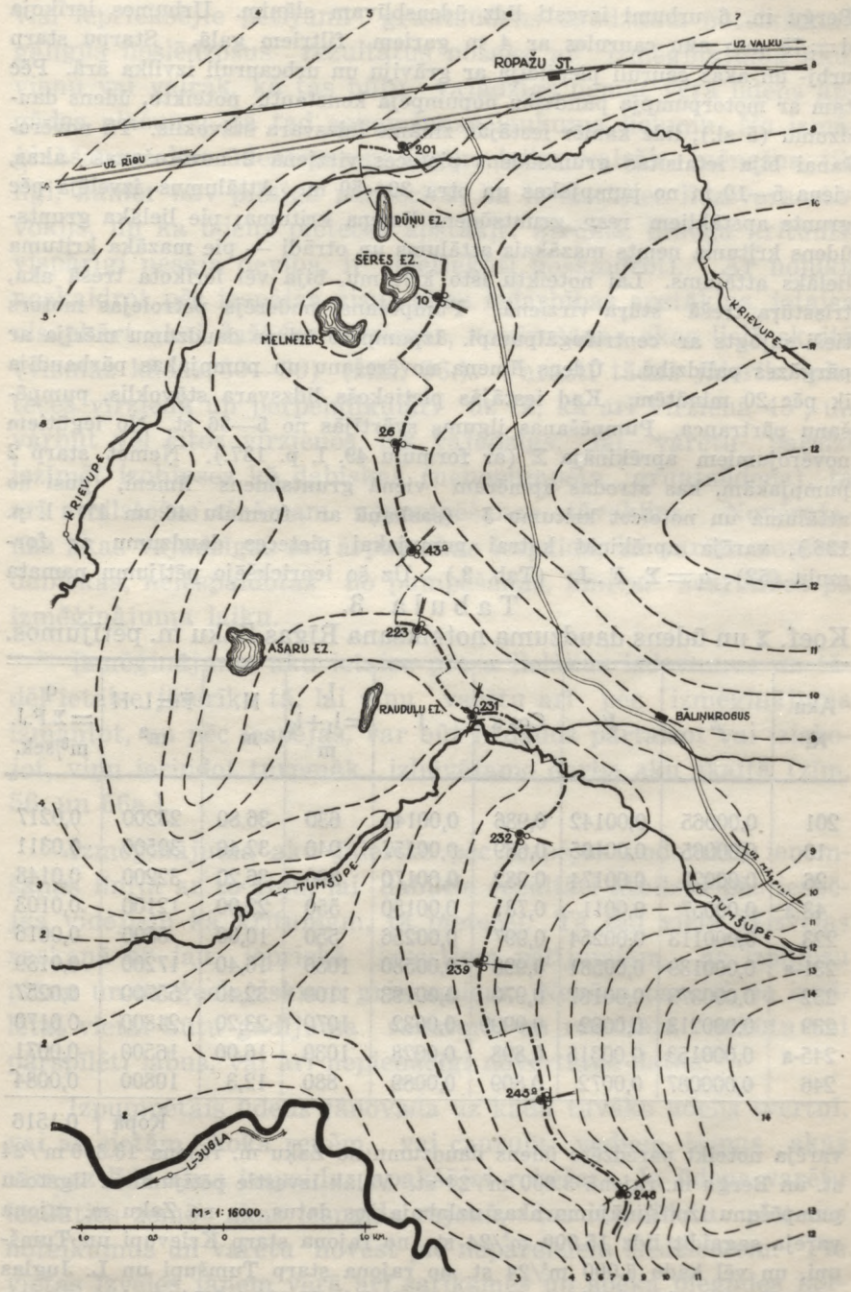
kur J jānosaka saskaņā ar formulu 46 un 47 (l. p. 136.).



54. zīm. Šķērsgriezuma garumi starp aku grupām.

Ietaisot izpētāmā laukā šādas pumpju ietaises grupas, sastāvošas no pumpjakas un novērošanas akām (pēc zīm. 52.), attiecīgā attālumā, 0,5—2 km, skatoties pēc ūdensnesēja slāņa apstākļiem (zīm. 54.), var jau apsvērt gruntsūdens pieteces apstākļus. Šķērsgriezuma garumus l, tad ņem kā pusi no attāluma starp 2 grupām.

Metode ar «Σ» palīdzību noteikt gruntsūdens pieteces daudzumu tomēr nedod visos apstākļos lietojamus rezultātus. Kā no apcerējuma redzams, pieņemts, kā grunts ir vienāda, pietece notiek starp parallēlām virsmām: gruntsūdens līmeņa un necaurlaidoša slāņa, un grunts caurlaide ir vienmērīga. Tādi apstākļi pilnā mērā dabā būs reti sastopami. No praktiskā viedokļa jāņem vērā, ka nopumpēšanas laiks ir pārāk īss, lai varētu domāt, ka ir iestājies īstais līdzsvara stāvoklis pieteces gaitā. Tāpat arī līmeņa krituma pareizība iz tā paša iemesla, var būt apšaubāma. Tomēr metode savas vienkāršības un ātrās izpildīšanas dēļ ir bieži pielietota, un piedzīvojuša hidrologa rokās viņa var dot ātri un lēti vajadzīgos norādījumus, sevišķi gadījumā, ja gruntsūdensnesējs ir ļoti bagātīgs ar ūdeni, labi dziļš un vienlīdzīgas uzbūves. Metode iepriekšējam novērtējumam pielietota arī Rīgas ūdensvada paplašināšanas pētījumiem Zaķu muižā (zīm. 55.).



55. zīm. Zaķu m. plāns ar pumpjaku grupām.

Rīgas ūdens paplašināšanas pētījumu rajonā bija Zaķu m. 10 un Berģu m. 6 urbumi izvesti līdz ūdensblīvam slānim. Urbumos ierīkoja d = 75 mm aku caurules ar 4 m garjem filtriem galā. Starpu starp urbj- un akas cauruli piepildīja ar grāviju un urbcauruli izvilka ārā. Pēc tam ar motorpumpja palīdzību nopumpēja konstantu, noteiktu, ūdens daudzumu (5 sl.), līdz kamēr iestājās zināms līdzsvara stāvoklis. Tā novērošanai bija ietaisītas gruntsūdens pieteces virzienā 2 novērošanas akas, viena 5—10 m no pumpjakas un otra 30—50 m. Attālumus izvēlēja pēc grunts apstākļiem resp. gruntsūdens līmeņa krituma; pie lielāka gruntsūdens krituma ņemts mazākais attālums un otrādi — pie mazāka krituma lielāks attālums. Lai noteiktu īsto kritumu, bija vēl ierīkota trešā aka, trīsstūŗa trešā stūŗa virzienā. Pumpēšanai noderēja petrolejas motors tieši sajūgts ar centrifugālpumpi. Izpumpēto ūdens daudzumu mērīja ar pārgāzes palīdzību. Ūdens līmeņa novērošanu un pumpjakas pārbaudīja ik pēc 20 minūtēm. Kad iestājās pietiekošs līdzsvara stāvoklis, pumpēšanu pārtrauca. Pumpēšanas ilgums svārtījās no 5—36 st. No iegūtiem novērojumiem aprēķināja Σ (ar formulu 49. l. p. 137.). Ņemot starp 2 pumpjakām, kas atrodas apmēram vienā gruntsūdens līmenī, pusi no attāluma un noteicot kritumu J (saskaņā ar formulu 46 un 47, l. p. 136.), varēja aprēķināt katrai pumpjakai pieteces daudzumu ar formulu (52): $q = \Sigma . F . J$. (Tab. 3.). Uz šo iepriekšējo pētījumu pamata

Tabula 3.

Koef. Σ un ūdens daudzuma noteikšana Rīgas Zaķu m. pētījumos.

Aku №	Σ	J′	Cos α	J.	L $= l_1 + l_2$ m	H. m	F = L.H m²	q $= \Sigma.F.J.$ m³/sek.
201	0,00065	0,00142	0,986	0,00144	630	36,80	23200	0,0217
10	0,00065	0,00105	0,669	0,00157	940	32,40	30500	0,0311
26	0,00027	0,00174	0,982	0,00170	890	36,20	32200	0,0148
43-a	0,00057	0,0011	0,731	0,00150	550	22,00	12100	0,0103
223	0,000113	0,00254	0,997	0,00256	550	10,00	5500	0,0016
231-a	0,000139	0,00581	0,998	0,00580	1050	16,40	17200	0,0139
232	0,000373	0,00187	0,970	0,00193	1100	32,40	55700	0,0257
239	0,000213	0,0032	0,9999	0,0032	1070	23,20	24800	0,0170
245-a	0,000153	0,00315	0,898	0,0028	1030	16,00	16500	0,0071
246	0,000087	0,0072	0,809	0,0089	880	12,3	10800	0,0084
							Kopā	0,1516

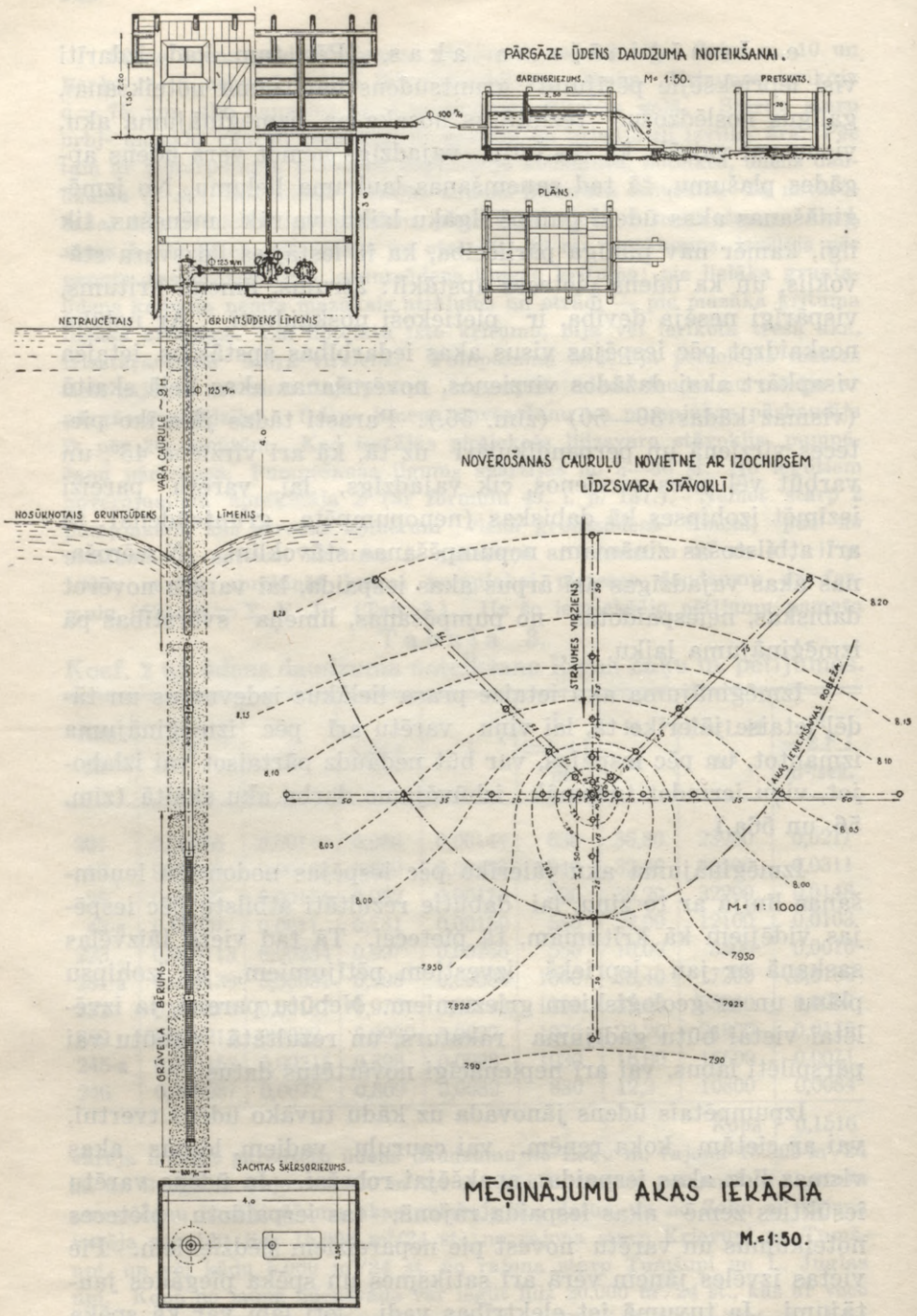
varēja noteikt paredzēto ūdens daudzumu no Zaķu m. rajona 13.300 m³/24 st. un Berģu m. rajonā 3.000 m³/24 st. Vēlāk izvestie pētījumi ar ilgstošu pumpēšanu izmēģinājuma akas uzlaboja šos datus, un no Zaķu m. rajona varēja sagaidīt līdz 15.000 m³/24 st., no rajona starp Krievupi un Tumšupi, un vēl kādu 5.000 m³/24 st. no rajona starp Tumšupi un L. Juglas upi. Kopā no jaunā ūdensvada var iegūt līdz 20.000 m³/24 st., kas ar veco ūdensvadu ap 40.000 m³/24 st., nodrošina Rīgai 60.000 m³/24 st. laba gruntsūdens, kas pietiekošs 400.000 līdz 500.000 iedz.

e. Izmēģinājuma akas. Pēc tam kad izdarīti visi iepriekšējie pētījumi gruntsūdens daudzuma noteikšanai, galīgus noslēdzošus rezultātus nosaka ar izmēģinājuma aku, vienu vai vairāk, kā tas būtu vajadzīgs ņemot vērā ūdens apgādes plašumu, tā tad saņemšanas laukuma lielumu. No izmēģināšanas akas ūdeni pumpē ilgāku laiku, vairāk mēnešus, tik ilgi, kamēr nav pilnīga pārliecība, ka ir iestājies līdzsvara stāvoklis, un ka ūdens pieteces apstākļi: ātrums, līmeņu kritums, vispārīgi nesēja devība, ir pietiekoši noskaidroti. Ar nolūku noskaidrot pēc iespējas visus akas iedarbības apstākļus, ietaisa visapkārt akai dažādos virzienos, novērošanas akas lielā skaitā (vismaz kādas 30—50) (zīm. 56.). Parasti tādas jāierīko pieteces virzienā un perpendikulāri uz tā, kā arī virzienā 45°, un varbūt vēl citos virzienos, cik vajadzīgs, lai varētu pareizi iezīmēt izohipses kā dabiskas (nenopumpēta gruntsūdens), tā arī atbilstošas zināmam nopumpēšanas stāvoklim. Novērošanas akas vajadzīgas arī ārpus akas iespaida, lai varētu novērot dabiskas, neiespaidotas no pumpēšanas, līmeņa svārstības pa izmēģinājuma laiku.

Izmēģinājuma aku ietaise prasa lielākus izdevumus un tādēļ ietaise jāierīko tā, lai viņu varētu arī pēc izmēģinājuma izmantot, un pēc iespējas, var būt nedaudz pārtaisot vai izlabojot, viņu ierindot turpmāk izbūvējamo darba aku skaitā (zīm. 56. un 56a.).

Izmēģinājuma aku jāierīko pēc iespējas nodomātā ieņemšanas līnijā ar to ziņu, lai dabūtie rezultāti atbilstu pēc iespējas vidējiem kā kritumam, tā pietecei. Tā tad vieta jāizvēlas saskaņā ar jau iepriekš izvestiem pētījumiem, ar izohipsu plānu un ar ģeoloģiskiem griezumiem. Nebūtu pareizi, ja izvēlētai vietai būtu gadījuma raksturs, un rezultātā dabūtu vai pārspīlēti labus, vai arī nepienācīgi novērtētus datus.

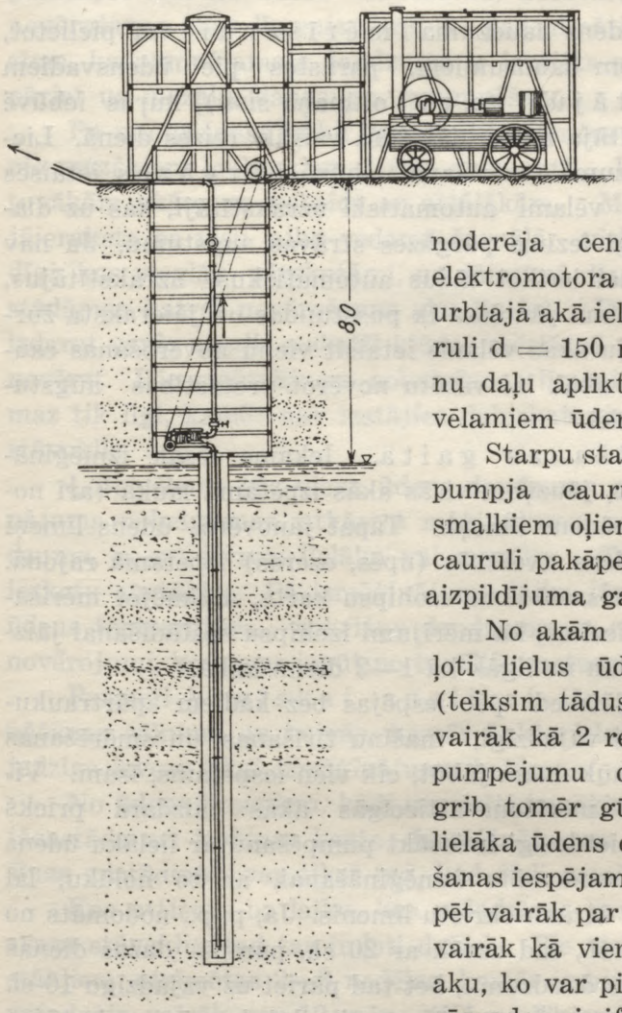
Izpumpētais ūdens jānovada uz kādu tuvāko ūdens tvertni, vai ar cietām koka renēm, vai cauruļu vadiem, lejpus akas vismaz līdz akas iespaida apakšējai robežai. Ja ūdens varētu iesūkties zemē akas iespaida rajonā, tas iespaidotu pieteces noteikumus un varētu novest pie nepareiziem slēdzieniem. Pie vietas izvēles jāņem vērā arī satiksmes un spēka piegādes jautājumi. Ja tuvumā iet elektrības vadi, ļoti labi var kā spēka avotu pielietot elektrību. Ja elektrības nav, jāpielieto vai tvaika



56. zīm. Rīgas ūd. v. schēma un mēģinājuma aku novietne Zaķu m.

lokomobīle, vai iekšdegu motors (petrolejas, spirta, benzīna vai naftas). Kā darba mašīna labi noder centrbēgpumpji.

Aku izbūvē vislabāk tāpat kā kaut kuŗu darba aku ūdens ieņemšanai (zīm. 56.). Tā, p. p., Rīgā, pie pētījumiem Zaķu m. izmēģināšanas aku ierīkoja pēc Bukultos darbojošos aku parauga. Izurba aku ar d = 800 mm, iepriekš izrokot ar nostiprināšanu šachtu līdz gruntsūdens līmenim. Šachta noderēja centrbēgpumja un elektromotora novietošanai. Izurbtajā akā ielaida pumpju cauruli d = 150 mm ar caurumainu daļu apliktu ar tīklu pret vēlamiem ūdensnesēja slāņiem.



56a. zīm. Izmēģināšanas aku ietaise.

Starpu starp urbjcauruli un pumpja cauruli aizpildīja ar smalkiem oļiem, pēc kam urbjcauruli pakāpeniski, saskaņā ar aizpildījuma gaitu, izvilka ārā.

No akām nemēdz pumpēt ļoti lielus ūdens daudzumus (teiksim tādus, kas pārsniegtu vairāk kā 2 reiz vēlākos darba pumpējumu daudzumus). Ja grib tomēr gūt pārliecību par lielāka ūdens daudzuma ieņemšanas iespējamību, un grib pumpēt vairāk par 10 sl., tad ietaisa vairāk kā vienu izmēģināšanas aku, ko var pieslēgt pie kopīgā sūcvada vai sifonvada, bet labāk ir pie katras akas iekārtot savu pumpētavu, lai varētu individuāli novērtēt katras akas apstākļus. Ja apstākļi izdevīgi, un ūdeni iespējams novadīt pašteču ceļā uz kādu tvertni, var ūdens saņemšanu iz vienas akas pumpēšanas vietā izvest ar sifona

palīdzību. Tādai ietaisei spēka patēriņš ir ļoti niecīgs, bet tikai sifona vada noblīvējumiem jābūt kārtībā. Gan ar sifona vadu nevarēs akā ūdeni padziļināt tik daudz kā ar tiešu nopumpēšanu, jo jāpārvar berzes zaudējumi gaŗākā sifona vadā, bet parasti šis jautājums izšķiŗošu lomu nespēlē. Galvenais ir ūdens novada apstākļi.

Izpumpētā ūdens daudzuma mērīšanai var pielietot, sevišķi pie maziem daudzumiem, parastos pie ūdensvadiem ūdens mērītājus (p. p., Voltmaņa sist.), kuŗus iebūvē spiedvadā. Mērītāja nolase jāizdara vairāk reizes dienā. Lielāka ūdens daudzuma mērīšanai iebūvē pārgāzes ietaises (l. p. 97.). Ļoti vēlami automatiski uzrakstītāji, kas uz diagrammas nemitīgi iezīmē pārgāzes strāvas augstumu. Ja nav iespējams pārgāzei ierīkot tādus automatiskus uzrakstītājus, tad strāvas augstumi jānolasa ik pusstundas un jāieraksta žurnālā. Pie pumpju akas vēlams ietaisīt vienu novērošanas cauruli tieši blakām akai, lai varētu novērot pretestības augstumus pie ieteces akā.

Izmēģināšanas gaita. Iekams uzsāk izmēģināšanas pumpēšanu, jāuzņem visās akās izpētāmā laukā (arī novērošanas akās) ūdens līmeņi. Tāpat jānovēro ūdens līmeņi visās dabiskās ūdens tvertnēs (upēs, ezeros) izpētāmā rajonā. No novērojumiem sastādāma izohipsu karte, atzīmējot mērīšanas datumu. Jāpiezīmē, ka mērījumi izohipsu sastādīšanai jāizdara vienā laikā, un ne ilgāk kā 1—2 dienu laikā.

Pumpēšana jāizved pēc iespējas bez kādiem pārtraukumiem, bet ja tādi vajadzīgi, mašīnu tīrīšanas un smērēšanas nolūkā, tad pārtraukumam jābūt, cik vien iespējams, īsam. Visādā ziņā līmeņu mērīšana attiecīgās akās jāizdara priekš pārtraukuma. Lietderīgi ir iesākt pumpēšanu ar lielāku ūdens daudzumu, nekā nodomāts izmēģināšanai, ar to nolūku, lai novērošanas akās ātrāk nokristu līmenis. Ja, p. p., nodomāts no akas pumpēt 10 sl., tad uzsāk ar 20 sl., pumpē dažas dienas ar tādu palielinātu daudzumu, bet tad pāriet uz vajadzīgo 10 sl. un ar šo daudzumu ved pumpēšanu tik ilgi, kamēr neiestājas pietiekošam un nopumpētam ūdens daudzumam līdzsvars. Līdzsvara stāvokli novērtē ar to, ka depresijas līknes veids (depresijas līkne jāiezīmē un katru dienu jāpapildina un jānovēro) un arī ieteces laukums (redzams no izohipsēm) vairs negrozās un novērošanas akās līmenis iestājas pastāvīgs, izņemot

svārstības no meteoroloģiskiem apstākļiem (lietus, sausuma). Sevišķi tad, kad iestājies līdzsvara stāvoklis, izpumpējamā ūdens daudzums (jauda) jāietur n e g r o z ī g s, un ar tādu jaudu vēl jāturpina pumpēšana dažas dienas vai nedēļas, lai būtu pilnīga pārliecība par iestājušos līdzsvaru. Ja ilgāku laiku pumpējot zināmu ūdens daudzumu, līdzsvars neiestājas un novērošanas akās līmenis turpina pazemināties, tad tas ir pazīme, ka pumpējamais daudzums ir izvēlēts par lielu un ir jāpāriet uz mazāka daudzuma izpumpēšanu.

Pa pumpēšanas laiku līmeņi akās jāmēra vismaz vienreiz, pie mazākiem laukumiem 2 reiz diennaktī. Iesāk mērīšanu ar tuvākām akām un nobeidz ar attālākām. Mērīšanas rezultāti jāieraksta pa visu laiku vedamā žurnālā, vislabāk tabulas veidīgi, kas vieglāk pārskatāmi, un jāiezīmē diagrammās, kas sastādāmas katrai novērošanas aku līnijai. Darbu sistēmatiski izdarot varēs viegli saskatīt kļūdas mērīšanā un varēs tās tūdaļ novērst. Pēc mēģinājuma nobeigšanas līmeņi jānovēro vēl vismaz tik ilgi, kamēr nav iestājies dabiskais gruntsūdens līmeņa stāvoklis.

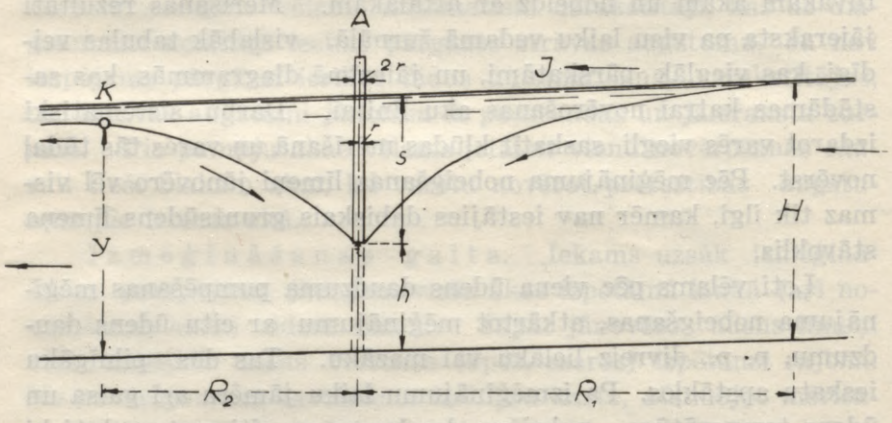
Ļoti vēlams pēc viena ūdens daudzuma pumpēšanas mēģinājuma nobeigšanas, atkārtot mēģinājumu ar citu ūdens daudzumu, p. p., divreiz lielāku vai mazāku. Tas dos pilnīgāku ieskatu apstākļos. Pa izmēģinājumu laiku jāmēra arī gaisa un ūdens temperātūra, nokrišņu daudzums un citi meteoroloģiski novērojumi, ko nevar iegūt no tuvākās meteoroloģiskās stacijas.

Paraugi ķ ī m i s k a i a n a l i z e i jāņem vismaz izmēģināšanas sākumā un beigās, kamēr bakterioloģisko analizi vajadzīgs izvest tikai izmēģinājumu beidzot.

No ūdens līmeņiem, kādi uzmērīti izmēģinājumu nobeidzot, jāsastāda arī izohipsu karte. Izmēģinājumus nobeigt, t. i. mašīnas apstādināt, var tikai tad, kad šādi uzmērījumi nobeigti.

Kas attiecas uz laiku, kas vajadzīgs, kamēr iestājas līdzsvara stāvoklis, tad tas ir ļoti dažāds. Pie vislabvēlīgākiem apstākļiem atzīmētas 2—3 nedēļas, kamēr ir bijuši gadījumi, kad vajadzēja vairāk par 12 mēn. (Kā no Thiem'a, tā Princ'a piedzīvojumiem.) Rīgas Zaķu m. vajadzēja ap 3 mēneši. Teorētiski jautājumu atrisināt nevar. Ar pumpēšanu iestājusies depresija gruntsūdens tecēšanas virzienā sniedzas augšpus akas līdz t. s. a u g š ē j a i k u l m i n ā c i j a i un lejpus akas — a p a k š ē j a i k u l m i n ā c i j a i (zīm. 57.). Līdzsvara

stāvoklis iestāsies tad, ja depresijas līkne, aizsniegusi augšējo kulmināciju, vairāk negrozās, un ūdens daļiņām vajadzīgais laiks pietecei no augšējās kulminācijas līdz akai arī vairs negrozās. Augšējā kulminācija pie lieliem nopumpējumiem reti pārsniedz 1.000 m, pie maziem ne vairāk par 500 m. Gruntsūdens dabiskais kustības ātrums ir 3—5 m diennaktī, bet zem depresijas iespaida (samazinās dzīvgriezums) viņš ir lielāks. Tā tad ūdens pietecei no augšējās kulminācijas līdz akai vajadzīgs 100—300 dienu un tas ir laiks, kuŗā var sagaidīt līdzsvara iestāšanos. Jāatzīmē, ka viss tas tomēr atkarīgs ļoti lielā mērā no ūdensnesēja ģeoloģiskās uzbūves.



57. zīm. Akas iespaida attālums.

Līdzsvara iestāšanās laiku var raksturot ar jau pazīstamo hidroloģisko formulu palīdzību. Akā uz horizontāla, necaurlaidīga slāņa līdzsvara stāvoklis iestājas, apzīmējot laiku t sekundēs:

$$t = \frac{\pi \cdot H}{Q} (R_1^2 - r^2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (53)$$

Ja ūdens cietais slānis ir ar kritumu, tad laiku var izteikt:

$$t = \frac{R_1 - r}{k \cdot J} - \frac{Q}{2\pi . H . k^2 . J^2} \cdot \log nat \frac{2\pi . H . k . J . R_1 + Q}{2\pi . H . k . J . r + Q} \quad . \quad (54)$$

Formulā agrākie apzīmējumi, pie kam R_1 ir augšējās kulminācijas attālums un R_2 — apakšējās. No nolīdzinājumiem redzams, ka līdzsvara iestāšanās laiks t galvenā kārtā atkarīgs no $v = k \cdot J$ un jo mazāks ir $k \cdot J$, jo lielāks t.

Apakšējo kulmināciju var aprēķināt no nolīdzinājuma:

$$R_2 = \frac{Q}{2y \cdot kJ} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (55)$$

Pie lieliem gruntsūd. dziļumiem var ņemt tuvini y = H. Pēc Fossa-Mancini augšējo kulmināciju var aprēķināt tuvinoši ar formulu:

$$R_1 = \frac{2{,}72 \times r}{\frac{c}{2{,}72 \times r} + 2 - \sqrt{\left(\frac{c}{2{,}72\,r} + 2\right)^2 - 3}} \quad . \quad . \quad (56)$$

pie kam

$$c = \frac{H^2 - (H - s)^2}{2H \cdot J} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (57)$$

f. Izmēģinājuma panākumu izmantošana. Izmēģinājumu akas nopumpējumu rezultāti jau dod pilnīgu ieskatu gruntsūdens pieteces apstākļos. Tomēr vajaga būt pārliecībai, ka izpumpēšana nav izvesta ar pārspīlētu ūdens daudzumu. Ļoti ieteicams, ka pastāvīgu pieteci akai uzskatīt daudzmaz mazāku ūdens daudzumu nekā ar mēģinājuma pumpējumiem bija varēts iegūt. Arī novērojot gruntsūdens celšanās ātrumu pēc nopumpēšanas pārtraukuma, un laiku līdz dabiskā līmeņa atpakaļ sasniegšanai, var nākt pie attiecīgiem slēdzieniem. Ja nav pārliecīgi daudz nopumpēts, dabiskais līmenis būs atkal sasniegts īsā laikā, bet pie ļoti stipras nopumpēšanas vajadzīgi pat daudz mēneši līdz līdzsvara sasniegšanai. Dabiska līmeņa novērošanas akām vajaga atrasties ārpus pumpjakas iespaida rajona. Ja izmēģinājuma aka, apstākļus pareizi apsveŗot, dod viena pati tik daudz ūdens, cik vajadzīgs, tad jautājumu var uzskatīt par galīgi atrisinātu. Bet lielākām pilsētu ūdens apgādes vajadzībām, jādomā, gan būs vajadzīgs lielāks skaits aku, kuŗu devība būs jānosaka uz izmēģinājuma akas devības pamata. Ja, p. p., no izmēģinājuma akas bija iespējams ar labiem gruntsūdens pieteces apstākļiem, iegūt 10 sl., tad praktisku akas devību varētu rēķināt ar kādi 5 sl., un ja pilsētai vajadzīgs vidēji kādi 20 sl. (pie iedzīvotāju daudzuma ap 15.000), tad jau vajadzīgs ietaisīt vismaz 4 akas. Par vienas akas attāluma noteikšanu no otras jau bija attiecīgi aizrādījumi (130. l. p.).

Lai iegūtu vajadzīgo ieskatu akas pieteces apstākļos, jāiezīmē plānā gruntsūdens iespaidu laukuma vienlīmeņu līknes

(izohipses), un uz to pamata jāatrod apakšējā kulminācija (127. un 146. l. p.), un jāaprēķina pieteces joslas platums b. Kā no agrākā redzams:

$$b = 2\pi . x_0 \text{ (form. 37, l. p. 129.).}$$

Cik tālu var iegūtos no nopumpēšanas akas rezultātus piemērot praktiskiem apstākļiem, atkarājas no grunts īpašībām. Ja izmēģināšanas akai izvēlēti vidēji grunts apstākļi, tad rezultātus var izmantot galīgai pieteces kalkulācijai.

Ja mēģinājuma pumpēšanā iegūto no akas ūdens daudzumu apzīmējam ar q, pieteces platumu ar b un turpmākās ieņemšanas līnijas garumu ar L, un vajadzīgo apgādei ūdens daudzumu ar Q, tad ieņemšanas garums ir:

$$L = \frac{Q}{q} . b \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (58)$$

Vajadzīgais aku daudzums tad jāizkalkulē saskaņā ar b un ar q.

Pielietojot Smrekera likumu, L var aprēķināt arī citādi uz novērojumu pamata. Kā jau zināms (l. p. 117.), Smrekera likumu var tuvinoši izteikt ar formulu:

$$J = \frac{h}{l} = \frac{b_0}{2g} . v_0^{\frac{3}{2}} = \frac{dy}{dx} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Tālāk var izteikt

$$v_{0x} = \frac{q}{2\pi . p . x . y} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (59)$$

Ieliekot izteiksmi formulā (8) un pārveidojot, dabūjam formulu:

$$y^{\frac{3}{2}} . dy = \frac{b_0}{2g} \cdot \left(\frac{q}{2\pi . p}\right)^{\frac{3}{2}} . \frac{dx}{x^{\frac{3}{2}}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (60)$$

Integrējot un integrāla konstanti dabūjot no $x = \infty$ un $y = H$, un ievedot konstantos lielumus $g = 9{,}81$ un $\pi = 3{,}1416$, iegūstam depresijas līknes nolīdzinājumu:

$$y = \sqrt[5]{\left[H^{\frac{5}{2}} - 0{,}016181 . q^{\frac{3}{2}} . \frac{b_0}{p^{\frac{3}{2}}} . \frac{1}{\sqrt{x}}\right]^2} \quad . \quad . \quad (61)$$

Pārveidojot šo nolīdzinājumu, dabūjam:

$$\frac{b_0}{p^{\frac{3}{2}}} = \frac{\left(H^{\frac{5}{2}} - y^{\frac{5}{2}}\right) \cdot \sqrt{x}}{0{,}016181 . q^{\frac{3}{2}}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (62)$$

Ja n ir novērojumu skaits par proves pumpēšanas laiku, kad iestājies līdzsvars, tad varam izteikt:

$$\frac{b_0}{p^{\frac{3}{2}}} = \frac{1}{0{,}016181 \cdot q^{\frac{3}{2}}} \cdot \frac{1}{n} \sum_{o}^{n} \left[\sqrt{x} \left(H^{\frac{5}{2}} - y^{\frac{5}{2}} \right) \right] . \quad (63)$$

Formulā apzīmē:

q — nopumpēto ūdens daudzumu no akas.

H — pirmatnējs gruntsūdens dziļums.

x un y dabūjami no attiecīgām novērošanas akām.

Tādā ceļā iegūstam lielumu priekš $\frac{b_0}{p^{\frac{3}{2}}}$. Tālāk ņemot no Smrekera likuma (l. p. 196.)

$$v_0 = \sqrt[3]{\left(\frac{2g}{b_0} \cdot J \right)^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8a)$$

varam izteikt saņemamo no zināma laukuma platuma L ūdens daudzumu ar:

$$Q = L \cdot H \cdot p \cdot v_0$$

$$= L \cdot H \sqrt[3]{\left(\frac{2g}{\left(\frac{b_0}{p^{\frac{3}{2}}} \right)} \cdot J \right)^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (64)$$

Tā kā $\frac{b_0}{p^{\frac{3}{2}}}$ aprēķināms uz izmēģinājuma pamata (63), H un J arī jau zināmi no iepriekšējiem pētījumiem, un Q ir prasītais ūdens daudzums, tad izteiksmē (64) nepazīstamais lielums ir vienīgi L:

$$L = \frac{Q}{H \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{2g}{\left(\frac{b_0}{p^{\frac{3}{2}}} \right)} \cdot J \right)^2}} = \frac{1}{7{,}27} \cdot \frac{Q}{H} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{\left(\frac{J}{\left(\frac{b_0}{p^{\frac{3}{2}}} \right)} \right)^2}} . \quad (65)$$

Kā jau minēts šī formula pielietojama, ja grunts ir vienmērīga, nav lielas svārstības grunts apstākļos. Kur tādas ir, pie liela L resp. Q, vajadzētu izmēģinājumus izvest vairāk vietās, paredzot katrā vietā vienmērīgus grunts apstākļus. Aprēķinātie gaŗumi L_1, L_2 ... saskaitāmi, lai dabūtu kopīgo $L = L_1 + L_2 + \ldots$

III. Ūdens saņemšanas ietaises.

15. Avotu izbūve.

Kā jau minēts (l. p. 79.), avoti var būt ļoti dažādi, atkarīgi no ģeoloģiskiem apstākļiem. Tādēļ, lai avota izbūvi varētu pieskaņot kā ģeoloģiskiem, tā arī hidroloģiskiem apstākļiem, vajadzīgi iepriekšēji rūpīgi izmeklējumi, kā par avotu iztecēšanas apstākļiem, tā arī par viņu devību. Jāizpēta kāds ir vismazākais izteces daudzums, cik ilgi tas var novilkties, un kuŗā gada laikā tas iekrīt. Hidroloģiskā ziņā vēl ir no svara zināt, vai avots iztek no gruntsūdens straumes, vai viņa aizmugurē ir lielākas apakšzemes ūdens āderes un tukšumi. Pirmā gadījumā var sagaidīt labāku ūdeni, filtrētu gruntsūdens nesējā, un arī vienmērīgāku pieteci. Otrā gadījumā pietece var būt atkarīga no dažādiem apstākļiem, kas iespaidoj apakšzemes ūdens izcelšanos, p. p., virszemes ūdens, kas pa plaisām, pa laikam nonāk apakšzemē, atkarīgi no virszemes ūdens tvertnes līmeņa un dažādiem citiem apstākļiem. Arī ūdens temperātūras ziņā būs starpība starp šiem diviem avotu baŗošanas veidiem. Dziļāka gruntsūdens temperātūra parasti līdzinās vidējai gaisa gada temperātūrai zināmā vietā, un avots no tāda gruntsūdens slāņa arī uzrādīs pastāvīgu temperātūru. Ja turpretim avota ūdens temperātūra svārstās, tad tā ir pazīme, ka avots saņem ūdeni vai no slāņa, kas tuvu virszemei un padots virszemes svārstīgiem temperātūras iespaidiem, vai arī no apakšzemes ūdens, ko iespaido virszemes ūdens. Tāds avota ūdens var būt arī apšaubāms no sanitārā viedokļa, jo līdz ar virszemes ūdeni varēja ietikt avotā slimību dīgļi. Avotu, kas stāv sakarā ar šādiem virszemes apstākļiem, var jau pazīt no tā, ka lietus laikā viņa devība (debets) palielinās, ūdens temperātūra mainās, un ūdens iztek lielākā vai mazākā mērā duļķains.

A v o t a i z b ū v e v a i k a p t a ž a (Springs development, Quellenfassung) labam dzeŗamam ūdenim jāiekārto tā, lai viņa neiespaidotu uz slikto pusi kā i z t e c e s d a u d z u m u, tā arī l a b u m u un lai ūdens labās īpašības uzglabātos arī uz priekšu. Tā tad ietaise jāierīko tā, lai ūdenī nevarētu ietikt netīrumi no virszemes, vai tieši vai ar dzīvniekiem (mušām, odiem, vardēm), un lai ūdens būtu aizsargāts kā no saules siltuma, tā arī no salas.

Katrā avota izbūvē ietilpst krājbaseins, kuŗā iztecējušais ūdens uzkrājas. Ja avotā ūdens izskalo smilti, tad jāietaisa vēl smilšķērējs. Krājbaseini var būt dažāda lieluma pēc vajadzības vai apstākļiem, un viņiem tad var būt attiecīgi nosaukumi: avota aka, avota kambaris (Springhouse) vai avota tvertne. Mazam ūdens daudzumam avota izbūve var vienkārši pastāvēt no parastajām apaļām betona aku caurulēm, atsevišķu betona gredzenu veidā. Var arī būt četrstūrains vai apaļš ķieģeļu mūŗa vai betona rezervuārs. Lielākiem ūdens daudzumiem tādas tvertnes taisa attiecīgi lielākas vai no ķieģeļu mūŗa vai betona. Vispārīgi tvertnes lielums jāprojektē tā, lai varētu ērti novietot visas ietaises, kas vajadzīgas ūdens ievadīšanai un aizvadīšanai, un jāpieskaņo ūdens tālākas tecēšanas noteikumiem. Pieņem, ka ātrumam, ar kādu ūdenim jātek caur rezervuāru, nevajadzētu pārsniegt 10 cm/sek. Bez tam vēl, ja ūdenim nāk līdzi smilts, jāietaisa augšpus tvetnes vēl smilšķērējs, caur kuŗu ūdens tecētu ar ātrumu ne lielāku par 1—5 cm/sek., atkarīgi no smilts rakstura. Smilts izskalošana nav tomēr vēlama, jo ar laiku var izveidoties vājākās vietās tukšumi, kas atkal var aizbirt, līdz ar to aizsprostot ūdenim brīvu ceļu, un tad var gadīties, ka ūdens ņem citu virzienu, no avota nost. Labāk ir, ja ūdens izteci iz zemes nodrošina pret smilts izskalošanu, ar oļu vai rupjas smilts filtru. Tvertne no virsas, kā arī viņa tuvākā apkārtne virs ūdens līmeņa jāpārklāj ar māla kārtu (ap 30 cm), lai nevarētu iesūkties virszemes ūdens. Tvertne no virsas jāapbeŗ ar zemes kārtu (1,5—2 m), lai krātuve būtu aizsargāta pret temperātūras iespaidiem.

Izbūve jāizprojektē tā, lai visas daļas būtu viegli piesniedzamas notīrīšanai un vajadzības gadījumā izlabošanai. Tomēr pieejai vajaga būt tā ietaisītai, lai no tās tīrūdens krātuvē nevarētu ietikt nekādi netīrumi. Arī no ārpuses nedrīkst iesūkties vai ietecēt tvertnē netīri ūdeņi vai lietus ūdens caur ieejas ietaisēm. Tādēļ ieejas durvis, ja tādas ietaisītas pie lielākām izbūvēm, jātaisa ar paaugstinātu slieksni, un pašas durvis jātaisa cietas. Dažās vietās ietaisa cietas metalla durvis ar bronzas noblīvējumiem. Ārpusē no ieejas durvīm nost vajaga būt kritumam, lai ap slieksni nesastātos lietus vai sniega ūdens. Ļoti vēlams tvertnes telpā ietaisīt priekškambari, kas noderētu netīrumu uzņemšanai, ja tādi sarastos durvis attai-

sot vai iekāpjlūkas attaisot. No priekškambaŗa tādus gadījuma netīrumus varētu noskalot uz dibens nolaides vadu, kas katrā izbūvē jāparedz.

Mazākas tvertnes, kā jau minēts, ietaisa akas veidīgi (zīm. 64.), un nokāpšanai līdz apakšai ietaisa sienā dzelzs vai čuguna kāpšļus, vai trepes. Aku no virsas noslēdz ar cietiem vākiem, virsējo vāku uzmaucot uz apakšējā rāmja virsmalas, lai ūdens no virsas nevarētu ietecēt akā. Vēl labāk var izsargāt aku no netīrumu ietecēšanas, ja tādai vāka uzlikšanai pielieto arī vēl gumijas gredzenu. Aka jāpaceļ pāri par apkārtējo zemes virsu kādu 0,5—1 m, jāapbeŗ ar zemi konveidīgi un jāapliek ar velēnām, arī apkārtējo laukumu noplanējot ar kritumu nost no akas. Arī akas tvertni vēlams ietaisīt tā, lai vāku noņemot event. netīrumi kristu sevišķā priekštelpā.

Avota tvertnē ļoti vēlama mērīšanas ietaise. Var iebūvēt novadā parastos Voltmaņa vai Venturi ūdensmērītājus. Pie lielākām izbūvēm var iekārtot pārgāzes mērītāju, vislabāk tādu ar līmeņa pašuzrakstītāju. Ja sevišķa mērīšanas ietaise nav paredzēta, tad ūdens pieteces daudzumu var izzināt novērojot tvertnes piepildīšanās gaitu. Ja ūdens tvertnes horizontālā griezuma platība F, 2 pildījuma līmeņi h_1 un h_2, starp kuŗiem ūdens satek n — sekundēs, tad pieteces daudzums 1 sekundē Q ir:

$$Q = \frac{F\,(h_2 - h_1)}{n}.$$

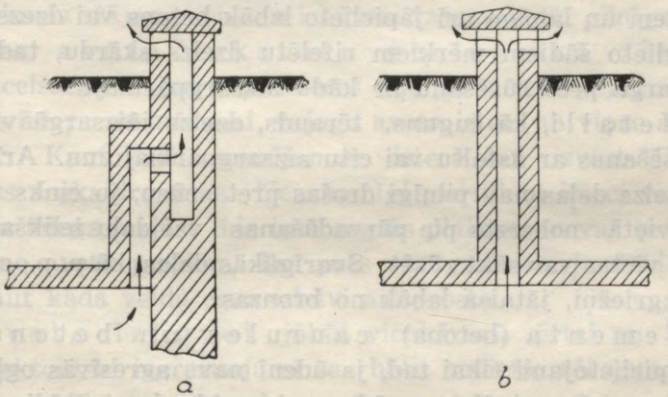
Protams, pa mērīšanas laiku iztece iz tvertnes jāaiztaisa ar aizlaidni uz novada.

Tvertnē nedrīkst sakrāties slikts gaiss, vai no ūdens atdalījušās gāzes (ogļskābe vai sērūdeņradis). To novadīšanai jāietaisa vēdināšanas kanāļi vai šachtas (zīm. 58), kas pāri par zemes virsu jānoslēdz ar jumtveidīgu vāciņu. Caurumi jāapliek ar smalku metalla tīkliņu, lai mušas, odi un t. t. nevarētu ietikt krātuvē. Laba ietaise ir maisveidīgs uzķērējs vēdināšanas šachtā (zīm. 58a.).

Ļoti patīkami un ieteicami ir avotu izbūves apkārtni apstādīt ar skuju kokiem. Lapu koki vismaz 20 m attālumā nav vēlami, jo viņi laiž tālu saknes, kas varētu bojāt izbūves mūri.

No avota ūdens krātuves ūdeni novada uz patērēšanas vietu ar cauruļu vadu. Ja vietas ūdens apgādei izbūvēti vairāki

avoti, tos parasti pievieno vienam krājvadam, kas ūdeni novada vai uz patērēšanas vietas spiedrezervuāru, ja augstuma atzīmes tam ir labvēlīgas, vai pretējā gadījumā novada uz pumpētavas krājaku. Ūdens ieņemšanas galu tvertnē izveido ar pievienotu cinkotu vaļa i e t e c e s k ā r b i ņ u, ar 6—10 mm lieliem caurumiem. Ieteces kārbiņa jāievieto kādus 0,30—0,50 m, vai vairāk ja vajadzīgs, pāri par tvertnes klonu, lai nogulušās smiltis



58. zīm. Vēdināšanas šachta avotu izbūvē.

neieietu vadā. Ieteces kārbiņas caurumu kopšķērsgriezumam jābūt 2—3 reiz lielākam par novadcaurules šķērsgriezumu, lai ūdens ietece būtu rāmāka un neievilktu smiltis. Vada šķērsgriezumam jāatbilst vislielākam patēriņam, vai arī vislielākai avota iztecei, ja jāuztveŗ viss no avota iztekošais ūdens, kas līdz izbūvei aiztecēja pa strautiņu. Uz vada tvertnē vajaga būt aizlaidnim. Ja no avota iztek vairāk ūdens, kā noņem patērēšanas vieta, tad lai tvertne nepārpildītos, jāieliek p ā r t e c e, pār kuŗu pārtecētu liekais ūdens, kas tad jānovada uz kādu grāvi vai strautu.

Tvertnei jāparedz arī d i b e n s n o l a i d e, lai krātuvi varētu iztukšot no ūdens, p. p., ja vajadzīgs iztīrīt no smilts, vai vajadzīgs izlabot avota izteci.

Dibens nolaide noslēdzama ar aizlaidni, un parasti lejpus aizlaidņa viņu pievieno pārteces vadam. Ja ūdens ārpus tvertnes iztek vaļējā grāvī vai strautā, tad izteces vada galā jāietaisa kāda klape vai restes, kas aizkavētu dzīvnieku (varžu, peļu) ietikšanu vadā un līdz ar to tvertnē.

Būvmateriāli. Avotu izvūbei lietojami tādi materiāli, kas no vienas puses neiespaido kaitīgi ūdens sastāvu, no otras puses tādi, kas nevarētu ciest no dažām vielām, kas atrodas ūdenī (p. p., brīvā ogļskābe, brīvs skābeklis).

Koka materiāli vispārīgi izbēgami, jo viņi brīvā gaisā viegli pūst un uz viņiem uzmetas dažādi organismi. Tādēļ koka materiālus varētu pielietot tikai tādām būves daļām, kas atrodas pastāvīgi ūdenī. Visizturīgākais ir ozola koks. Tiltiņiem un laipām arī jāpielieto labāk betons vai dzezsbetons. Ja pielieto šādiem mērķiem rifelētu dzelzs skārdu, tad tas ir jāaizsargā pret rūsēšanu ar kādu aizsargpārklāju.

Metalli, kā čuguns, tērauds, dzelzs jāizsargā vispārīgi no rūsēšanas ar asfaltu vai citu aizsargpārklājumu. Arī cinkotas dzelzs daļas nav pilnīgi drošas pret rūsu, jo cinks var būt kādā vietā noberzts pie pārvadāšanas vai daļu ielikšanas, un kailās vietas var sākt rūsēt. Svarīgākās daļas, kā p. p., aizlaidņi un aizgriežņi, jātaisa labāk no bronzas.

Cementa (betona) caurules un betona mūris pielietojami tikai tad, ja ūdenī nav agresīvās ogļskābes. Ja betona sienas nāk zem ūdens iespaida, kas šķīdina kaļķi (47. l. p.), tad viņas vai jāpārklāj ar aizsargkrāsu, vai jāapliek ar dedzinātām māla plātnēm vai podiem. Visām šuvēm tad jābūt pilnām ar cementu un viņām jābūt gludām, lai nekur nevarētu pieķerties nogulšņi un attīstīties organiska dzīvība. Vispārīgi pie ūdens būvēm pielietojams tikai portlandcements. Aizsargpārklājumiem pielieto dažādus patentlīdzekļus: inertolu, siderosthenu, asfaltosu, pirolitu un t. t. Tādi pārklāji uzliekami tikai uz sausām sienām.

Ķieģeļu mūrim jālieto labi dedzināti ķieģeļi (klinkeri). Parastam ēku mūrim lietotie ķieģeļi, kā arī tādi kieģeli, kas satur ogļskābo kaļķi, ūdens būvēm neder. Java jāsastāda no laba portlandcementa un asas smilts. Apmetums, kur tāds vajadzīgs, lai sienas būtu blīvākas pret ūdens caurlaidi, jātaisa no cementa javas 1: 1, bet ja ūdens satur agresīvo ogļskābi, tad vēl vajadzīgi minētie aizsargpārklājumi, vai attiecīgi piemaisījumi javai.

Smiltīm, oļiem, šķembām jābūt tīriem kā javas un betona izgatavošanai, tā sevišķi filtriem. Ja tādi materiāli aplipuši ar mālu daļiņām vai organiskiem nogulumiem, tad viņi iepriekš lietošanas jānomazgā.

Māla caurules, labi dedzinātas un glazētas, noder ļoti labi dažādiem pašteču vadiem, jo viņas nebojājas no agresīvās ogļskābes. Cauruļu uzmavas aizblīvējamas ar asfaltu.

Māls noblīvējumiem izbūves ārpusē jāņem trekns zilais, pelēkais vai dzeltēnais māls. Māls, kad sažuvis, plaisā viegli un tādēļ viņš pielietojams tādās vietās, kur ir zināms mitrums, zem zemes virsas kādus 3 m, vai pāri par ūdens līmeni avotā ne augstāk par 50 cm.

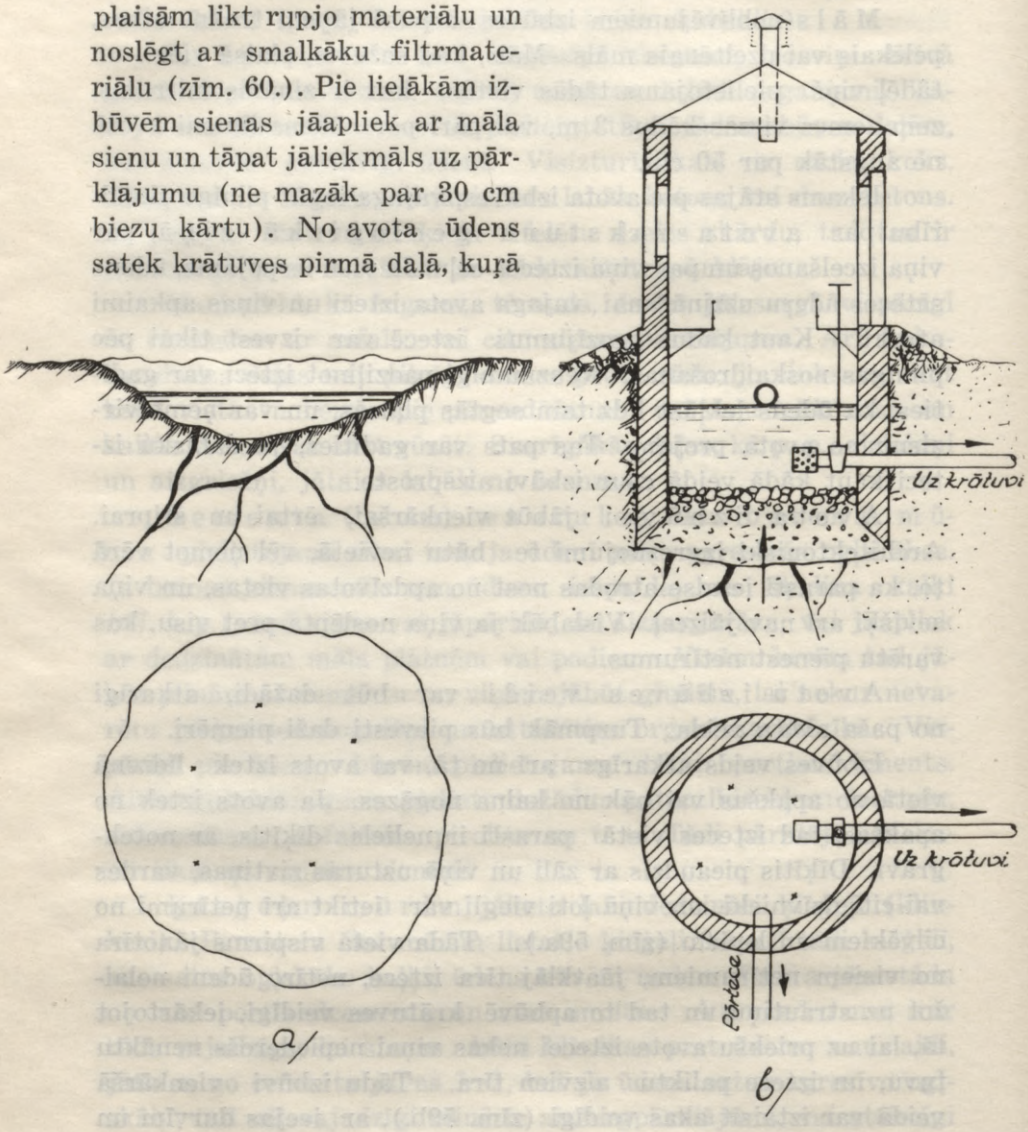
Iekams stājas pie avota izbūves, vajaga iegūt pilnīgu skaidrību par avota raksturu ģeoloģiskā ziņā, par viņa izcelšanos un par viņa izteces ceļu. Ja vien iespējams, ūdens sateces ādeņu uzzināšanai vajaga avota izteci un viņas apkaimi atrakt. Kaut kādus grozījumus iztecē var izvest tikai pēc pilnīgas noskaidrošanas. Neuzmanīgi padziļinot izteci var gadīties, ka ūdens iekļūst līdz tam segtās plaisās, un var ņemt virzienu no avota projām. Tas pats var gadīties, ja dabisku izteci kaut kādā veidā caur izbūvi aizsprosto.

Avota izbūvei jābūt vienkāršai, ērtai un stiprai. Architektoniski izgreznojumi te būtu nevietā, vēl ņemot vērā to, ka parasti ietaise atrodas nost no apdzīvotas vietas, un viņa sevišķi arī nav jāizceļ. Vislabāk ja viņa noslēpta pret visu, kas varētu pienest netīrumus.

Avotu izbūves veidi var būt dažādi, atkarīgi no paša avota veida. Turpmāk būs pievesti daži piemēri.

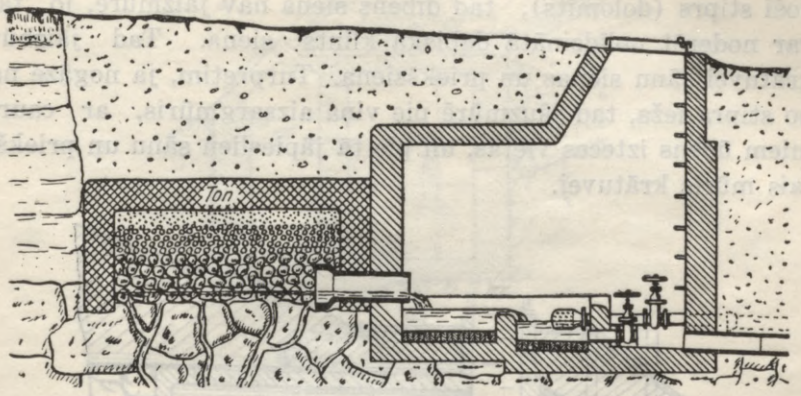
Izbūves veids atkarīgs arī no tā, vai avots iztek līdzenā vietā no apakšas vai nāk no kalna nogāzes. Ja avots iztek no apakšas, tad izteces vietā parasti ir neliels dīķītis, ar notekgrāvi. Dīķītis pieaudzis ar zāli un viņā uzturas zivtiņas, vardes vai citi dzīvnieki, un viņā ļoti viegli var ietikt arī netīrumi no cilvēkiem un lopiem (zīm. 59a.). Tāda vieta vispirms jānotīra no visiem netīrumiem, jāatklāj tīra iztece, netīro ūdeni nolaižot uz strautiņu un tad to apbūvē krātuves veidīgi, iekārtojot tā, lai uz priekšu avota iztecei nekas viņai nepiederošs nenāktu tuvu, un iztece paliktu aizvien tīra. Tādu izbūvi vienkāršā veidā var iztaisīt akas veidīgi (zīm. 59b.), ar ieejas durvīm un laipu visapkārt. Uz notīrītā dibena, uz tīrām izteces āderēm, ieteicams uzlikt filtru no rupja materiāla, kādu 0,5—1 m biezu, ja līdz ar ūdeni iztek smiltis vai citi ieža smalkumi. Ja ūdens iztek iz smilšu slāņa (peldu smilts), jāliek apakšā rupjāka smilts, tad virs tās oļi un virsū jāliek rupji oļi. Turpretim, ja

ūdens iztek no kaļķakmeņa vai dolomīta plaisām, smiltis un smalkumus neizskalo, tad filtra sevišķa vajadzība nav, bet ja smalkumi iznāk līdz ar ūdeni, tad var filtru taisīt otrādi, t. i. uz plaisām likt rupjo materiālu un noslēgt ar smalkāku filtrmateriālu (zīm. 60.). Pie lielākām izbūvēm sienas jāapliek ar māla sienu un tāpat jāliek māls uz pārklājumu (ne mazāk par 30 cm biezu kārtu). No avota ūdens satek krātuves pirmā daļā, kuŗā



59. zīm. Uz augšu izlīstoša avota izbūve.

izskalotā smilts var nogulties, kamēr ieņemšanas caurules gals nāk otrā nodaļā, un iekāpšanai akā vēl paredzēta trešā, sausā priekšnodaļa, kuŗā ievietoti arī aizlaidņi uz novada un uz di-

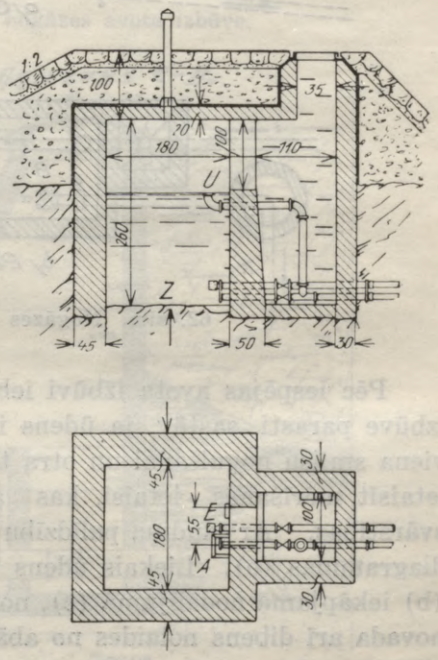


60. zīm. Lielāka izbūve uz augšu izlīstoša avota.

bens nolaides. Starp otru un trešo nodalījumu siena ietaisīta pārgāzes sliekšņa veidā, un lieko pārtecējušo ūdeni novada projām.

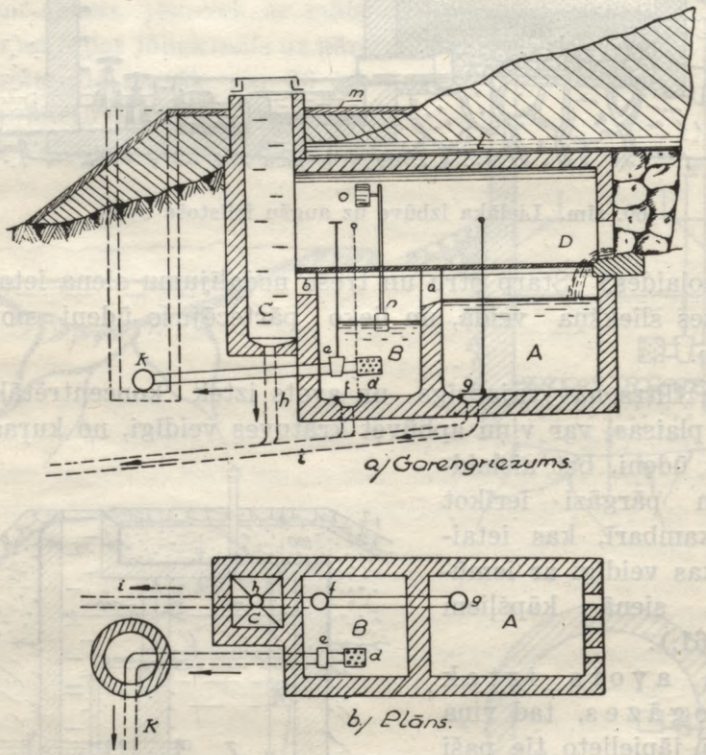
Ja filtrs nav vajadzīgs un avots iztek koncentrētāk iz klints plaisas, var viņu apbūvēt krātuves veidīgi, no kuŗas arī ieņemt ūdeni, bet aizlaidņus un pārgāzi ierīkot priekškambarī, kas ietaisīts akas veidīgi ar iemūrētiem sienā kāpšļiem (zīm. 61.).

Ja avots iztek no nogāzes, tad viņa izbūvei jāpielieto tie paši jau minētie principi. Pirmā kārtā jāpiegriež vērība, lai iztece paliktu savā vietā, un nedrīkst bez rūpīgi izdarītiem pētījumiem izteci ne pazemināt ne paaugstināt. Stājoties pie izteces apbūves jānotīra no virsas zeme un jāatsedz tīrās izteces plaisas. Ja iezis, no kuŗa plaisām ūdens iztek, ir pietie-



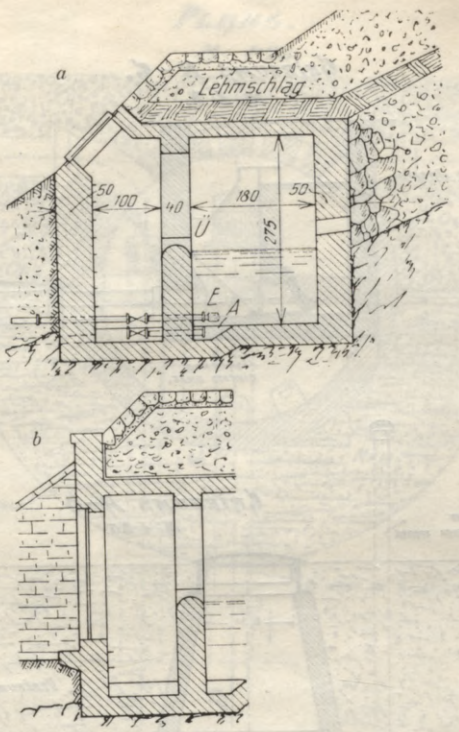
61. zīm. Uz augšu izlīstoša avota izbūve ar priekškambari.

koši stiprs (dolomīts), tad dibens siena nav jāizmūrē, jo tam var noderēt nolīdzinātā dabiskā klints siena. Tad jāizbūvē krātuvei sānu sienas un priekšsiena. Turpretim, ja nogāze nav no stipra ieža, tad jāuzmūrē pie viņa aizsargmūris, ar caurumiem ūdens izteces vietās, un pie tā jāpieslien sānu un priekšējais mūris krātuvei.

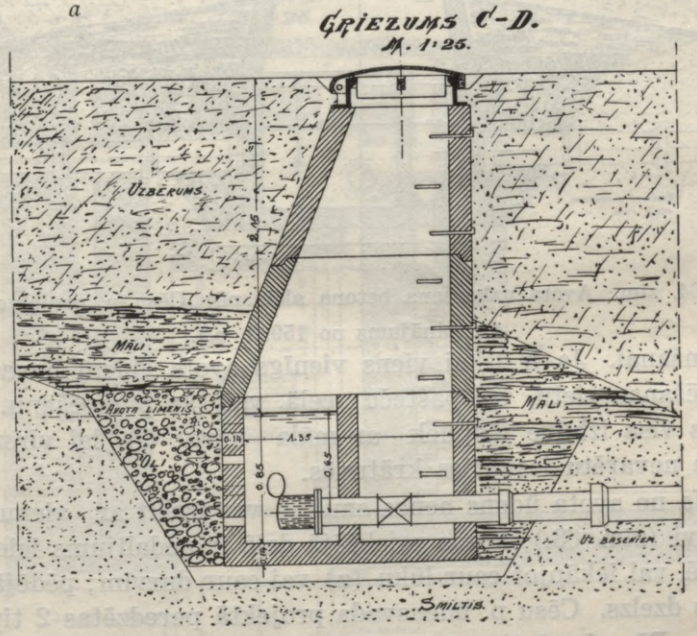


62. zīm. Nogāzes avota izbūve.

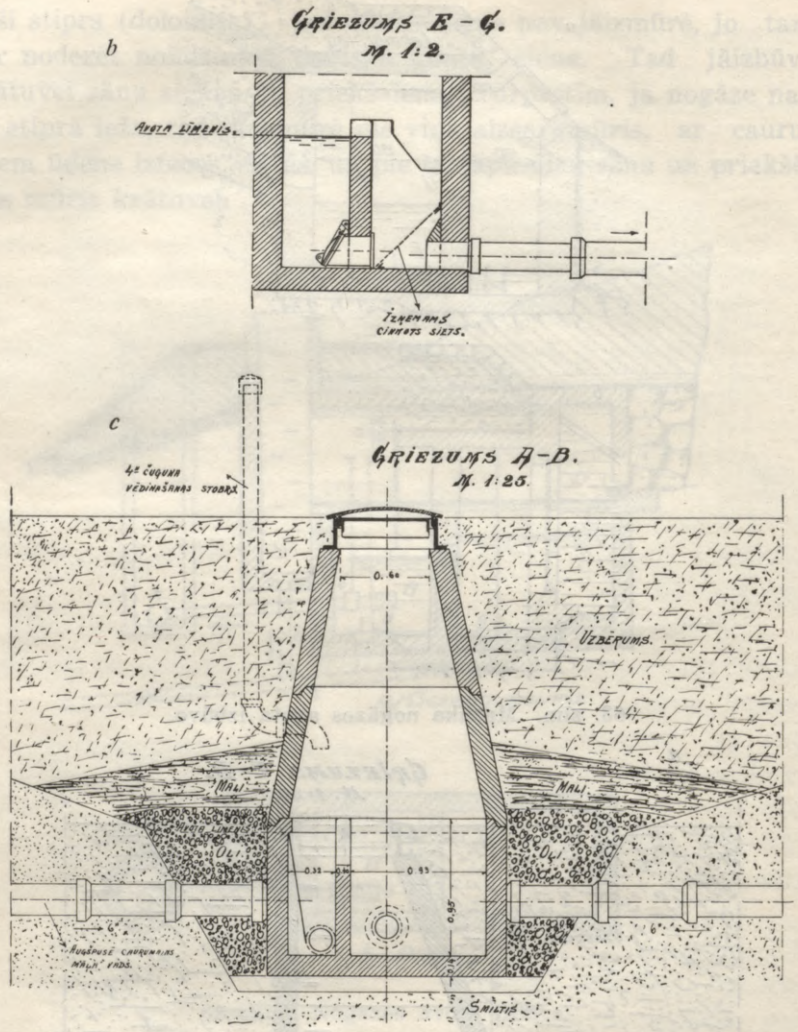
Pēc iespējas avota izbūvi iebīda nogāzē 3—4 m. Lielāka izbūve parasti sastāv, ja ūdens izskalo smiltis, no 2 nodaļām, viena smilšu nogulšanai un otra tīrūdenim (zīm. 62.). Vēlams ietaisīt mērīšanas ietaisi, kas arī raksturotu ūdens līmeņa svārstības. Ar pludiņa palīdzību līmeņa svārstības atzīmē uz diagrammas (o). Liekais ūdens notek pār pārgāzes slieksni (b) iekāpjamā nodalījumā (c), no kurienes viņš ietek vadā, kas novada arī dibens nolaides no abām nodaļām (f un g) uz tuvo strautu. Ieņemšanas vads ar caurumainu kārbiņu (d) un aizlaidni (e) pieslēgts krājvadam, ja tāds ir vairāk avotu ūdens



63. zīm. Mazāka nogāzes avota izbūve.



64. zīm. Avota uzķeršana betona akās pēc Cēsu p. projekta.

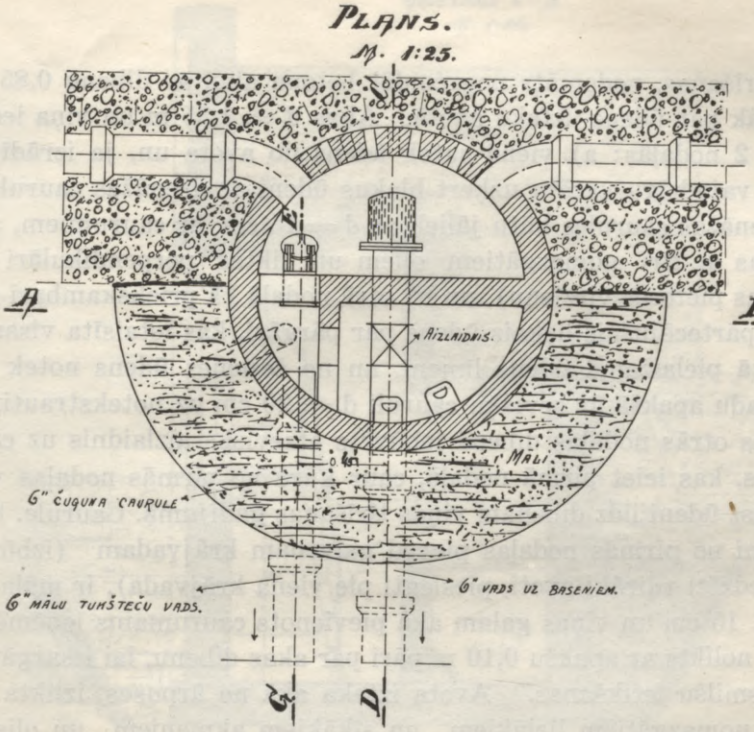


64. zīm. Avota uzķeršana betona akās pēc Cēsu p. projekta

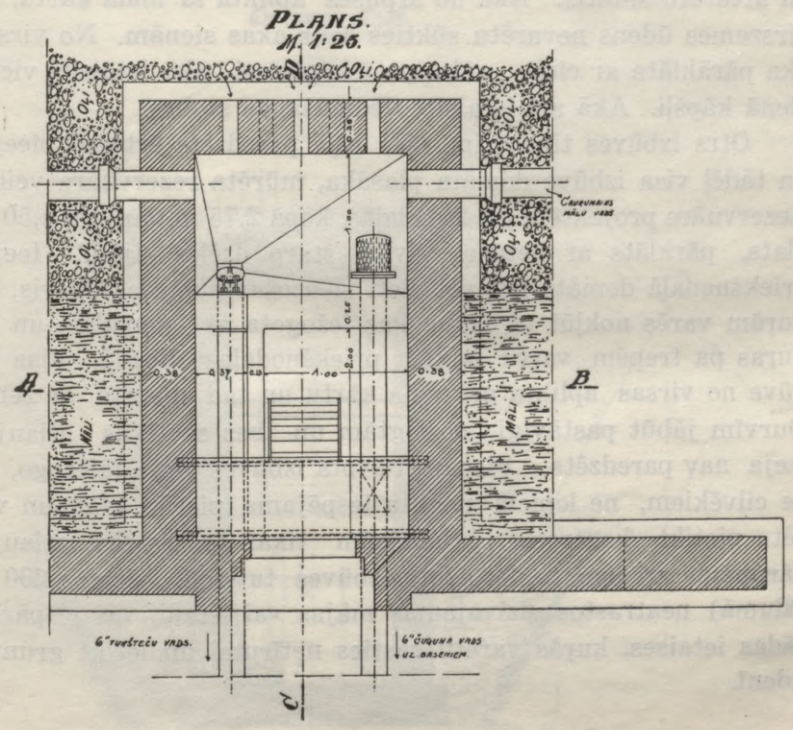
(turpinājums no 159. l. p.).

uzņemšanai. Ja ir tikai viens vienīgs avots, ūdeni novada uz patērēšanas vietu, vai pašteču ceļā, vai ar pumpēšanu. No virsas visa izbūve jāapliek ar māla kārtu (l), lai virszemes ūdens nevarētu iesūkties krātuvēs.

Ja no avota ūdens nenes smilti, var iztikt ar vienu pašu krātuvi (zīm. 63.), kuŗas priekšējā daļā ir nodalījums ieiešanai izbūvē, vai iekāpjot caur lūku (a) vai caur durvīm; pēdējās vēlamas dzelzs. Cēsu p. ūdensvada projektā paredzētas 2 tipu izbūves. Pēc pirmā tipa (zīm. 64.) pie avota iztekas, pēc viņas



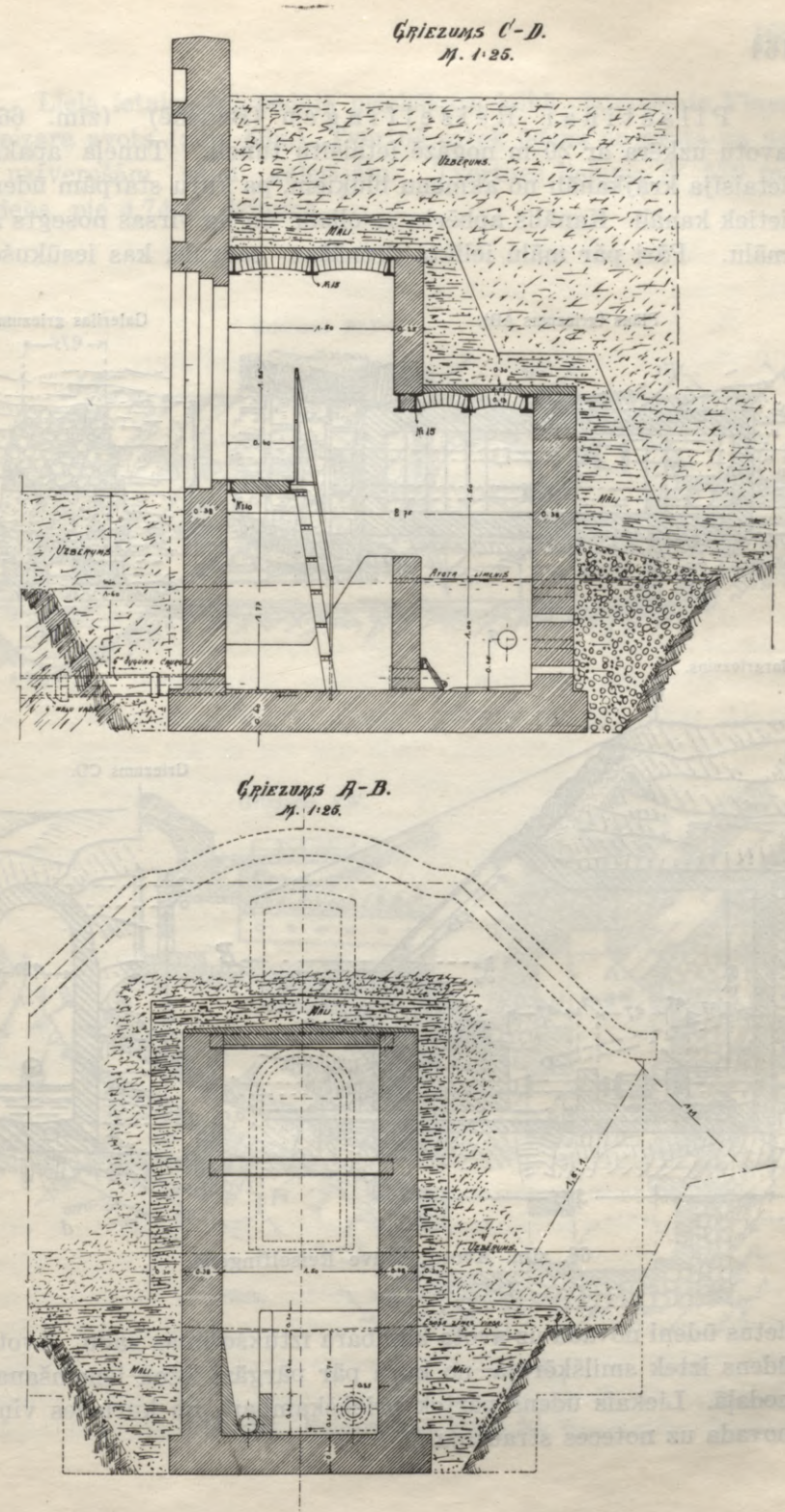
64. zīm. (turpinājums no 159. l. p.).



65. zīm. (turpinājums no 163. l. p.).

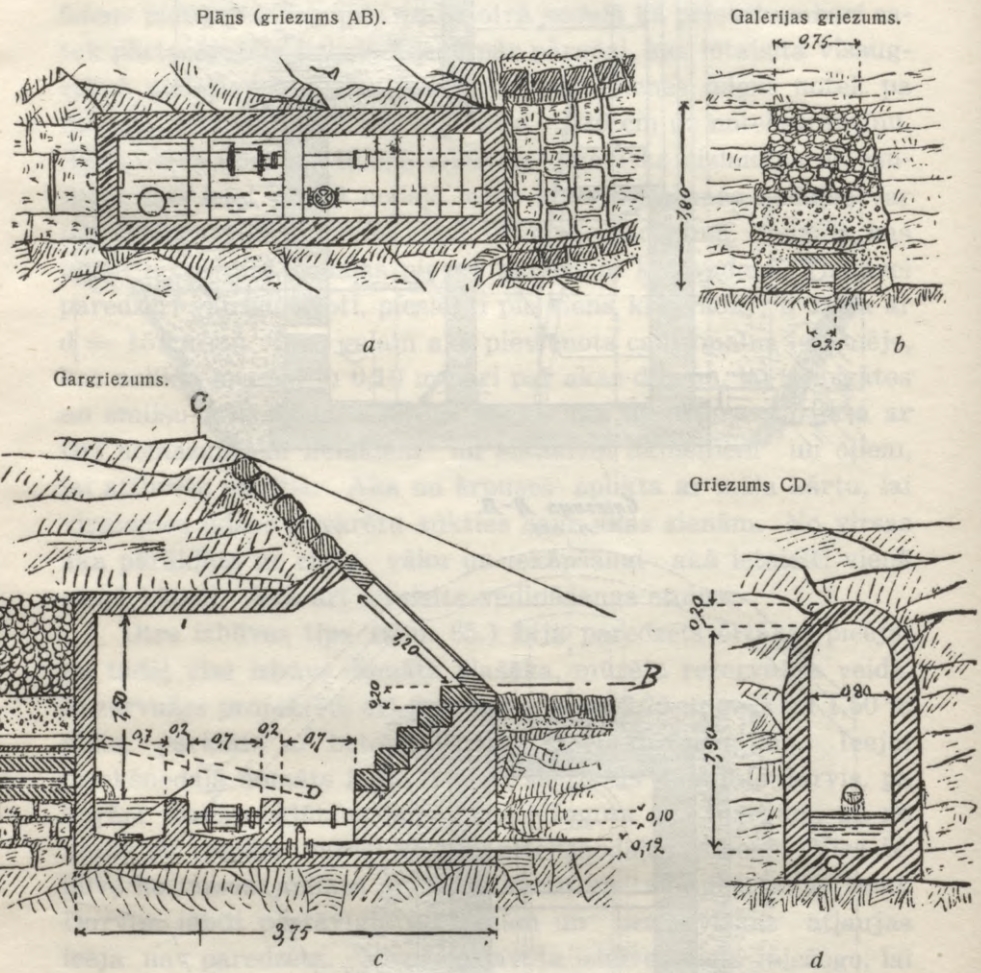
notīrīšanas, nodomāts nogremdēt betona aku, ar dibenu 0,85 m dziļāk par ūdens izteku avotā. Akas d = 1,35 m un viņa iedalīta 2 nodaļās: a) vienā satek ūdens no avota un, ja izrādītos par vajadzīgu varētu uzķert blakus ūdeni ar drenāžas caurulēm (drenāžas caurules būtu jāliek ar d = 15 cm, ar caurumiem, apliktas ar tīri nomazgātiem oļiem un liktas perpendikulāri uz ūdens pieteces virzienu), un b) otrā nodaļā kā priekškambarī satek pārtecējušais liekais ūdens pār pārgāzi, kas ietaisīta visaugstākā pielaižamā ūdens līmenī, un no šejienes ūdens notek pa novadu apakšā ar sevišķu cauruli d = 20 cm uz notekstrautiņu. Akas otrās nodaļas dibenā iebūvēts atsevišķs aizlaidnis uz caurules, kas ieiet pirmā nodaļā, caur kuŗu no pirmās nodaļas var izlaist ūdeni līdz dibenam viņas tīrīšanas gadījumā. Caurule, kas ūdeni no pirmās nodaļas pieved galvenam krājvadam (izbūvei paredzēti vairāki avoti, pieslēgti pie viena krājvada), ir māla ar d = 15 cm un viņas galam akā pievienots caurumains ieņēmējs, kas nolikts ar apakšu 0,10 m pāri par akas dibenu, lai izsargātos no smilšu ietikšanas. Avota izteka akā no ārpuses izlikta ar tīri nomazgātiem lielākiem un sīkākiem akmeņiem un oļiem, lai atturētu smiltis. Aka no ārpuses aplikta ar māla kārtu, lai virszemes ūdens nevarētu sūkties caur akas sienām. No virsas aka pārāklāta ar cietu vāku un iekāpšanai akā ietaisīti vienā sienā kāpšļi. Akā arī ietaisīts vēdināšanas stobrs.

Otrs izbūves tips (zīm. 65.) bija paredzēts ērtākai pieejai un tādēļ visa izbūve domāta plašāka, mūrēta rezervuāra veidā. Rezervuārs projektēts arī 2 nodaļās, kopā 2,75 m gaŗš un 1,50 m plats, pārklāts ar betona velvēm starp dzelzs sijām. Ieejai priekšnodaļā domāts iebūvēt cieti slēdzošas dubultas durvis, pa kuŗām varēs nokļūt uz laipu, kas iežogota ar margām, un no kuŗas pa trepēm varēs nokāpt priekšnodaļas dibenā. Visa izbūve no virsas aplikta ar māla kārtu un tad apbērta ar zemi. Durvīm jābūt pastāvīgi noslēgtām un bez sevišķas atļaujas ieeja nav paredzēta. Vispārīgi avota izbūves vieta jāiežogo, lai ne cilvēkiem, ne lopiem nebūtu iespējams pietikt klāt, un varētu pietikt kontroles vajadzībām tikai ar sevišķu atļauju. Jārūpējas arī par to, lai avotu izbūves tuvumā (vismaz 200 m tālumā) neatrastos dzīvojamās mājas vai staļļi, vai vispārīgi tādas ietaises, kuŗās varētu rasties netīrumi un ietikt gruntsūdenī.



65. zīm. Avota uzķeršana mūrētā kambarī pēc Cēsu p. projekta.

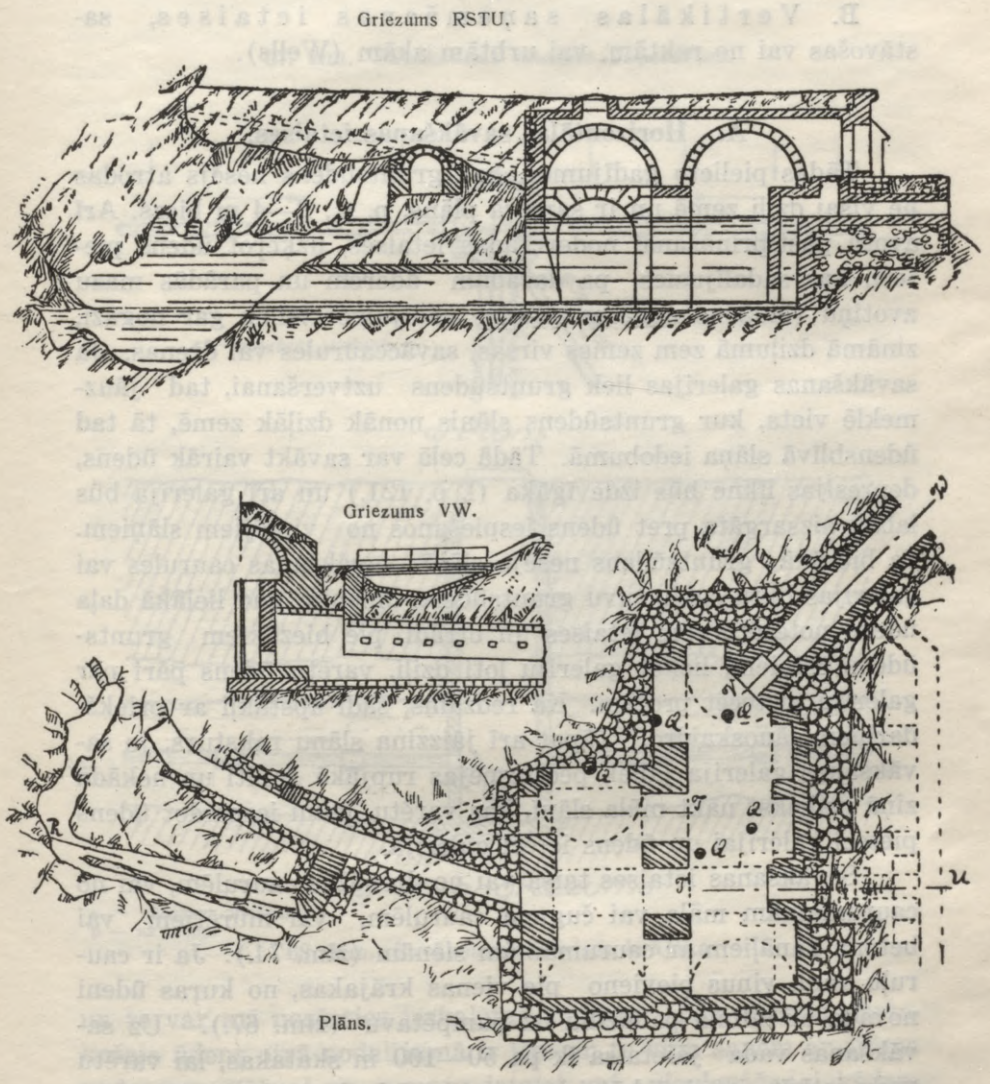
Pilsētiņai Reiselfingen (Badenē) (zīm. 66.) avotu uzķēra ar 20 m nogāzē ietaisītu tuneli. Tuneļa apakšā ietaisīja krājkanāli no akmeņu bluķiem, pa kuŗu starpām ūdens ietiek kanālī. Kanālis apbērts ar oļiem un no virsas nosegts ar mālu. Pāri pār mālu ielikta drenāžas caurule, kas iesūkušos



66. zīm. Avotu izbūve Reiselfingenā.

lietus ūdeni novada uz avota kambara iztukšošanas vadu. Avota ūdens iztek smilšķērējā, no kuŗa pār pārgāzi ietek ieņemšanas nodaļā. Liekais ūdens pārtek priekškambarī, no kurienes viņu novada uz noteces strautiņu.

Liela ietaise ir pēdējā priekškaŗa laikā izbūvētais Vīnes Ķeizara avots (zīm. 66a.). Tvertnē satek ūdens no avota un no 2 uztverošām sānu galerijām. Tvertnes lielums ir 570 m³ ūdens, pie 4,74 m dziļuma.



66a. zīm. Ķeizara aka Vīnes ūd. v.

16. Gruntsūdens saņemšana.

Gruntsūdeni var saņemt uz divējāda ceļa, atkarīgi no viņa atrašanās apstākļiem. Tie ir:

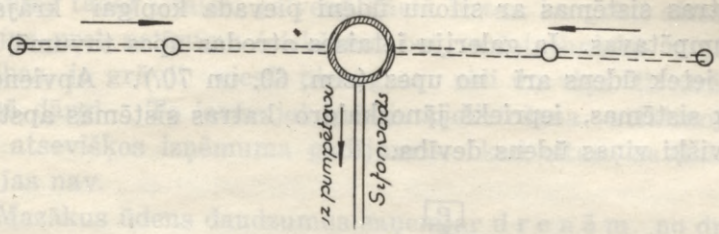
A. Horizontālas saņemšanas ietaises, sastāvošas no savākšanas vai drenāžas caurulēm, kanāļiem, vai galerijām (infilration galleries).

B. Vertikālas saņemšanas ietaises, sastāvošas vai no raktām, vai urbtām akām (Wells).

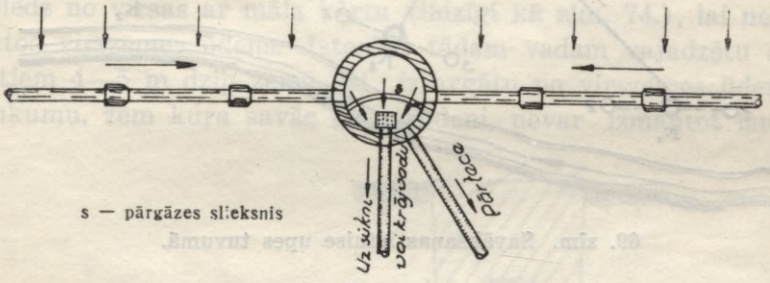
A. Horizontālas savākšanas ietaises.

Tādas pielieto gadījumos, kad gruntsūdens nesējs atrodas ne visai dziļi zemē un ir samērā plāns, p. p., 2—4 m biezs. Arī avotu pastiprināšanai noder tādas ietaises, uzķeŗot ūdens pieteci, kas sadalījusies pa dažādām āderēm un parādās mazu avotiņu veidā no nogāzes. Tādos gadījumos ieliek gar nogāzi, zināmā dziļumā zem zemes virsas, savāccaurules vai drenas. Ja savākšanas galerijas liek gruntsūdens uztveršanai, tad jāuzmeklē vieta, kur gruntsūdens slānis nonāk dziļāk zemē, tā tad ūdensblīvā slāņa iedobumā. Tādā ceļā var savākt vairāk ūdens, depresijas līkne būs izdevīgāka (l. p. 121.) un arī galerija būs labāk aizsargāta pret ūdens iespiešanos no virsējiem slāņiem. Ja biezākā gruntsūdens nesēja slānī savākšanas caurules vai galerijas liktu sekli, tuvu gruntsūdens līmenim, tad lielākā daļa ūdens notecētu zem ietaises un otrādi, pie biezākiem gruntsūdens slāņiem, liekot galeriju ļoti dziļi, varētu ūdens pāri pār galeriju aiztecēt projām. Kā redzams, šādi apstākļi ar priekšdarbiem jānoskaidro. Tāpat arī jāizzina slāņu raksturs, jo savākšanas galerija jāliek pēc iespējas rupjākā smiltī un nekādā ziņā nedrīkst nākt māla slānī, kas varētu ļauni iespaidot ūdens pieteci galerijai un ūdens ieteci galerijā.

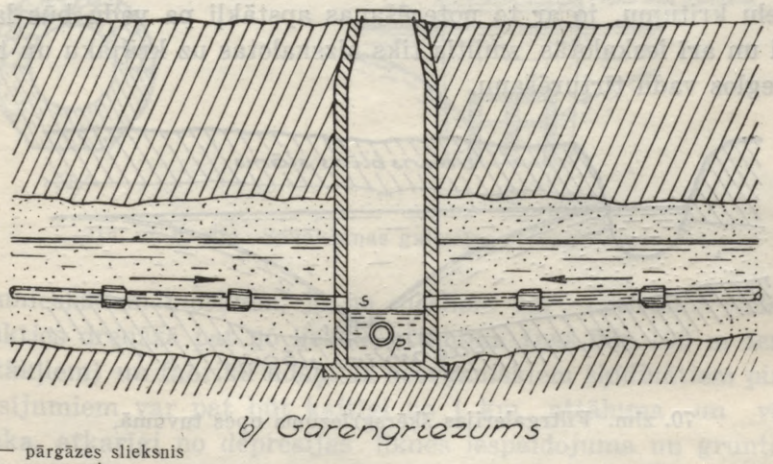
Savākšanas ietaises taisa vai no drenāžas caurulēm, vai no caurumainām māla vai čuguna caurulēm, vai mūrētiem vai betona kanāļiem ar caurumainām sienām (zīm. 74.). Ja ir cauruļu vadi, viņus pievieno pie vienas krājakas, no kuŗas ūdeni novada ar sifona palīdzību uz pumpētavu (zīm. 67.). Uz savākšanas vada jāietaisa ik pa 50—100 m skatakas, lai varētu vadu iztīrīt, ja viņā būtu ienestas ar ūdeni smiltis. Krājaku lietderīgi nodala ar pārgāzes sieniņu 2 daļās (zīm. 68.). Vienā nodalījumā satek no abām pusēm pienākušie savākšanas vadi,



67. zīm. Savākšanas ietaises kopschēma.



a/ Plāns



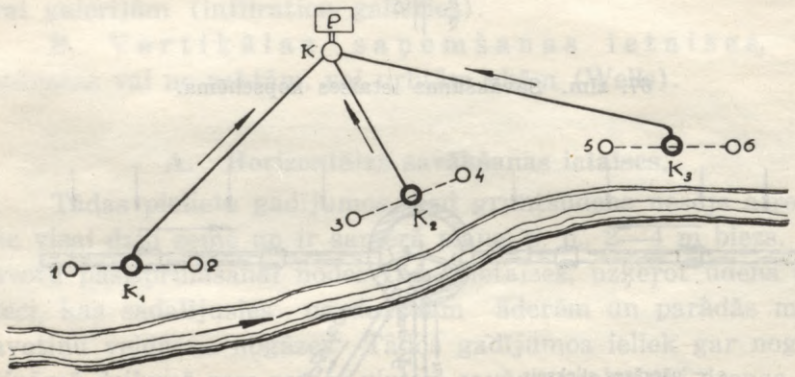
b/ Garengriezums

s — pārgāzes slieksnis
p — uz pumpi

68. zīm. Savākšanas ietaises krājaka.

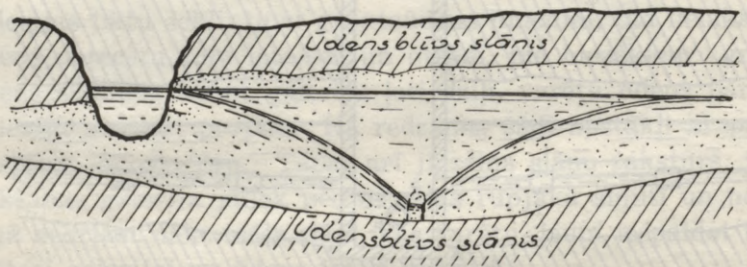
un te var arī nosēsties ieskalotas smiltis. Pār pārgāzi pārtekošais ūdens otrā nodalījumā ir tīrs un te viņu saņem ar sifona vadu novadīšanai uz pumpju ietaisi vai pievienošanai kādam lielākam krājvadam. Tādas savākšanas sistēmas pie vietējiem apstākļiem var būt vairāk kā viena (zīm. 69.). Tādā gadījumā

no katras sistēmas ar sifonu ūdeni pievada kopīgai krājakai pie pumpētavas. Ja galeriju ietaises atrodas upes tuvumā, tad viņās ietek ūdens arī no upes (zīm. 69. un 70.). Apvienojot vairāk sistēmas, iepriekš jānoskaidro katras sistēmas apstākļi un sevišķi viņas ūdens devība.



69. zīm. Savākšanas ietaise upes tuvumā.

Savākšanas vadus neliek pilnīgi horizontāli, bet liek ar nelielu kritumu, jo ar to notecēšanas apstākļi pa vadu būs labāki un arī ieskalotās smiltis tiks aizskalotas uz krājaku un tā atvieglos vadu tīrturēšanu.

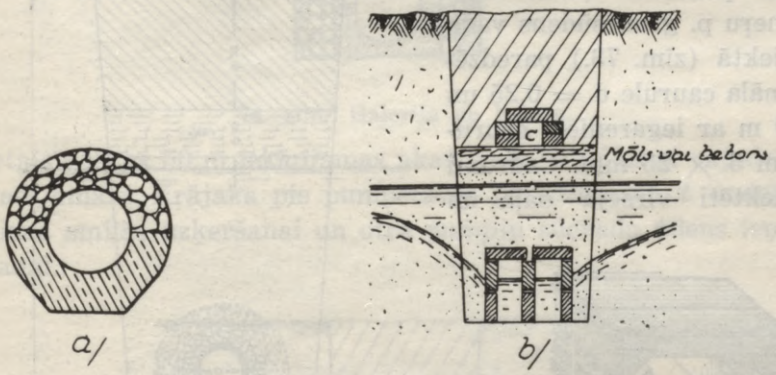


70. zīm. Filtrgalerijas šķērsgriezums upes tuvumā.

S a v ā c i e t a i š u k o n s t r u k c i j a. Visvienkāršākās un lētākās, bet arī visnepilnīgākās savācietaises ir v a ļ ē j i g r ā v j i. Tie būtu vietā, ja gruntsūdens atrodas ļoti sekli zem zemes virsas. Tādas ietaises ir dažās vietās Holandē (Amsterdamā, Leidenā, Harlemā un citur), jo te saldais ūdens iegūstams ar platu grāvju sistēmu tikai 1—2 m dziļumā, kamēr dziļāk nāk sālīgs jūras ūdens, uz kuŗa saldais ūdens it kā peld.

Ļaunums tādai ietaisei galvenā kārtā ir tas, ka grūti aizsargāt grāvjus pret netīrumu ietikšanu, bet arī techniskā ziņā ir grūtības, jo grāvji viegli pieaug ar zāli un viņu tīrturēšana maksā dārgi. To ievērojot grāvju pielietošana attaisnojama tikai atsevišķos izņēmuma gadījumos, kad citas savākšanas iespējas nav.

Mazākus ūdens daudzumus saņem ar d r e n ā m no drenāžas caurulēm d = 7,5 līdz 15 cm, ko noliek ar vaļējām sadursmēm, pa kuŗām gruntsūdens iesūcas vadā. Būvgrāvja apakšējo daļu aizbeŗ ar rupju materiālu, ja vajadzīgs filtrveidīgi un noslēdz no virsas ar māla kārtu (līdzīgi kā zīm. 74.), lai neiesūktos virszemes ūdens. Īstenībā tādam vadam vajadzētu atrastiem 4—5 m dziļi zemē, lai izsargātu no virszemes ūdens. Laukumu, zem kuŗa savāc gruntsūdeni, nevar izmantot lauk-



71a. un b. zīm. Savākšanas galerijas šķērsgriezums.

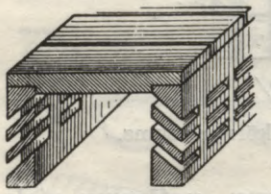
saimnieciskiem mērķiem, jo no mēsliem var netīrumu vielas iesūkties drenāžā pat no lielāka attāluma (pat līdz 100 m zem apstākļiem) un fabriku ūdeņi ar neorganiskiem šķīdinātiem piemaisījumiem var pat būt kaitīgi no 1 km attāluma un vēl lielāka, atkarīgi no depresijas līknes iespaidojuma un gruntsūdens tecēšanas virziena un ātruma.

Lielākus ūdens daudzumus saņem ar s a v ā k š a n a s c a u r u ļ u v a d i e m, kas var būt no caurumainām māla, čuguna, vai betona caurulēm, diametrā 0,20 līdz 1 m. Māla caurules lieto līdz 500 mm platumam, kamēr pie lielāka diametra pielieto betona vai čuguna, retāk tērauda caurules. Dzelzs caurulēm tas ļaunums, ka caurumi var aizrūsēt, un be-

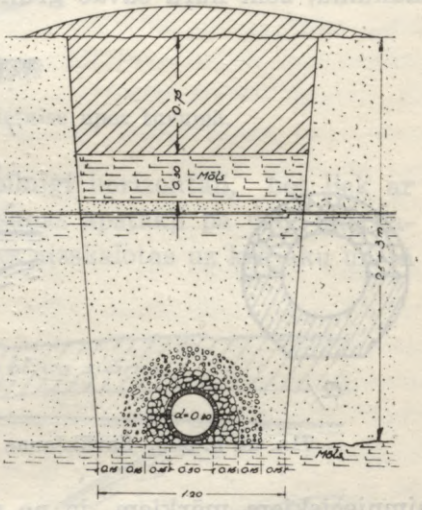
tona caurules nevar pielietot, ja ūdens satur betonam skādīgas skābes, p. p., huminskābes.

Vienkārša ietaise sastāv no apakšējās betona daļas un uzkrautiem vaļēji akmeņiem virsējā daļā (zīm. 71a.). Tāpat vienkārši var savākšanas galeriju uztaisīt no ķieģeļiem, liekot viņus vai uz šauro malu (zīm. 71b.), vai plakaniski (½ ķieģeļa), un atstājot šuves neaizpildītas ūdens ietecēšanai tā izveidotā kanālī. Aizbērot būves grāvi, uzliek vēl māla vai betona kārtu (0,30 m biezu), lai izsargātu no virsūdens iesūkšanās. Virs māla vēl var no ķieģeļiem izveidot kanālīti virsūdens uzņemšanai un novadīšanai (zīm. 71b.).

Pielieto arī sevišķus no māla izveidotus un labi apdedzinātus ķieģeļu gabalus ar slīpi atstātiem ieteces caurumiem. Kanāli no virsas pārsedz ar māla plātnēm (zīm. 72.). Ķemeru p. gruntsūdens vada projektā (zīm. 73.) paredzēta māla caurule d = 0,25 un 0,30 m ar iegareniem caurumiem 3 × 25 mm. Caurumi projektēti virsējā daļā un



72. zīm. Ieņemšanas vads no māla.

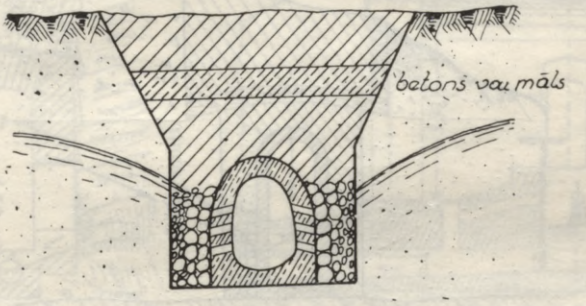


73. zīm. Projektēta savākšanas ietaise Ķemeru p.

ieņem ¼ no caurules virsmas; apakšējā daļā caurumi nav ietaisīti. Caurules projektēts nolikt kā drenāžas vadu, bez salaidu noblīvējuma, ar kritumu J = 0,001.

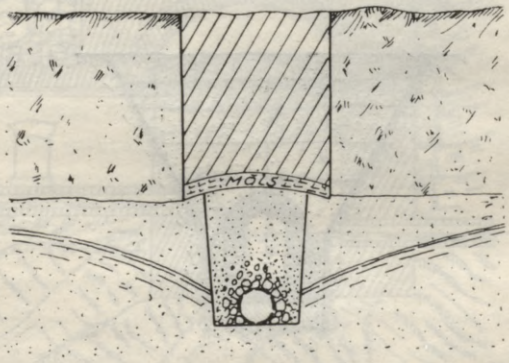
Lai smalkā smilts (k = 0,00015) nevarētu iesūkties caurulē, pēdējo apbeŗ ar filtrkārtām: tuvāk pie caurules ar rupjiem oļiem vai šķembām, rupjākām par 3 mm, tad uz ārpusi smalkākiem oļiem (1—3 mm), virs tiem rupju smilti (0,3—1 mm). Pie grāvja aizbēršanas kādus 0,75—1 m no virsas jāieliek māla kārta, 0,30 m stiprumā, uz kuŗas var uzbērt mālainu zemi.

Caurules domāts nolikt uz māla slāņa, smilts slāņa pašā apakšā. Lai gan paredzēts, ka ūdens caur filtru un spraugām sūksies vadā ar ātrumu 0,45 mm, pie kāda ātruma smilts nevarētu tikt ieskalota, tomēr piedzīvojumi rāda, ka no tā daudzreiz pilnīgi izbēgt nevar un tādēļ vadus projektēts nolikt ar pietiekošu kritumu, lai ātrums būtu ne mazāks par v = 0,3 m/sek., pie kam tad smilts tiktu aizskalota uz krājaku pie pumpētavas, no kuŗas viņu viegli var izņemt. Bez tam paredzēts uz vadiem



74. zīm. Galerija no betona.

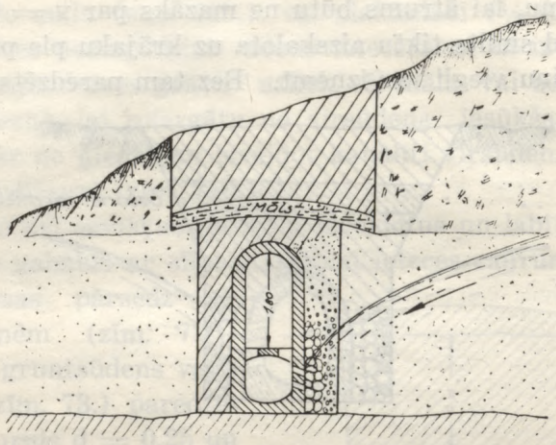
ietaisīt ik pa 50 m iekāpjamas akas, vadu iztīrīšanai vajadzības gadījumā. Krājaka pie pumpētavas paredzēta no 2 nodaļām, viena smilšu uzķeršanai un otra pumpju sūcvadu ūdens ieņemšanai.



74a. zīm. Savācējcaurules ietaises šķērsgriezums.

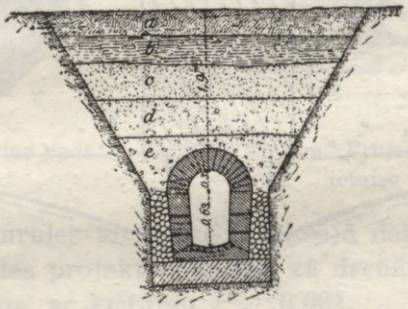
Savācējcaurule redzama arī no zīm. 74a. Lielākus savācējkanāļus taisa vai no ķieģeļu mūŗa, vai betona (zīm. 74.) ar caurumiem vai abos (zīm. 74.), vai vienos sānos (zīm. 74b.), atkarīgi no ūdens pieteces apstākļiem. Visos gadījumos vēlams

caurumu izsargāšanai no smilšu caursūkšanās, aplikt viņus ar filtrkārtām un tuvāk pie zemes virsas uzlikt māla vai betona kārtu. Lielākus kanāļus vēlams taisīt tik augstus, lai pa viņiem varētu iet un tā revidēt kanāļa stāvokli no iebūvētās laipas (zīm. 74b.).



74b. zīm. Staigājama savākšanas galerija.

Savākšanas galeriju šķērsgriezumi var būt ļoti dažādi, var būt četrstūris, ovāls, olveidīgs, apgrieztas olas veidā un t. t. Konstrukcijas izvēle atkarājas no vietējiem grunts un ūdens apstākļiem.

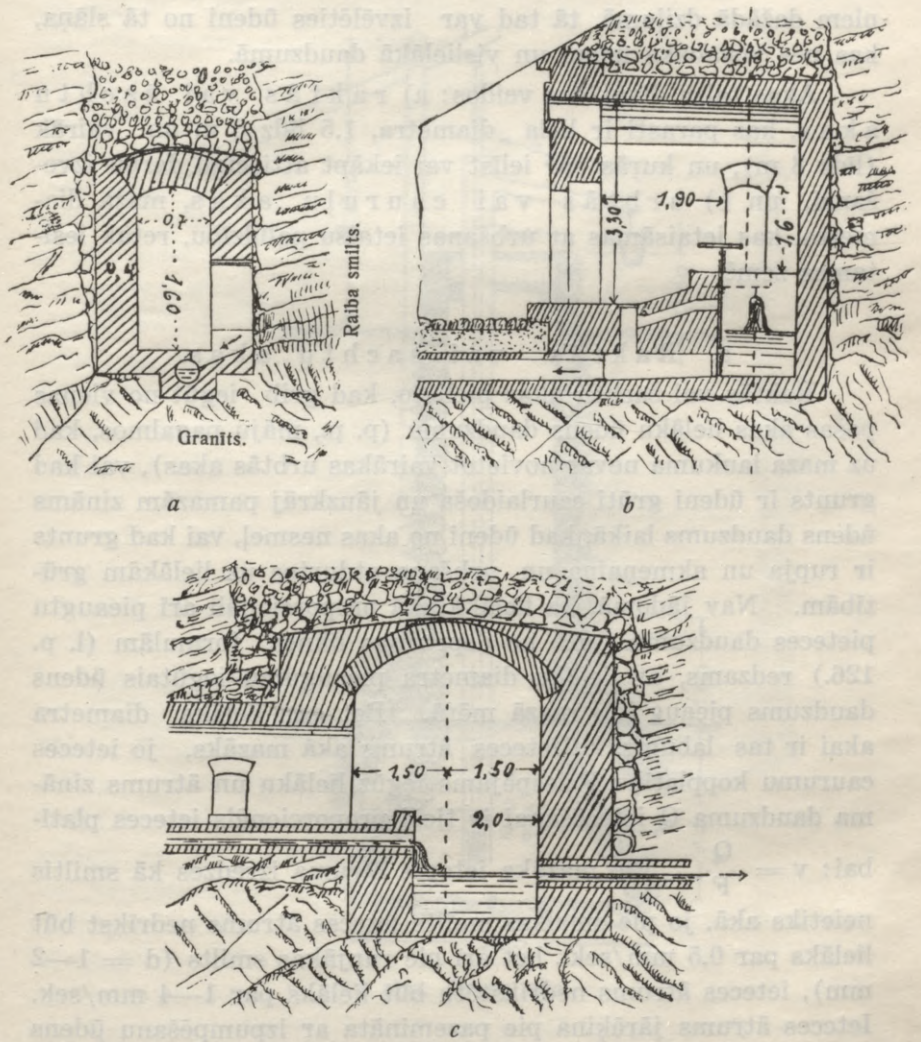


75. zīm. Savākšanas galerija Karalaučos.

No praksē sastopamām izbūvēm varētu vēl apskatīt dažus piemērus. K a r a l a u č u vecās ūdens apgādes ietaises ir savākšanas galerija (zīm. 75.), 500 m gaŗa, ķieģeļu mūŗa, augsta 1,0 m, plata augšējā daļā 0,63 m, apakšējā 0,5 m. Šuves mūrī

atstātas vaļējas, ūdens ietecei. Galerija apbērta ar filtrmateriāla slāņiem.

Bāden - Bādenē (zīm. 76.) galerija uztver ūdeni no smilšakmeņa slāņa, kas uzgulstas granīta slānim. Ūdens iet



76. zīm. Savākšanas galerija Bāden-Bādenē.

pa betona cauruļu vadu, kas ielikts zem galerijas dibena, uz sevišķu krājrezervuāru, kamēr galerijā satekošo lieko ūdeni novada pa sevišķu vadu uz atklātu ūdens tvertni.

B. Akas.

Akas ir vertikālas gruntsūdens saņemšanas ietaises. Viņas pielieto kad gruntsūdens līmenis atrodas dziļi zemē, zem zemes virsas vairāk par 5 m, un arī ūdensnesējs slānis ir biezs, vairāk par 10 m. Ar akām rodas arī iespēja ūdeni saņemt no slāņiem dažādā dziļumā, tā tad var izvēlēties ūdeni no tā slāņa, kas nes vislabāko ūdeni un vislielākā daudzumā.

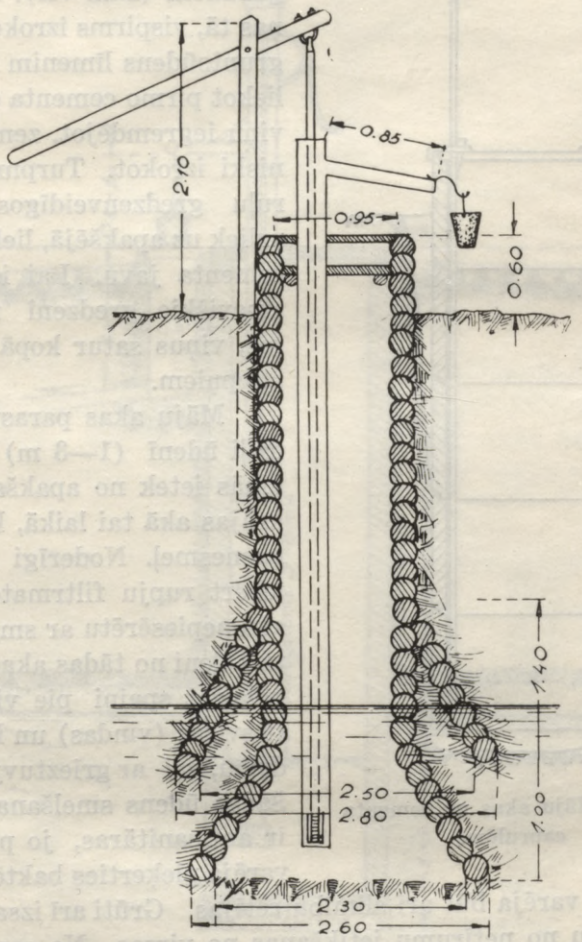
Akas taisa divējādos veidos: a) raktās vai šachtu akas, kas parasti ir liela diametra, 1,5 līdz 3 m un vairāk (līdz 8 m), un kuŗās var ielīst vai iekāpt attiecīgo darbu izvešanai, un b) urbtās vai cauruļu akas, maza diametra, kas ietaisāmas ar urbšanas ietaišu palīdzību, retāk iesitamas zemē.

a. Raktās vai šachtu akas.

Raktās vai šachtu akas pielieto, kad grib iegūt no vienas pašas akas lielāku ūdens daudzumu (p. p., māju pagalmos, kad uz maza laukuma nevar novietot vairākas urbtās akas), vai kad grunts ir ūdeni grūti caurlaidoša un jāuzkrāj pamazām zināms ūdens daudzums laikā, kad ūdeni no akas nesmeļ, vai kad grunts ir rupja un akmeņaina un urbšana atdurtos uz lielākām grūtībām. Nav jādomā, ka lielākā akā proporcionāli arī pieaugtu pieteces daudzums. Kā no depresijas līknes formulām (l. p. 126.) redzams, ar lielāku diametra pieaugumu iegūtais ūdens daudzums pieaug ļoti mazā mērā. Bet gan lielāka diametra akai ir tas labums, ka ieteces ātrums akā mazāks, jo ieteces caurumu kopplatību F iespējams iegūt lielāku un ātrums zināma daudzuma Q ietecēšanai ir tieši proporcionāls ieteces platībai: $v = \frac{Q}{F}$. Pie mazāka ieteces ātruma izredzes kā smiltis neietiks akā, jo pie smalkas smilts ieteces ātrums nedrīkst būt lielāks par 0,5 mm/sek., bet arī pie rupjākas smilts (d = 1—2 mm), ieteces ātrums nedrīkstētu būt lielāks par 1—4 mm/sek. Ieteces ātrums jārēķina pie pazemināta ar izpumpēšanu ūdens līmeņa akā, kas parasti gan nav lielāks par 1,5 līdz 2 m, retos gadījumos vairāk. Raktām akām, pie kuŗām pieskaitāmas lielākā daļa māju aku, priekšrocība pret urbtām akām gan ir tā, ka viņas noder kā ūdens uzkrātuve par laiku, kad ūdeni no akas neņem, un tad var uz reiz saņemt lielāku daudzumu nekā

pa ņemšanas laiku ietecētu. Jo nevienādāka ir ūdens izsmeišana, jo lielāka jātaisa aka.

Šachtu akas var būt tā taisītas, ka ūdens ietek tikai no apakšas, vai tikai caur sienām ar caurnelaidīgu apakšu, vai arī no apakšas un caur sienām. Ja ūdens ietiek no apakšas, parasti

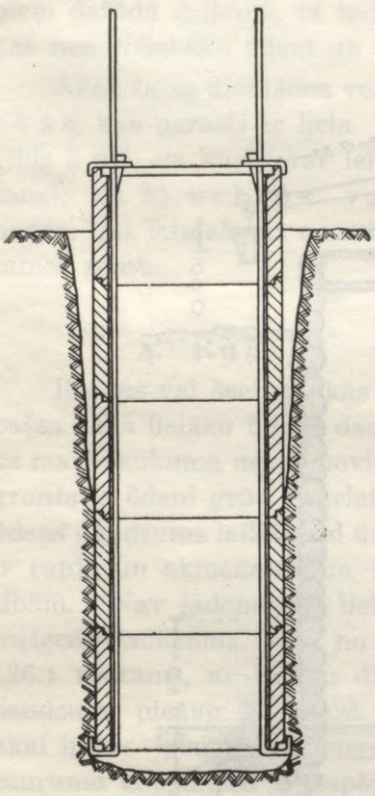


77. zīm. Grodu aka.

vajadzīgas aizsargietaises (filtri), lai smiltis nesakrātos akas dibenā un neaizsprostotu tilpumu ūdens uzkrāšanai un arī neietiktu smeļamās ietaisēs (pumpjos).

Visvienkāršākā veida šachtu akas ir mūsu pazīstamās māju grodu akas, ar koka sienām, grodiem (zīm. 77.),

četrstūrainas. Koks tomēr nav grodiem sevišķi noderīgs materiāls, jo viņš ātri sapūst. Bez tam pie koka pieķeŗas arī organiskas vielas un baktērijas. To ievērojot arī māju akas taisa betona, tad viņas ir apaļas, diam. 1 m vai vairāk. Visvienkāršākā veidā var māju aku ietaisīt no gataviem cementa cauruļu gabaliem (zīm. 78.). Ietaisa viņas tā, vispirms izrokot aku līdz gruntsūdens līmenim un tad ieliekot pirmo cementa cauruli un viņu iegremdējot, zemi pakāpeniski izrokot. Turpmākos cauruļu gredzenveidīgos gabalus uzliek uz apakšējā, liekot starpā cementa javu. Lai iegremējot atsevišķie gredzeni neizkustētos, viņus satur kopā ar dzelzs stiepņiem.



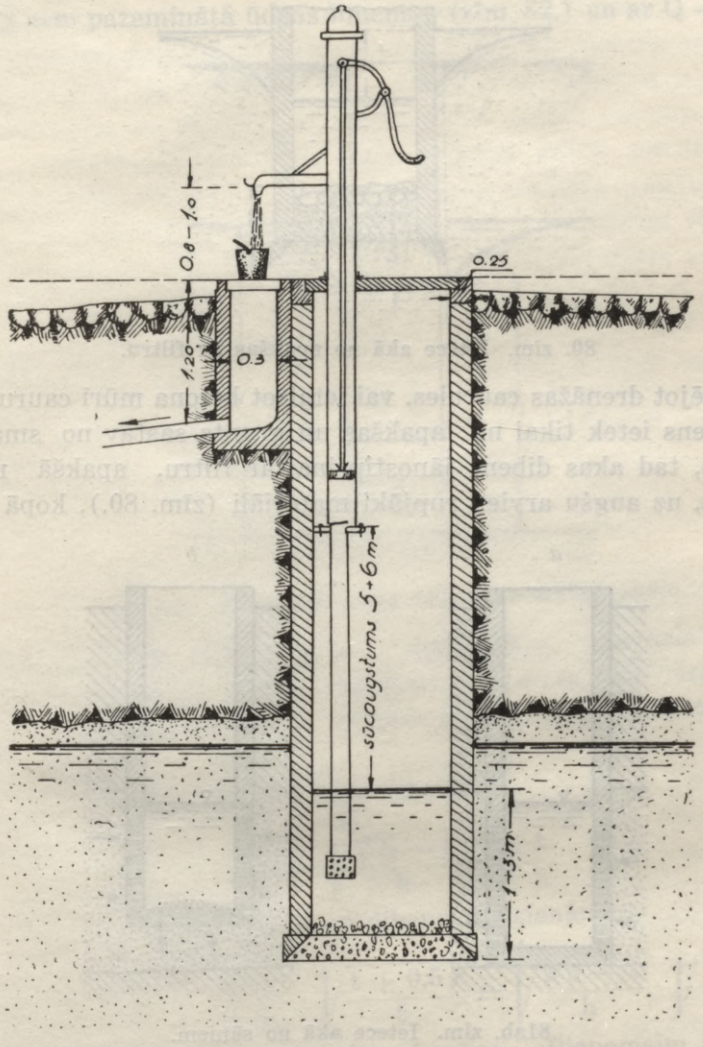
78. zīm. Māju akas no cementa caurulēm.

Māju akas parasti neielaiž dziļi ūdenī (1—3 m) un ūdens viņās ietek no apakšas, un uzkrājas akā tai laikā, kad no viņasnesmeļ. Noderīgi ir dibenā iebērt rupju filtrmateriālu, lai aka nepiesērētu ar smalku smilti. Ūdeni no tādas akas smeļ vai nolaižot spaini pie virves, vai ar svīras (vindas) un kārts palīdzību, vai ar grieztuvju ietaisi. Šādas ūdens smelšanas ietaises ir antisanitāras, jo pie spaiņa varēja pieķerties baktērijas, kuŗu starpā varēja būt arī slimību cēlējas. Grūti arī izsargāt tādu vaļēju aku no netīrumu ietikšanas no virsas. No sanitārā viedokļa vienīgi ieteicams aku pilnīgi noslēgt no āra un ūdeni izņemt ar pumpja palīdzību (zīm. 79.). Pumpju sūcaugstums var būt 5—6, vislielākais 7 m. Pie lielāka dziļuma pumpis jāielaiž akā, t. i. jāpielieto vienkāršs sūc-spiedpumpis, ko ielaiž akā līdz vajadzīgam dziļumam (zīm. 79.). Ja pieejama elektrība, var ierīkot ļoti ērtu ūdens piegādi.

Vēl jāuzsveŗ, ka māju akas jāievieto tādā vietā, kur viņās

nevarētu ietikt ne pa zemes virsu, ne iesūkties caur grunti netīrie šķidrumi no mēslu vietām vai no atejas bedrēm.

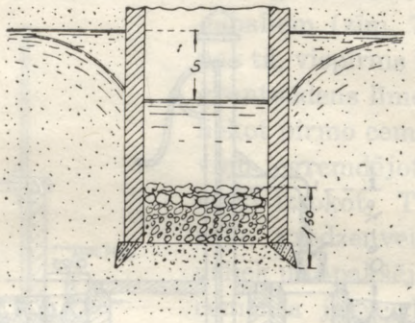
Šachtu akas centrāliem ūdensvadiem. Tās ielaiž dziļāk gruntsūdenī kā parastās māju akas, dažreiz



79. zīm. Māju aka ar pumpi.

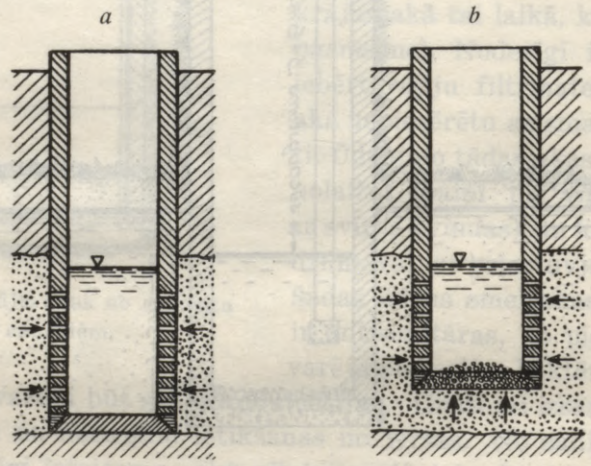
līdz ūdensblīvam slānim un taisa arī lielāka diametra, 2 līdz 3 un pat līdz 6 m, lai pie lielāka ūdens daudzuma izpumpēšanas līmenis nepazeminātos visai daudz un nesaceltu lielu ieteces ātrumu, kas varētu ievilkt smiltis akā.

Akas taisa vai ar ūdens cietām sienām, tad ūdens ietece ir no dibena (zīm. 80.) vai ar ūdens cietu dibenu (zīm. 81., 82.), tad ietece ir no sāniem pa caurumiem, kas rodas vai atstājot vaļējas dažas vertikālas šuves ķieģeļu mūrī, vai



80. zīm. Ietece akā no apakšas ar filtru.

iemūrējot drenāžas caurules, vai ietaisot betona mūrī caurumus. Ja ūdens ietek tikai no apakšas un grunts sastāv no smalkas smilts, tad akas dibens jānostiprina ar filtru, apakšā rupja smilts, uz augšu arvien rupjāki materiāli (zīm. 80.), kopā kādi

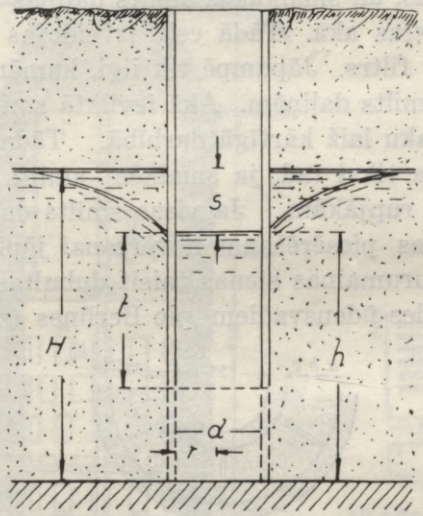


81ab. zīm. Ietece akā no sāniem.

1,5 m. Ja iebeŗ dibenā vienkārši tikai vienu oļu kārtu, tad nesasniedz arvienu mērķi, jo smiltis var tikt ieskalotas caur oļiem.

Ja akas sienas ir ar caurumiem, tad dibenu var izbetonēt, sevišķi ja aka nāk uz ūdensblīva slāņa (zīm. 81a.). Ja aka ne-

noiet līdz ūdensblīvam slānim, ieteci var taisīt kā caur sienām, tā arī no dibena (zīm. 81b.). Forchheimers pierāda, ka ūdenim zem akas dibena, ja aka nenoiet līdz ūdeni nelaidīgam slānim, ir zināms iespaids uz akas devību. Ja apzīmējam ar q — ūdens daudzumu izpumpētu no akas, kas ielaista tikai t — dziļi zem pazemināta ūdens līmeņa s (zīm. 82.) un ar Q — ūdens



82. zīm. Attiecības starp dziļām un seklām akām.

daudzumu, kas dabūts no h — dziļas akas, kas nolaista līdz ūdens nelaidīgam slānim, tad Forchheimers uzstāda šādas empīriskas formulas vienam un tam pašam nopumpēšanas dziļumam s:

a) ja ūdens neietek caur dibenu:

$$\frac{q}{Q} = \sqrt[4]{\frac{2h-t}{h}} \cdot \sqrt{\frac{t}{h}}$$

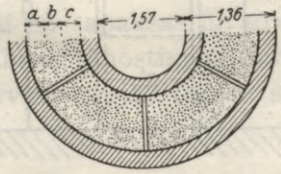
b) ja ūdens ietek caur dibenu un sienām:

$$\frac{q}{Q} = \sqrt[4]{\frac{2h-t}{h}} \cdot \sqrt{\frac{t}{h}} \cdot \sqrt{\frac{t+0{,}5r}{t}} = \sqrt[4]{\frac{2h-t}{h}} \cdot \sqrt{\frac{t-0{,}5r}{h}}$$

Paskaidrojumam ņemsim piemēru. Pieņemsim $h = 8$ m, $t = 4$ m, $r = 1$ m un $s = 1$ m, tad būs gadījumam: a)

$\frac{q}{Q} = \sqrt[4]{\frac{12}{8}} \cdot \sqrt{\frac{4}{8}} = 0{,}78$ un gadījumam b): $\frac{q}{Q} = \sqrt[4]{\frac{12}{8}} \cdot \sqrt{\frac{4{,}5}{8}} =$ $= 0{,}83$. Ja, p. p., Q būtu 10 sl., tad $q = 7{,}8$ sl. vai 8,3 sl.

Arī akas, kas uzņem ūdeni caur caurumiem sānos, jāaizsargā no smilšu ieskalošanas. Ja grunts ir jaukta rupjuma, noderīgu ieteci var sagādāt, no sākuma izpumpējot ar pārtraukumiem, stipri lielākus ūdens daudzumus, nekā vēlāk paredzēts pie kārtīgas darbības. Pie tādas stipras pumpēšanas caurumu apkārtnē rodas lielāks ātrums, nekā gaidāms pie kārtīgas pumpēšanas, un smalkākās smilts daļiņas tiek izvilktas no grunts un ievilktas akā. Tādā ceļā izveidojas ap ieteces caurumiem dabisks filtrs. Jāpumpē tik ilgi, kamēr no akas nenāk tīrs ūdens bez smilts daļiņām. Akā ievilktā smilts, protams, jāizsmeļ, iekams aku laiž kārtīgā darbībā. Tāda metode tomēr noved pie mērķa tikai tad, ja smalkās smilts daļiņas atrodas ieguldītas starp rupjākām. Ja visas smilts daļiņas ir vienādi smalkas, tad akas piesērēšanas novēršanai jāpielieto citi paņēmieni. Var caurumainas sienas taisīt dubultas, kā tas, p. p., izvests pie Tegeles ūdensvadiem pie Berlīnes (zīm. 83.), starpu



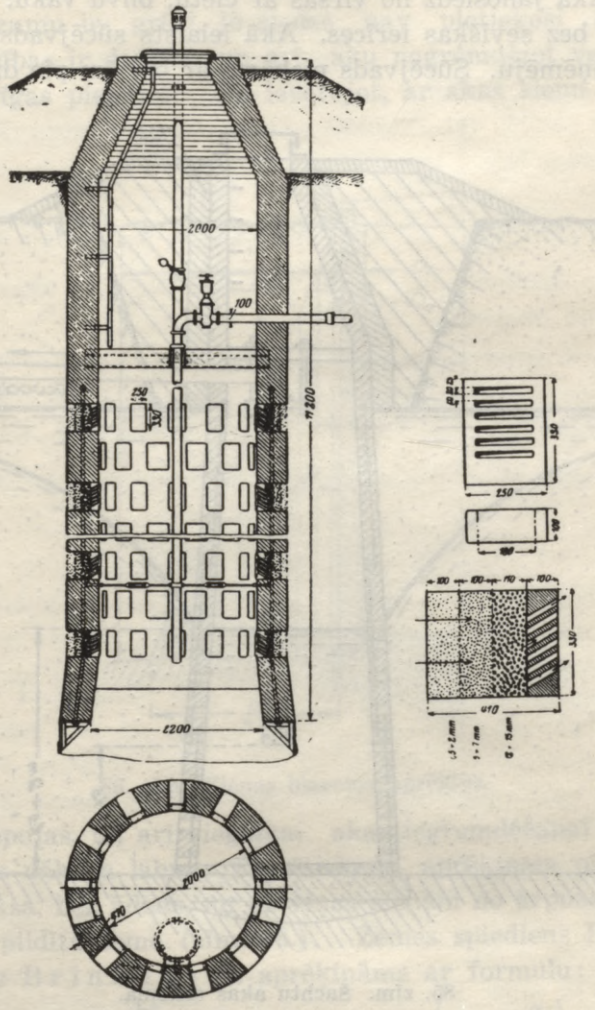
83. zīm. Akas ar dubultsienām Tegeles ūdensvadiem pie Berlīnes.

piepildot ar dažāda rupjuma filtrmateriālu, rupjāko pie iekšējās un smalkāko pie ārējās sienas. Dažāda rupjuma materiālus iebeŗot ieliek pagaidām starpā skārda cilindrus, kuŗus pakāpeniski izvelk, sekojot iebēršanas gaitai. Tādai ietaisei ļaunums var tas būt, ka arī filtrmateriāls var ar laiku piesērēt un tad ūdens ietece akā būs traucēta. Labāks šai ziņā ir cits paņēmiens, ko P r i n z pielietojis W a s a s p. ūdensvadam (zīm. 84.). Te ir sienās atstāti lielāki caurumi (0,41 × 0,33), kuŗos ieliek filtrkastes no glazēta māla, ar filtrmateriāla kārtām un filtrresti ar slīpiem caurumiem. Tāda kaste ir izņemama un atvietojama ar jaunu, ja viņa būtu piesērējusi.

Pie dažādu šķiru graudiņu lieluma noteikšanas smilšu filtriem pieturas pie tā ieskata, kā smalkāka materiāla graudiņu lielumam vajaga būt tādam, kas neizietu caur starpām rupjākā materiālā. Šis nosacījums ir ievērots, ja

$$\frac{d_1^2 \pi}{4} \geqq 0{,}04\, d^2 \text{ vai } d_1 = 0{,}226\, d,$$

pie kam d ir rupjākā materiāla un d_1 smalkākā materiāla graudiņa lielums. Dibinoties uz to, var izvēlēt šādus filtrmateriāla graudiņa rupjums: p. p., pie smilts rupjuma 0,2 mm nākošā kārta 0,9 mm, tad 4 mm un beidzot līdz 10—15 mm,

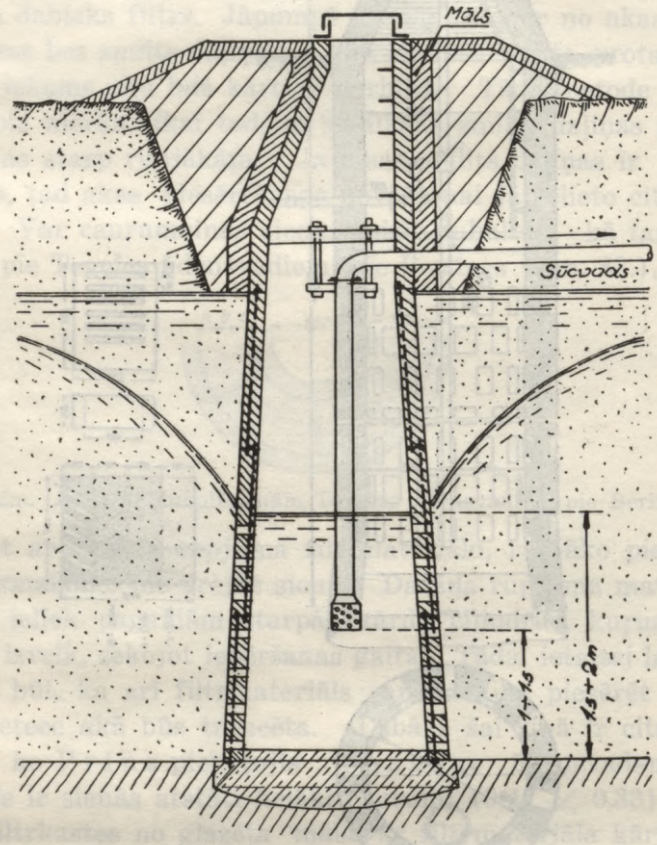


84. zīm. Aka ar filtrrestēm.

ņemot vērā, ka caurumi akas sienās nebūs lielāki par 10 mm. Tā tad zinot smilšgraudiņu rupjumu un ieteces cauruma lielumu var izvēlēt filtrkārtu materiālus.

Virsējā akas daļa, kas nāk pāri par gruntsūdeni, jātaisa ar blīvām sienām, lai nevarētu iesūkties no virszemes lietus

ūdens. To var sasniegt vai ar biezu cementa apmetumu, vai apliekot ar mālu (zīm. 85.). Aka jāpaceļ pāri par zemes virsu 0,5—2 m un ap akas virsu zeme jāuzbeŗ ar kōnveidīgu uzbērumu, kas no virsas jānostiprina vai ar velēnu aplikumu, vai ar bruģi. Aka jānoslēdz no virsas ar cietu, blīvu vāku, ko nevar attaistīt bez sevišķas ierīces. Akā ielaists sūcējvads ar caurumainu ieņēmēju. Sūcējvads piekārts ar bultām pie dzelzs sijas.

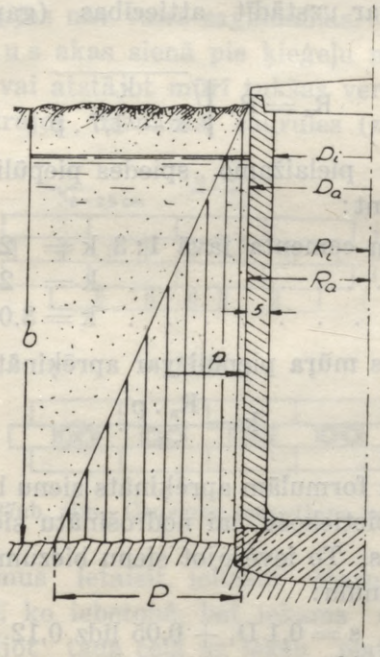


85. zīm. Šachtu akas schēma.

Šachtu aku dziļumu reti pielaiž lielāku par 12 m, lai gan ir akas atrodamas arī līdz 30 m. Ar dziļumu pieaug konstruktīvās grūtības, un aka iznāk ļoti dārga. Tādā gadījumā izdevīgāk taisīt urbtas akas. Pie lielāka gruntsūdens dziļuma arī dara tā, ka līdz zināmam dziļumam, ko ērti un lēti sasniegt, taisa šachta aku, un no tās dibena urbtu aku ar to nolūku, lai

papildinātu akas devību ar ūdeni no dziļāka slāņa. Tāda kombinēta aka var dažreiz būt izdevīga, sevišķi, ja iespējams šachta akas daļā ievietot pumpi lielākā dziļumā un tā dabūt ūdeni ar pumpēšanu arī no dziļāka slāņa.

Akas sienu biezums. Teorētiski aprēķināt akas sienas biezumu ir grūti, jo slodze nav pietiekoši noteikta, gruntsīpašības ir dažādas un arī aku nogremdējot var celties nevienmērīgas piepūles. To ievērojot, ar akas sienu biezumu



86. zīm. Sienas biezuma aprēķins.

nav jāskopojas, un arī vieglākai akas iegremdēšanai zemē lielāks svars nāk pa labu. Teorētiskam aprēķinam pieņem, ka aka ir tukša, bez ūdens, un uz viņas sienām no ārpuses gulstas ar ūdeni pildīta zeme (zīm. 86.). Zemes spiediens P uz akas sienu, pēc Brinkhaus'a aprēķināms ar formulu:

$$P = \frac{\gamma_u \cdot b^2}{2} + \frac{\gamma_z + \gamma_u}{2} \cdot b^2 \cdot tg^2 \left(45 - \frac{\alpha}{2}\right)$$

kuŗā apzīmē:

γ_u — ūdens svaru 1 t (vienas tonnas).
γ_z — zemes svaru 1 t.
b — akas dziļumu.
α — grunts dabisko nogāzes leņķi.

Pieņemot $\gamma_u = 1$, $\gamma_z = 2$ t/m³, $\alpha = 36^0$, dabū

$$P = 0{,}63\ b^2 = \frac{p \cdot b}{2} \text{ (tonnas) (p — slodze uz 1 m}^2\text{)}.$$

Tā tad vislielākā slodze tonnās uz 1 m² virsmas ir

$$p = 2 \cdot 0{,}63 \cdot b$$

Apzīmējot ar R_a — akas ārējo un ar R_i — akas iekšējo radiju, sienas biezums $s = R_a - R_i$. Apskatot aku kā cauruli ar ārējo slodzi, var uzstādīt attiecības (gaŗumi ņemami m, spriegumi t/m²).

$$R_a = R_i \sqrt{\frac{k}{k - 1{,}7 \cdot p}}$$

kur k — apzīmē pielaižamo spiedes piepūli akas sienā — t/m². Var pieņemt:

klinkeru mūrim cementa javā 1:3 k = 200— 300 t/m²
betonam 1:5 . . . . . k = 250— 400 „
čugunam . . . . . k = 3.000—6.000 „

Gatavas akas mūŗa piepūli var aprēķināt ar formulu:

$$k = \frac{R_a \cdot p}{s}.$$

Pēc minētām formulām aprēķināts sienu biezums praksē izrādījies par nepietiekošu, lai nodrošinātu sienu izturību pie akas gremdēšanas. To ievērojot sienu biezumu s var aprēķināt ar empīrisku formulu:

$$s = 0{,}1\ D_i + 0{,}05 \text{ līdz } 0{,}12$$

betonam un ķieģeļu mūrim, kamēr dzelzsbetonam:

$$s = 0{,}08\ D_i + 0{,}05 \text{ līdz } 0{,}10$$

Dabūtos lielumus noapaļo ķieģeļu mūrim uz augšu līdz parastiem ķieģeļu izmēriem, un pie betona tā, lai rezultāts būtu dalāms caur 5 cm.

Praksē mēdz pieņemt sekojošus sienu biezumus ķieģeļu mūrim (pēc Bieske's):

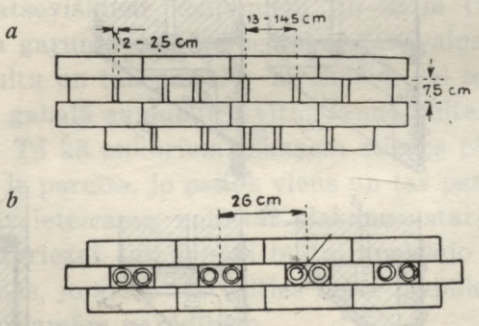
D_i = 1 līdz 1,5 m — 1 ķieģeļa biezumu — 25 cm
2 „ 2,5 „ — 1½ „ „ — 38 „
3 „ 3,5 „ — 2 „ „ — 51 „
4 „ 5 „ — 2½ „ „ — 64 „

(D_i — iekšējs akas diametrs.)

Betona sienas var taisīt par 25% plānākas un dzelzsbetona sienu biezums, atkarīgi no diametra un dziļuma, ir 10 līdz 30 cm. Aku sienas taisa vienāda biezuma no apakšas līdz augšai, nesamazinot viņas uz augšu, jo akā nav pielaižami kādi stūŗi vai pakāpes.

Mūŗa javai jābūt jau sacietējušai, iekams mūris nāk gruntsūdenī. Tā tad arī akas gremdēšanu, kas notiek parasti pakāpeniski, var tikai izvest tad, kad mūris pietiekoši sacietējis un deformācijas nav vairs sagaidāmas.

C a u r u m u s akas sienā pie ķieģeļu mūŗa, kā jau augšā minēts, ietaisa vai atstājot mūrī tukšas vertikālas šuves (zīm. 87b.), vai iemūrējot drenāžas caurules (zīm. 87a.). Betona



87ab. zīm. Caurumu ietaisīšana mūrī.

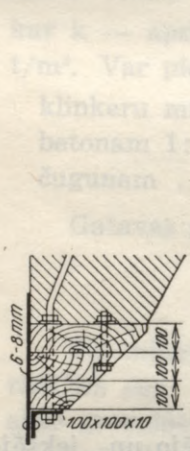
mūrī var caurumus ietaisīt, ieliekot starp ārējo un iekšējo veidni koka ķīli, ko iebetonē, bet iekams cements sacietējis, izvelk ārā, dabūjot tādā ceļā uz iekšu platāku caurumu, kas vēlams, lai caurumos neiespriestos akmentiņi. Veidņus noņem pēc 2—4 dienām.

Akas taisa uz divējāda ceļa, vai i z r o k o t b ū v b e d r i, vai a k u n o g r e m d ē j o t.

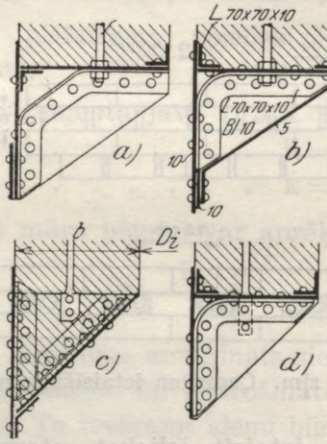
Pēc p i r m ā s m e t o d e s izrok tik dziļu būvbedri, ar attiecīgiem nostiprinājumiem, cik vajadzīgs akas izbūvei. Šāda metode tomēr pielietojama tikai pie seklākām akām, pie tam, ja grunts ir stipra (nav, p. p., peldu smilts) un ūdens pietece maza, kad pietekošu būvbedrē ūdeni var izpumpēt. Izpumpēšana pie mazas pieteces var notikt ar parasto būves pumpi, ietaisot būvbedres dibenā pumpju bedri. Labāk var būvbedri uzturēt sausu, ja ūdeni nopumpē ar 3 līdz 6 urbtām akām. ietaisītām apkārt būvbedrei. Pēdējais paņēmiens gan izmaksā

vairāk, bet akas darbu izvešanai sniedz daudz priekšrocības, jo būvbedre ir sausa, un viņu var arī sausu uzturēt visu laiku, kamēr mūris nav pietiekoši sacietējis.

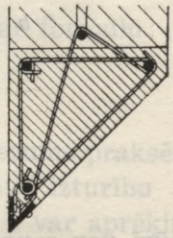
Otra metode ir g r e m d m e t o d e. Vispirms izrok būvbedri, ar nogāzēm, bet, ja vajadzīgs ar nostiprinājumiem 2—3 m dziļumā, vai kamēr nav sasniegts gruntsūdens līmeņa tuvums. Tad noliek horizontālā stāvoklī g r e m d v a i ņ a g u, ko taisīja senāk tikai no koka (zīm. 88.), tagad dod vairāk priekšroku vai dzelzs (zīm. 89.), vai dzelzsbetona vaiņagam (zīm. 90.). Gremdvaiņags savienots ar iemūrētiem e n k u r i e m.



88. zīm. Gremdvaiņags no koka.



89. zīm. Gremdvaiņags no dzelzs.



90. zīm. Gremdvaiņags no dzelzsbetona.

Gremdvaiņaga platumu pieņem līdzīgu mūŗa sienas biezumam, ja tas nav vairāk par 0,51 m. Ja siena ir biezāka par 0,51 m, tad vaiņagu netaisa platāku par 0,8 no sienas biezuma, un sienas apakšējo daļu iekšpusē taisa ar slīpumu (kā zīm. 88.). Vaiņaga augstumu ņem līdzīgu platumam. Apakšu taisa strupa naža veidīgu un līdz pilnam platumam vaiņagu palielina trīsstūrveidīgi.

Pēc B r i n k h a u s'a vaiņaga izveidošanai skārda biezumu s (mm), pieņem pēc iekšējā akas diametra D_i (m)

$$s = 2\,D_i$$

bet ne plānāku par 5 mm un ne biezāku par 10 mm. Pielietotos stūrdzelzs sānus pieņem 10 reiz platākus par skārda biezumu.

Koka vaiņaga kārtas cieti saskrūvē (zīm. 88.) un nazi izveido no stūrdzelzs, bet vaiņagu no ārpuses apliek ar skārdu, lai būtu gludāks un stiprāks (zīm. 90.). Dzelzsbetona vaiņagus uzskata par visizturīgākiem, ja viņi rūpīgi izgatavoti. Viņus izgatavo pašā būves bedrē, akas vietā, no trekna betona (1:4 līdz 1:5), kam ļauj sacietēt vismaz 3 nedēļas, iekams aku sāk nogremdēt.

Lai mūris nebojātos pie nogremdēšanas, viņu satur kopā ar s a e n k u r o š a n u. Enkuru bultām ir tā nozīme uzņemt stiepes piepūles, kas varētu mūrī celties, aku gremdējot. Enkuru kopgaŗumam vajaga būt tik lielam, cik ir viss akas gremdēšanas dziļums. Ja tās dziļums ir vairāk par 2—3 m, tad enkurus sadala atsevišķiem dziļumiem 1,5—2 m (zīm. 85.). Pēc katra enkura gaŗuma iemūrē sevišķu starpvaiņagu, ko uzmauc uz enkura bultu un tad pievelk ar skrūvi, vai ieskrūvē sevišķā savienojuma gabalā ar dubultu vīti. Jauno bultas galu ieskrūvē virsējā vītē. Tā kā enkuriem jāuzņem stiepes piepūle, tad tāds savienojums ir pareizs, jo paliek viens un tas pats stiepes spēka virziens. Nav ieteicams, noliekot plakanu starpvaiņagu galu noslēgt ar uzgriezni un jaunai bultai apakšējo galu ielikt sāniski no pirmās, jo ar to var celties lieces piepūles starpvaiņagā ar visām nevēlamām parādībām.

Enkuru attālumu, lokā rēķinot, pieņem 1,2 līdz 1,5 m. Tā tad pie akas vidējā diametra D, enkuru skaits būtu:

$$n = \frac{D \cdot \pi}{1{,}2 \text{ līdz } 1{,}5}.$$

Enkuru bultas resnumu d_a (cm) var pieņemt pēc Brinkhaus'a:

$$d_a = \frac{7{,}5 \text{ līdz } 12{,}5 \cdot D}{n}$$

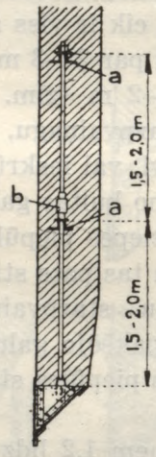
kur D — metros. Lielāku skaitli ņem lielākām akām.

Aku, kā jau minēts, taisa no ķieģeļu mūŗa, betona, dzelzsbetona, retāk no dzelzs. Akas ar lielāku gremddziļumu par 8 m, tāpat arī akas ar lielāku par 5 m diametru, pie mazāka gremddziļuma izveido apakšējā daļā kōniski (zīm. 92.) (ar slīpumu 1:20 līdz 1:50), kas atvieglo akas grimšanu. Kōniskās daļas augstumu ņem parasti ¼ līdz ⅓ no gremddziļuma.

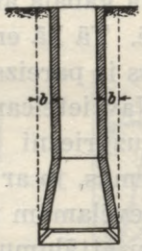
S c h o c k l i t s c h ieteic pēc iespējas kōnisko daļu netaisīt, jo gar akas sienām izveidojas izirdināta grunts, kas vieglāk

laiž cauri ūdeni un tādā ceļā var ienākt akā virsējais ūdens. Tādēļ ieteicamāk izveidot aku cilindriski, un ārējo virsmu labi nogludināt, lai nebūtu pretestība grimšanai.

Aku mūrē no stipri dedzinātiem ķieģeļiem ar cementa javu (1: 4). No ārpuses apliek akas mūri ar gludu apmetumu cementa javā 1: 2 līdz 1: 3, 2 kārtās, kopā 1—1,5 cm. No iekšpuses taisa gludu izšuvojumu un noberž no ķieģeļiem pielipušo javu tā, lai iekšpuse būtu pilnīgi gluda un tīra, un nekur nevarētu uzmesties vai pieķerties, kādas akā no nejauši ietikušas



91. zīm. Enkuru iestiprināšana mūrī.



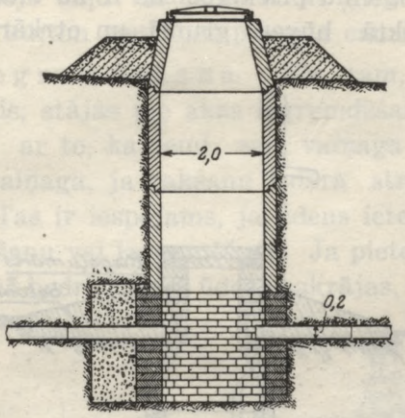
92. zīm. Kōnisks akas apkašdaļas izveidojums.

vielas. Ķieģeļi iepriekš labi jāizmērcē, lai viņi mūrī nevarētu izvilkt ūdeni no javas un tā padarīt mūri nestipru un neizturīgu. Parasti mūrē no viena starpvaiņaga līdz otram, un pēc mūŗa sacietēšanas izdara akas nogremdēšanu.

Retos gadījumos akas taisa no b l i e t ē t a b e t o n a. Ieveidņu ietaisīšana prasa daudz laika un pūles un tādas akas īstenībā var taisīt tikai sausā būves bedrē. Parasti šachtu akas taisa no atsevišķiem, jau gataviem betona cauruļu gabaliem vai gredzeniem, bet caurumainus betona gredzenus nogremdēt arī nākas grūti. To ievērojot, parasti betonu pielieto mazākām ietaisēm un tad caurumaino daļu apakšā izmūrē (zīm. 93.) un virsū uzliek gatavus betona gredzenus.

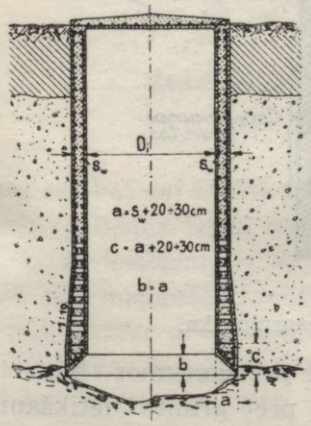
Labāks par vienkāršo betonu ir d z e l z s b e t o n s, jo tas pielaiž plānākas sienas, un tās var labāk uzņemt stiepes piepū-

les, kas varētu rasties pie aku gremdēšanas vai noliekšanās šķībi. Betona maisījumu pieņem 1 : 4 līdz 1 : 5. Horizontālam stiegrojumam pielieto apaļu dzelzi 8—10 mm diametrā un noliekot 12,5 līdz 20 cm attālumā. Vertikāliem dzelzs ieliktņiem

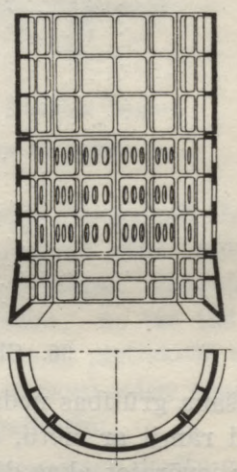


93. zīm. Betona aka ar caurlaidīgu sienu no mūra.

pielieto 16 līdz 20 mm resnu dzelzi un ieliek 0,50 līdz 0,75 m attālumos. Caurumus novieto starp dzelzsieliktņiem, parastā lieluma (2—2,5 cm platus un augstus 20—30 cm).



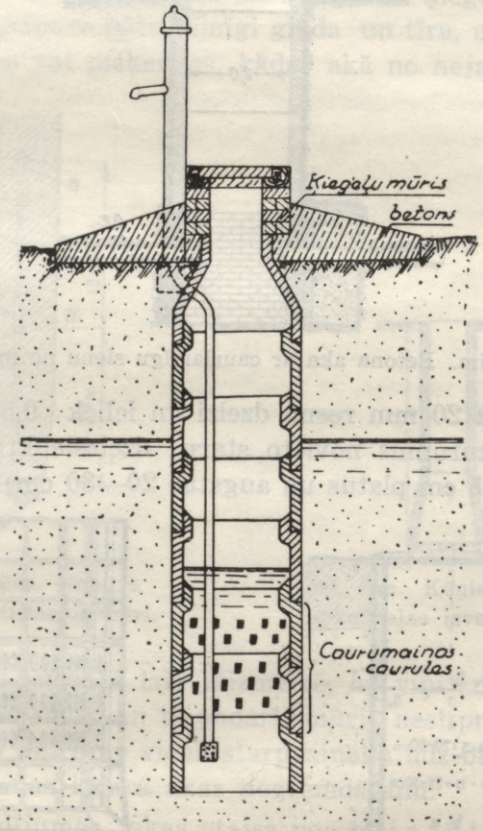
94. zīm. Dzelzsbetona aka.



95. zīm. Čuguna gremdaka.

Dzelzs akas. Peldu smiltī, kurā ļoti viegli var notikt nevienāda akas nogrimšana vai nošķiebšanās, pielieto dažreiz dzelzs vai (ķeta) čuguna akas, kas stiepes piepūlēm var labāk pretoties kā mūris vai betons. Aku sastāda no atsevišķiem

cilindriem (zīm. 95.), d līdz 4 m, gaŗiem 1 m, un pie lielām akām pat katru cilindru no atsevišķām daļām, tikai savienojumu atlokiem vajaga visiem būt akas iekšpusē, lai neceltos lieka berze pie iegremdēšanas. Čuguna gremdakas ir dārgākas par mūrētām, bet viņu priekšrocības ir no vienas puses ērtāka iegremdēšana sliktā būves gruntī, un otrkārt arī caurumu



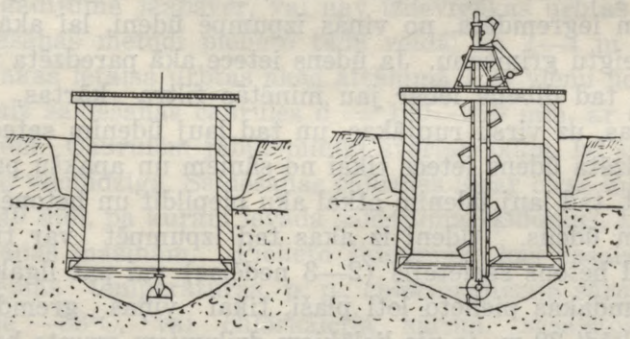
96. Glazēta māla cauruļu aka.

ietaisīšana grūtības nedara un var pat caurumos būt ietaisīti sevišķi rāmji ar sietu, aizsargājot pret grunts ietikšanu akā Tomēr ievērojot akas dārdzību, viņas reti sastopamas. Vēl nevēlama parādība ir tā, ka dzelzs rūsa caurumu var aizķepēt, un rūsa var arī ūdeni bojāt.

Glazēta māla cauruļu akas, māju akām daudz lietotas Amerikā (zīm. 96.). Viņas var ļoti vienkārši ietaisīt no māla caurulēm d = 0,60 līdz 1,0 m. Šādas aku caurules izga-

tavo ar stiprākām sienām kā parastās caurules. Uzmavas aizblīvē ar cementa javu. Ja ūdeni neieņem tikai no apakšas vien, bet arī no sāniem, tad apakšējās caurules, kas nāk zem ūdens līmeņa, jātaisa ar caurumiem, parasti iegareniem, kā pie ķeta caurulēm. Virsējo daļu var izmūrēt ar ķieģeļiem un aku aiztaisīt ar vāku, kuŗam cauri iet pumpja caurule.

A k a s i e g r e m d ē š a n a. Pēc tam, kad mūris pietiekoši nocietējis, stājas pie akas iegremdēšanas gruntī. Grimšanu sasniedz ar to, ka zemi zem vaiņaga līmeņa izrok un arī zem paša vaiņaga, ja rakšanu izdara strādnieki, nokāpuši akas dibenā. Tas ir iespējams, ja ūdens ieteci iespējams apkaŗot ar izsmelšanu vai izpumpēšanu. Ja pietece nav visai liela, izrok akas dibenā bedrīti, kuŗā ūdens sakrājas, un no kurienes vi-



a. Zemes saķērēji. b. Kausiņu bagari.

97ab. zīm. Zemes izcelšana no akām.

ņu var saņemt vai spainī, vai rokas pumpja sūccaurulē. Daudzreiz iespējams ūdens ieteci pieveikt, iegremdējot akas vidū pakāpeniski ar iesišanu, ja vajadzīgs ar urbšanu, cauruļu aku, dziļāk par nodomāto šachtu akas dziļumu; no tās tad ūdeni pumpējot uztur gruntsūdens pieteces līmeni pietiekošā dziļumā, lai netraucētu rakšanas darbus. Izrakto zemi sabeŗ spaiņos, un izceļ ārā iz akas ar trīša vai vinčas palīdzību.

Ja ūdens pietece ir tik liela, ka izpumpēšana darītu grūtības, tad ūdeni akā atstāj dabīgā veidā, un zemes rakšanu izdara zem ūdens. Mazākās akās pielieto rokas zemes smeļamās ierīces, kamēr lielākām akām vajadzīgs pielietot mēchaniskas ierīces, bagarus, vai satveru bagarus (greiferus) (zīm. 97a.) vai kausiņu bagarus (zīm. 97b.). Satveru bagaru veido 2 lāpstas, kas

griežas ap horizontālu asi, un kopā saejot izveido kausu. Nolaižot kausu akas dibenā, tas attaisās, satver zināmu zemes daudzumu (0,5—1 m^3), un paceļot aizveras. Pacelšanai resp. nolaišanai ir atsevišķas tauvas. Darba ražīgums var būt līdz 50 un vairāk m^3 stundā.

Kausiņu bagaru ražīgums ir lielāks, jo viņi strādā nepārtraukti. Sastāv no kausiņiem, kas sarindoti uz bezgala ķēdes; ķēde griežas ap 2 skrituļiem, kas piestiprināti rāmja galā. Kustināšanai, kā dzinējspēks noder iekšdegu motors, vai lokomobīle, vai vislabāk elektromotors, ja elektrība pieejama.

Akas iegremdēšana notiek pakāpeniski, ja aka jāiegremdē dziļi un pakāpeniski arī var tad uzmūrēt akas sienas, bet visādā ziņā gatavu sienu var iegremdēt ūdenī tikai pēc tam, kad mūris ir pietiekoši sacietējis. Pēc tam, kad aka līdz vajadzīgam dziļumam iegremdēta, no viņas izpumpē ūdeni, lai aka vēl labāk nobeigtu grimšanu. Ja ūdens ietece akā paredzēta tikai no apakšas, tad dibenā iebeŗ jau minētās filtra kārtas, apakšā smalkākas, uz virsu rupjākas, un tad ļauj ūdenim satecēt akā. Ja paredzēta ūdens ietece tikai no sāniem un apakšu paredzēts izbetonēt, tad ļauj ūdenim atkal aku piepildīt un betonēšanu izdara zem ūdens. Ūdeni iz akas tad izpumpēt var tikai pēc tam, kad betons sacietējis (2—3 nedēļas) vai pat ilgāk.

Gremdakas pielieto ļoti plaši, tikai viņas gremddziļums var būt kādi 20 m, jo pie lielākiem dziļumiem grunts berze gar sienām ir tik liela, ka gremdēšanu grūti izdarīt. Arī pie mazākiem dziļumiem daudzreiz nepietiek pašas akas svars, bet vajadzīgs uzlikt vēl papildu slogu no kādiem smagiem ķermeņiem, p. p., čuguna gabaliem.

Bez minētiem 2 paņēmieniem aku būvē, vai izrokot līdz dibenam ar ūdens izpumpēšanu un tad uzmūrējot, vai zemē un ūdenī iegremdējot gatavu aku vai visu uzreiz, vai pakāpeniski, sevišķos gadījumos pielietotas citas metodes, bet tās gan reti sastopamas.

Pneumatiska vai saspiesta gaisa metode daudz gadījumos pielietota tilta balstu būvei, bet šad un tad arī pie lielām akām, kad viņu dziļums pārsniedz 20 m. Metode pielietojama pie dziļuma līdz 30 m, jo cilvēks var vēl strādāt pie 2 atmosfēras pārspiediena, kamēr pie 4 atm. jau veselība var būt apdraudēta (1 atm. spiediens = ap 10 m). Pie šīs metodes nogremdē bez dibena dzelzs kasti vai kesonu, ko pilda ar

spiestu gaisu, lai ūdeni atspiestu atpakaļ zemē. Kesons tad paliek zemē un noder kā akas aptvere, kuŗas iekšpusē izmūrē aku, ar vēlāku ūdens ieteci no apakšas. Lai noslēgtu spiestā gaisa izplūšanu no augšas, kesons ir no virsas hermetiski noslēgts, bet noslēgumā ietaisītas gaisa slūžas, kas vajadzīgas satiksmei starp telpu ar augstu spiedienu un telpu ar āra gaisu, kā cilvēku ieiešanai, tā arī materiālu ienešanai kesonā.

Saldēšanas metode. Uz mākslīga saldēšanas ceļa sasaldē šķidro grunti visapkārt akai, un tā var aku izrakt un uzmūrēt cietā, sausā gruntī. Metode ir ļoti dārga un reti pielietojama. Viņu varētu pielietot lielām akām ļoti šķidrā gruntī (p. p., peldu smiltī), kad aku izbagarēt izrādītos grūti, ja no sāniem un gar apakšmalu ieplūst arvien jauns materiāls. Tomēr arī tādā gadījumā jāapsveŗ, vai nav izdevīgākas urbtas akas.

Saldēšanas metodi pielieto tādā veidā, ka 2—4 m ārpus rokamās akas ietaisa urbtas akas attālumā 1 m vienu no otras, kuŗās ielaiž saldēšanas caurules d = 100—200 mm, ar cietiem apakšgaliem. Caurulēm jābūt pilnīgi svērteniskām, lai sasalusē siena būtu vienlīdzīga. Saldēšanas caurulēs iekaŗ citas mazākas, d = 26—40 mm, pa kuŗām ievada saldējuma šķīdumus, kas nāk no saldēšanas mašīnām. Pielieto šķīdumus, kas sasalst tikai pie ļoti zemas temperātūras, p. p., chlōrmagnēzija sārmu, kas sasalst pie —33°C, vai chlōrkalcija sārmu, sasalstošu pie —40°C. Var arī aukstumu ražot ar tāda šķīduma izgarošanu, kam ir zema vārīšanās temperātūra, p. p., ammōnjakam —20°C, ogļskābei vēl zemāka, ar ko sasniedz saldēšanas temperātūras —17°C līdz —22°C. Izgarošanai vajadzīgo siltumu šķīdums izvelk no apkārtējās zemes kārtas, kas tad sasalst un tā izveidojas sasalis cilindrs no 2 līdz 4 m sienu biezumā, kas dod iespēju izrakt zemi un uzmūrēt aku.

Ķīmiska nostiprināšanas metode ļoti līdzinās saldēšanas metodei, jo arī pie šīs metodes sagādā apkārt rokamai akai cietu grunti, bet tikai ar ķīmiskiem līdzekļiem, kas smilti saista tik cietā veidā, ka attīstās betonveidīga masa. Metode patentēta un viņas plašāka pielietošana, arī pie ēku pamatu būves, vēl maz pazīstama un arī viņas saimnieciskā puse nav skaidra.

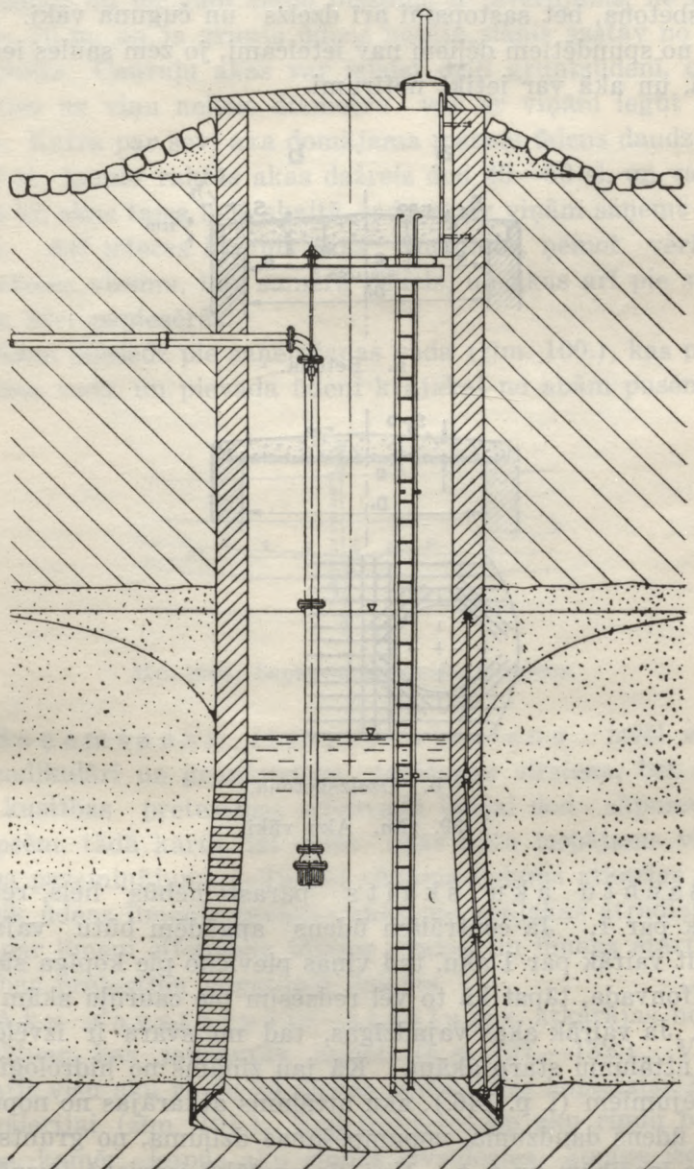
Akas gāzes. Aku rokot ir bijuši nelaimes gadījumi, kad strādnieki nosmok no kaitīgām gāzēm, kas sakrājušās akā. Visbiežāk jāsastopas ar ogļskābi (CO_2), kuŗas īpatnējais

svars ir 1,5 lielāks par atmosfērisko gaisa svaru, un kuŗa tad sakrājas akas dibenā. Pie 2,2% ogļskābes gaisā izdziest svece un ar to var pārliecināties vai akā nav ogļskābe. Tieši kaitīga veselībai ogļskābe ir, ja viņas saturs gaisā ir 4% un pie 18% cilvēks acumirklī nobeidzas. Akā gāze var sakrāties no strādnieku izelpojumiem, no apgaismošanas līdzekļiem un t. t., bet to gāzi tomēr atšķaida ar materiālu celšanas ietaisēm. Ļaunāk ir, ja ogļskābā gāze nāk no zemes iekšienes, vai viņa attīstījusies, pielietojot spridzināšanu, no spridzināmām vielām. Gāze no akas jāizdzen, iekams viņā sāk strādāt. Ogļskābo gāzi izdzen sagādājot ražīgu gaisa kustību, p. p., sasildot akas dibenā gaisu, iemetot degošu salmu kūli, vai nolaižot sakurtu spainī uguni, vai aplaistot akas iekšpusi ar karstu ūdeni, vai nolaižot dibenā spaini ar nedzēstu kaļķi, to iepriekš nolaišanas aplejot ar ūdeni. Var arī širmi atkārtoti nolaižot un paceļot izdzīt gāzes. Pie lielākām un dziļākām būvēm, ja ceļas daudz ogļskābes, jāierīko mākslīga vēdināšana, ar tīra gaisa iepūšanu.

Zināmos gadījumos, sevišķi pēc spridzināšanas var attīstīties ogļskābklis (CO), kas jau ar 1% var būt indīgs, un pie 29% rodas sprāgstošs sastāvs. Arī sērūdeņradis (H_2S) var rasties no dažiem sēra savienojumiem, bet šī gāze ir viegli konstatējama ar savu smaku. Metans (CH_4) ir viegla gāze, ceļas no purva pūšanas procesiem, sakrājas zem kādiem pārsegumiem akā, deg pie 5½% gaisa, bet pie 9½% eksplodē. Ja tādas gāzes akā manītas, jāgādā par viņu izdzīšanu. Retos gadījumos var būt arī vajadzība pielietot strādājot attiecīgas gāzu maskas. Tas būtu tādā gadījumā, ja gāzes ceļas un pastāvīgi izplūst no zemes iekšienes. Ļoti ieteicams aku racējiem iepazīties ar pretgāzu līdzekļiem.

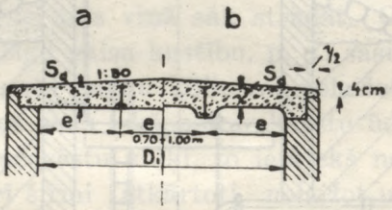
Akas sagatavošanai normālai darbībai vajadzīgs aku izpumpēt tīru no nogulušās smilts, kas varēja pa darba laiku ietikt akā, un tāpat arī izpumpēt smilti, kas varētu darbības sākumā ietikt akā. To izdara ar to pašu ūdens nopumpēšanai pa darba laiku lietoto pumpi, pumpējot vismaz 50% lielāku ūdens daudzumu, kā domāts pie normālas darbības pumpēt iz akas. Iekams iesāk pumpēt, ļauj gruntsūdenim uzkrāties līdz pirmatnējam līmenim, tad laiž pumpi darbā ar pilnu slodzi, un kad nopumpēts līdz zemākajam iespējamam līmenim, pumpēšanu aptur, ļauj ūdenim atkal uzkrāties un tā to atkārto tik ilgi, kamēr no pumpja neiztek pilnīgi tīrs ūdens.

Pēc tam izsmeļ iz akas nogulušo smilti, un tad vēl reiz atkārto stipro nopumpēšanu. Kad akā vairs smilts nenogulstas un no pumpja nāk ārā tīrs ūdens, tad aka ir pilnīgā kārtībā un to var tagad iekārtot normālai darbībai.

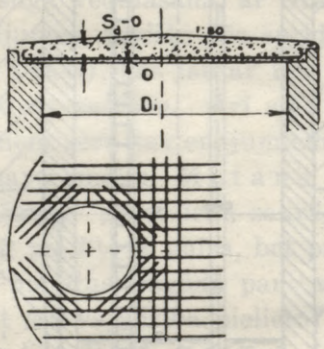


98. zīm. Liela mūrēta aka ar piederumiem.

Akas iekārta. Pēc tam, kad ar pumpēšanu aka savesta kārtībā, viņā iebūvē pumpja sūcvadu (zīm. 98.), nokāpjamās trepes, visu notīra, dzelzsdaļas nolako ar asfaltlaku, tāpat aizlaidņus, uzliek virsū vāku un tad aka uzskatāma par gatavu. Akas vāku (zīm. 99.) taisa vislabāk no betona vai dzelzsbetona, bet sastopami arī dzelzs un čuguna vāki. Koka vāki, no spundētiem dēļiem nav ieteicami, jo zem saules iespaida plaisā, un akā var ietikt netīrumi.



a. Betona.



b. Dzelzsbetona.

99. zīm. Aku vāki.

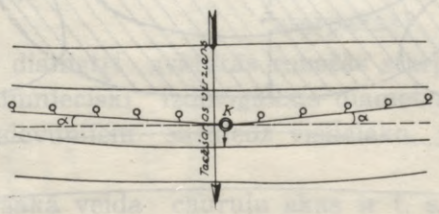
Šachtu aku skaits parasti nebūs liels, reti būs vairāk par 1. Ja centrālām ūdens apgādēm būtu vajadzīgs ietaisīt vairāk par 1 aku, tad viņas pievieno pie kopīga sūcvada vai sifonvada, tāpat kā to vēl redzēsim pie cauruļu akām (l. p. 224.). Ja vairāk akas vajadzīgas, tad no svara ir izvēlēt pareizo attālumu starp akām. Kā jau zināms no hidroloģiskiem apcerējumiem (l. p. 146.), aku attālums atkarājas no nopumpējamā ūdens daudzuma, nopumpēšanas dziļuma, no gruntsūdens nesēja īpašībām un t. t. Visi šie apstākļi iepriekš jāizpēta, ja vajadzīgs jāietaisa 1 aka kā izmēģināšanas aka un jānovēro pa

ilgāku laiku pieteces noteikumi, kā tas jau zināms. Vidējos apstākļos šachtu aku attālums var būt 100 līdz 200 m vienai no otras.

b. Urbtās vai cauruļu akas.

Šādas akas jāpielieto, ja gruntsūdens atrodas dziļākos zemes slāņos un pie tam slāņu biezums ir ievērojams, ne mazāk par 5—10 m, un ja grunts ūdens nesēja slānis sastāv no smalkas smilts. Cauruļu akas var ielaist dziļi gruntsūdenī, un neskatoties uz viņu nelielo diametru var ar viņām iegūt daudz ūdens. Katra par sevi aka domājama mazam ūdens daudzumam (2—5 sl., kamēr raktās akas dažreiz dod 40—50 sl. un vairāk), bet tā kā akas taisa lielā skaitā, tad var ar viņām saņemt daudz ūdens. Arī ieteces ātrums akas caurumos, ņemot vērā lielu aku ieteces virsmu, būs samērā neliels, un akas arī pie smalka nesēja ātri nepiesērēs.

Akas pieslēdz pie saņemšanas vada (zīm. 100.), kas parasti ir sifona vads, un pievada ūdeni krājakai no abām pusēm.



100. zīm. Saņemšanas līnijas virziens.

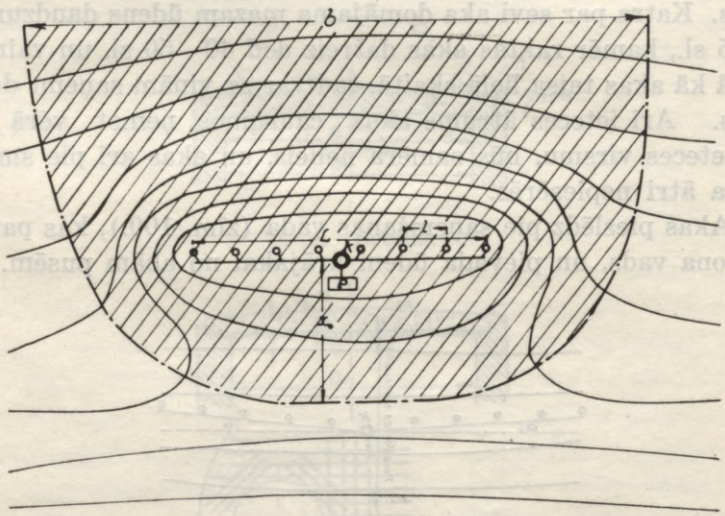
Saņemšanas līnijas virzienu izvēl visumā perpendikulāri uz gruntsūdens tecēšanas virziena, bet ņemot vērā kustības pretestības sifonvadā līnijai dod slīpumu pret izohipsēm, tādā kārtā, lai visās akās būtu iespējams vienāds līmeņa pazeminājums. Tā tad slīpuma lielums atkarīgs no tā, par cik ūdens līmenis tuvākās akās pie krājakas atradīsies zemāk par līmeni sifonvada tālajos galos, un līmeņa starpība ir kustības pretestību augstuma lielums.

Aku savstarpējs attālums atkarājas no tiem apstākļiem, kas jau agrāk minēti (l. p. 127.—132.). Var arī uzskatīt visu aku rindu kā vienas ieņemšanas kopietaisi, līdzīgu krājgalerijai (zīm. 101.). Tad izohipses ap aku rindu būs zemākas, kamēr lejpus aku rindas izveidosies kopīga izohipse.

kas uzrādīs zemāku līmeni gruntsūdenim nekā tas būtu, ja no akām ūdens nebūtu ņemts.

Aku skaitu var noteikt uz sekojošas kalkulācijas pamata. No pumpēšanas mēģinājumiem noskaidrojies, ka viena aka var dot q — ūdens daudzumu un viņas pieteces laukuma platums ir b, tad uz platuma vienību, t. s. vienības pietece q_e ir:

$$q_e = \frac{q}{b}.$$



101. zīm. Izohipses uz kaptazes līnijas.

Ja vajadzīgs no akām iegūt pavisam Q — ūdens daudzumu, tad pieteces laukuma platums B līdzināsies:

$$B = \frac{Q}{q_e} = \frac{Q \cdot b}{q}.$$

Kā no agrākiem apcerējumiem var izsekot, tad pieteces laukuma platums B ir lielāks par aku rindas gaŗumu un proti, lielāks par gaŗumu b, tā tad aku rindas gaŗums L līdzināsies:

$$L = B - b = b\left(\frac{Q}{q} - 1\right).$$

Vēl jānoskaidro jautājums, cik aku būtu jāietaisa uz gaŗuma L. Jāņem vērā, ka vienas akas pieteces platums b ir atrasts pie lielāka nopumpētā ūdens daudzuma, nekā parastā.

Pie liela daudzuma pumpēšanas vieglāk ievilkt smilti akā, ar ko aka var piesērēt. Parasti mēģinājuma pumpēšanai no akas izvēlas kādu divreiz lielāku ūdens daudzumu nekā domāts vēlāk no akas ņemt. Varētu mēģināt noteikt pielaižamo pieteces daudzumu akai, zinot smilts graudiņu īpašības un akas ieteces caurumu virsmu, pa kuŗiem ūdens akā ietecēs. Apstākļi te tomēr ir ļoti sarežģīti un jāatzīst arī sīkumos grūti noskaidrojami bez speciāliem zinātniskiem pētījumiem pie dotiem vietējiem apstākļiem. Kā piemērus praksē pieņemtiem attālumiem varētu minēt sekojošus.

Pilsēta	Aku attālums m	Aku diametrs mm
Leipciga	21	180
Berlīne	25	150
Prāga	21—44	180
Kopenhagena . . .	50	130
Rīgā:		
Bukultos . . .	70	150
Zaķu m. . . .	90 (paredzētas starpakas).	turpmāk 150

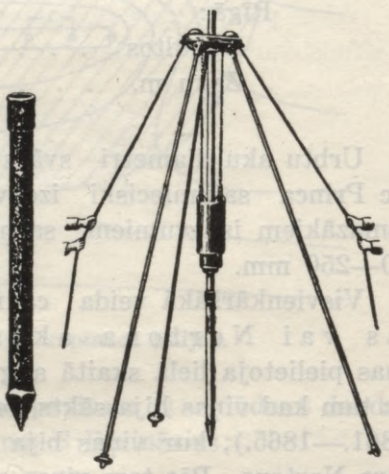
Urbtu aku diametri svārstās robežās starp 50—500 mm. Pēc Princa saimnieciski izdevīgākais diametrs, pēc kuŗa ar vismazākiem izdevumiem sasniedz vislielāko akas devību, ir 200—250 mm.

Visvienkāršākā veida cauruļu akas ir t. s. abesiniskās vai Nortona akas. Nosaukums cēlies no tā, ka viņas pielietoja lielā skaitā angļu-abesinijas kaŗā (1867.—68.), pēc tam kad viņas bija sākts lietot jau amerikāņu pilsoņu kaŗā (1861.—1865.), kur viņas bija izveidotas no amerikāņu inženieŗa Nortona. Pēc tam viņas atrada un atrod vēl tagad plašu pielietošanu visur tur, kur vajadzīgs iegūt ūdeni ātrā laikā no neliela dziļuma, p. p., kaŗaspēka manevros, vai vasarnīcu saimniecībās un t. t. Kā redzams, arī pie gruntsūdens izmeklēšanas darbiem, un kā novērošanas akas pie sekla gruntsūdens līmeņa viņas plaši pielieto, tāpat arī pie būvbedŗu nosusināšanas ar gruntsūdens līmeņa pazemināšanu. Abesiniskās akas iesit zemē (smiltī līdz 20 un vairāk m), un neizgatavo ar urbšanu. Pielieto cinkotas dzelzs (tērauda) caurules, diam. parasti 25 mm, ar biezām sienām. Caurules izgatavo dažāda gaŗuma: 0,75, 1,50, 2,25, 3,00 un 4,50 m, lai vieglāk varētu aku sastādīt vaja-

dzīgam dziļumam. Caurules ieskrūvē vienu otrā. Apakšējā daļā ir kāda 1 m gaŗumā caurumaina daļa (zīm. 102.) ar caurumiem 3—6 mm platiem, un pats apakšējais gals noslēgts ar uzskrūvētu tērauda uzgali ar smailu galu, vai ar svārpstveidīgu gabalu, atkarīgi no tā, vai aku iesit ar pāļdziņa palīdzību (zīm. 103.), vai viņu ieskrūvē zemē (mīkstā gruntī līdz 6 m dziļi). Uzgalis ir platāks par cauruli, lai vieglāk būtu izsargāt caurumus no piesērēšanas pa iedzīšanas laiku. Ja akas jāiesit nedziļi zemē, to var izdarīt vienkārši ar koka āmuru, turpretim, ja iesišanas dziļums ir lielāks, tad uzmauc uz caurules sevišķu zveltni, kuŗu paceļ ar virvēm, kas kustas pa skriemeļiem (zīm. 103.),



102. zīm. Iesitamā aka.

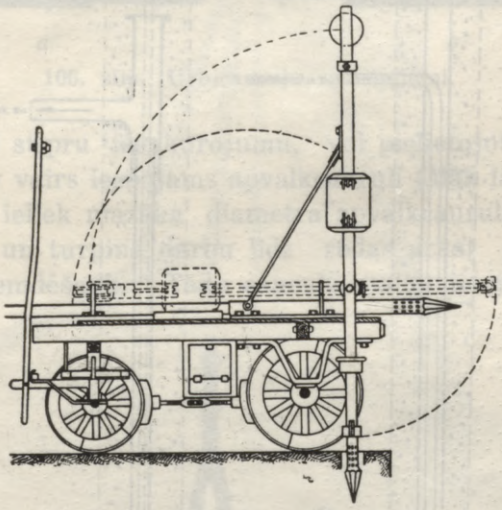


103. zīm. Trejstati akas izdzīšanai.

piestiprinātiem pie trijkāja. Zveltnis krīt uz koka kluci, kas uzmaukts uz caurules un piestiprināts ar skrūvēm vai ķīļiem. Lai atvieglotu iesišanu, ar sevišķu rokturi cauruli pagroza. Ja grunts ir smalka smilts, caurumaino daļu apliek ar smalku misiņa sietaudumu, ko no saraustīšanas aizsargā vēl aptinot ar rupjāku audumu, vai drāts sietu. Ūdens saņemšanai pielieto parasto rokas pumpi (zīm. 102.). Ieteicams no sākuma pumpēt stiprāk, lai ap ieteces caurumiem attīstītos

dabisks filtrs, kas gan iespējams, ja smalkākā smilts ir viegla un līdz ar ūdeni izpumpējama.

Visu piederumu komplektu jau dabū sakārtotu no attiecīgām firmām. Ja vajadzīgs akas pielietot dažādās vietās, p. p., pētīšanas nolūkiem vai manevros, visu komplektu vairāk akām var uzkraut uz sevišķiem ratiem (zīm. 104.), kas pēc Donnat'a tā ierīkoti, ka iesitamo ietaisi, kas parasti guļ uz ratiem, paceļ uz augšu uz nobremzētiem ratiem un tādā veidā izved akas iesišanu.



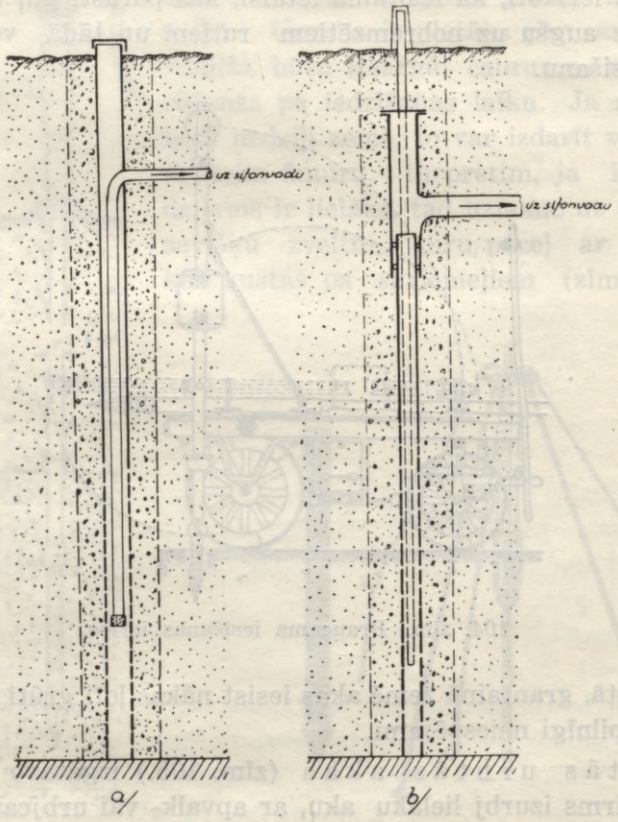
104. zīm. Braucama iesišanas ierīce.

Cietā, grantainā zemē akas iesist nākas ļoti grūti un daudzreiz ir pilnīgi neiespējami.

Īstās urbtās akas (zīm. 105.) izgatavo tādā ceļā, ka vispirms izurbj lielāku aku, ar apvalk- vai urbjcaurules palīdzību. Apvalkcauruli pakāpeniski iedziļinot un zemi izņemot ar urbšanas instrumentu palīdzību vai ar zemes izskalošanu, iegūst plašāku caurumu vai aku. Kad tāda aka gatava, viņā ielaiž īsto akas cauruli, kas ūdens ietecei ir caurumota (filtrcaurule). Tad apvalkcauruli izvelk ārā, pakāpeniski, piepildot starpu ar filtrmateriālu. Ūdens izcelšanai vai ielaiž akā sevišķu sūcējcauruli (zīm. 105a.), vai pievieno akas cauruli tieši pie sifonvada (zīm. 105b.).

Urbjcauruļu lielums ir 100 līdz 800 mm diametrā, atkarīgi no akas lieluma un no grunts apstākļiem. Urbjcaurules ir

dzelzs (tērauda) ar sevišķām uzskrūvējamām uzmavām (zīm. 106.). Pie diametra lielāka par 600 mm caurules savieno ar sakniedēšanu. Gan dažreiz lieto arī čuguna caurules, pie maziem dziļumiem un lieliem diametriem, bet tādi gadījumi nāk priekšā retāk. Sienas biezums dzelzs urbjcaurulēm ir 8—10 mm, bet čuguna 20—25 mm.



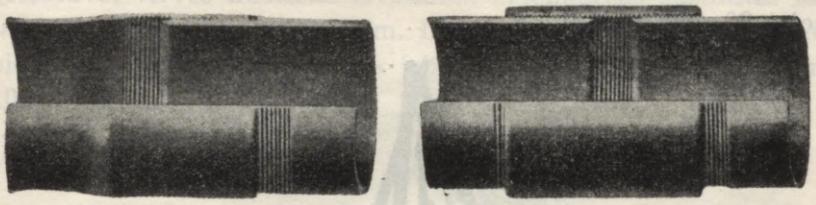
105a., b. zīm. Aku tipi.

Cietā gruntī (akmenī) var urbt bez apvalkcaurules, tomēr arī tādā gadījumā dažreiz var būt vajadzīgs urbjcaurumu izsargāt ar apvalkcauruli no augšējā sliktākā ūdens ietikšanas apakšējos slāņos ar labu ūdeni.

Apvalkcauruli uzstāda vertikāli un viņu pakāpeniski gremdē zemē, izceļot zemi.

Nogremdēšana iet sākot viegli, bet ar lielāku dziļumu berze pieņemas un, ja arī cauruli pagrozot vien, viņa negrimst,

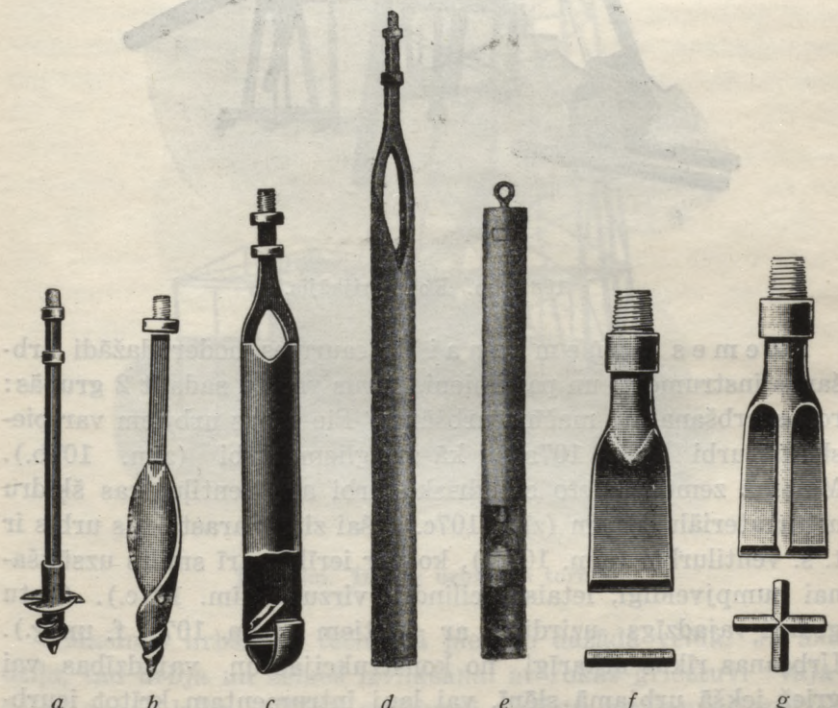
vajadzīga smagāka noslodzēšana ar akmeņiem, dzelzs stieņiem, vecām sliedēm un t. t. Iesišana ar pāldziņa zveltni nav ieteicama, labāk jau ir caurules iespiest vai ar savilkšanas skrūvēm,



a *b*

106. zīm. Urbjcauruļu savienojumi.

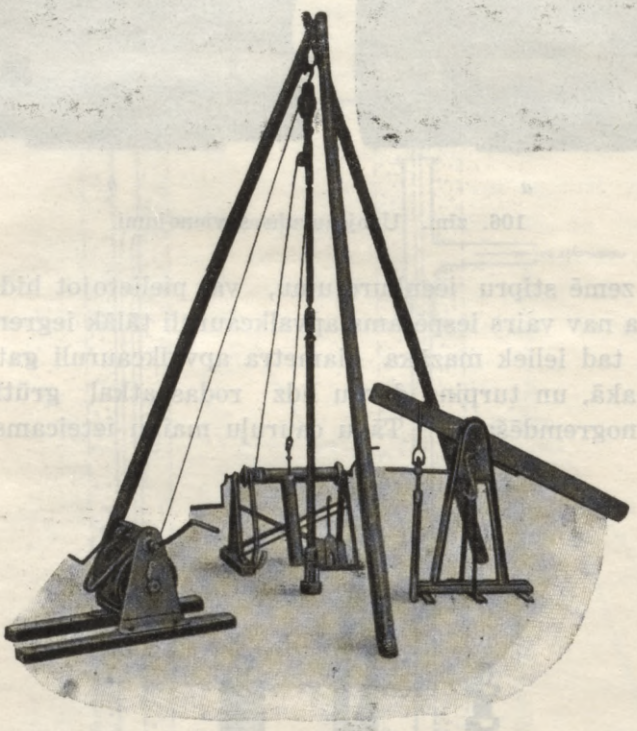
ietaisot zemē stipru ieenkurojumu, vai pielietojot hidraulisku presi. Ja nav vairs iespējams apvalkcauruli tālāk iegremdēt vai iespiest, tad ieliek mazāka diametra apvalkcauruli gatavā jau izurbtā akā, un turpina darbu līdz rodas atkal grūtības ar dziļāku nogremdēšanu. Tādu cauruļu maiņu ieteicams izdarīt



a *b* *c* *d* *e* *f* *g*

107a—g. zīm. Zemes urbšanas rīki.

māla slānī, bet jāatturas izvest smiltī vai grantī. Ja iepriekš paredzams liels akas dziļums, tad noteicošais ir apakšējais diametrs, un sākuma diametrs jāizvēlas saskaņā ar paredzējumu, cik reiz būs jāmaina diametrs. Ar vienu diametru var noiet 30—50 m dziļi.



108. zīm. Koka trijkājis.

Zemes izņemšanai iz caurules noder dažādi urbšanas instrumenti un paņēmieni, kuŗus varētu sadalīt 2 grupās: rokas urbšanai un mašīnu urbšanai. Pie rokas urbjiem var pieskaitīt urbi (zīm. 107a.), kā arī gliemežurbi (zīm. 107b.). Mālainā zemē pielieto cilindrisku urbi ar ventiļu, kas šķidru urbjmateriālu uzņem (zīm. 107c.). Šai ziņā parastākais urbis ir t. s. ventilurbis (zīm. 107d.), ko var ierīkot arī smilts uzsūkšanai pumpjveidīgi, ietaisot cilindra virzuli (zīm. 107c.). Cietu grunti vajadzīgs uzirdināt ar kaltiem (zīm. 107. f. un g.). Urbšanas rīkus atkarīgi no konstrukcijas un vajadzības vai griež iekšā urbjamā slānī, vai ļauj intrumentam krītot ieurbties zemē un to saķert.

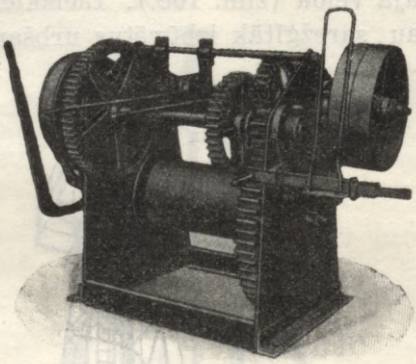
Urbšanas izvešanai jāuztaisa sastātnes, pie kuŗām piestiprināti urbšanas instrumenti ar dzelzs virves palīdzību un grieztuve, virves kustības izvešanai. Vienkāršas sastātnes uztaisa koka trijkāja veidā (zīm. 108.). Lielākiem urbšanas darbiem pielieto jau sarežģītāk izbūvētus urbšanas torņus (zīm. 109.).



109. zīm. Dzelzs urbšanas tornis.

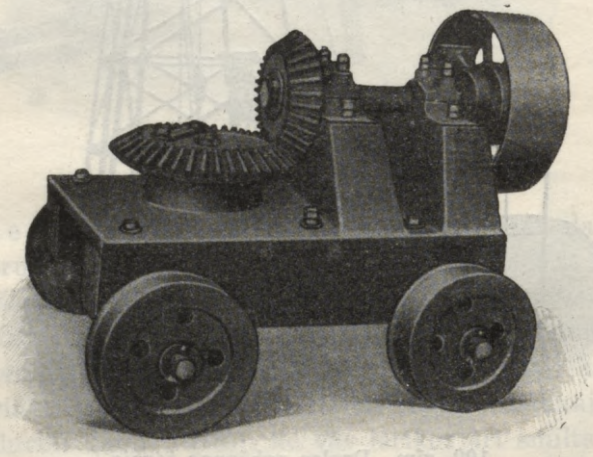
Mašīnas urbšanas technikā pielieto dažādā veidā. Ja aka dziļa, tad urbja un zemes izvilkšanai ar rokas grieztuvi vajadzīgs daudz laika. Tādā gadījumā pielieto mašīnu grieztuves (vinčas) (zīm. 110.). Pielieto mašīnas arī urbja cilāšanai, t. i. pašam urbšanas darbam. Urbšanai vispārīgi pielieto dažādus

paņēmienus. Rokas urbšana, kad urbjus kustina ar roku, iespējama nelielā dziļumā. Parastā urbšanas metode ir ar urbšanas instrumentu piestiprinātu pie tauvas vai pie stangas. Izšķir



110. zīm. Mašīnas vinča.

sausurbšanu, kad zemi izceļ ar urbja ietaisi, noskalojumurbšanas, kad zemi izskalo ar ūdens spiedienu. Urbi var iedarbināt vai sitot uz kātu, vai griežot, ja viņš ir pie stangas, pie kam par dimanturbšanu nosauc tādu, kad ļoti

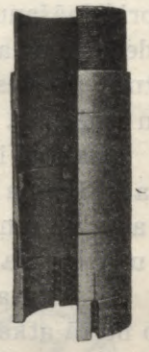


111. zīm. Rotācijas aparāts urbšanai.

cietā akmenī pielieto urbi apliktu ar dimantu vai cietu tērauda galu, kuŗu groza. Pēdējā gadījumā pielieto sevišķu rotācijas aparātu (zīm. 111.), kas urbšanas stangu griež. Griežot urbi, viņš no akmeņa izgriež cilindrisku gabalu, ko ar urbi izceļ iz

akas. Dimanta urbis ir cilindrs (zīm. 112.), kuŗa apakšējā galā ielikti dimanta vai cieta metalla (volomita) smaili zobiņi. Mīkstākā akmenī zobiņi var būt arī cieta tērauda.

Urbšana ar skalošanu. Pie šāda urbšanas paņēmiena iespiež ar spiedpumpja palīdzību ūdens strāvu zem urbja. Ar to sasniedz divējādu labumu, atmiekšķē cietu grunti un izskalo grunti ar ūdens palīdzību ārā no akas, un nav vajadzība izvilkt urbi, kas aiztaupa laiku. Ūdenim vajadzīgs piedot zināmu kustības ātrumu, lai veiktu šo uzdevumu. Vajadzīgais ātrums ir 0,5 līdz 1 m/sek. un to sasniedz ar spiedienu no pumpja. Skalošanai pielieto parasti tīru ūdeni, bet dažreiz izdevīgi pielietot ar māliem sajauktu ūdeni. Tas noderīgi tādā gadījumā, kad vajadzīgs akas sienas pataisīt blīvas, lai varētu zināmos apstākļos iztikt bez apvalkcaurules. Māla ūdens pielietošanai piemīt tas ļaunums, ka nevar vairs pilnīgi noteikt izurbtās grunts īpašības. Parasti ūdeni iespiež caur urbja stangu, kas tad ir ar tukšu vidu. Zem urbja ūdens uztur tīru virsmu, ar ko urbja darbs atvieglots. Kā jau minēts, atkrīt arī urbja ārā vilkšana, materiāla izcelšanai. Izskaloto ūdeni ievada sevišķos nosēdbaseinos, kuŗos arī var ļoti labi noteikt urbtās grunts īpašības, ja skakošanai pielietots tīrs ūdens. Spiedūdens iepumpēšanai pielieto pie nelieliem urbumiem rokas spiedpumpjus, pie lielākiem virzuļu pumpjus. Centrbēgpumpji šai gadījumā neder, jo ar viņiem parasti nevar rēgulēt vajadzīgo spiedienu.



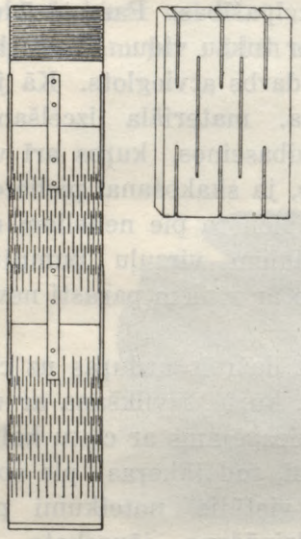
112. zīm. Dimanta urbis.

Spridzināšana. Aku urbjot dažreiz uzduŗas uz cietiem priekšmetiem, parasti akmeņiem, kuŗu izvilkšana ar uztverrīkiem nav iespējama. Ja arī nav iespējams ar cietu kaltu, vismaz neilgā laikā, sadrupināt akmeni, tad jāķeŗas pie spridzināšanas. Spridzināšanā jāievēro vietējie noteikumi par spridzināmo vielu pielietošanu. Spridzināšana jāuzskata kā ārkārtīgs līdzeklis, kad nav citas izejas, un viņa arī kavē urbšanu, lai gan mazāk kā akmeņa sadrupināšana ar kaltu. Lai nebūtu bojājumu apvalkcaurulē, tā jāizvelk uz augšu (5—10 m, atkarīgi no lādiņa stipruma). Tāpat arī nedrīkst spridzināšanu izvest seklos urbumos (mazāk par 20 m dziļumā), un ēku tuvumā. Seklās akās, ja uzduŗas uz tādu kavēkli kā augšā minēts,

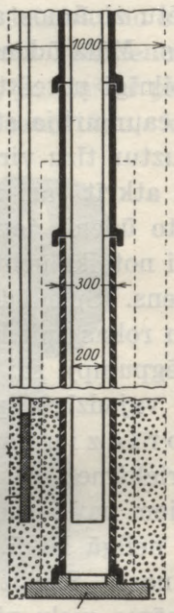
tad vienkāršāk un arī izdevīgāk ir izvest jaunu urbumu neizdevīgā urbuma tuvumā. Ar spridzināšanu nevar novākt metalla gabalus (p. p., nolauztas caurules vai urbjus), kas būtu iekrituši akā, un tādi ir jāizvāc ar uzķērējiem. Tāpat nevar spridzināšanu pielietot arī urbumos dziļākos par 100 m zem ūdens līmeņa, jo šai gadījumā ūdens spiediens (vairāk par 10 atm.) saspiestu spridzināmo patronu, ar ko viņa paliktu slapja un nederīga.

Gatavā izurbtā akā ievieto galvenās cauruļu akas sastāvdaļas: akas cauruli ar filtru, akas galvu un vajadzīgās noslēgšanas un regulēšanas ietaises.

Filtra izveidošanai jāpiegriež sevišķa uzmanība, jo no tā atkarājas akas darbība un viņas mūžs. Filtram vajaga būt tādam, kas izsargātu aku no smilšu ieskalošanas un piesērēšanas un ko nevarētu bojāt ūdens sastāvdaļas.



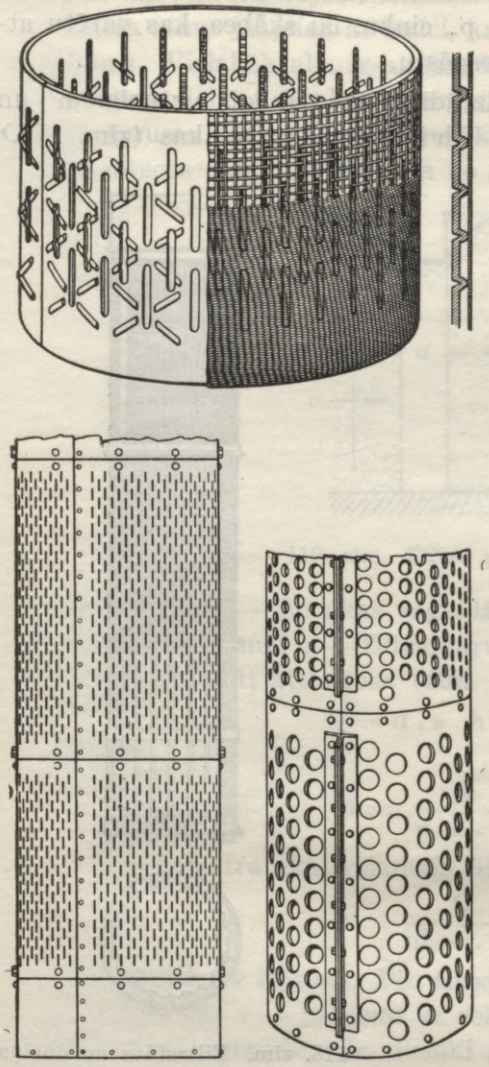
113. zīm. Filtru stāvs no koka.



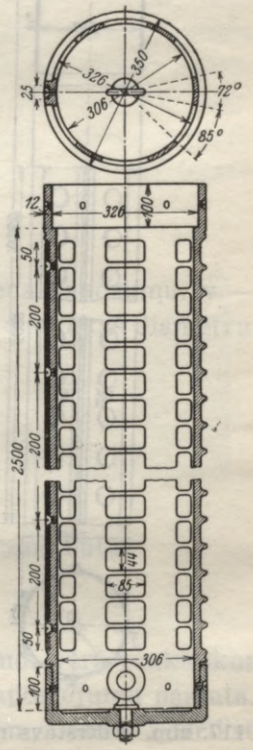
114. zīm. Filtru stāvs no māla.

Filtra stāvs ir ar caurumiem, pie kam caurumi tā jāiekārto, lai viņi paliktu vismaz 1 m zem viszemākā ūdens līmeņa akā. Filtra stāva gaŗums ir atkarīgs no akas dziļuma, un caurumainā daļa aizņem visu to ūdensnesēju slāņu biezumu, no kuŗiem paredzēts saņemt ūdeni. Filtra stāvs jātaisa no mate-

riāla, ko neaiztiek ūdens. Sevišķi agresīvā ogļskābe var bojāt filtru. No materiāliem filtrstāvam minami: koks, māls, dzelzs, čuguns, varš, misiņš un t. t.



115. zīm. Filtrstāvs no caurumota skārda.

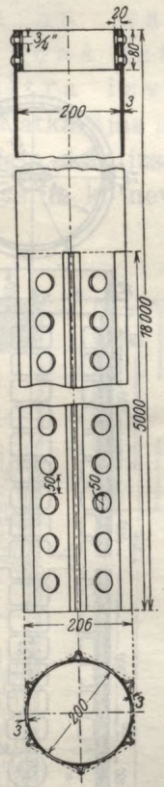


116. zīm. Čuguna filtrstāvs pēc Thiema.

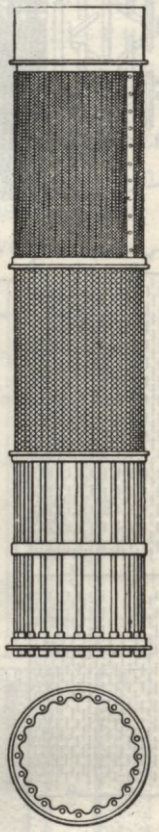
Kā piemēru koka konstrukcijai var minēt R e m k e's filtru (zīm. 113.), kas pastāv no 5 mm biezas dubultas dēļu segas ap koka gredzeniem. Dēļos ietaisīti caurumi un starpu starp iek-

šējo un ārējo segu piepilda ar smiltīm. Māla filtrstāvs pēc S c h e w e n'a (zīm. 114.) ar slīpiem caurumiem labi aizsargā no smilšu ieskalošanas. Filtrstāvus taisa arī no skārda, ar iegareniem vai apaļiem caurumiem (zīm. 115.). Dzelzs ir jāaizsargā ar kādu pārklāju, p. p., cinku, lai skābes, kas varētu atrasties ūdenī, viņas ātri nesaēstu.

Čuguna filtrstāvi ir izrādījušies par ļoti izturīgiem un praksē parasti sastopami. T h i e m'a cauruļu akas (zīm. 116.)



117. zīm. Filtrstāvs no vaļa.

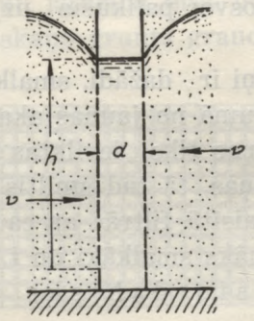


118. zīm. Filtrstāvs no misiņa.

sastāv no čuguna cauruļu gabaliem 1—3 m gaļiem un ar kvadrātiskiem caurumiem. Viņus izgatavo diam. 150—300 mm. Vēl izturīgāki par čuguna filtrstāviem ir tādi no vaļa, misiņa vai bronzas (zīm. 117. un 118.), un tādus arī pielieto pirmā vietā dziļām akām, bet viņi ir dārgāki par čuguna. Ir arī tādas

filtrstāvu konstrukcijas, pie kuŗām pielietoti vienam un tam pašam stāvam dažādi metalli, bet tad jāpiegriež vērība, lai dažādi metalli būtu tā kombinēti, ka nevarētu izcelties galveniskas strāvas, kas varētu bojāt metallus.

Filtra stāvs jāapliek ar ierīci, kas aku aizsargātu no smilšu ietikšanas. Vislabāk aka ir aizsargāta no piesērēšanas, ja viņa ir pietiekoši liela, t. i. akas diametram jābūt tik lielam, lai ieteces ātrums būtu tāds, kas neiekustinātu smilšu graudiņus. Tā tad ieteces ātrums atkarīgs no smilšu graudiņu rupjuma.



119. zīm. Filtru platība.

Apzīmēsim ar Q — no akas sagaidāmo ūdens daudzumu, v — ieteces ideālo ātrumu, h — filtra gaŗumu un d — akas diametru, tad varam uzstādīt attiecības (zīm. 119.):

$$Q = d \cdot \pi \cdot h \cdot v$$

un tā tad:

$$d = \frac{Q}{\pi \cdot h \cdot v}.$$

Dotai diametra akai vēlamais filtra gaŗums būtu:

$$h = \frac{Q}{d \cdot \pi \cdot v}.$$

Jānoskaidro v lielums. Pēc Gross'a, ņemot vērā praktiskus novērojumus var v — pieņemt uz sekojošu apcerējumu pamata. Ja 60% smilšu graudiņu ir lielāki par 1 mm, tad v nedrīkst būt lielāks par 0,002 m/sek. Ja 40% vai vairāk no ūdensnesēja smilšu graudiņiem ir mazāki par d = 0,5 mm, tad v nedrīkst būt lielāks par 0,001 m/sek. Bet ja 40% graudiņu ir no 0 līdz 0,25 mm rupjuma, tā kā tas ir peldsmiltī, tad v nedrīkst būt lielāks par 0,0005 m/sek. Tā tad, ņemot π — vietā absolūto skaitli 3,14, varam izteikt filtra diametru ar formulu:

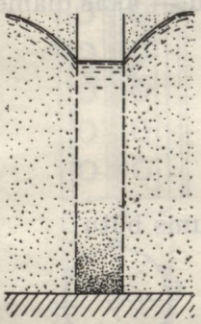
1. gadījumā $d = \frac{Q}{0{,}006 \cdot h}$,

2. „ $d = \frac{Q}{0{,}003 \cdot h}$

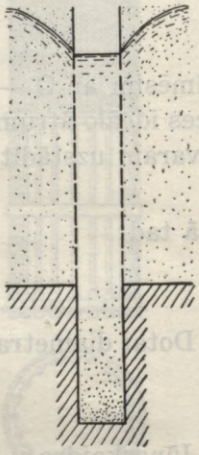
un 3. „ $d = \frac{Q}{0{,}0015 \cdot h}$.

Lai izzinātu, kuŗam no 3 gadījumiem dotā smilts atbilst, viņa jāizsijā caur sietiem ar 1,00, 0,5 un 0,25 mm aculieluma, un jāizmēra vai jānosveŗ palikušie uz sieta vai caurgājušie smilšu daudzumi.

Ja smilšu graudiņi ir dažādi, smalka smilts maisīta ar rupju smilti, tad sākumā no jaunas akas ūdeni stiprāk izpumpējot smalkākās daļiņas tiks ievilktas akā un paliks aiz akas sienas rupjākās daļiņas, tā tad smiltis ap filtru sagrupēsies tāpat kā mākslīgi ietaisītā filtrā: ap caurumiem paliks visrupjākie graudiņi, tad nāks smalkāki un t. t. un tādā kārtā izveidosies pats no sevis ī s t s d a b i s k s f i l t r s.



120. zīm. Piesērējis filtrs.

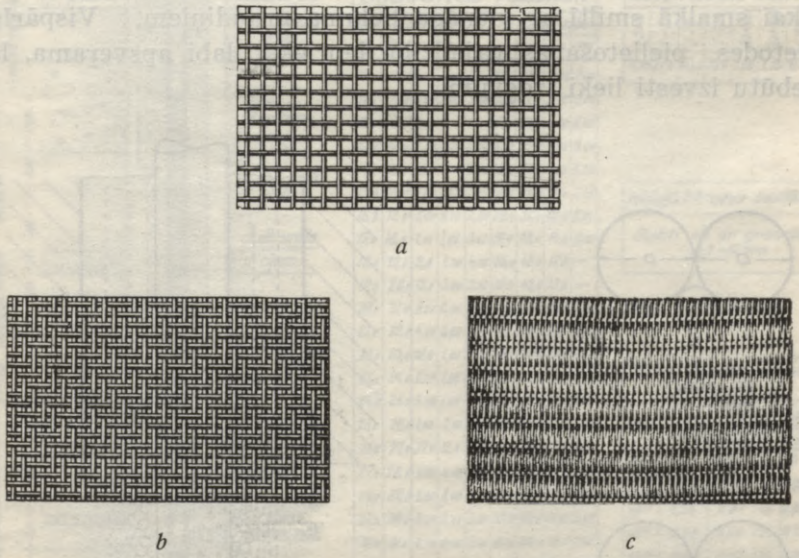


121. zīm. Padziļināts filtrs.

Šādā gadījumā filtra akas dibenā sakrājas smilts, no kuŗas filtrs jāiztīra (zīm. 120.), ko izdara ar urbjamo instrumentu palīdzību, ja aka ir dziļa. Seklā akā var ar rokas kausu smiltis izsmelt. Ja tomēr būtu jāparedz, ka arī uz priekšu akā varēs ietikt smiltis, tad ieteicams aku iegremdēt dziļāk ūdensblīvā slānī (zīm. 121.), kas dod iespēju smiltij uzkrāties filtra dibenā, un nesamazināt filtra tilpumu resp. ieteces caurumu kopplatību.

jo tas būtu bijis par iemeslu ieteces ātruma pieaugumam un filtra vēl straujākai piesērēšanai.

Tomēr gadījumi, kad var iztikt ar dabisku filtru vien, ir samērā reti. Parasti gan, lai aku izsargātu no piesērēšanas, vajadzīgs caurumaino filtra stāvu aplikt ar kādu mākslīgu filtru. Senāk un daudzreiz arī vēl tagad apliek caurumaino daļu ar metalla tīklu vai audumu (zīm. 122. a., b., c.). Metalla audums jātaisa no izturīga metalla, tā tad no vaŗa, vai misiņa, vai fosfōrbronzas. Priekšroka dodama vaŗam, viņam piemīt liels sīkstums un izturība pret ūdens iedarbību. Filtrtīkla acu lielums jāpieskaņo grunts graudiņu lielumam, kas jā-



a *b* *c*

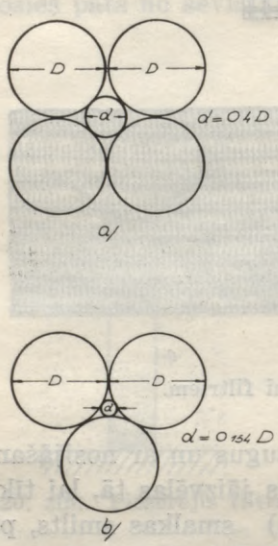
122. a., b., c. zīm. Metallaudumi filtriem.

noskaidro pie akas urbšanas, ņemot paraugus un ar nosijāšanu noteicot graudiņu rupjumu. Acu lielums jāizvēlas tā, lai tīkls aizturētu kādu 50—60% (svara procenti) smalkas smilts, pie rupjākas smilts procentu ņem lielāku. Smalkās daļiņas, kas pie stiprākas proves pumpēšanas ievilktas akā, izņem ārā, kamēr rupjās daļiņas izveido ap audumu it kā dabisku filtru. Jo vienlīdzīgāka rupjuma grunts graudiņi, jo mazāks procents tāda materiāla drīkst iziet caur filtru, jo citādi dabiskā filtra izveidošanās būtu apgrūtināta. Ja auduma acu lielums nav pareizi izvēlēts, un ir par mazu, tad nevajadzīgā kārtā tiek palielināta

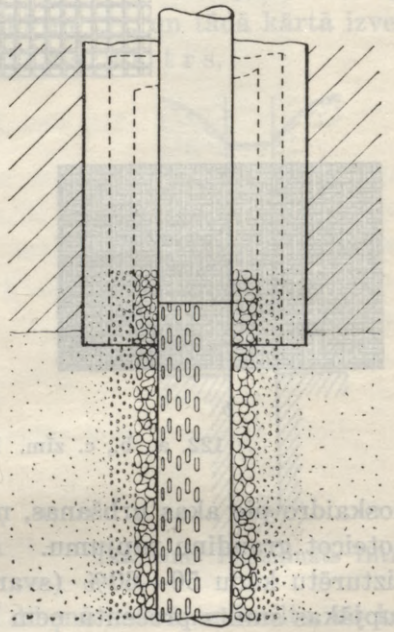
akas ieteces pretestība. Otrādi, pie pārāk lieliem caurumiem aka var drīzā laikā piesērēt.

Filtraudumu piestiprina uz filtrstāva vai ar pielodēšanu vai aptīšanu ar drāti vai ar uzliktņiem. Pie smalkiem audumiem ir izdevīgi rupju audumu vai palikt apakš smalkā, vai uz viņa virsū.

Cits līdzeklis, kā izsargāties no akas piesērēšanas smalkā smiltī ir mākslīgie s m i l š f i l t r i resp. o ļ u f i l t r i. Akas filtra stāvu aizbeŗ ar dažāda lieluma smilšu un oļu kārtām. Lai to panāktu, vajadzīgs aku izurbt daudz lielāka diametra, lai paliktu pietiekoši liela starpa starp apvalkcauruli un akas cauruli. Tas sadārdzina akas urbšanu, un šo metodi pielieto tikai smalkā smiltī ar vienāda lieluma graudiņiem. Vispārīgi metodes pielietošanas vajadzība iepriekš labi apsveŗama, lai nebūtu izvesti lieki izdevumi.



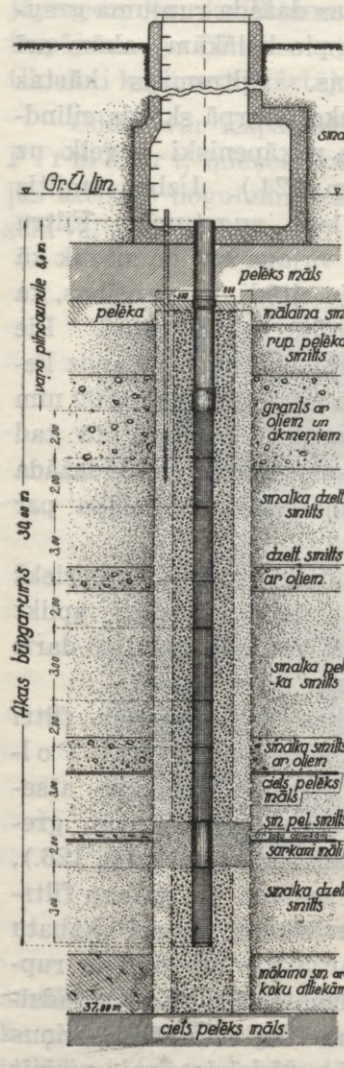
123. zīm. Filtrmateriāla graudiņu lieluma attiecības.



124. zīm. Smilšu filtrs.

Pie smilšfiltriem no svara pareizi izvēlēt katras šķiras graudiņu lielumu. Nākošiem rupjākiem graudiņiem jābūt tik lieliem, lai iepriekšējie nevarētu iziet cauri. Ja teōrētiski pieņemam graudiņus lodes veidīgus (zīm. 123.) un graudiņus

domājamies ievietotus ar vislielākām starpām, tad d var būt 0,4 D. Bet pie blīvas graudiņu ievietošanās d ir tikai 0,15 D. Praktiski var pieņemt, ka katram nākošam graudiņu diametram



Filtrakas garengriezums (№ 91).

Sijāšanas rezultāti.

Dziļums no	Dziļums līdz	Sieta acu lielums m/m 3	2	1	0,5	0,25	0,10	<0,10
10,0	11,0	—	0,20	0,20	2,5,0	52,4	15,20	7,00
11,0	12,0	0,60	1,80	7,80	62,8	21,6	3,20	0,20
12,0	13,0	2,20	1,40	4,00	57,0	28,2	6,80	0,20
13,0	14,0	2,60	2,20	6,20	53,2	29,0	6,60	0,20
14,0	15,0	3,40	4,00	8,30	48,9	27,0	6,00	0,20
15,0	16,0	1,20	1,80	5,20	40,8	40,2	10,4	0,40
16,0	17,0	0,40	0,20	2,80	29,4	51,4	15,0	0,80
17,0	18,0	1,00	1,60	3,40	31,4	48,4	14,0	0,20
18,0	19,0	2,8	1,00	4,00	26,4	48,8	17,0	—
19,0	20,0	15,0	3,00	2,80	19,8	45,8	13,8	—
20,0	21,0	0,20	0,80	3,80	18,0	37,0	20,0	0,40
21,0	22,0	4,00	0,80	2,20	14,5	39,3	18,4	0,60
22,0	23,0	10,8	1,00	4,20	18,0	47,0	20,0	0,60
23,0	24,0	0,20	1,60	5,80	15,8	31,0	25,0	1,00
24,0	25,0	0,60	1,60	8,40	19,2	50,0	19,2	0,40
25,0	26,0	1,60	3,00	10,6	15,0	44,0	23,0	0,80
26,0	27,0	27,0	12,0	9,40	9,80	24,8	15,0	0,60
27,0	28,0	1,80	4,40	10,0	14,0	48,0	21,6	0,40
28,0	29,0	0,80	0,60	4,20	9,00	60,6	22,0	2,20
29,0	30,0	0,80	0,80	0,80	10,0	63,2	21,0	2,80
30,0	31,0	0,40	0,40	0,40	8,40	69,4	19,2	1,80
31,0	32,0	7,00	8,20	4,20	11,8	41,6	21,4	5,00
32,0	33,0	2,00	5,00	5,00	16,0	46,4	20,0	4,00
33,0	34,0	0,60	0,80	0,40	1,80	62,8	29,2	4,60
34,0	35,0	0,40	1,00	1,20	1,80	30,0	40,8	4,80
35,0	36,0	1,20	2,20	1,60	2,60	31,2	36,0	5,20
36,0	37,0	21,0	7,40	5,40	8,20	18,4	28,0	10,8

Ārejā apbēruma granulometriskais sastāvs.

>5 mm	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	<0,10	
0,00	27,8	53,2	16,0	1,60	1,20	0,20	100%

Iekšejā bēruma sastāvs.

Sijāti oli ar graudiem ϕ 4 –10 mm

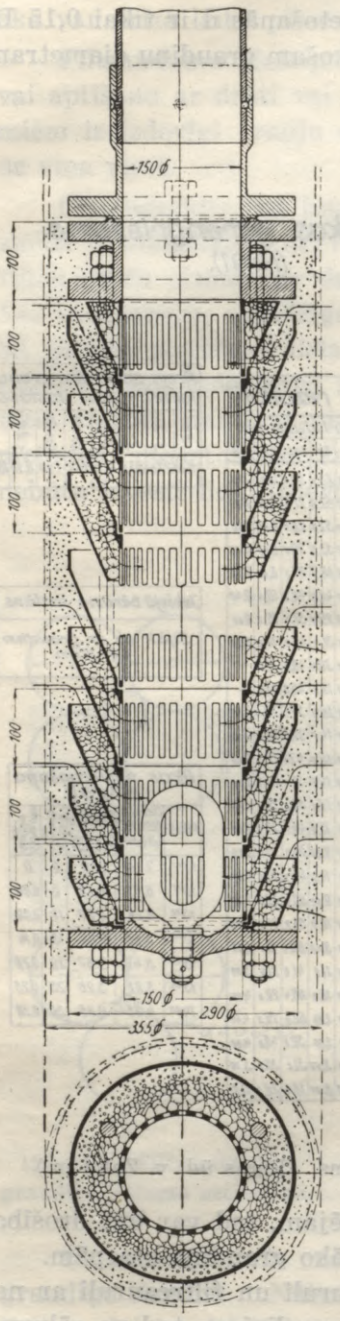
Akas nosūknošana 1935.g. 29.IV.

Pkst	Ūdens līmeņa atzīmes virs kronšt. akā (kg)	novērošanas caurulē	atšķirība	ūdens daudzums l/sek
13^{00}	7,16	7,16	0	0
13^{15}	6,89	6,75	5	0,06
13^{30}	6,28	6,37	10	0,09
13^{45}	5,86	6,00	15	0,14
14^{00}	5,47	5,67	20	0,20
14^{15}	5,01	5,26	25	0,25
14^{30}	4,53	4,85	30	0,30

125. zīm. Rīgas filtrakas garengriezums. (Rīgas ūd. v. Zaķu m.)

jābūt 3—5 reiz lielākam kā iepriekšējam, tad var būt drošība, ka mazākie graudiņi neies cauri lielāko graudiņu starpām.

Ja aizbeŗ starpu starp urbjcauruli un filtrcauruli ar neškiŗotu materiālu, dažāda rupjuma graudiņiem, tad no sākuma stiprāk pumpējot attīstīsies smilšu filtrs uz dabiska ceļa. Tomēr



126. zīm. Kabatu filtrs Pollemsā.

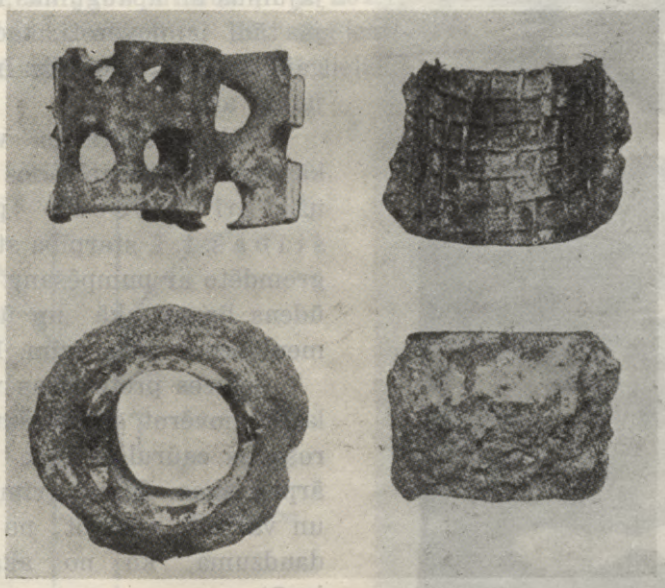
tas nav tik droši, kā sastādot filtru no dažāda rupjuma graudiņu materiāla atsevišķi. Parasti ievieto divas kārtas dažāda rupjuma graudiņus, bet pie lielākām akām arī trīs kārtas. Filtrsmilts kārtas iebeŗ, ieliekot starpā skārda cilindrus, kuŗus pakāpeniski pavelk uz augšu (zīm. 124.). Uzbeŗ smiltis katrreiz 1 m augstumā. Filtru biezumam vajaga būt ne mazāk kā 100 mm, jo citādi nav drošības, ka smalkā smilts neizies cauri. Pie lielākām akām starpa ir daudz lielāka. Rīgā urbjcaurums ir 800 mm un filtrcaurule 150 mm, tā tad starpa, kas pildīta ar 3 dažāda rupjuma materiālu ir lielāka par 300 mm.

Caurumaino filtrstāvu iepriekš apbēršanas nav vajadzīgs aplikt ar tīklu, lai gan nav ļauni to darīt ar rupju acu (2 cm) tīklu.

Sevišķas konstrukcijas filtri ir t. s. kabatu filtri Pollemsa. Ietaise sastāv no atsevišķiem čuguna asfaltētiem gredzeniem ar kabatām (zīm. 126.), no kuŗām sastāda jau gatavu filtrstāvu virs zemes, un arī kabatu piepilda ar 3 kārtām dažāda rupjuma filtrmateriāla. Kad vajadzīgā gaŗuma filtri sastādīti, viņus nolaiž akā. Šādai ietaisei piemīt dažādas priekšrocības. Vispirms jau liels labums tas, ka visu filtru var sastādīt virs zemes, un arī liels labums tas, ka var iztikt ar mazāku urbšanas diametru. P. p., filtraka ir d =150 mm, tad ka-

batu ārējais diametrs var būt ap 290 mm, un urbšanas caurums pietiekošs ar 350 mm. Lai akas piesērēšanas gadījumā filtru varētu izvilkt, pie viņa piestiprina sevišķas osas. Tomēr jāparedz, ka izvilkšana būs grūta un daudzreiz nemaz nav iespējama, jo filtrs saaug ar dzelzs un kaļķa sacementējumiem tik cieti kopā ar apkārtējo grunti, ka viņu atdalīt nav iespējams.

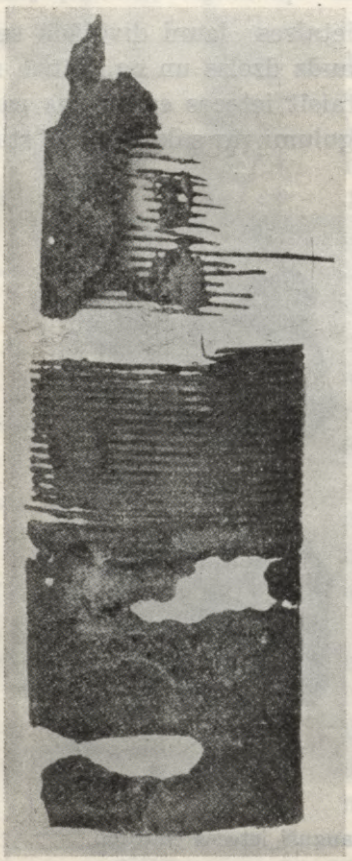
Ūdens var iespaidot ieteces ietaises ļauni divējādā ceļā. Pirmkārt, ūdeņos, kas satur daudz dzelzs un ogļskābus sāļus attīstās nogulumi, kas var aiztaisīt ieteces caurumus pavisam vai pa daļai (zīm. 127.). Šādi nogulumi var sakrāties arī starp



127. zīm. No dzelzsskābes aizauguši ieteces caurumi.

smilšu graudiņiem caurumu tuvumā un saķitēt viņus tik cieti, ka var izveidoties par cietu masu, kas ūdens pieteci pilnīgi izslēdz. Arī sērūdeņradis pārvēršot metallus par sērsavienojumiem var aizķepināt filtrsieta caurumus. Nav pazīstami praktiski līdzekļi kā šos ļaunumus novērst. Visādā ziņā vēlams filtrsietu taisīt no tāda materiāla, kas neciestu no skābēm, un tad varētu mēģināt nogulumus no akas iekšpuses atkausēt un atskalot ar skābēm. Tādi materiāli ir māla izstrādājumi un nerūsējošais tērauds.

O t r k ā r t, ūdeņi, kas satur agresīvu ogļskābi, mīksti ūdeni, šķīdina lielāko daļu metallus, no kuŗiem taisa aku filtrus. Visātrāk bojājas dzelzs (zīm. 128.) un cinks, izturīgāki ir čuguns un vaŗš. Misiņš, kas satur cinku, arī viegli tiek saēsts. Bojājošas ūdens īpašības dažreiz vēl pastiprina galveniskās strāvas, kas ceļas zem zemes skābju iespaida, sevišķi tādās vietās, kur saduŗas dažādi metalli, p. p., lodējumu vietās.



128. zīm. Gruntsūd. bojāta dzelzs akas caurule.

Kā jau minēts, līdzekļu novērst iespējamos filtrstāvu bojājumus un apaugumus nav, un, ja tādi ir novēroti, tad vienīgais drošais līdzeklis ir taisīt jaunu aku.

Līdz ar filtra un viņa apkārtnes sacementēšanos palielinās arī i e t e c e s p r e t e s t ī b a s, t. i. starpība starp nogremdēto ar pumpēšanu gruntsūdens līmeni akā un ūdens līmeni ārpus akas (zīm. 129.).

Ieteces pretestības var vislabāk novērot ar sevišķu novērošanas cauruli, kuŗu ietaisa ārpus akas filtra (zīm. 130.), un var arī novērot no ūdens daudzuma, ko no akas var iegūt.

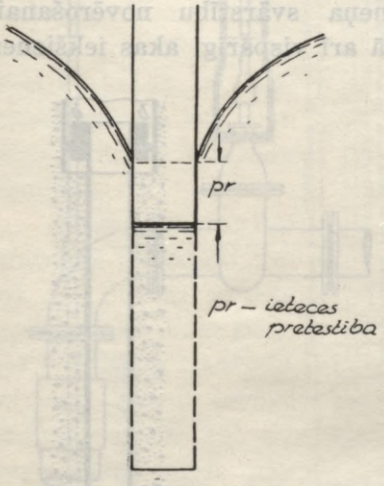
Pēc P r i n z'a novērojumiem, kādas pilsētas akā (zīm. 131.) ūdens devība otrā akas darbības gadā bija tikai 78% no sākuma devības, 8. gadā vēl 38% un 11. gadā tikai 30,5%. Sākot ar 5. gadu samazināšanās notiek pēc taisnas līnijas un tā tad 25 gadā novērotā aka būtu apstājusies dot ūdeni. Būtu šādos gadījumos nepareizs, vēl pats par sevi bez speciāliem pētījumiem, slēdziens, ka gruntsūdens pietece ir samazinājusies, jo akas dotais ūdens daudzums bija samazinājies tikai no tā, ka akas apkārtne bija palikusi ūdeni cauri nelaidoša. T h i e m'a

pētījumi norādīja, ka ir noteikta sakarība starp ieteces pretestībām un nopumpētā ūdens daudzuma un līmeņa nogrimšanas akā (zīm. 132.). Skaitliski noskaidrotas tādas attiecības:

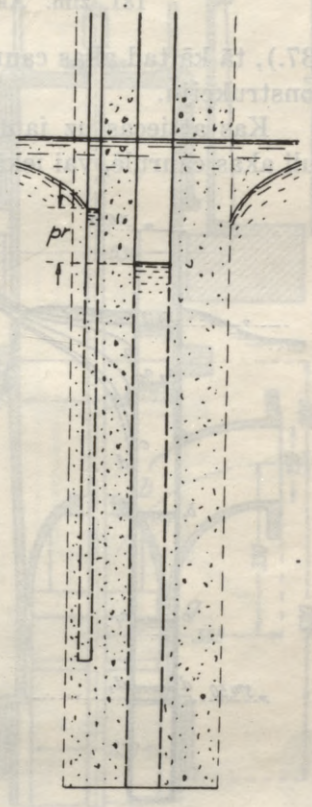
pumpētais ūdens daudzums	1,76	2,83	3,50	4,21 sl.
pretestība	0,130	0,360	0,780	0,900 m

pie attiecīgām līmeņa nokrišanām akā.

Akas filtrstāvu piestiprina pie akas caurules, kas paceļas tuvu līdz zemes virsai, un ko noslēdz ar akas galvas konstrukciju. Akas caurule, kā jau minēts (l. p. 201.), var arī būt iekārtota kā sūcējcaurule. Akas caurule var būt lielāka

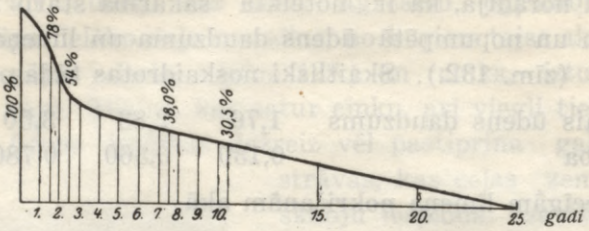


129. zīm. Ieteces pretestība akā.



130. zīm. Novērošanas caurule pretestību noteikšanai.

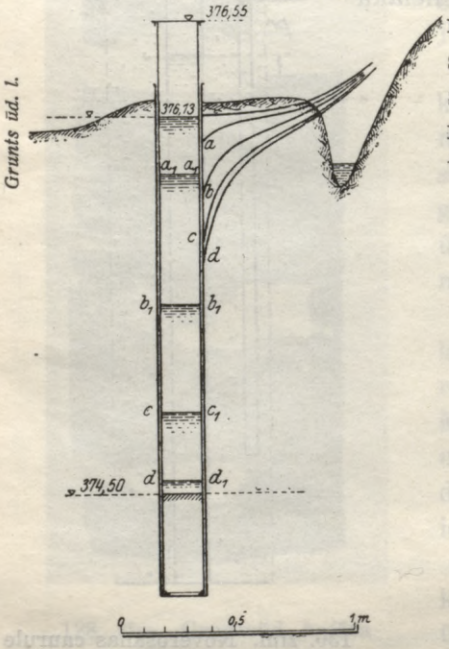
diametra kā filtrstāvs, ar to nolūku, lai pēdējo varētu izcelt ārā, kad būtu vajadzība viņu tīrīt. Tādā gadījumā savienojums būtu jātaisa ar gumijas gredzena noblīvējumu (zīm. 133.). Bet uz filtrstāva izvilkšanu nav jāliek cerības, jo filtra aizaugšana un visas tuvākās grunts sacietēšanās var to neatļaut. Tādēļ labāk ir, ja filtrstāvu savieno ar akas cauruli blīvi (zīm.



131. zīm. Akas devības samazināšanās.

137.), tā kā tad akas caurule kopā ar filtru sastāda vienu veselu konstrukciju.

Kas attiecas uz jautājumu vai ielikt atsevišķu sūcējcauruli akas caurulē, vai iekārtot pašu akas cauruli kā sūcējcauruli, tad tam var būt atrisinājums no dažāda kiedokļa. Atsevišķai sūcējcaurulei tas labums, ka visa akas iekšiene pieejama kā līmeņa svārstību novērošanai, tā arī vispārīgi akas iekšienes



132. zīm. Akas pretestība atkarībā no nopumpēšanas dziļuma un daudzuma.

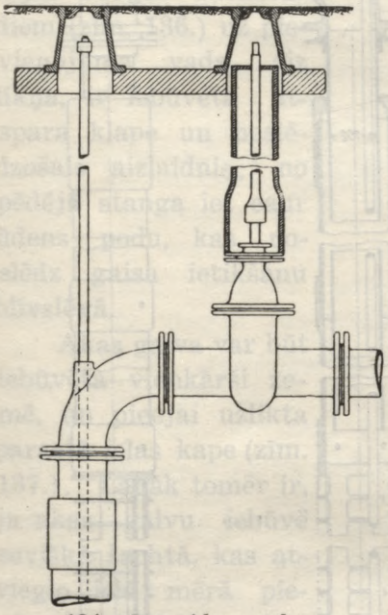


133. zīm. Filtrstāva piestiprināšana pie akas caurules.

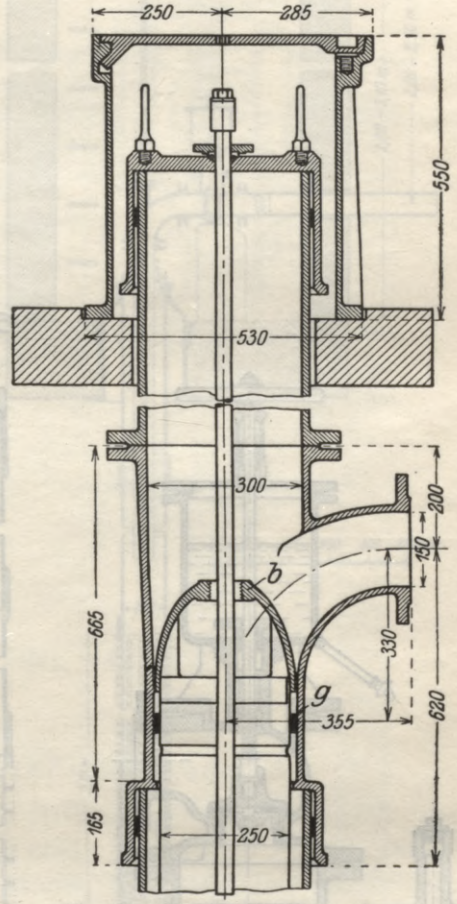
pārbaudījumam, izvelkot sūcējcauruli. Kopīgai ietaisei turpretim tas labums, ka ietaupa izdevumus uz sūcējvadu, un arī akas caurule var būt mazāka, jo viņā nav vēl jāievieto sūcējvads. Ja ir atsevišķa sūcējcaurule, tai jāsniedzas vismaz 1 m zem viszemākā nopumpējamā ūdens līmeņa, jo pie mazāka

dziļuma varētu sūcējvadā ietikt gaiss. Akas caurules taisa no tērauda vai čuguna, bet sūcējvadiem ieteicams materiāls ir vaņš.

A k a s g a l v a noslēdz akas augšējo daļu un noder akas pieslēgšanai kopīgam krājvadam, kā arī akas noslēgšanai pret netīrumu ietikšanu no ārienes. Visvienkāršākais akas galvas izveidojums sastāv no līkņa, pie kuŗa pievienojams savienošanas vads un aizlaidnis tūlīt aiz līkņa (zīm. 134.). Uz līkņa



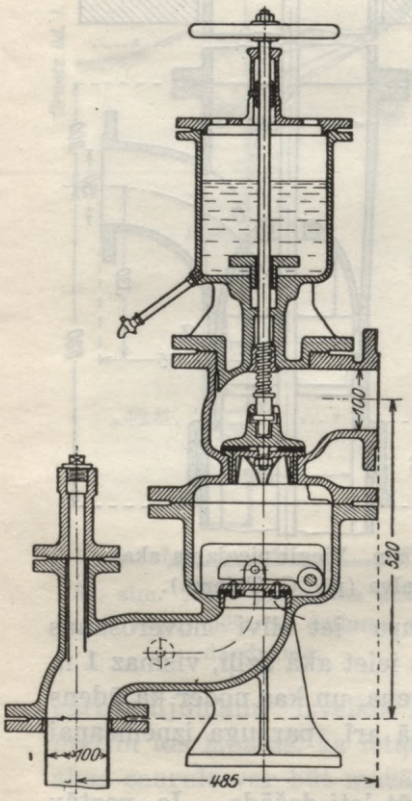
134. zīm. Akas galva.



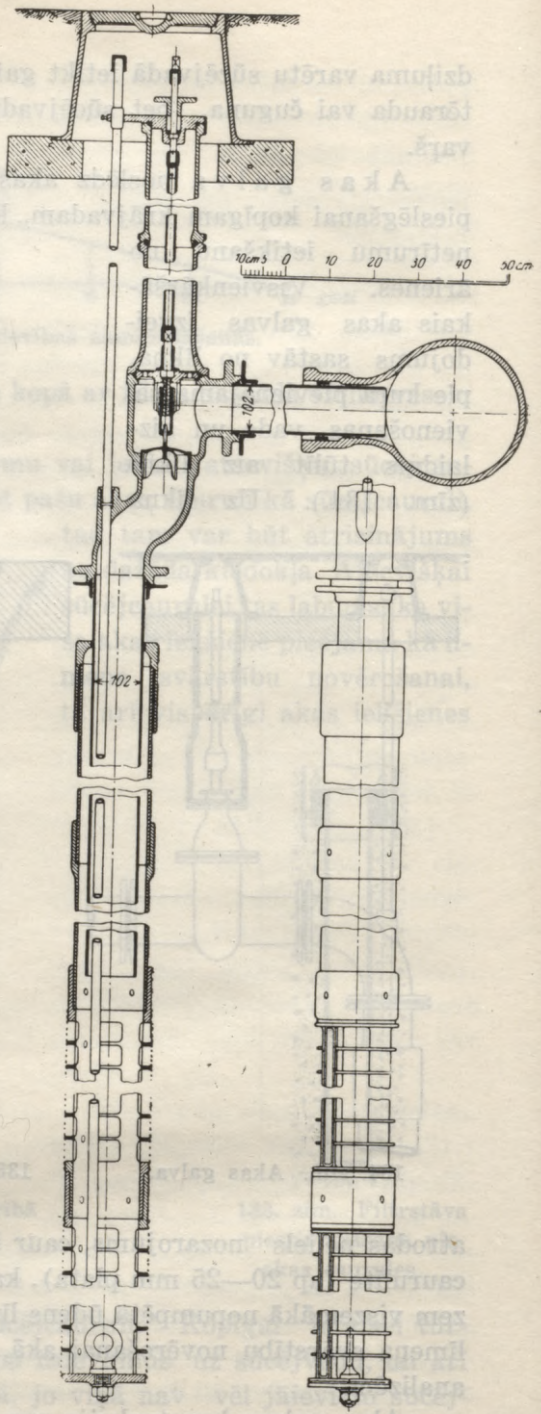
135. zīm. Viegli pieejama akas galva (pēc G. Thiema).

atrodas neliels nozarojums, caur kuŗu iet blīvi novērošanas caurulīte (ap 20—25 mm plata), kas ieiet akā dziļi, vismaz 1 m zem viszemākā nopumpētā ūdens līmeņa, un kas noder kā ūdens līmeņa svārstību novērošanai akā, tā arī parauga izņemšanai analizēm.

Akas galvas konstrukcija var būt ļoti dažāda. Ja pastāv vajadzība viegli pietikt pie akas iekšējās daļas, p. p., tīrīšanas



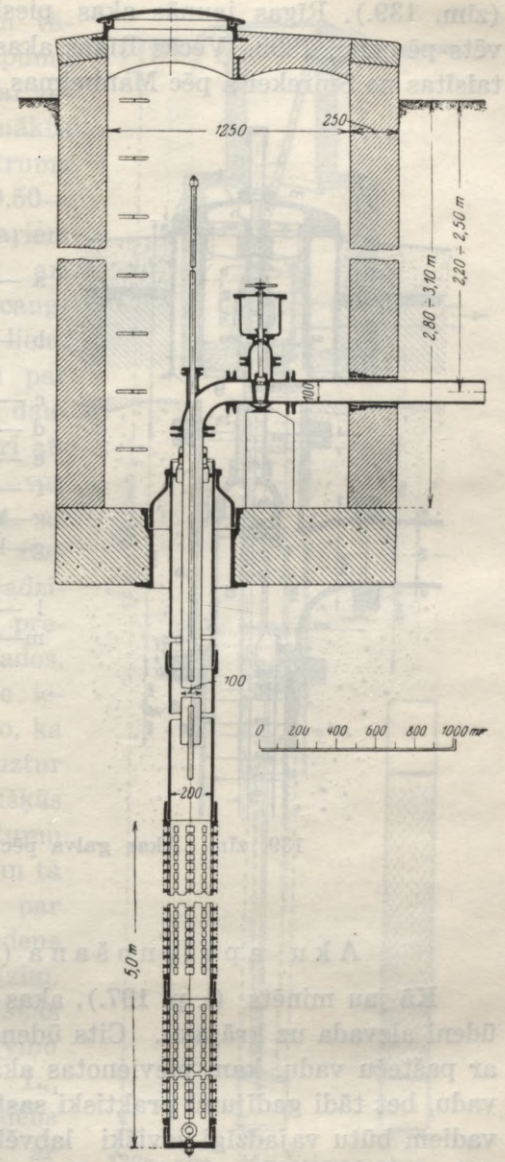
136. zīm. Akas galva Prāgas ūd. v.



137. zīm. Thiema cauruļu aka.

nolūkā, tad akas cauruli ar nesamazinātu diametru paceļ līdz augšai un piestiprina uz viņas viegli atdalāmu uzmaucāmu vāku (zīm. 135.). Arī sūcējvads ir viegli izceļams. Noblīvējumi visās vietās, kur tas vajadzīgs, ir pie Thiem'a akām ar gumijas gredzeniem. Pēc Prinz'a konstrukcijas Prāgas ūdensvadiem (zīm. 136.) uz pievienojuma vada, aiz līkņa, ir iebūvēta atspara klape un noslēdzošais aizlaidnis; no pēdējā stanga iet caur ūdens podu, kas noslēdz gaisa ietikšanu blīvslēgā.

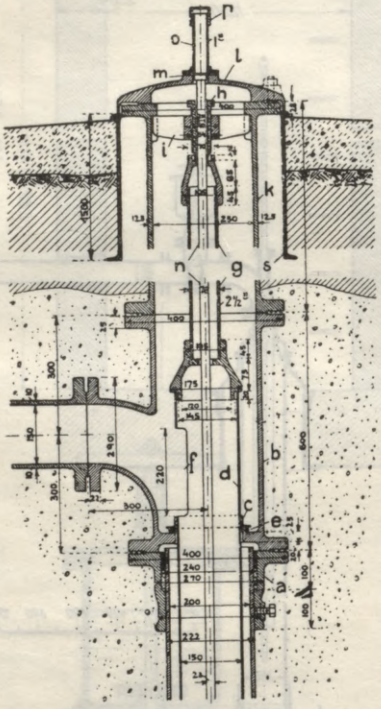
Akas galva var būt iebūvēta vienkārši zemē, un pieejai uzlikta parastā ielas kape (zīm. 137.). Labāk tomēr ir, ja akas galvu iebūvē sevišķā šachtā, kas atvieglo lielā mērā pieeju pie dažādām akas daļām (zīm. 138.). Šachtu izbūve tomēr dārgi maksā un viņu izved tikai sevišķu akas galvas konstrukciju novietošanai (zīm. 136.), p. p., ja vēlas akas devīgumu pārbaudīt ar pārnesamiem ūdens mērītājiem, kas jāievieto akas galvā.



138. zīm. Cauruļu aka pēc Prinza.

Akas galvas konstrukcija izveidota arī no Brinkhaus'a

(zīm. 139.). Rīgas jaunās akas pieslēgums sifonvadam izbūvēts pēc zīm. 139b. Vecās Rīgas akas (Bukult'a 1. izbūves) taisītas no Smreker'a pēc Manheimas aku parauga (zīm. 139a.).



a — fasongabals pie akas caurules,
b — savienojuma gabals ar sifonvadu,
c — gala gredzens,
d — sūcvada noslēgums,
e — gumijas gredzens,
f — sūcvada sāņnotece,
g—k — noslēguma pieblīvējums
g—k — noslēguma pieblīvējums,
l — akas vāks,
m—p — novērošanas caurules iebūve.

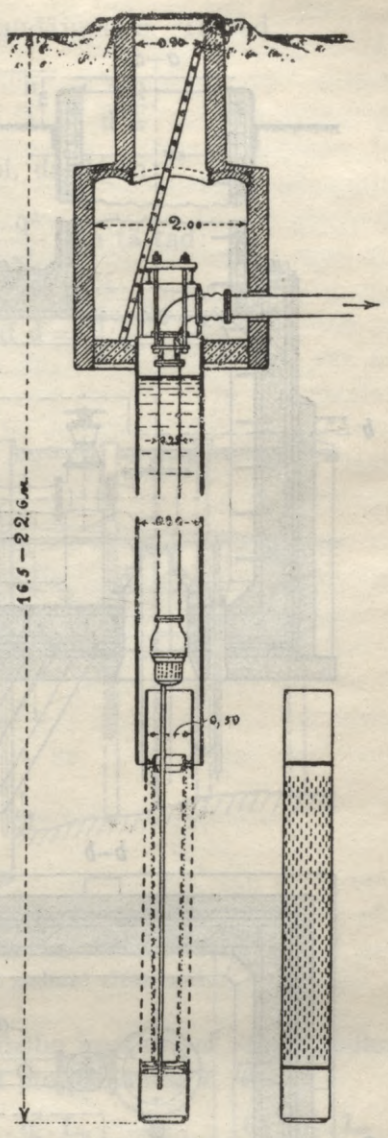
139. zīm. Akas galva pēc Brinkhaus'a.

Aku apvienošana (sifonvads).

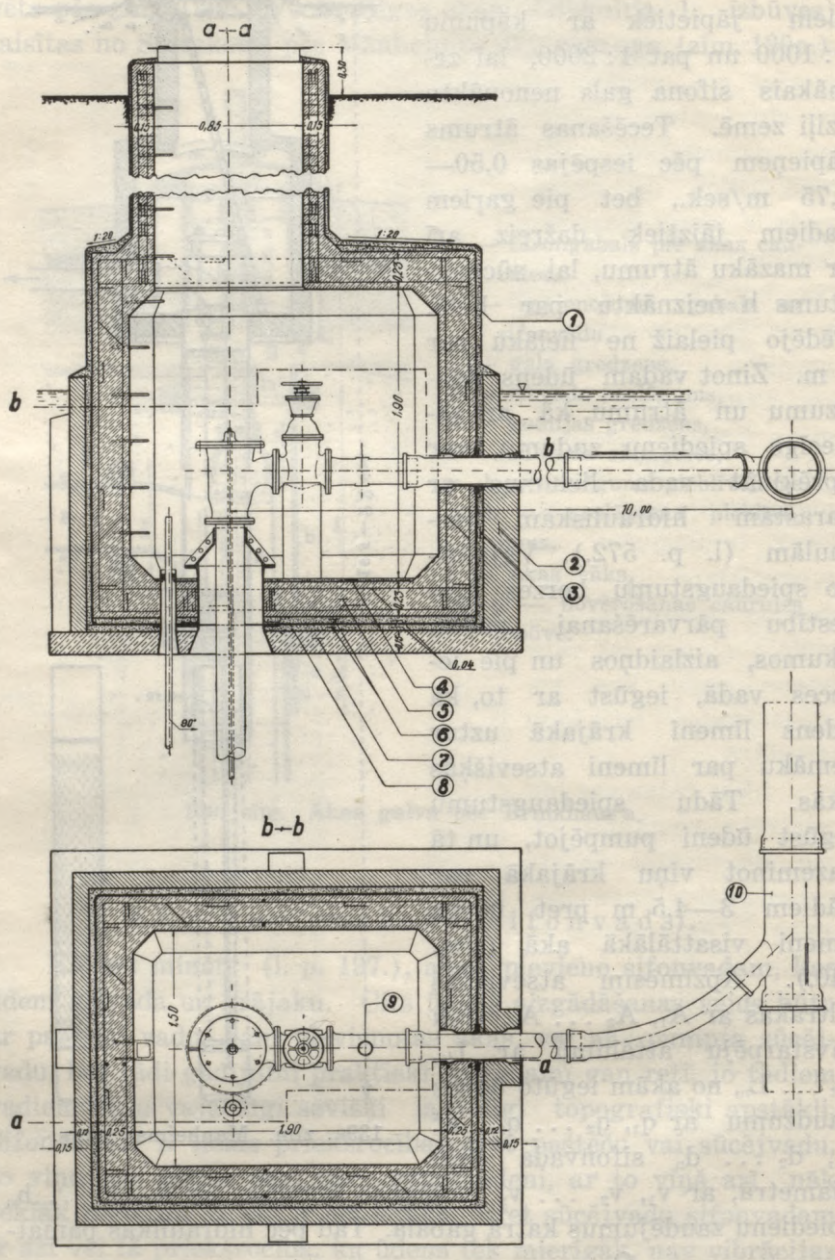
Kā jau minēts (l. p. 197.), akas pievieno sifonvadam, kas ūdeni aizvada uz krājaku. Cits ūdens aizgādāšanas veids būtu ar pašteču vadu, kam pievienotas akas, vai ar pumpja sūcējvadu, bet tādi gadījumi praktiski sastopami gan reti, jo tādiem vadiem būtu vajadzīgi sevišķi labvēlīgi topografiski apstākļi. Sifonvadam ir lielas priekšrocības pret pašteču vai sūcējvadu, jo viņu var nolikt pāri par gruntsūdeni, ar to viņš arī nāk seklāk zemē un tā tad ir arī lētāks. Pret sūcējvadu sifonvadam ir arī vēl tā priekšrocība, ka ūdens tek mierīgāk, nav vibrācijas kā tas ir pie pumpēšanas.

Sifonvadu liek ar kāpumu uz krājakas pusi, tā kā visaugstākā vieta ir pie krājakas. Kāpums var būt pie īsiem vadiem

1: 100, bet pie gaŗākiem vadiem jāpietiek ar kāpumu 1: 1000 un pat 1: 2000, lai zemākais sifona gals nenonāktu dziļi zemē. Tecēšanas ātrums jāpieņem pēc iespējas 0,50—0,75 m/sek., bet pie gaŗiem vadiem jāiztiek dažreiz arī ar mazāku ātrumu, lai sūcaugstums h neiznāktu par lielu. Pēdējo pielaiž ne lielāku par 7 m. Zinot vadam ūdens daudzumu un ātrumu, kā arī attiecīgo spiedienu zudumu, var aprēķināt vada lielumus ar parastām hidrauliskām formulām (l. p. 572.). Vajadzīgo spiedaugstumu berzes pretestību pārvarēšanai vados, līkumos, aizlaidņos un pie ieteces vadā, iegūst ar to, ka ūdens līmeni krājakā uztur zemāku par līmeni atsevišķās akās. Tādu spiedaugstumu iegūst ūdeni pumpējot, un tā pazeminot viņu krājakā par kādiem 3—4,5 m pret ūdens līmeni visattālākā akā (zīm. 140.). Apzīmēsim atsevišķās filtrakas ar A_1, A_2 ... A_n, viņu savstarpēju attālumu ar L_1, L_2 ... L_n, no akām iegūto ūdens daudzumu ar q_1, q_2 ... q_n, ar d_1, d_2 ... d_n sifonvada daļu diametrā, ar v_1, v_2 ... v_n tecēšanas ātrumus un h_1, h_2 ... h_n spiedienu zaudējumus katrā gabalā. Tad pēc hidraulikas pamatattiecībām $v = \frac{Q}{F}$, un pēc Šēzi (Chézy) $v = c\sqrt{R.J}$, pie kam hidr. radijs pie pilna vada ir $R = \frac{d^2\pi}{4} : d\pi = \frac{d}{4}$ un



139a. zīm. Manheimas akas.



139b. zīm. Filtraku pieslēgums sifonvadam Rīgas ūd. v.

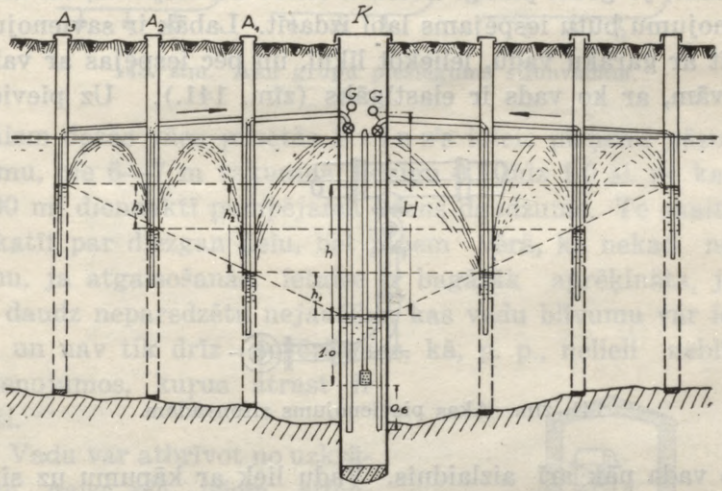
$J = \frac{h}{l}$ kritums vai spiediena zaudējums s. Tā tad

$$v = c \sqrt{\frac{d}{4} \cdot \frac{h}{l}} = \frac{4q}{d^2 \pi}$$

un ņemot izteiksmes otro pakāpi, dabūjam:

$$c^2 \cdot \frac{d}{4} \cdot \frac{h}{l} = \frac{16 \cdot q^2}{d^4 \cdot \pi^2} \quad \text{un tā tad:}$$

$$h = \frac{64 \cdot q^2 \cdot l}{c^2 \cdot d^5 \cdot \pi^2} \quad \text{vai} \quad d = \sqrt[5]{\frac{64 \cdot q^2}{c^2 \cdot \pi^2 \cdot J}}.$$



A — atsevišķa aka
h — spiediena zudumi
K — krājaka
G — gaisa izsūcējs

140. zīm. Spiediena zudumi sifonvadā.

Ar šo pamata formulu palīdzību aprēķinām vai spiediena zudumu h, pie pieņemta d, vai d pie pieņemta J. P. p.:

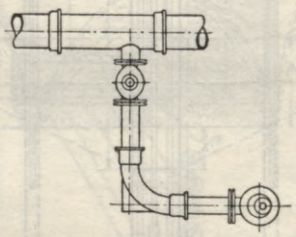
$$h_1 = \frac{64 \cdot q_1^2 \cdot L_1}{c^2 \cdot d_1^5 \cdot \pi^2}, \quad h_2 = \frac{64 \cdot q_2^2 \cdot L_2}{c^2 \cdot d_2^5 \cdot \pi^2} \ldots h_n = \frac{64 \cdot q_n^2 \cdot L_n}{c^2 \cdot d_n^5 \cdot \pi^2}$$

Ar c formulā apzīmēts berzes koef., kuŗu aprēķina vai ar Kutter'a vai Manning'a, vai citu paņēmieniem (l. p. 572.).

Kopīgs spiediena zaudējums, t. i. līmeņu starpība starp attālākās akas nogrimušo līmeni, un viszemāko līmeni krājakā, tad ir:

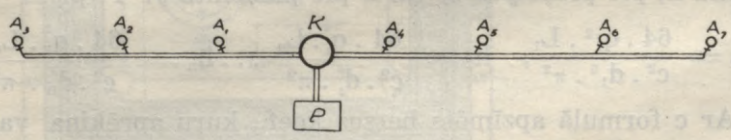
$$h = h_1 + h_2 + \ldots + h_n.$$

Tāds h tad var būt kā minēts 3—4,5 m, un pieskaitot klāt līmeņa nogremdēšanu visattālākā akā un ņemot vērā sifonvada visaugstāko vietu, kopīgais augstums H, t. i. starpība starp visaugstāko sifona vietu un viszemāko ūdens līmeni krājakā, praktiski nedrīkst pārsniegt 7—8 m. Lai sifonvadā neietiktu gaiss, ieņemšanas caurules apakšējai malai un tāpat sifonvada ieteces galam krājakā, jābūt iegremdētiem vismaz 1 m zem viszemākā pielaižamā ūdens līmeņa. Bez tam sifonvada iztecei krājakā jābūt par 0,5—1,0 m, vidēji 0,6 m dziļāk par pumpja sūcējvada apakšmalu. Sifonvada savienošana ar aku var notikt dažādi. Tieši perpendikulārs savienojums nav ieteicams, jo grūti pilnīgi noteikti ielikt nozarojumu, lai atloka savienojumu būtu iespējams labi izdarīt. Labāk ir savienojumu izdarīt ar gaŗāku vadu, ieliekot līkni, un pēc iespējas ar vairāk uzmavām, ar ko vads ir elastīgāks (zīm. 141.). Uz pievieno-



141. zīm. Akas pievienojums sifonvadam.

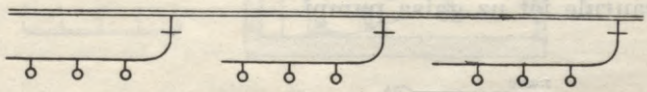
šanas vada nāk arī aizlaidnis. Vadu liek ar kāpumu uz sifonvada pusi. Sifonvadu liek vismaz 4 m, labāk 5 m attālumā no akas, lai būtu drošība, ka caurules gulēs arvien uz cietas grunts, un viņas nebūs iespaidotas no kādiem grunts izskalojumiem pie akas, kas var viegli rasties pie akas stipras izpumpēšanas, ievelkot smiltis akā.



142. zīm. Aku pieslēgums sifonvadam.

Pieslēgt pie sifonvada var tieši katru aku (zīm. 142.), bet, lai samazinātu aizlaidņu skaitu, var akas apvienot grupās (zīm. 143.), un katru grupu ar kopīgu aizlaidni pieslēgt sifonvadam.

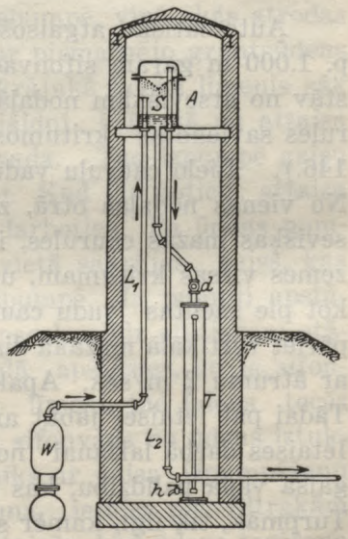
Sifonvada visaugstākajā vietā jāierīko atgaisošanas ietaise. Tāda vajadzīga nevien vada atgaisošanai iekams viņš var sākt darboties kā sifons, bet vajadzīga arī pastāvīgi sakrājušās gaisa izvilkšanai. Ūdens satur dažādas gāzes, kas sastāda maisījumu no gaisa, ogļskābes, sērūdeņraža un c., un ko vienkārši apzīmējam ar gaisu. Bet arī no neblīvām vietām cauruļu savienojumos, aizlaidņos u.t.t. var vadā ietikt gaiss. Cik gaisa ietiek uz pēdējā ceļa vadā, grūti noskaidrot, kamēr gaiss, ko satur ūdens, ir vieglāk ar analizi nosakāms. Pēc novēro-



143. zīm. Aku grupu pieslēgums sifonvadam.

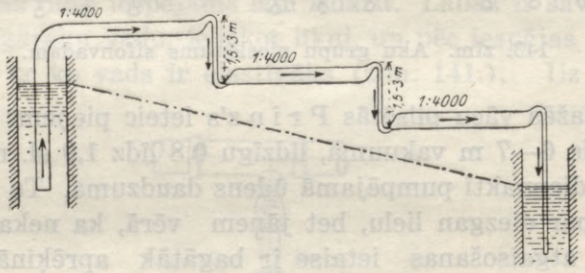
jumiem dažās vācu pilsētās Prinz's ieteic pieņemt gāzu daudzumu, pie 6—7 m vakuuma, līdzīgu 0,8 līdz 1,0 sl. no katriem 1.000 m^3 diennaktī pumpējamā ūdens daudzuma. To skaitli var uzskatīt par diezgan lielu, bet jāņem vērā, ka nekad nav pa ļaunu, ja atgaisošanas ietaise ir bagātāk aprēķināta, jo var būt daudz neparedzētu nejaušību, kas vadu blīvumu var iespaidot, un nav tik drīz novēršamas, kā, p. p., nelieli neblīvumi savienojumos, kuŗus atrast ir grūti.

Vadu var atbrīvot no uzkrājušās gaisa pie īsiem sifonvadiem ar spiedūdens ielaišanu un gaisa izlaišanu caur aizgriezni. Bet tādi gadījumi nāk priekšā reti un parasti vajadzīgas sevišķas ietaises gaisa izsūkšanai. Visvienkāršāk to izdara ar gaisa pumpi, izpumpējot sakrājušos augstākajā vietā gaisu. Gaisa pumpja vietā dažkārt pielieto arī tvaika vai spiedūdens sūkņus (ezektorus). Lai neieplūstu ūdens gaisa pievadā un sūknī, gaisa vadu iebūvē U-veidīgi. Tamlīdzīga ietaise izveidota



144. zīm. Prāgas ūd. v. saņemšanas atgaisošanas tornis.

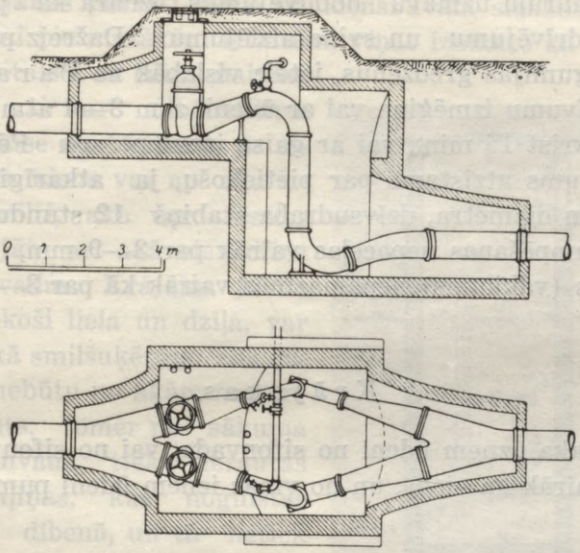
torņveidīgi Prāgas ūdensvadā (zīm. 144.). Pie sifonvada pievienots gaisa katls (w) un no viņa iet uz augšu gaisa vads uz kādu 10 m augstumā atrodošos rezervuāru (A), kuŗa virsējā daļā ietaisīts siets (S), pret kuŗu atsitās ūdens, ja tāds būtu iekļuvis gaisa vadā, un tas izlīst uz rezervuāra dibenu, no kurienes viņu nolaiž uz sevišķu ūdens katliņu (T), torņa apakšā. No pēdējā ūdens notek uz kanālizāciju, vai viņu izpumpē ar rokas pumpi, ja nav iespējams ierīkot dabisku noteci, jo rezervuārs atrodas zem zemes virsas. No augšējā rezervuāra (A), virspus sieta (S) ir gaisa caurules (L_2) ieejas gals, un tālāk gaisa caurule iet uz gaisa pumpi.



145. zīm. Automatiska atgaisošana pēc Lindley'a.

Automatisku atgaisošanas ietaisi Lindley's ierīkojis Baku p. 1.000 m gaŗam sifonvadam ar d= 750 mm. Sifonvads sastāv no atsevišķām nodaļām, kāpienveidīgi, pie kam lielās caurules savienotas kritumos ar mazām caurulītēm (zīm. 145. un 146.). Lielo cauruļu vadu nodaļas iet ar kāpumiem 1: 4.000. No vienas nodaļas otrā, zemākā, ūdens nokrišanai ierīkotas sevišķas mazas caurules, ievietotas šachtā. Kritumi pieskaņoti zemes virsas kritumam, un viņu lielums ir 1,5—3,0 m. Pienākot pie šachtas vadu caurule drusku izliekta uz augšu un tad pāriet vertikālā mazāka diametra caurulē, pa kuŗu ūdenim jātek ar ātrumu 2 m/sek. Apakšā mazā caurule pāriet atkal lielajā. Tādai pat ietaisei jābūt arī izteces galam krājakā (zīm. 146.). Ietaises darbā laišanai nosūc gaisu no augšējiem līkumiem ar gaisa vada palīdzību, kas pieiet visiem atgaisošanas punktiem. Turpmāk, tik ilgi, kamēr sifonvads darbojas, mazās caurulēs ar lielu ātrumu kustošais ūdens rauj līdz gaisu līdz pat izejai krājakā. Lai sifondarbība neaprautos arī pie maza ūdens dau-

dzuma, mazās caurules sadalītas divās daļās ($^2/_3$ un $^1/_3$ no vajadzīgā šķērsgriezuma) un bez tam caurtece rēgulējama ar aizlaidņiem.



146. zīm. Gaisa uzsūkšana Lindley'a ietaisē.

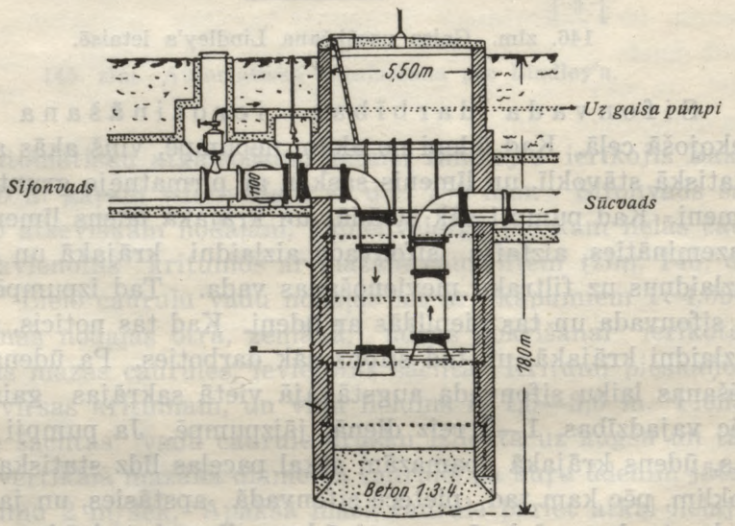
Sifonvada darbības ierosināšana notiek sekojošā ceļā. Kad ūdeni no akām nepumpē, viņš akās atrodas statiskā stāvoklī, un līmenis saskan ar pirmatnējo gruntsūdens līmeni. Kad pumpji sāk strādāt un krājakā ūdens līmenis sāk pazemināties, aiztaisa sifonvada aizlaidni krājakā un attaisa aizlaidņus uz filtraku pievienošanas vada. Tad izpumpē gaisu iz sifonvada un tas piepildās ar ūdeni. Kad tas noticis, attaisa aizlaidni krājakā, un tad sifons sāk darboties. Pa ūdens pumpēšanas laiku sifonvada augstākajā vietā sakrājas gaiss, kas pēc vajadzības, 1—2 reiz dienā, jāizpumpē. Ja pumpji apstājas, ūdens krājakā pamazām atkal paceļas līdz statiskam stāvoklim, pēc kam tad pietece sifonvadā apstāsies, un ja sifonvads atrodas pāri pār gruntsūdens līmeni, tad ūdens tecēs atpakaļ iz sifonvada uz filtrakām, un sifonvads no ūdens iztukšosies. Lai nebūtu vēlāk jāzaudē laiks ar gaisa izpumpēšanu un vada piepildīšanas ar ūdeni no jauna, ietaisa pie filtrakām sevišķas klapes, kas automatiski aiztaisās, kad ūdens tecēšana uz krājakas pusi apstājas, un attaisās, tiklīdz ūdens sāk atkal

tecēt pa sifonvadu. Automatiskām klapēm jādarbojas viegli un uzticami, lai neceltos zaudējumi sūcaugstumā.

Sifonvads jānoliek sevišķi rūpīgi, lai nepaliktu neblīvas vietas. Cauruļu uzmavu noblīvējumus izdara kā parasts, ar virves aizdrīvējumu un svina aizlējumu. Dažreiz pielieto arī sevišķus gumijas gredzenus, ieteic vislabāk no P a r a - g u m i j a s. Blīvumu izmēģina vai ar ūdeni zem 3—4 atm., kas nedrīkst nokrist 15 min., vai ar gaisa izpumpēšanu Pēdējā gadījumā blīvums atzīstams par pietiekošu, ja atkarīgi no vada gaļuma un diametra, dzīvsudraba stabiņš 12 stundu laikā pēc gaisa izpumpēšanas nepaceļas vairāk par 3—9 mm, t. i. sūcspriegums (vakuums) nepamazinās vairāk kā par 3—9 mm.

K r ā j a k a s.

Krājaka uzņem ūdeni no sifonvada, vai no sifonvadiem, ja tādu ir vairāk kā viens, un no viņas ieņem ūdeni pumpju sūcēj-

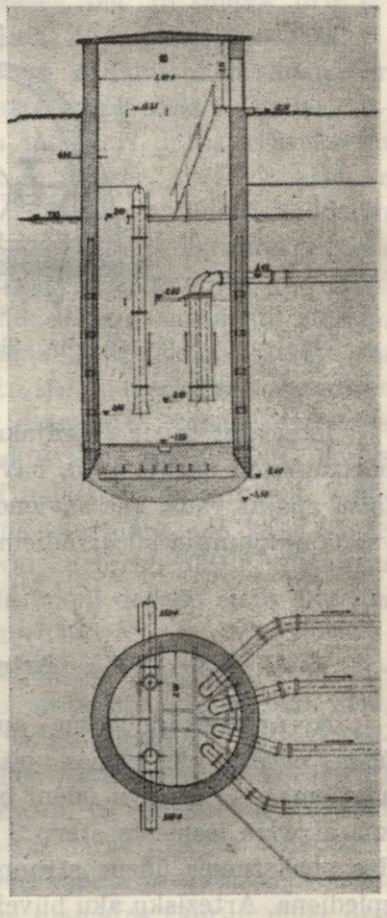


147. zīm. Ķelnes krājaka.

vadi. Krājakas novieto ne tuvāk par 8—10 m no pumpju mājas, lai aku būvējot neapdraudētu mājas pamatus. Krājakas taisa ar diam. 5 m un vairāk, atkarīgi no sifonvadu un sūcēj-

vadu skaita un lieluma, kā arī aizlaidņu daudzuma, kas akā jānovieto. Vadus piekaŗ sijām, kas ieliktas virsdaļā (zīm. 147. un 148.).

Krājakas parasti taisa ar ūdensblīvām sienām un dibenu. Reti, tikai pie mazākām ietaisēm, viņas izmanto kā ūdens ieņēmējakas, taisot ar caurumainām sienām vai ar dibensfiltru. Tāda ietaise nav vēlama, jo ietecējošais ūdens var ap aku izskalot smilti, aka var sēsties un tā bojāt arī akā ievadītos cauruļu vadus. Krājaka. ja viņa pietiekoši liela un dziļa, var noderēt kā smilšuķērējs. Cik rūpīgi arī nebūtu no akām azpumpēta smilts, tomēr no sākuma arī sifonvadā tiek ierautas smilts daļiņas, kas nogulstas krājakas dibenā, un tā netiek ierautas pumpjos, kas varētu bojāt pumpjos virzuļus, ja pumpēšanai lieto virzuļu pumpjus. Sūcējvada gals jāpaceļ augstāk par sifonvada galu vismaz par 0,6 m (l. p. 228.), lai pēdējais atrastos arvien ūdenī un neiesāktu gaisu.

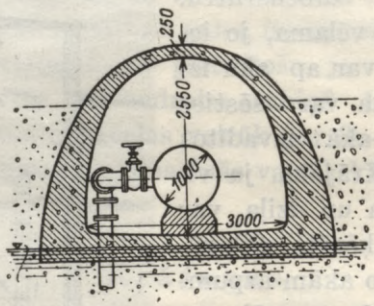


148. zīm. Rīgas krājaka Zaķu m.

Dažreiz krājakas izmanto ķīmisku vielu piejaukšanai ūdenim, ja tā sastāvs to prasa. Aku paceļ vismaz 1 m pāri pār zemes virsu, noslēdz ar vāku un apbeŗ kōnveidīgi ar zemi. Pie lielākām ietaisēm aku paceļ pāri pār zemi tik augstu, ka var ietaisīt ieejas durvis, kas gan tad droši un pilnīgi noslēdzamas, lai pat putekļi nevarētu iespiesties. Iekāpšanai akā iebūvē trepes, vai iemūrē sienā kāpšļus.

Dažreiz sūcējvadus no krājakas līdz pumpju mājai ievieto sevišķās galerijās; tas vajadzīgs, ja jābaidās no vada sēšanās

un blīvuma zaudēšanas. Tāpat galerijās ir ievietoti arī sifonvadi (zīm. 149.), lai varētu viegli atrast un izlabot neblīvumus. Galerijas taisa no mūŗa, betona vai dzelzsbetona (Ķelnē, Frankfurtē a/M. un c.). Tāda ietaise gan garantē sifonvada uzticamu rīcību, bet viņa ir dārga un pielietojama tikai sevišķi grūtos grunts apstākļos.



149. zīm. Sifonvads galerijā.

Ieteicams taisīt 2 krājakas, lai remonta gadījumā neceltos pārtraukumi darbībā. Ja nav paredzētas 2 krājakas, tad jāietaisa apejas vads, kas savieno vajadzības gadījumā tieši sifonvadus ar pumpja sūcējvadiem.

C. Arteziskās akas.

Ar arteziskām akām apzīmē tās dziļās akas, no kuŗām ūdens paceļas pāri zemes virsai. Viņas ļoti līdzinās dabiskiem avotiem, un var savu ūdeni būt ieguvušas vai no gruntsūdens, kas atrodas iespiests starp 2 ūdensblīviem slāņiem, vai no kādas apakšzemes ūdens straumes, kuŗas ūdens atrodas zem spiediena. Artezisku aku būvei ir tas ļaunums, ka nevar iepriekš zināt, cik nodomātā vietā aka būs dziļi jāurbj, un kad atdursies uz pietiekoša daudzuma laba noderīga ūdens. Tā, p. p., Daugavpilī izurbta aka pāri par 500 m, kas dod ļoti sālīgu ūdeni (ap 8%). Tērvetes sanātorijai urbta aka 200 m, līdz nonāca līdz ūdenim, kas satur daudz magnēzijas un ir ļoti ciets (50 v. g.). Zinot vietas ģeoloģiskos noslāņojumus no jau agrāk urbtām akām var daudzmaz apsvērt kādā dziļumā varētu

sagaidīt artezisku ūdeni. Tā, p. p., Rīgā ir vairāk akas 50—70 m dziļumā, kas dod labu ūdeni.

Kas zīmējas uz arteziska ūdens labuma, tad tas atkarājas, kā vispārīgi gruntsūdens, no to slāņu īpašībām, caur kuŗiem ūdens ir gājis. No tādiem slāņiem parasti var sagaidīt ūdeni vai cietu, vai ar lielu dzelzs saturu un t. t. Daudzreiz arteziskas akas ūdens satur sērūdeņraža gāzes, bet to smaka drīz izzūd, ūdenim nākot zem gaisa iespaida, p. p., krājrezervuārā.

Artezisku ūdeni saņem tāpat kā dziļāku gruntsūdeni, ar urbtām cauruļu akām. Parasti arteziskas akas ir dziļas, urbumi iet caur cietiem slāņiem un tādēļ arī darbs grūtāks un iet lēni. Sadrupinātais materiāls ir jāizceļ izvelkot urbi ar stangām, bet pielieto arī metodes ar spiesta ūdens palīdzību vismaz līdz zināmam dziļumam. Izurbamais caurums visādā ziņā jāizoderē ar urbjcaurulēm, pat cietā gruntī, jo citādi ūdens varētu pacelties uz augšu līdz kādam sausākam slānim, kuŗā viņš iesūktos un uz virsu nemaz nenonāktu. Otrādi, no slāņiem ar mazāk labu ūdeni varētu tāds ietecēt akā. Ja urbjot uzduŗas uz vairākiem slāņiem ar lietojamu ūdeni, tad tāds uzņemams akā. Ļoti dziļās arteziskās akās, kuŗās ūdens dodas uz augšu ar lielu spiedienu, grūti nolaist filtrcauruli. Tādā gadījumā urbjcaurule izpilda ūdens saņēmēju, pie kam ūdens var ietecēt vai tikai no dibena, vai urbjcaurulē ir jāietaisa gareni iegriezumi, vai arī apakšējā ūdeni dodošā cietā akmeņa slānī jātaisa urbums bez apvalkcaurules.

Sevišķi dziļas arteziskas akas nevar izurbt ar viena diametra cauruli līdz galam, jo berzes pretestība var kļūt tik liela, ka ar pieejamiem līdzekļiem nav vairs iespējams cauruli dziļāk iegremdēt gruntī. Nonākot līdz tādam dziļumam jāurbj tālāk ar cauruli mazāka diametra, un tā darbu tad turpina arvien samazinot diametru, tiklīdz tas izrādījies par vajadzīgu. Tādā kārtā visa aka sastāv no teleskopēta cauruļu ceļa (zīm. 150.). Parasti iespējams ar viena diametra cauruli noiet dziļumu 30—50 m. Kad aka nobeigta, var katra mazāka diametra cauruli nogriezt dažus metrus virs lielākās caurules apakšējā gala, pēc tam, kad starpa piepildīta ar betonu. Tomēr tas ir grūts un nedrošs darbs, jo nevar pārliecināties par izdarītā darba (sevišķi aizbetonējuma) labumu. Tādēļ labāk ir atstāt arī mazāka diametra caurules līdz virsai, tik tālu, cik tas netraucē pumpju ietaisi.

Arteziskās akas urbjot jāatzīmē sevišķi rūpīgi visi ūdensnesēji slāņi, viņu ūdens līmenis un ar to sakarā stāvošā ūdens devība. Tikai tādā ceļā var noskaidrot to slāņu atrašanās vietu, no kuŗiem izdevīgi ņemt ūdeni, un tā tad kuŗos jāievieto filtrcaurules, vai jāietaisa caurumi urbjcaurulē. Slāņos ar nevēlamu ūdeni caurulei un viņas apkārtnei jābūt blīvai, lai tāds ūdens nevarētu ietikt akā. Caurumu izurbšanai apvalkcaurulē, ja tā paliek kā ūdens padevēja ūdens ieņemšanai no vēlamiem slāņiem, noder sevišķi instrumenti, p. p., no Herzoga rekomandētais (zīm. 151.). Aparāts pastāv no kapseļveidīgas ietaises, ar urbi, ko kustina no urbjstangas, un ar ko var izurbt apaļus caurumus. Garenus caurumus, 20—25 mm gaŗuma un 5—7 mm platuma, var ietaisīt ar nazi, piesiprinātu pie urbjstangas, pēdējo kustinot uz augšu un leju.



150. zīm. Artez. akas teleskopēts cauruļu ceļš.



151. zīm. Aparāts caurumu ieurbšanai apvalkcaurulē.

Arteziskā akā ūdens izplūst pāri pa zemes virsu un parasti neizlietoto ūdeni nolaiž uz kādu novadu. Tāds paņēmiens gan atbrīvo no izdevumiem sevišķai noslēgšanas ietaisei, bet tomēr nav ieteicams, jo veltīgi samazina ūdens rezerves, kas atrodas zemē. Sekas var būt tās, ka var samazināties ūdens iztece, pazemināties viņa līmenis, un ir pat gadījumi, kad ar laiku aka pilnīgi izsīkst.

Artezisku aku urbjot dažreiz ūdens sāk nākt ārā ar lielu sparu. To paredzot, jau laikus akas galvas ievietošanai iebūvē šachtu ar jau gatavu nozarojumu un novadu. Ja tas nav paredzēts un par ātru ūdens noteci nav gādāts, var notikt zemes

izskalojumi ap aku. Sevišķi ļaunas sekas var celties, ja urbjcaurule nav zemē blīvi iedzīta un gar viņu no ārpuses var uz augšu spiesties ūdens, izskalodams vieglākus slāņus. Tādos gadījumos var notikt lielāka nelaime, zeme apkārt akai var iegrūt un, ja atrodas ēkas tuvumā, arī tās var sagrūt. To ievērojot aka nav jāurbj ēku tuvumā. Nelaime jānovērš pašā sākumā. Jāsamazina spiediens, zem kura ūdens iztek. Daudzreiz to panāk, izurbjot tuvumā papildu akas, un no tām ūdeni stipri pumpējot pazemina ūdens līmeni šinīs akās un līdz ar to arī vainīgajā akā, un ar to samazina izteces sparu, un dod iespēju iebūvēt drošu akas izteci.

17. Mākslīgais gruntsūdens.

Gruntsūdens daudzumu zemē, iegūstamu ūdens apgādes mērķos, var palielināt ar divējāda veida ietaisēm: a) krasta filtrāciju un b) mākslīgu gruntsūdens sagādāšanu.

a. Krasta ūdens. Ietaisot aku upes vai ezera tuvumā var pie labvēlīgiem grunts apstākļiem ievilkt akā ūdeni arī no šīm tvertnēm, kā jau tas jautājums bija iztirzāts (l. p. 90.). Var būt gadījumi, ka tādā ceļā akai var iegūt lielāku pieteci no upes vai ezeru puses, nekā no pietecējušā gruntsūdens. Šāds ūdens iegūšanas veids ir sastopams daudz vietās. Tomēr viņu pielietojot jāievēro daži nosacījumi.

Nav ieteicams aku taisīt visai tuvu pie vaļējas ūdens tvertnes, jo caurtecei caur grunti vajaga būt tādai, lai notiktu pietiekoša ūdens nofiltrēšana un lai akā neietiktu nepietiekoši tīrīts ūdens. Tā tad atkarīgi no gruntsapstākļiem vajadzētu akas novietot vismaz kādus 50 m no upes vai ezera. Atkarājas tas arī pa daļai no tvertnes ūdens īpašībām. Jāpiegriež vērība, lai apdzīvotas vietas vai fabrikas neielaistu tvertnē netīrus ūdeņus, bet tos iepriekš pietiekošā mērā iztīrītu. Ļoti netīrs tvertnes ūdens var nonākt akā pat ar lielu skaitu baktēriju, un tad saņemtais ūdens būtu jāsterilizē, p. p., ar chlorēšanu, kas labam gruntsūdenim nebūtu bijis vajadzīgs. Tāpat arī ieteces daudzuma ziņā akā no atklātas ūdens tvertnes var būt vajadzība ievērot dažus nosacījumus. Ja upes ūdens satur dūņas un pietece akai notiek ar lielu ātrumu, tad

dūņas var tikt ievilktas grunts porās, tās tad piesērētu, un līdz ar to samazinātos pietece akai no tvertnes puses. Lai to izbēgtu, dažreiz nevar akā ūdeni pazemināt ar izpumpēšanu vairāk kā par 2 m zem upes līmeņa.

b. Pilnīgi mākslīgu gruntsūdeni, dabiskā gruntsūdens papildināšanai, sagādā pēc tiem pašiem principiem kā pirmā gadījumā. Šādai ietaisei izvēl vietu pēc iespējas tik augstu, kā upes lielūdeņi viņu neaizkaļ. Ietaise paredz virszemes ūdens ielaišanu gruntī un tad infilrētā, mākslīgā gruntsūdens saņemšanu ar parastajām akām, vai ar savākšanas galerijām, ja gruntsūdens slānis ir sekls.

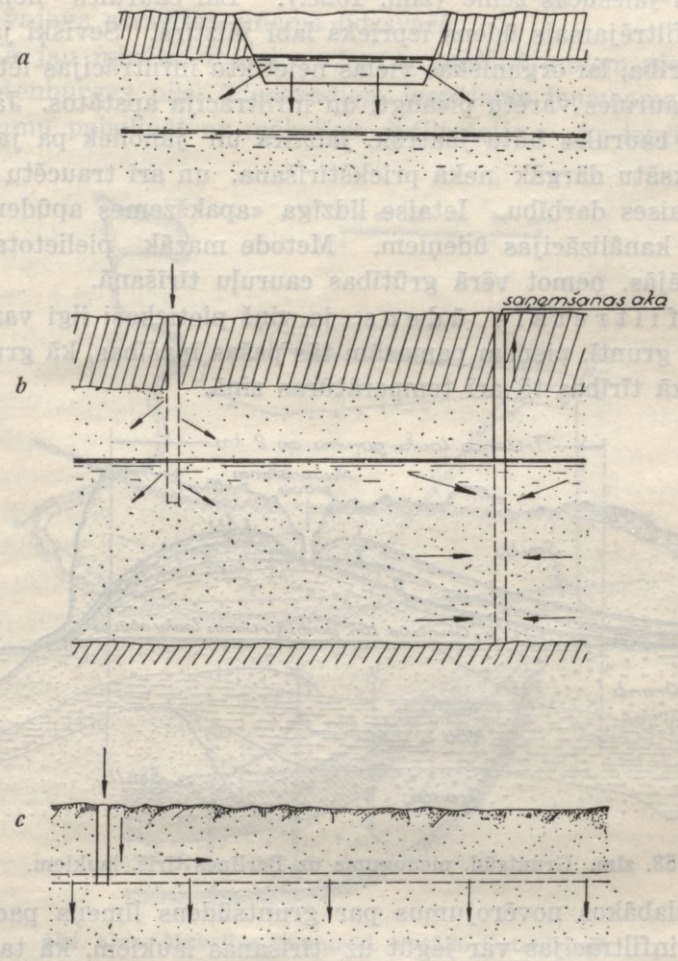
Jau A. Thiems un citi bija savā laikā aizrādījuši uz tādu mākslīga gruntsūdens sagādāšanas iespējamību, bet praktiski jautājumu izpētīja un viņa iespējamību pierādīja zviedru hidrologs Richerts 1897. g., ierīkojot t. s. «gruntsūdens fabriku Gotenburgas pilsētai» un Scheelhaase Frankfurtē a/M.

Infiltrāciju var izvest uz dažāda ceļa: 1) Appludinot visu infiltrācijai nodomāto laukumu, tāpat kā to dara uz kanālizācijas ūdens tīrīšanas laukiem vai zemes filtriem. Tāda metode iespējama, ja ūdeni uzņemošais slānis paceļas līdz zemes virsai un nav pārklāts ar ūdeni caurnelaidošu slāni. Appludināšana gan vairāk ieteicama siltā gada laikā; ziemā uzlaistais ūdens varētu sasalt uz zemes virsas un tad infiltrācija būtu pārtraukta. Grūtības infiltrācijā te rodas ātrāk kā pie kanālizācijas ūdeņiem, jo pēdējie ir samērā silti (reti zem +10°C), kamēr ūdens apgādes mērķiem infiltrācijai jāpielieto upes vai ezera ūdens, kas ziemā nav daudz siltāks par 0°.

Appludināšanas metodi tieši var pielietot tikai, ja upes vai ezera ūdens ir pietiekoši tīrs, un nav jābaidās no virsējās zemes kārtas ātras piedūņošanas. Pretējā gadījumā ūdens iepriekš jātīra nostādināšanas baseinos vai ātrfiltros, lai viņu atbrīvotu no suspendētām vielām. Pie labi caurlaidošas grunts un tīra ūdens var ar appludināšanu infiltrēt līdz 0,05—0,10 m^3 uz 1 m^2 virsmu (500 m^3 uz 1 ha) dienā.

2) Ietaisot infiltrācijas grāvjus vai dīķus (zīm. 152a.), kuŗu apakša nāk ūdeni uzņemošā slānī, un viņi izrakti cauri ūdeni caurnelaidošam slānim. Pie labiem grunts apstākļiem var ar tādām ietaisēm infiltrēt diennaktī līdz 0,25 m^3 ūdens (īsu laiku pat vairāk) uz 1 m^2 dīķa vai

grāvja caurlaidoša laukuma. Tādām ietaisēm jāparedz rezerves, lai tīrot viņas no piesērējumiem un dūņām nebūtu jāpārtrauc iestādes darbība.



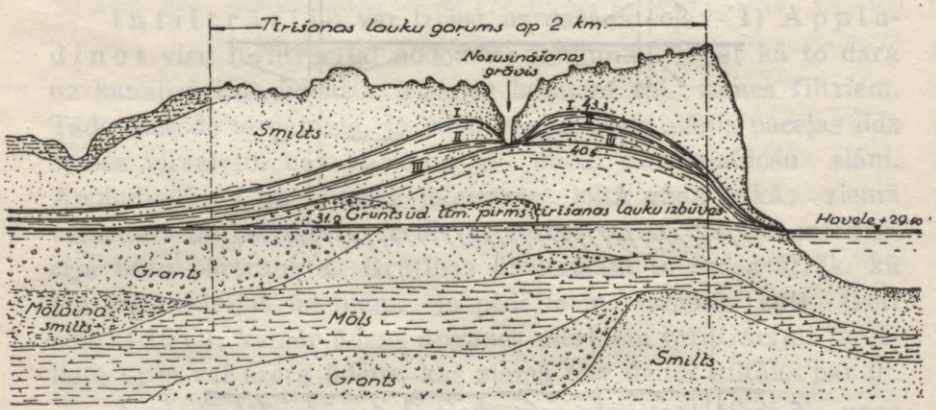
152a., b., c. zīm. Infiltrācijas metode.

3) Ietaisot infiltrācijas vai uzsūcējakas, ja infiltrācijas slānis pārklāts ar ūdeni caurnelaidošu slāni (zīm. 152b.). Akas var būt vai parastās cauruļu vai šachtu akas. Arī pie šīs metodes infiltrējamam ūdenim jābūt labi priekštīrītam nostādināšanas baseinos vai ātrfiltros, jo citādi akas filtrs un grunts ap izteces caurumiem piesērētu.

Jāparedz akas filtra skalošanas iespējamība, pumpējot ūdeni iz akas.

4) Ieliekot infiltrācijas caurules zemē ūdeni uzņemošā slānī. Viņās ielaiž no akām ūdeni, kam tad jāiesūcas zemē (zīm. 152c.). Lai caurules nepiesērētu, infiltrējamais ūdens iepriekš labi jāiztīra. Sevišķi jāpiegriež vērība, lai organiskas vielas neietiktu infiltrācijas ietaisē, jo tad caurules varētu pieaugt, un infiltrācija apstātos. Ja tas notiktu, caurules būtu jāatrok, jāiztīra un jānoliek pa jaunu, kas maksātu dārgāk nekā priekštīrīšana, un arī traucētu kārtīgu ietaises darbību. Ietaise līdzīga «apakšzemes apūdeņošanai» ar kanālizācijas ūdeņiem. Metode mazāk pielietota kā iepriekšējās, ņemot vērā grūtības cauruļu tīrīšanā.

Infiltrētais ūdens, ja viņš pietiekoši ilgi var uzturēties gruntī, pieņem pamazām tās pašas īpašības, kā gruntsūdens, kā tīrības tā arī temperātūras ziņā.



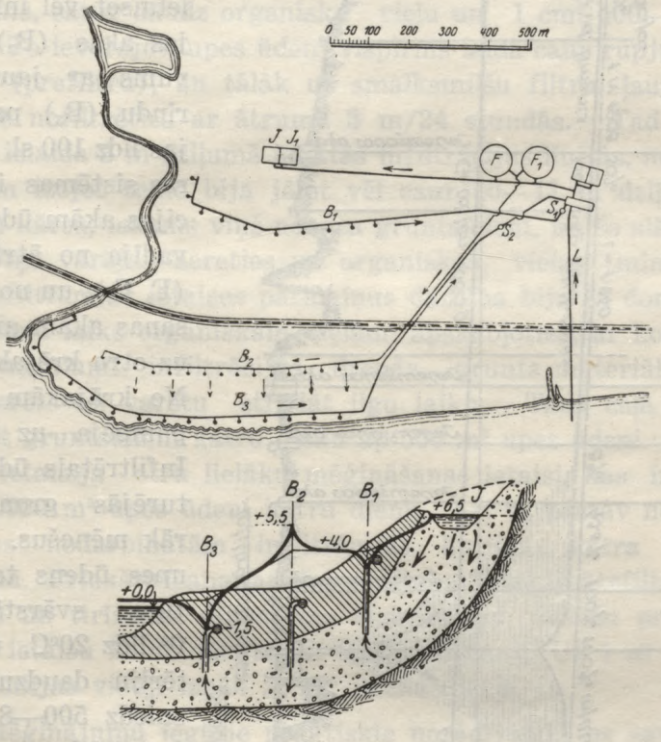
153. zīm. Gruntsūd. pieaugums uz Berlīnes tīrīš. laukiem.

Vislabākos novērojumus par gruntsūdens līmeņa pacelšanos no infiltrācijas var iegūt uz tīrīšanas laukiem, kā tas arī ir no Frühlinga novērots uz Berlīnes tīrīšanas laukiem, pie Spandau p. (zīm. 153.). Vietām gruntsūdens līmenis bija pacēlies tik augstu, ka pārpurvoja senāk bijušās sausās pļavas, kas noveda pat pie juridiskām komplikācijām. Pēc Keller'a uz Berlīnes tīrīšanas laukiem infiltrējās un palielina gruntsūdens daudzumu ap 24 milj. m^3 ūdens gadā.

Infiltrācijas ietaisei ūdens sagādāšanas mērķiem vajaga atrasties tik tālu no ūdens saņemšanas ietaises, cik vajadzīgs,

lai būtu pietiekoša garantija, ka ūdens varētu iztīrīties. Attālums jāatrod uz pētījumu pamata, ņemot vērā arī ūdens un grunts īpašības. Nevajadzīgi liels attālums arī nav vēlams, jo būtu iespējami lielāki ūdens zudumi, p. p., ūdenim aiztekot gaŗām saņemšanas ietaisēm. Ūdens infiltrācijai un izpumpēšanai vajaga atrasties zināmā līdzsvarā.

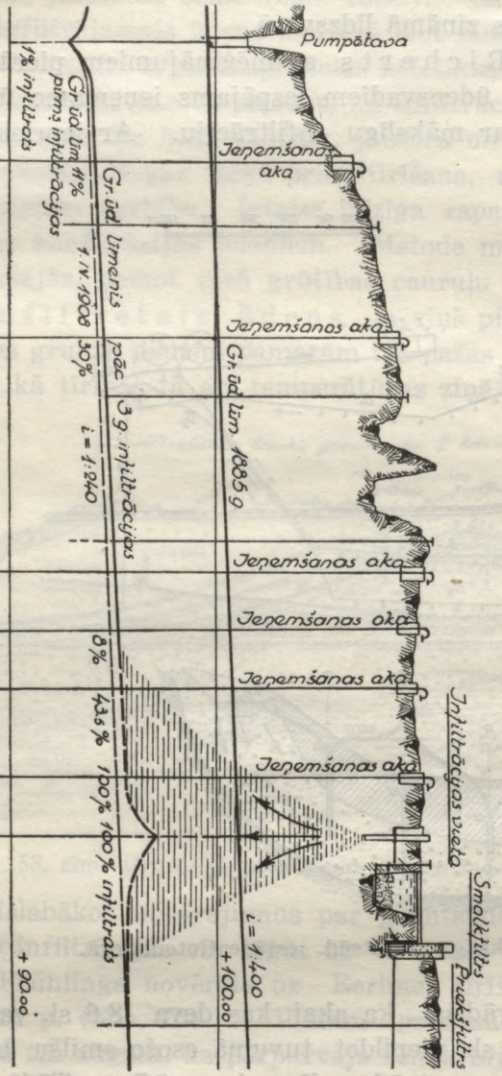
Kā jau minēts, Richerts ar mēģinājumiem pierādīja, ka Gotenburgas pils. ūdensvadiem iespējams ieņemamo ūdens daudzumu palielināt ar mākslīgu infiltrāciju. Ar iepriekšēju



154. zīm. Mākslīga gruntsūd. ierīāde Gotenburgā.

mēģinājumu viņš pierādīja, ka akai, kas deva 8,6 sl. varēja devību pacelt uz 19,1 sl., piepildot tuvumā esošo smilšu bedri ar upes ūdeni, paceļot gruntsūdens līmeni par 0,7 m. Tādā ceļā infiltrējot dienā 1.360 m³ konstatēja zaudējumu 8%, un filtrācijas ātrumu 20 m diennaktī. Uz šādu iepriekšējo novērojumu pamata Richerts izveidoja savu t. s. «gruntsūdens fabriku» (zīm. 154.). Pirmā kārtā paredzēti 2 infiltrācijas dīķi (J un

J_1), ar kopā 5.600 m^2 smilšu laukuma. Dīķu dibens pastāvēja no smalkas smilts 0,5 m dziļi. Infiltrācijas slānis ir veca morēna, kādus 20 m dziļi, un sastāv no rupjas smilts un grants. Infiltrācijai uzpumpēja ūdeni no Götaälf upes. Gruntsūdens saņemšanai ietaisīja 20 akas (B_1), kas pievienotas krājvadam un notecēja uz krājaku (S_1). Ar šādu ietaisi ieguva 70 sl., un ietaisot vēl infiltrācijas akas (B_2), ieguvums ar jaunu aku rindu (B_3) palielinājas līdz 100 sl. Šīm otras sistēmas infiltrācijas akām ūdeni pievadīja no ātrfiltriem (F, F_1), un no ieņemšanas akām aizvadīja uz otru krājaku (S_2). No krājakām ūdeni pumpēja uz pilsētu. Infiltrētais ūdens uzturējās gruntī vairāk mēnešus. Kamēr upes ūdens temperātūra svārstās no 0° līdz 20°C, un baktēriju daudzums sasniedz 500—8.000 uz 1 cm^3 ūdens, no iestādes iegūtā ūdens temperātūra ir 8—11°C, un baktērijas praktiski nav atrastas.



155. zīm. Ūdens ieņemšana Frankfurtē a/M.

Līdzīgi panākumi sasniegti arī ar ļoti plašiem mēģinājumiem, izvestiem no Scheelhaase's Frankfurtē a/M. Pilsēta ņem ūdeni no gruntsūdens (pilsētas mežā), kas atrodas 30—40 m biezos smilšu un grants slāņos uz ūdeni caurnelaidoša

slāņa. Pieteces rajons ir ap 90 km². Gruntsūdens līmenis aku ieņemšanas vietā nogrimis ap 5 m pret pirmatnējo gruntsūdens līmeni. Nodoms bija ar Main upes ūdens uzpumpēšanu un infiltrāciju novērst turpmāku gruntsūdens līmeņa krišanu (zīm. 155.). Pirmā mēģinājumu ietaise šai virzienā (1908. g.) pastāvēja no 2 infiltrācijas līnijām à 25 m, kas bija liktas 3 m dziļi, no drenāžas caurulēm apbērtām ar oļiem, un kas dorbojās pārmaiņus. Infiltrētam ūdenim bija jānoiet 13—14 m vertikāls ceļš, iekams viņš pievienojās dabiskajam gruntsūdenim. Infiltrācijai ņēma ūdeni no Maines upes, kuŗas ūdens ir ļoti duļķains, satur daudz organisku vielu un 1 cm³ 400—100.000 bakt. To ievērojot, upes ūdeni vispirms laida caur rupju smilšu filtru (prefiltru), un tālāk uz smalksmilšu filtru, ļaujot ūdenim te nofiltrēties ar ātrumu 3 m/24 stundās. Tad filtrēto ūdeni ielaida 3 m dziļumā ieliktās infiltrācijas līnijās, no kuŗām ūdenim izejot zemē bija jāiet vēl caur 10—11 m dziļu sausu smilšu kārtu, iekams viņš nonāca gruntsūdenī, un šo slāni caurejot viņš varēja aereties un organiskas vielas minerālizēt. Arī infiltrācijas ietaises pārmaiņus darbība bija tā domāta, ka būtu dots laiks organiskām vielām apskābļoties, ar ko izzustu vielu nogulumi infiltrācijas drenās, grunts materiāls tiktu reģenerēts un varētu strādāt ilgu laiku. Tādā ceļā varēja ievadīt gruntsūdenī katru dienu ap 500 m³ upes ūdeni. Vēlākā laikā ietaisīja otru lielāku mēģināšanas ietaisi, kas infiltrēja līdz 4.000 m³ upes ūdeni katru dienu. Arī tā pastāv no 2 pārmaiņus nodarbinātām infiltrācijas līnijām, katra 200 m gaŗumā. Priekštīrīšanai arī šai gadījumā pielieto ātrfiltrus, lēnfiltrus un tīrīšanas dīķus, kas dod iespēju dažādu priekštīrīšanas ietaišu kombinācijai un izmēģināšanai. Uz 1 m infiltrācijas līnijas vidēji iznāk 20 m³ ūdens dienā.

Mēģinājumu iegūtie praktiskie norādījumi, tos savācot ar novērošanas akām dažādā attālumā no infiltrācijas vietas, bija sekojoši:

1. Ūdens gruntī filtrējās ar ātrumu 0,5 m diennaktī.
2. Priekštīrīšanai pietiek rupjfiltri.
3. Jau 20 m attālumā no uzsūkšanas vietas (pēc 45 dienām) ūdens bija bez baktērijām.
4. Attālumā 75 m (140 dienas) infiltrāta temperātūra līdzinājās dabiska gruntsūdens temperātūrai.

5. Smaka, garša un nokrāsa bija tikpat kā izzuduši, attālumā 100 m (190 dienas).

6. Infiltrēta ūdens zudumus nav bijis iespējams novērot 3-gadīgā izmēģināšanas periodā.

Kopīgs slēdziens no Frankfurtes mēģinājumiem ir tāds, ka Main upes ūdens, kuŗu pieskaita pie visnetīrākiem upes ūdeņiem, ar infiltrāciju praktiski jau 100 m attālumā no infiltrācijas vietas, kuŗu ūdens nogājis 190 dienās, līdzinās labam gruntsūdenim.

Gruntsūdens sagādāšana uzrādītā ceļā ir no liela praktiska labuma. Vispirms var rēgulēt gruntsūdens daudzuma svārstības, kas atkarīgas no nokrišņu apstākļiem. Daudz gadījumos varēs aiztaupīt ieņemšanas ietaišu paplašināšanu. Vajadzīgs tikai gruntsūdens līmeni ar infiltrāciju pacelt, ja vietējie apstākļi to pieļauj, un ar to iegūt iespēju saņemt lielāku daudzumu gruntsūdens. Sevišķi no svara tas var būt gadījumos, kad nav pienācīgas vietas ieņemšanas ietaises paplašināšanai, vismaz tāda nav saimnieciski piesniedzama tuvākā apkārtnē.

Mākslīga gruntsūdens daudzuma palielināšana paredzēta arī J e l g a v ā. Pilsēta izbūvē gruntsūdens saņemšanas ietaisi no R u ļ ļ a k. Ūdens baseins ap Ruļļa k. nav liels un sagaidāms, ka iegūtā ūdens vien pilsētai nepietiks. Paredzēts tādā gadījumā uz Ruļļa kalnu, kas sastāv no dziļa grants slāņa, izlaist ar infiltrācijas nolūku Svētes upes ūdeni.

18. Virszemes ūdens ieņemšanas ietaises.

A. Lietus ūdens saņemšana.

Kā jau minēts (l. p. 82.), lietus ūdenim ir īpašības, kas viņa lietošanu ierobežo ar gadījumiem, kad cits ūdens avots nav piesniedzams. Lietus ūdeni uzķeŗ uz kāda tam mērķim sagatavota laukuma, mazākā mērā viņu uzkrāj no jumtiem vai pagalmiem. Viņa tīrība tā tad atkarājas pirmā kārtā no uzķeršanas laukuma tīrības, un to ievērojot gan tiešai baudīšanai, dzeršanai, lietus ūdens retos gadījumos būs lietojams. Parasti viņš tam mērķim vai jānovāra vai jāfiltrē. Tādēļ arī lietus ūdens krātuvēs arvien paredz filtrus, caur kuŗiem ūdenim jāiziet, iekams viņš nāk patērētāju rīcībā. Tādas lietus ūdens krātuves sauc par c i s t e r n ā m. Cisternu uzdevums

ir uzkrāt lietus ūdeni, viņu tīrīt un uzglabāt tīru. Tā tad apgādes ietaise ar lietus ūdeni sastāv no sekojošām sastāvdaļām: uzķeršanas laukuma, krātuves ar tīrīšanas ietaisi un saņemšanas ierīce lietošanai.

L i e t u s ū d e n s u z ķ e r š a n a i noder līdzeni, cieti laukumi ar nelielu kritumu uz cisternas pusi, lai ūdens varētu ātrāk satecēt un nespētu iesūkties zemē un izgarot. Nepavisam neder ar zāli vai kokiem apauguši laukumi, jo pa tādiem ūdens tecētu lēnām, daļa izgarotu un daļu uzsūktu stādi. Mazām ietaisēm var noderēt māju jumti, bet lielākām jāsagatavo speciāli tam mērķim blīvi laukumi, p. p., klints virsmas, aizlejot plaisas ar cementu. Ja tādu blīvu laukumu no dabas nav, tad viņi jāizgatavo, virsmu pārklājot ar betonu. Tā, p. p., Gibraltārā ir 6,5 ha liels laukums pārklāts ar betonu uz stipri saplaisājušas klints. Laukumam vajaga būt tīram un tādēļ, lai uz viņa neuznāktu netīrumi, viņš jāiežogo. Tomēr nav izbēgama putekļu un organismu uzmešanās un tādēļ pirmais lietus ūdens, kas tos noskalo, jāaizlaiž gaŗām cisternai.

Uzķeršanas l a u k u m a l i e l u m s atkarājas no tā, cik ūdens grib uzkrāt, tā tad arī no cistenas lieluma. Jo biežāk ūdens cisternā mainās, jo svaigāks viņš būs, un tādēļ cisternu lielums atkarīgs no meteoroloģiskiem un vispārīgi klimatiskiem apstākļiem. Jāsagādā pa lietus periodu tik daudz ūdens, cik vajadzīgs, lai viņa pietiktu visgaŗākājam sausuma periodam. Jārēķinās arī ar vismazāko nokrišņu daudzumu, kāds ir jebkad bijis iepriekš tādā visgaŗākā sausā periodā.

Apzīmēsim ar:

h — lietus augstumu, metros, zināmā laika posmā; pa to lietus ūdens jāuzkrāj sausam periodam.

F — uzķeršanas laukums — m^2.

Q — uzķeŗamais lietus ūd. daudzums — m^3.

α — empīrisks sateces koef., atkarīgs no klimata un laukuma īpašībām.

Tad var uzstādīt attiecību:

$$Q = \alpha . F . h$$

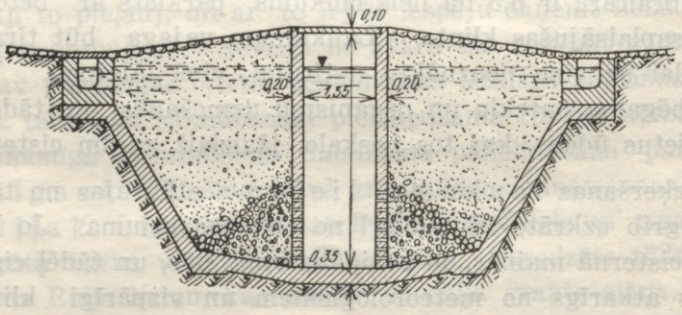
α — pie Viduseiropas apstākļiem var pieņemt = 0,5 līdz 0,7, siltās zemēs jāpieņem mazāka vērtība.

P. p., h = 200 mm = 0,20 m; Q — vajadzīgs 100 m³ un pieņemot $\alpha = 0{,}5$, vajadzētu sagatavot laukumu lietus ūdens uztveršanai:

$$F = \frac{Q}{\alpha \cdot h} = \frac{100}{0{,}5 \times 0{,}2} = 1.000 \text{ m}^2.$$

Tas dotu iespēju savākt ūdeni kādu 1.000—1.500 dienu patēriņam 1 cilvēkam, ievērojot zināmu taupību ūdens patēriņā, tā tad mazai saimniecībai ar 20 cilvēkiem pietiktu ūdens kādām 50—75 dienām.

Ūdens krātuves, cisternas, lielums jāsaskaņo ar nokrišņu daudzumu un patēriņa lielumu pa atsevišķiem mēnešiem. Lielums atkarājas arī no cisternas iekšējās iekārtas. Ja cisterna noder arī ūdens tīrīšanai, tad viņa jāpilda ar smilti, kā tas ir pie veneciešu cisternām (zīm. 156.). Ievadītais ūdens filtrējas caur smilti un pienāk

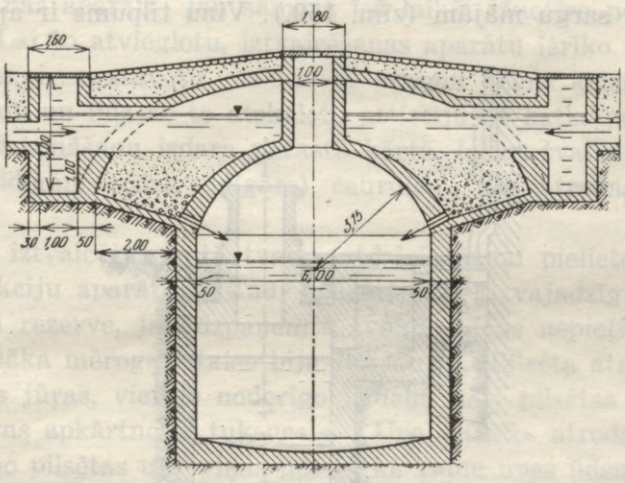


156. zīm. Veneciešu cisterna.

akai, ietaisītai cisternas vidū. No akas smeļ ūdeni. Tā kā smilts poru tilpums ir 0,3—0,4, tad cisternas koptilpumam jābūt 2,5 līdz 3 reiz lielākam par uzkrājamo ūdens tilpumu. Mazāk netīru, p. p., jumtu ūdeni var izvadīt caur filtru, un tad uzkrāt tīrūdens krātuvē (zīm. 157.). Mazāku tilpumu ieņem amerikāniskās cisternas (zīm. 158), kas uztver ietecējušo ūdeni kā tādu, bet tad cisternā ir ielaists akas filtrs, kas sastāv no iepildīta filtrmateriāla starp 2 caurumainiem cilindriem, atstājot vidu brīvu pumpja sūcējcaurulei. Filtrs pastāv no dažāda rupjuma smilts slāņiem, smalkākais ārpusē un rupjākais iekšpusē gar pumpja sūcējvadu. Tāds filtrs viegli izceļams un iztīrāms, sevišķi, ja viņš sastāv no vairākiem gredzeniem, liktiem vienam uz otru.

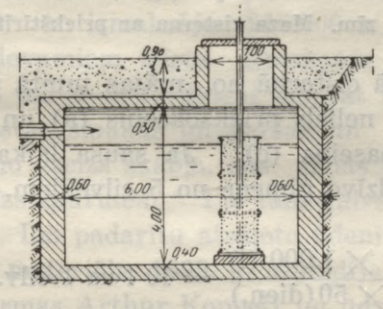
Cisternas sienas jātaisa blīvas, lai ūdens neietu zudumā. Noder blīvs mūris ar blīvu gludu apmetumu. Lētāk

var blīvu sienu uztaisīt no māla, kuŗu, ja grunts nav pietiekoši uzticama, liek uz dēļu paklāja. Cisternām vajaga būt ērti pieejamām un viegli iztīramām. Cisterna blīvi jāpārklāj un jāapbeŗ ar zemi, lai būtu mazāk pieejama siltumam un gais-



157. zīm. Cisterna ar tīrūdens krātuvi.

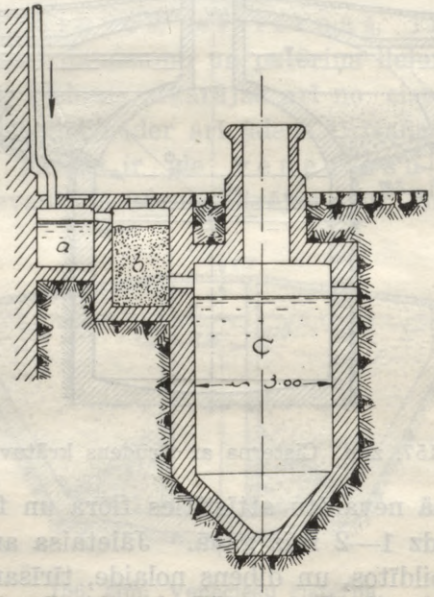
mai, un lai viņā nevarētu attīstīties flōra un fauna. Cisternas tīrīšana jāparedz 1—2 reiz gadā. Jāietaisa arī pārtece, lai cisterna nepārpildītos, un dibens nolaide, tīrīšanas un remonta gadījumam.



158. zīm. Amerikāniska cisterna.

Ūdens saņemšanai no cisternas no higiēniskā viedokļa jānotek ar pumpja palīdzību. Ūdens smelšana ar trauku nav higiēniska. Diemžēl pumpjus vēl tikai pielieto lielākām ietaisēm. Pumpis var būt rokas pumpis, bet kur elektrība pieejama, lieto elektrisko pumpi.

Ūdens apgāde ar cisternām ir higiēniski nevisai vēlama metode, bet pie viņas jāķeŗas, ja citu ūdens avotu nav. Viņa izpilda savu uzdevumu pietiekoši labi, ja ir vienkārši un pareizi ierīkota un visas ietaises daļas tīri turētas. Mazākas cisternas pielietotas lielā skaitā Karst apgabalos Istrijā, p. p., dzelzceļu sargu mājām (zīm. 159.). Viņu tilpums ir ap 10 m³.



a. Nosēdbaseins. b. Filtrs. c. Tīrūdens bas.

159. zīm. Maza cisterna ar priekštīrītāju.

Ūdens ietek tādā cisternā no mājas jumta pa parasto lietus tekni. Ietaisei ir neliels priekšbaseins (a) un pēc tā filtrs (b) un tad tīrūdensbaseins (c). Ja sausa laika periods ir 50 dienas un mājā dzīvo ģimene no 5 cilvēkiem, tad varētu dienā patērēt:

$$\frac{10\ (m^3) \times 1.000\ (l)}{5\,(cilv.) \times 50\,(dien.)} = 40\ l \text{ uz } 1 \text{ cilv. dienā.}$$

Taupīgi apejoties ar ūdeni varētu atlicināt arī mājlopu dzirdīšanai vai dārziņa aplaistīšanai.

B. Jūŗas ūdens iegūšana.

Jūŗas ūdens nav lietojams baudīšanai, jo ir sāļš. Bet viņu var padarīt par noderīgu lietošanai ar destillāciju, pārvēr-

šot viņu tvaikos un tos atdzisinot. Tādējādi ūdens atsvabinās no sālīgiem piemaisījumiem. Praktiskā jautājuma atrisināšanā rodas daudz grūtības. Iztvaicēšanu varētu izdarīt parastos tvaika katlos, bet izkrītošā sāls pieķeŗas pie katla sienām kā katlakmens, tāpat kā tas, p. p., notiek ar ogļskābo kaļķi. Iztvaicēšanas aparāti jau samērā īsā laikā jānotīra no katlakmeņa. Lai to atvieglotu, iztvaicēšanas aparātu ierīko tā, lai uz izgarošanai sagatavotu sakarsētu virsmu ūdens kristu strūkliņu veidā un līdz ar to atskalotu attīstījušos katlakmeni.

Atdzisināšanu izdara parastā kārtā, laižot tvaikam iet pa spirālveidīgām (čūskveidīgām) caurulēm, kas atrodas aukstā ūdenī.

Kā iztvaicēšanai, tā tvaika atdzisināšanai pielieto dažādu konstrukciju aparātus. Tādi aparāti sevišķi vajadzīgi uz kuģiem kā rezerve, ja līdzpaņemtā svaigā ūdens nepietiktu.

Lielāka mēroga ietaise bija B a k u p. Pilsēta atrodas pie Kaspijas jūŗas, vietējo noderīgo ūdeņu nav pilsētas tuvumā, jo pilsētas apkārtne ir tuksnesis. Upe «Kurā» atrodas kādus 80 km no pilsētas un viņas ūdens, kā kalnu upes ūdens, ir ļoti netīrs. Tagad pilsēta apgādāta ar labu avota ūdeni, no Šolar avotiem Kaukaza kalnos, kas atrodas vairāk kā 200 km no pilsētas. Bet līdz tam, sākot ar 1893. g., pilsēta bija apgādāta pa daļai ar destillētu un kondensētu jūŗas ūdeni, un pa daļai ar speciālām liellaivām pievestu Kurā upes ūdeni. Pirmā ietaise bija izbūvēta (1893. g.) jūŗas ūdens pārstrādāšanai 500 m^3 daudzumā, un izmaksāja 210.000 z. rbļ., bet kopā ar ekspluatācijas izdevumiem ūdens izmaksāja ap $1^3/_8$ kap. par vedru (= 2,7 Ls par 1 m^3). Ūdeni labprāt nelietoja, jo viņš bija silts, neparastas smakas un garšas un saturēja brūnisarkanas duļķes no dzelzs skābļa, kas radās no apskābļošanās procesiem uz dzelzs caurulēm. Pie tam galvenais bija tas, ka ūdens bija dārgs. Lai padarītu atsāļoto ūdeni lētāku un ietaupītu uz kurināmā materiāla, 1899. g. uzstādīja jaunus aparātus (no pazīstamās firmas Arthur Koppel) un līdz ar to palielināja arī ražotā ūdens daudzumu uz 900 m^3. Bet jaunajos aparātos bija daudz virsmu no vaŗa (līdz 4.100 m^2 dzisinātājam), ar kuŗām ūdens nāca sakarā, kas jau no pat sākuma pievienoja ūdenim vaŗu 25 mg./100 l. Vaŗa laukā izdabūšanai uzstādīja filtrus no dzelzskaidām, uz kuŗām vaŗš nogūlās, un, lai atsvabinātos no dzelzs, ūdeni laida vēl caur smilšu ārtfiltriem. Tāds

ūdens gan bija labāks kā pirmais un visu viņa daudzumu diezgan ātri noņēma, tomēr cena bija vēl arvien dārga un uz ietaises turpmāku paplašināšanu nebija izredzes, un trūkstošo ūdeni, kā jau minēts, pieveda ar liellaivām no Kurā upes. Ražotais jūŗas ūdens bija vasarā silts un negaršīgs. Pēc līguma ar firmu ūdens drīkstēja būt par 12° siltāks par jūŗas ūdeni, un tā kā pēdējais vasarā ir vairāk par 20°, tad vados ūdens bija vismaz 32° silts. Bez tam bija vēl citas ņeērtības. Destillētais ūdens gan no sākuma bija bez baktērijām, bet būdams silts, ļoti ātri uzņēma dažādus mikroorganismus no gaisa. Pie tam vadi un rezervuāri nebija pietiekoši izsargāti no netīrumiem, un uzglabātais ūdens ātri bojājās. Izrādījās arī, ka pēc atsāļošanas procesa ūdenī palika daļa sālsskābes, kas ūdenim piedeva skābu reakciju, gan nelielā daudzumā, bet tas bija pietiekošs, lai apskābļotu ūdens vadu dzelzs caurules un viņās saceltu brūnsarkanus nogulšņus.

Visu to ievērojot attaisnojas Baku p. pūles atrast labāku ūdeni, un tādu ieguva no jau minētiem šolar avotiem, kas atrodas vairāk kā 200 km no pilsētas, bet dod labu ūdeni.

Pie aparātu konstrukcijas, jūŗas ūdens sagādāšanai, nebūtu še jāpakavējas, jo jautājums ir speciālas dabas, un mūsu pilsētu un lauku apstākļos domājams nenāksies ar viņu sastapties.

C. Upes ūdens saņemšana.

Par upju un ezeru ūdens īpašībām jau bija augšā minēts (l. p. 82.). Šiem ūdens avotiem ir viena nenoliedzama laba īpašība, tas ir tā, ka ūdens daudzums ir pietiekoši liels, izņemot varbūt kādu ļoti lielu pilsētu pie samērā mazas upes (p. p., Maskavu ar 3.500.000 iedz. pie upes ar sausa laika caurteci 10 m^3/sek.). Bet higiēniskā ziņā minētie ūdens avoti parasti ļoti apšaubāmi, jo viņos var ietikt dažādi organiski netīrumi, to starpā arī slimību cēlēji. Tādēļ šādi ūdeņi nav lietojami bez tīrīšanas. Lai atvieglotu tīrīšanu, ūdens jāsaņem tādā vietā, kur netīrumu vismazāk.

V i e t a j ā i z v ē l pēc iespējas tālāk nost no apdzīvotām vietām un fabrikām, vispārīgi no tādām vietām, kas varētu ūdeni iespaidot ar netīrumu ielaišanu. Sevišķa vērība jāpiegriež netīru notekūdeņu kanāļu iztecei upē vai ezerā un ieņemšanas vietai vajaga atrasties tālu augšpus tādas ieteces. Ja

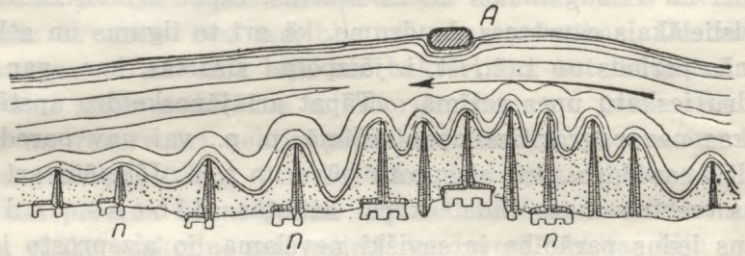
pilsētas, kas atrodas pie upes augšpus apgādājamās pilsētas, ielaiž notekūdeņus upē, tad jāseko ielaistā notekūdens iespaidam uz upes ūdeni, kvantitātīvi un kvalitātīvi (ar ķīmisku un bioloģisku analizi) un jānovēro, kādā veidā ielaistais ūdens iespaido upes ūdeni, vai visā šķērsgriezumā vienādi, vai iespaids ir lielāks labajā vai kreisajā krastā. Upē arī jānovēro viszemākais un visaugstākais ūdens līmenis, tāpat arī vismazākais un vislielākais caurteces daudzums, kā arī to ilgums un atkārtošanās periods un t. t., t. i. jāizpēta viss tas, kas var dot skaidru ieskatu upes režīmā. Tāpat arī jānoskaidro apstākļi, vai kas nevar grozīties upes režīmā, p. p., vai nav paredzēti rēgulēšanas darbi, vai aizsprotu būve un t. l. Jāizpēta arī vai ūdens tvertne nav tāda, kuŗā attīstās dibens ledus. Dibens ledus parādība ir sevišķi nevēlama, jo aizsprosto ieteces ietaises caurumus.

Dibens ledus izcelšanās iemesli nav vēl pilnīgi droši noskaidroti, lai gan jautājumu jau pēta kādus 1.000 gadus un ir uzstādītas dažādas hipotezes. Varētu uzņemt domu, ka uznākušā stiprā salā rodas pārdzisināts ūdens visā upes dziļumā un vajadzīgs rasties tikai kādam ierosinātājam, p. p., sniega pārslām, lai celtos ledus kristalli, kas ar strāvu virzīti uz priekšu pieķeŗas pie kāda kavēkļa upes dibenā un tā pamazām uzkrājas par lielāku ledus masu. Dibens ledus struktūra ir citāda, ka virsūdens ledum; pēdējais ir vieglāks par ūdeni un gulstas uz ūdens virsu, kamēr dibens ledus uzkrājas upes vai ezera dibenā, un nav arī tik kompakts savā masā kā virsas ledus. Ūdens virsmas pārdzisināšanās var notikt tikai, kamēr ūdens virsma ir brīva, un tiklīdz tā pārklāta ar virsūdens ledu, dibens ledus attīstība arī vairs nevar notikt.

Pie priekšdarbiem vietas izvēlei ūdens saņemšanas ietaisei vēl pieder piekrastes laukumu uzmērīšana un izpētīšana tais vietās, kas varētu noderēt saņemšanas ietaisei, pumpētavai un tīrīšanas ietaisēm. Jānoskaidro arī gruntsīpašuma iegūšanas resp. atsavināšanas noteikumi.

Stājoties pie vietas galīgas izvēles jāpiegriež pirmā vietā vērība upes taisniem, vienmērīgāk izveidotiem gabaliem. Ja tādu nav un ieņemšanai būtu jāizvēl līks upes virziens, tad tādā gadījumā jāizvēl loka ārpuse, jo te dziļāks ūdens; loka iekšpuse nav noderīga, jo te viegli tiek sanesti sēkļi no nogulšņiem. Visādā ziņā jāizvēl tāda vieta, kur ūdens ir dziļāks,

ātri tek, nav dūņains un upe nav pieaugusi ar zāli. Ja pie krasta tādu vietu atrast grūti, jānoskaidro vai ar upes rēgulēšanas darbiem nevar tādu vietu sagādāt. P. p., Maskavā (zīm. 160.) izvēlot vietu ieņemšanas izbūvei no Maskavas upes, ieņemšanas krastu nostiprināja, kamēr pretējo krastu izcēla vairāk uz upes vidu ar būnu palīdzību, ar to radot noteiktu

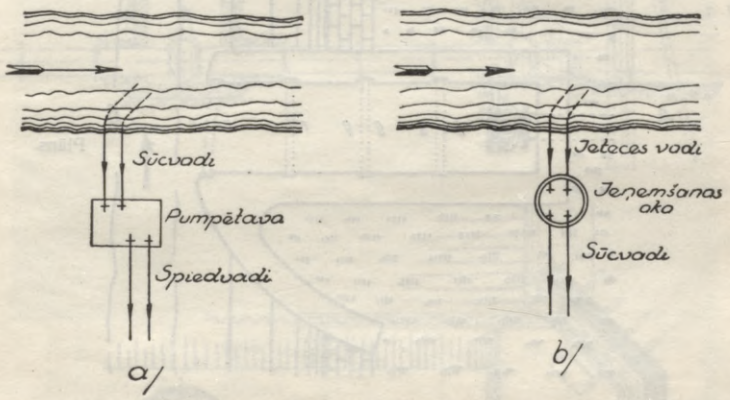


160. zīm. Maskavas ūd. ieņemšanas vietas rēgulēšana.

upes šķērsgriezumu ar iespējami lielāku ūdens tecēšanas ātrumu. Dažreiz iegūst pietiekoši labu ieņemšanas vietu, iznesot ieņemšanas ietaisi vairāk uz upes vidu, strāvā ar vislielāko ātrumu. Visādā ziņā ieņemšanas vietai jābūt tādai, kas paliek pastāvīga, necieš no plūdiem, no ledus iešanas un ziemā neaizsalst, vismaz ieteces dziļumā. Ieņemšanas vieta nedrīkst arī būt tuvu pie kuģa piestātnēm, un vispārīgi jābūt izsargātai no netīrumu pietikšanas. Novērots arī, ka upē ietikuši netīrumi, p. p., notekūdeņi, sevišķi no lielākām pilsētām, velkas zināmā strāvā pa upi lielā attālumā, iekams viņi galīgi sajaucas ar upes ūdeni. Ieņemšanas vieta nedrīkst būt zem tādas strāvas iespaida.

Ūdens ieņemšanas ietaisi vēlams taisīt no 2 nodaļām, lai būtu vairāk garantijas nepārtrauktai ūdens piegādei. No ieņemšanas vietas ūdens parasti jāpumpē uz tīrīšanas ietaisi, pie kam viņu var vai tieši pumpēt no upes (zīm. 161a.), vai ielaist sevišķā ieņēmējakā uz krasta (zīm. 161b.), no kuŗas tad pumpji ņem ūdeni ar saviem sūcējvadiem. Otrā iekārta sastopama vairāk pie lielākām ietaisēm, kad pumpētava atrodas tālāk nost no krasta, un sūcējvads iznāk ļoti garš. Peldošu vielu atturēšanai ietece jāaizsargā ar redelēm vai sietiem; pirmās aiztur rupjākas vielas, kamēr sieti ar caurumiem, ne lielākiem par 3 mm, aiztur jau smalkākas vielas, to starpā mazas zivtiņas. Kā redelēm, tā sietiem jābūt ietaisī-

tiem dubulti, lai viņus varētu notīrīt izceļot, bez kā būtu jāpārtrauc kārtīga darbība. Tāpat jāņem vērā arī ledus apstākļi, jo ledus nedrīkst aizsprostot ieteces caurumus. Sevišķa vērība piegriežama ledus iešanai un ietaise jāierīko tā, lai ledus paietu gaŗām, bez kā viņam būtu iespēja ko bojāt, vai apstāties un aizsprostot ieteci. Visām ieteces daļām jābūt viegli pieejamām, lai visādas grūtības un nenormālas parādības varētu ātri novērst.



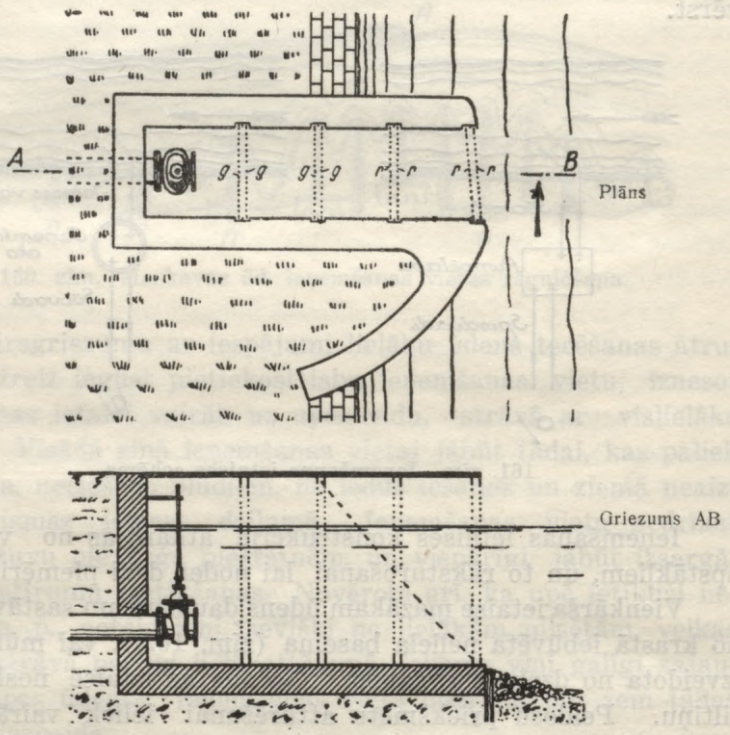
161. zīm. Ieņemšanas ietaises schēma.

Ieņemšanas ietaises konstrukcija atkarājas no vietējiem apstākļiem, un to raksturošanai lai noder daži piemēri.

Vienkārša ietaise mazākam ūdens daudzumam sastāv parasti no krastā iebūvēta neliela baseina (zīm. 162.), vai mūrēta, vai izveidota no dzelzs rievpāļiem. No augšas ietaise noslēgta ar tiltiņu. Peldošu priekšmetu atturēšanai ieliek vairāk rindu redeļu un sietu, kas katrā vietā ir dubulti, lai atvieglotu tīrīšanu. Vēlams arī ieņemšanas vadus uz pumpi vai pumpja aku taisīt dubultus. Augšpusē (pret tecēšanas virzienu) siena taisīta slīpa, lai labāk novirzītu peldošus priekšmetus.

Līdzīgu ietaisi var izbūvēt, izvirzot viņu vairāk uz upes pusi (zīm. 163.). Būve pastāv no rievsienām, kas paceltas pāri pa ūdens līmeni un nes platformu. No rievsienām ieslēgts ūdens baseins, ar 1 sienu līdztekus strāvas virzienam un 2 sienām, kas slīpi to savieno ar krastu, gar kuŗu arī iet rievsienas. Krasta rievsienu, kas atrodas augšpus izbūves, ietaisa slīpi, lai labāk novirzītu cietus priekšmetus un ledu uz strāvas pusi. Uz upes pusi izejošā sienā ietaisīti pēc iespējas lieli caurumi —

logi, kuŗos ieliktas 2 vai 3 kārtīgas restes vai sieti, dažāda lieluma caurumiem, lai atturētu peldošus priekšmetus. Ja upē ir stipra strāva, tad augšpus sienā logus netaisa, jo tādi varētu ātri pieķerties ar dažādiem priekšmetiem. Labi ir, ja restes un sieti izceļami tīrīšanas nolūkā. Ja uz upes ir dzīva kuģniecība, tad upes pusē vēl iesit slīpus pāļus un pie viņiem piestiprina

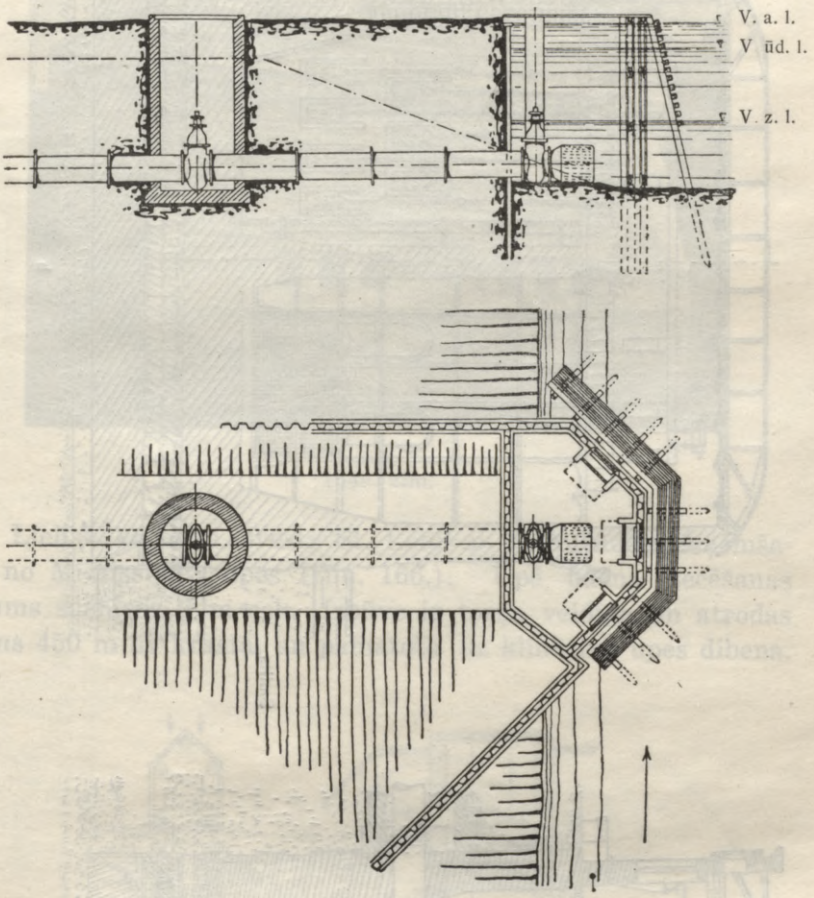


162. zīm. Maza ieņemšanas ietaise pie krasta.

horizontālas plankas, lai kuģu kustība nebojātu izbūves sienas. Virsū uzbūvētā platforma noder tam nolūkam, lai būtu pieeja pie redelēm un sietiem, to tīrīšanai, tāpat arī ieņemšanas baseina dibens iztīrīšanai, ja tur uzkrātos dūņas un smiltis.

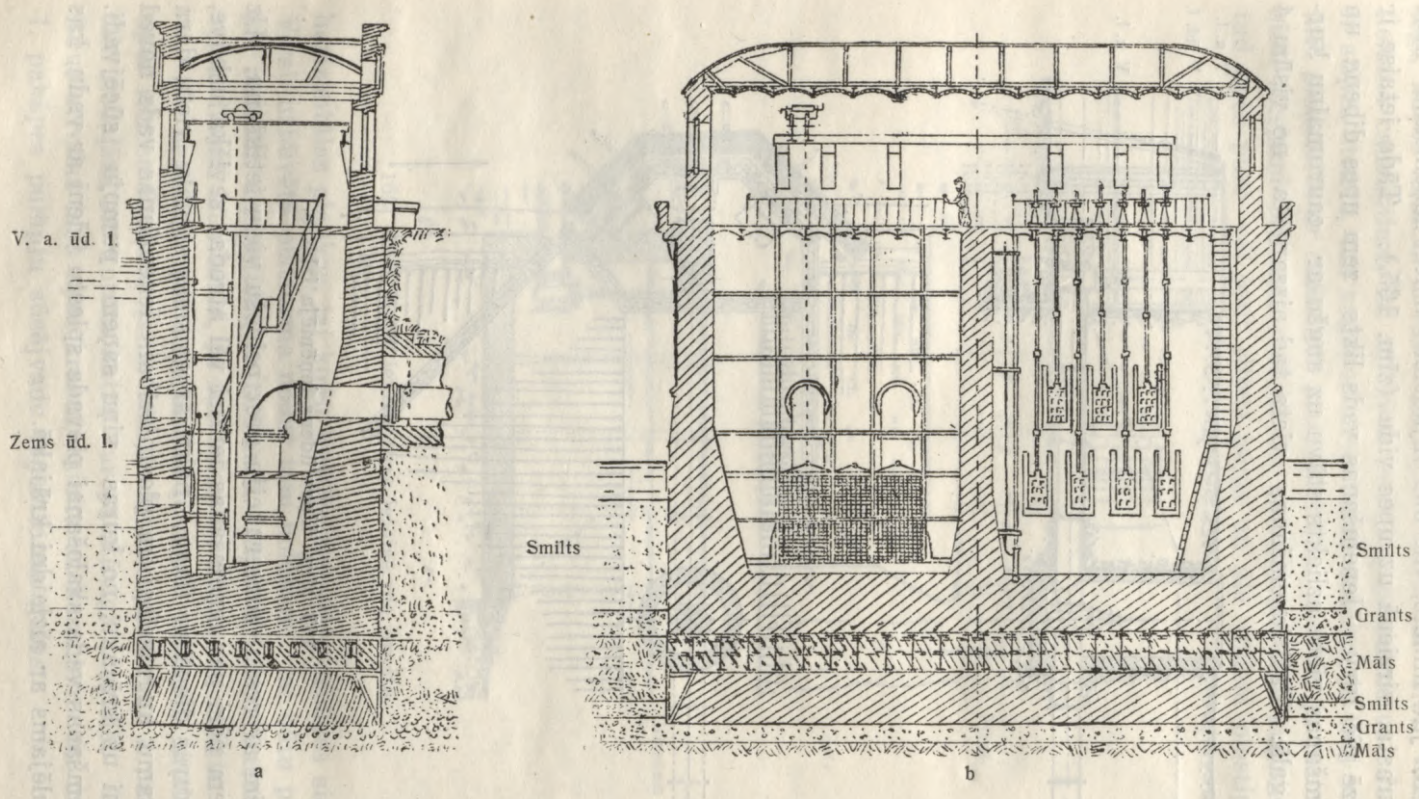
No lielākām upes ieņemšanas ietaisēm minama Maskavas upes ietaise Rubļovā (zīm. 164.). Ietaise pastāv no 2 parallēlām nodaļām, no kuŗām katra var patstāvīgi piegādāt ūdeni. Būve atrodas labā upes krastā, taisīta uz kesoniem un uzņem 1. pakāpes pumpju sūcējvadu ieņemšanas galus.

Kā jau minēts, var būt vajadzība iznest ieņemšanu nost no krasta, virzienā uz upes vidu (zīm. 165.). Tāda ietaise ir Parīzē pie Ivry. Ieņemšanas vads likts zem upes dibena un ieņemšanas vietā uzliekts stāvu uz augšu ar caurumainu kurvīti galā. Pati ieņemšanas vieta tad aizsargāta no visām 4

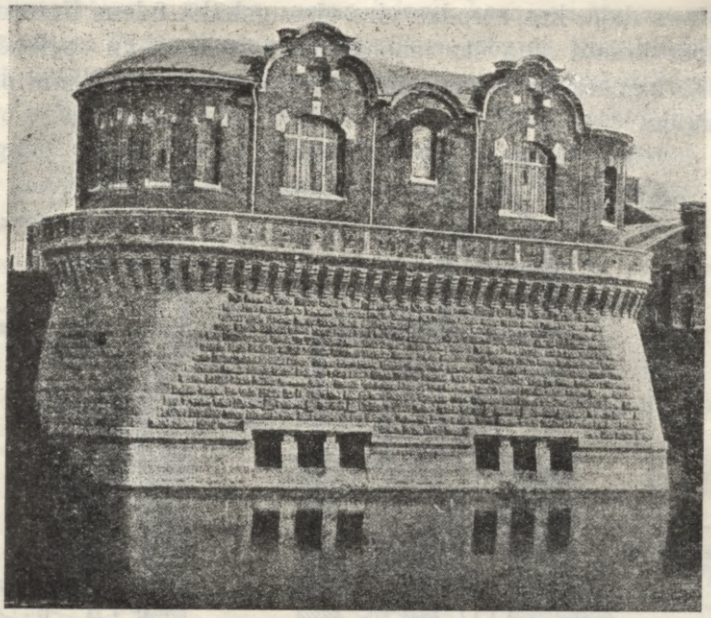


163. zīm. Upes ūdens ieņēmēja izbūve.

pusēm ar restu konstrukciju pret peldošu vielu ietikšanu. Uz pāļiem pāri par ieņemšanas ietaisi vēl atrodas sevišķa uzbūve, no kuŗas dienā ar flagu, naktī ar gaismas signālu vietu dara redzamu kuģniecībai un plostniecībai. Ieņemšanas vads noved ūdeni uz krājaku, no kuŗas viņu saņem pumpju sūcējvadi. Ieņemšanas vada skalošanai pievada spiestu ūdeni ar vadu, kas rēgulējams ar aizlaidni krājakā.

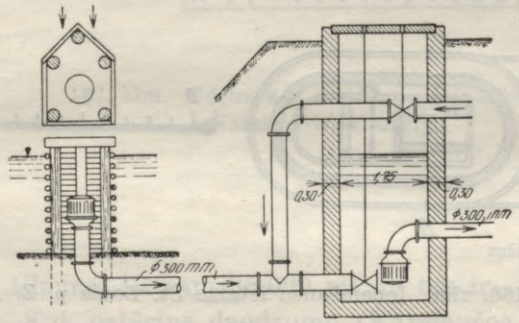


164. zīm. Maskavas upes ieņemšanas ietaise.



164a. zīm.

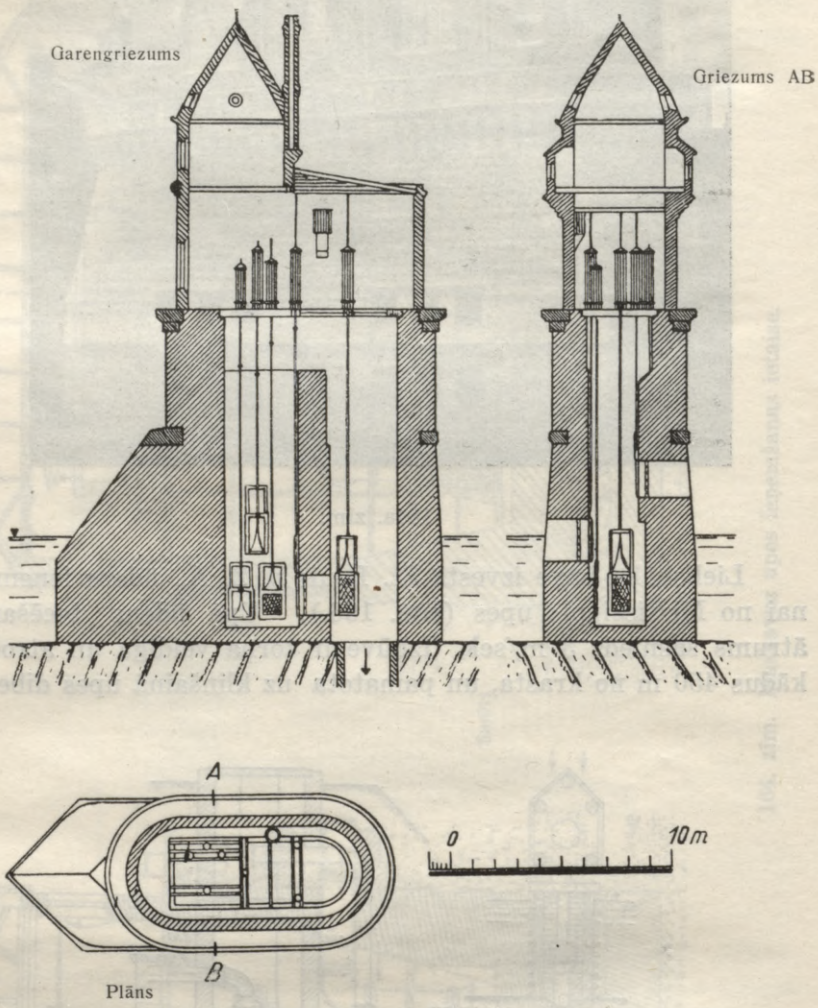
Lieliskāka būve izvesta St. Louis p. Z. A., ūdens ieņemšanai no Mississippi upes (zīm. 166.). Upē ūdens tecēšanas ātrums sasniedz 3 m/sek. Izbūve ir torņa veidīga un atrodas kādus 450 m no krasta, un pamatota uz klinšainā upes dibena.



165. zīm. Upes ūdens ieņemšanas ietaise.

No ārpuses būve aplikta granīta bluķiem, kamēr iekšējie mūŗi ir no kaļķakmeņa. Pirmajā kamerā ir 4 ieteces logi un otrā, no kuŗas noiet vads uz krastu, ir vēl 2 ieteces logi. Logi aiztaisāmi ar aizlaidņiem, bīdāmiem ar hidraulisku presi, novietotu

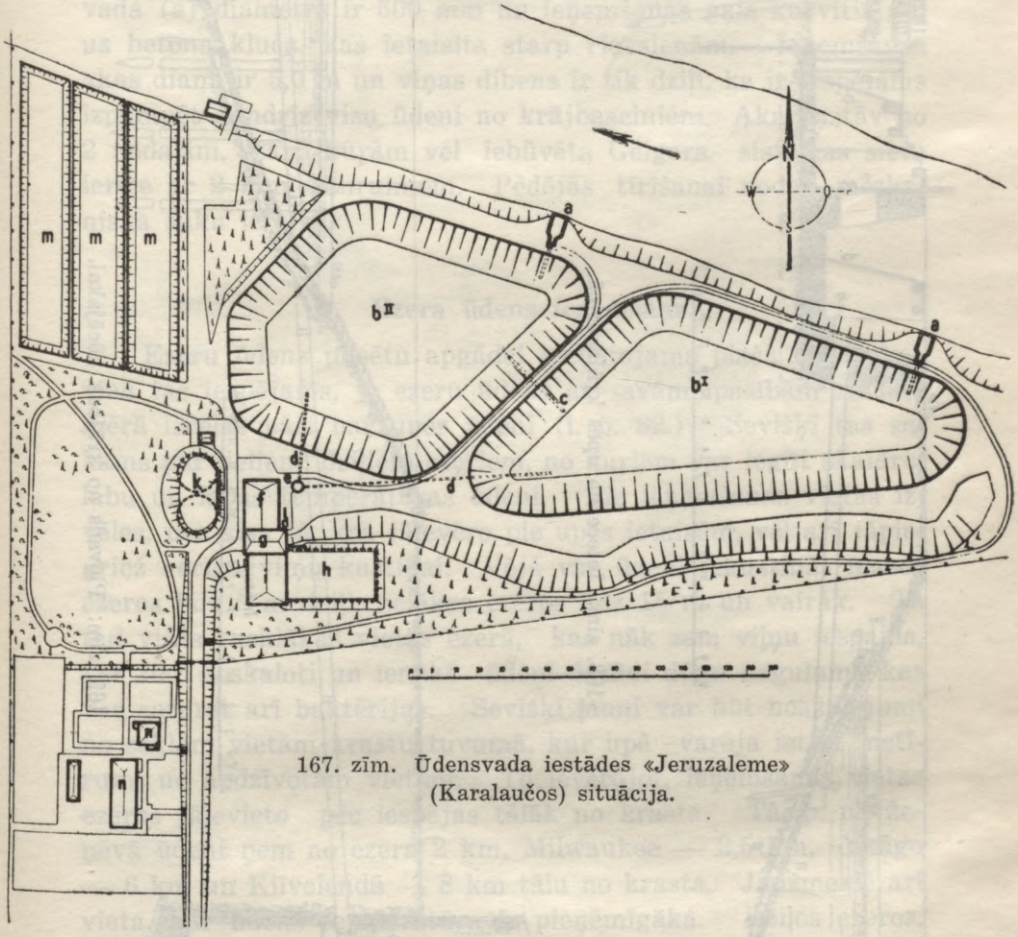
tai būves daļā, kas atrodas virs visaugskākā ūdens līmeņa upē. Uz upes krasta izbūvēta ieņemšanas tvertne, un priekš tās sevišķa kamera ar 2 redeļu ietaisēm ar 6 mm un 12 mm platām spraugām.



166. zīm. Ieņemšanas ietaise St. Louis p. Z. A.

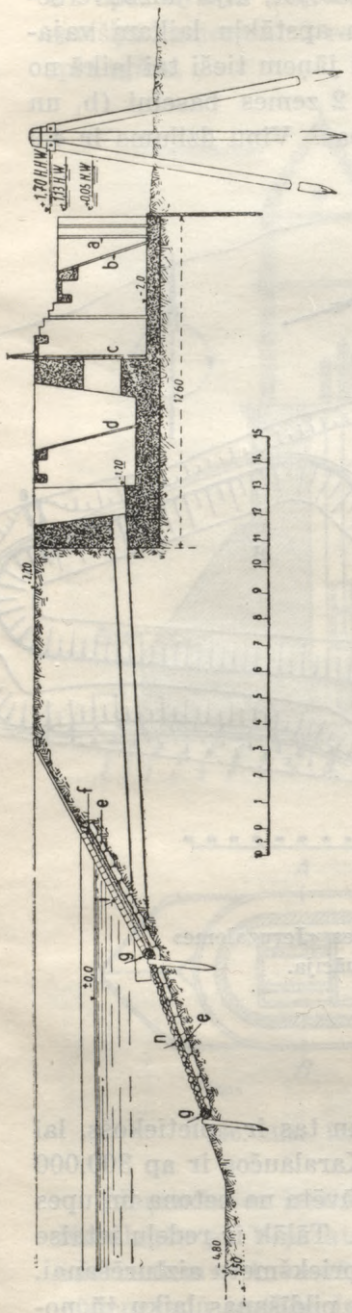
Ieņemšanas ietaise no Pregel upes izbūvēta 1926.—1928. g. Karalauču p. Viņa atrodas ap 2 km no pilsētas, senākā muižā «Jerusalem» tuvumā, un tādēļ ietaise dabūjusi nosaukumu «ūdensvadu iestāde Jerusaleme» (zīm. 167.). Pie stipriem rietumu vējiem ūdens upē tiek no jūŗas puses aizsprostots un upē

aizturēts stipri netīrais ostas ūdens, kam piejaucas atpakaļdzīts sāļais Prūšu jomas ūdens. To ievērojot, bija jāizbūvē sevišķi krājbaseini, kas uzņemtu minēto apstākļu laikam vajadzīgo upes ūdeni, tā kā viņš nebūtu tad jāņem tieši tai laikā no Pregeles upes. Ar to nolūku izbūvēti 2 zemes baseini (b_1 un b_2), kas noder arī kā nostādināšanas bas. Viņu dziļums ir 4,0

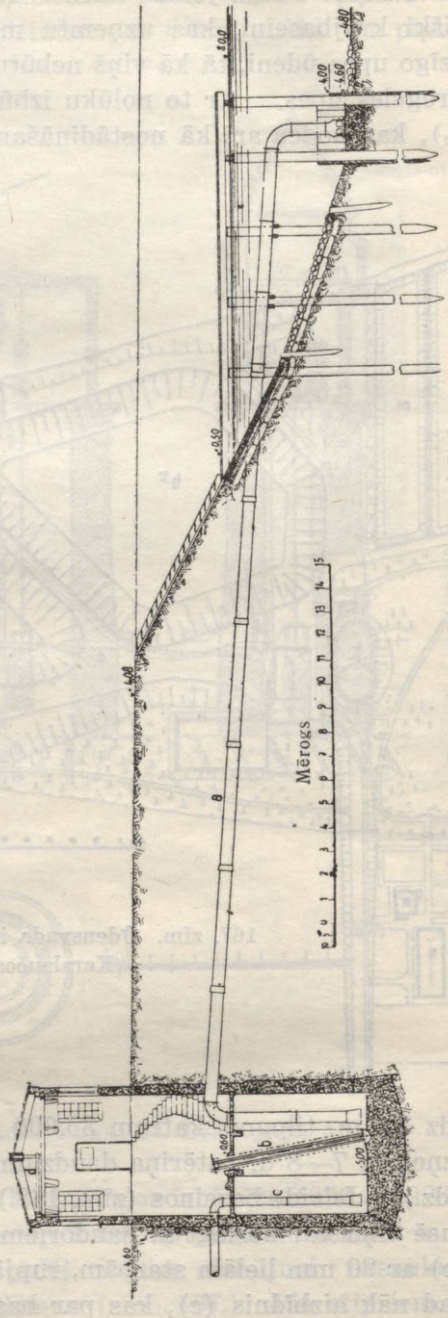


167. zīm. Ūdensvada iestādes «Jeruzaleme» (Karalaučos) situācija.

līdz 5,5 m, tilpums katram 35.000 m^3 un tas ir pietiekošs, lai uzņemtu 7—8 d. patēriņa daudzumu (Karalaučos ir ap 300.000 iedz.). Ielaide baseinos (zīm. 168.) izbūvēta no betona un upes pusē viņu var noslēgt ar šandoriem (a). Tālāk ir redeļu ietaise (b) ar 20 mm lielām starpām, rupjāko priekšmetu aizturēšanai. Tad nāk aizbīdnis (c), kas par baseina pildīšanas laiku tā nostādāms zem ūdens līmeņa, lai aizturētu peldošas vielas, kamēr



168. zīm. Ietece no upes krājbaseinā.



169. zīm. Pievads no krājbas. sūcējakai.

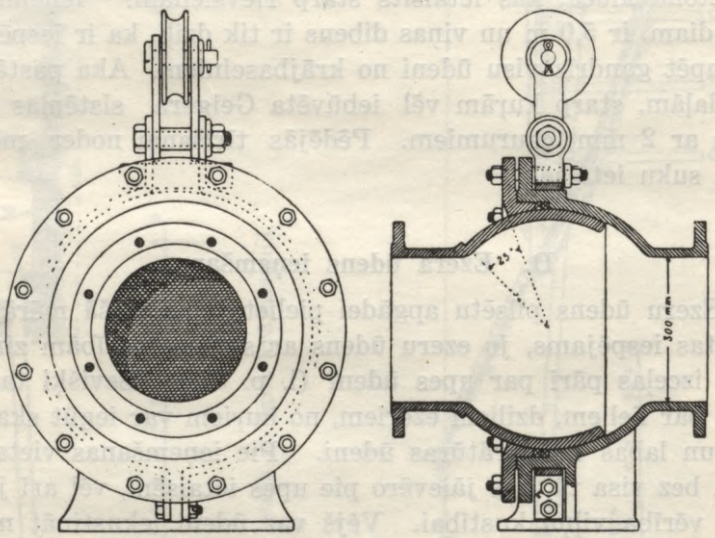
apakšā slieksnis aiztur smalkas vielas. Tālāk vēl ir sietu redele ar 5 mm starpām, kas aiztur mazākas zivtiņas. Vadi no ielaides izbūvē līdz baseinam taisīti no koka caurulēm, d = 600 mm.

No krājbaseiniem ūdeni ar sifona vadiem aizvada uz ieņemšanas aku, kuŗā ieiet pumpju sūcējvadi (zīm. 169.). Sifonvada (a) diametrs ir 500 mm un ieņemšanas gala kurvītis guļ uz betona kluča, kas ietaisīts starp rievsienām. Ieņemšanas akas diam. ir 5,0 m un viņas dibens ir tik dziļi, ka ir iespējams izpumpēt gandrīz visu ūdeni no krājbaseiniem. Aka pastāv no 2 nodaļām, starp kuŗām vēl iebūvēta Geigera sistēmas sietu ierīce ar 2 mm caurumiem. Pēdējās tīrīšanai noder mēchaniska suku ietaise.

D. Ezera ūdens ieņemšana.

Ezeru ūdens pilsētu apgādei pielietojams plašā mērā, kur vien tas iespējams, jo ezeru ūdens ar savām īpašībām zināmā mērā izceļas pāri par upes ūdeni (l. p. 82.). Sevišķi tas sakāms par lieliem, dziļiem ezeriem, no kuŗiem var iegūt skaidru, labu un labas temperātūras ūdeni. Pie ieņemšanas vietas izvēles, bez visa tā, kas jāievēro pie upes ietaisēm, vēl arī jāpiegriež vērība viļņu kustībai. Vējš var ūdeni iekustināt mazos ezeros līdz 5 m dziļi, lielākos ezeros līdz 15 m un vairāk. Tā tad visās seklākās vietās ezerā, kas nāk zem viļņu iespaida, var tikt noskaloti un ienākt ūdenī dažādi dūņu nogulumi, kas var saturēt arī baktērijas. Sevišķi ļauni var būt noskalojumi no seklām vietām krastu tuvumā, kur upē varēja ietikt netīrumi no apdzīvotām vietām. To ievērojot, ieņemšanas vietas ezeros jāievieto pēc iespējas tālāk no krasta. Tā, p. p., Ženēvā ūdeni ņem no ezera 2 km, Milwaukee — 2,5 km, Čikāgo — 6 km un Klīvelendā — 8 km tālu no krasta. Jāuzmeklē arī vieta, kur ūdens temperātūra ir pieņēmīgāka. Dziļos ezeros, temperātūra ezera dibenā ir ap 4°C arī vasarā. Visu to ievērojot no lieliem, dziļiem ezeriem ūdeni saņem tādā vietā, kas atrodas 30—40 m dziļi, un ieņem 3—5 m pāri pār dibenu, vai no tā slāņa, kur konstatēts vislabākais ūdens temperātūras un sastāva ziņā. No sekliem, nelieliem ezeriem ūdens ieņemšanas ietaises jāpieskaņo tiem pašiem norādījumiem, kā upes ieņemšanas vietām.

Kas attiecas uz ūdens ieņemšanas ietaišu konstrukciju, tad galvenās tādas ietaises sastāvdaļas ir cauruļu vads, kas iet no krasta līdz ūdens ieņemšanas vietai un ūdens ieņemšanas vietas izbūve. Vadu liek vai nogremdējot viņu zem ezera dibena, vai uz koka vai dzelzs konstrukcijas steķiem. Vada materiāls ir čuguna vai dzelzs caurules. Atsevišķas caurules savieno ar kustīgiem savienojumiem (zīm. 170.). Cau-

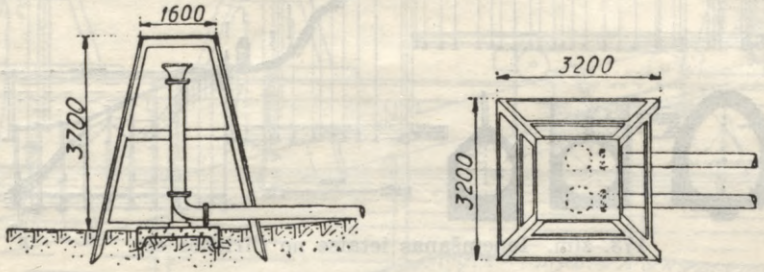


170. zīm. Kustīgs cauruļu savienojums.

ruļu vadu samontē gabaliem uz laivām vai plostiem un tad nogremdē, iepriekš izbagarējot reni. Kad caurule nogremdēta, viņu apbeŗ ar granti. Tālāk nost no krasta vadu nogremdē vienkārši uz ezera dibena bez apbēršanas, vai liek viņu uz steķiem. Lai izsargātu vadu no bojājumiem, no kuģu enkuriem, jāizliek attiecīgi signāli. Dārgāk, bet rīcību labāk nodrošina, ja izbūvē vadu ievietošanai atsevišķas galerijas zem ezera dibena, kā tas, p. p., izvests Čikāgo p.

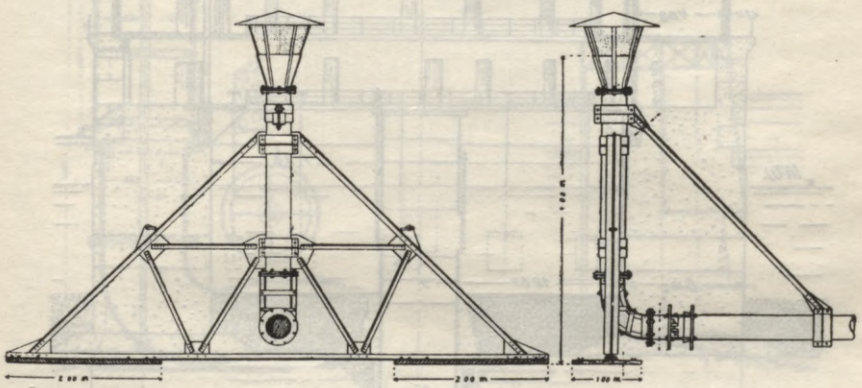
Pati ieņemšanas vieta var būt izveidota dažādi, pieskaņojoties vietējiem apstākļiem. Visvienkāršākā ietaise sastāv no ezerā izlikta vada, ar uz augšu izliektu galu (zīm. 171. un 172.), kas paplašināts piltuves veidīgi un aplikts ar aizsargkurvīti. Visa ietaise aizsargāta ar 4 pāļiem, savienotiem ar šķēršiem, vai ar līdzīgu dzelzs konstrukciju (zīm. 172.). Ieņemšanas caurules galu apbērt ar akmeņiem nav ieteicams,

jo to starpā ieviešas organismi, kā stādu, tā dzīvnieku valsts. Cīriches ezera vads arī izvests ezerā ap 400 m no krasta uz steķu konstrukcijas (zīm. 173.).



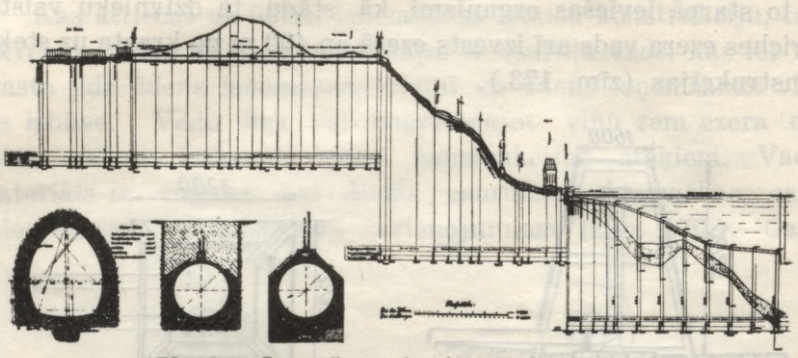
171. zīm. Ieņemšanas ietaise ezerā.

Ļoti plašas izbūves izvestas Amerikā ezera ūdens ieņemšanai. Tā, p. p., Buffalo p. (zīm. 174.) ieņēmējs Jūron ezerā sastāv no apaļa akas baseina diam. 22 m, kas ietverts no betona sienas 6 m biezumā. Siena no iekš- un ārpuses aptverta ar tērauda plātnēm 12 mm biezumā. Sienā ietaisīti 12 logi ar aizbīdņiem ūdens ietecei. Baseina vidū paceļas vertikāla aka,

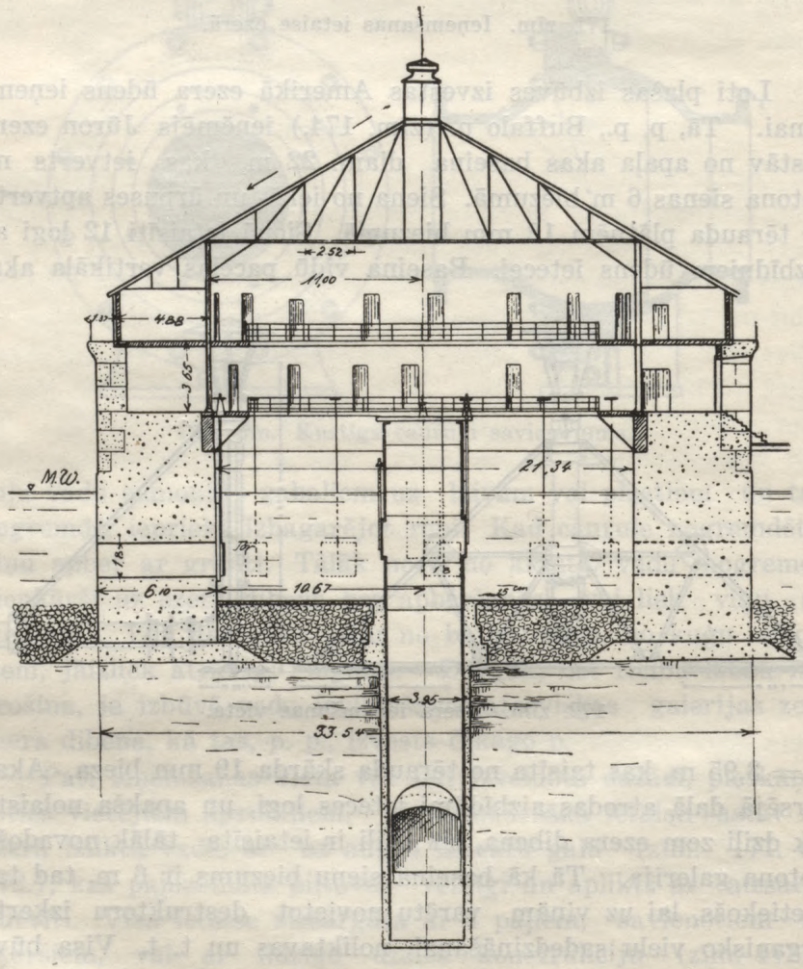


172. zīm. Ezera ieņemšanas vieta.

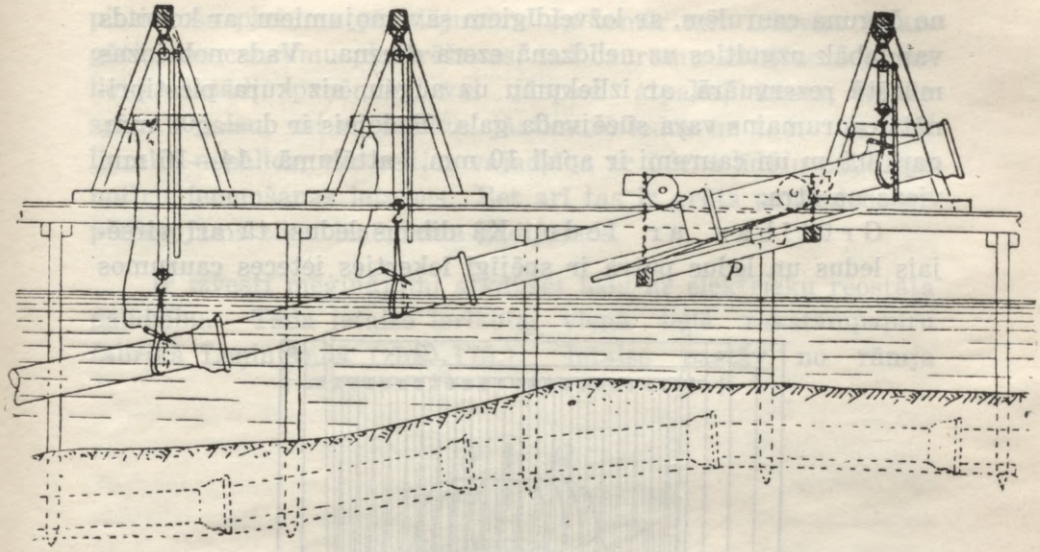
d = 3,95 m, kas taisīta no tērauda skārda 19 mm bieza. Akas virsējā daļā atrodas aizbīdāmi ieteces logi, un apakša nolaista tik dziļi zem ezera dibena, cik dziļi ir ietaisīta tālāk novadošā betona galerija. Tā kā baseina sienu biezums ir 6 m, tad tas pietiekošs, lai uz viņām varētu novietot destruktoru izķerto organisko vielu sadedzināšanai, noliktavas un t. t. Visa būve pārsegta ar jumtu, un augstākā vietā ietaisīts signāltornis.



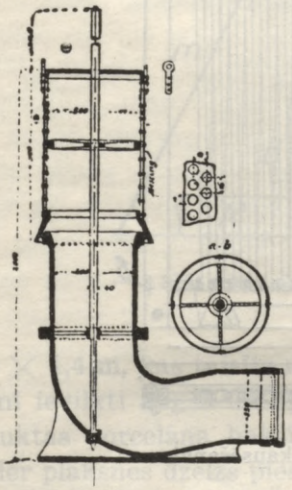
173. zīm. Ieņemšanas ietaise no Cīriches ez.



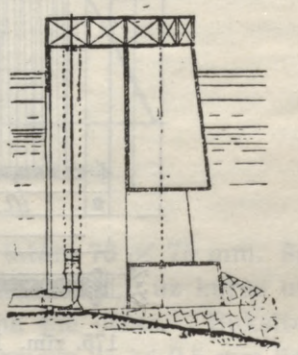
174. zīm. Ieņemšanas izbūve Buffalo p. Z. A.



a



b



c

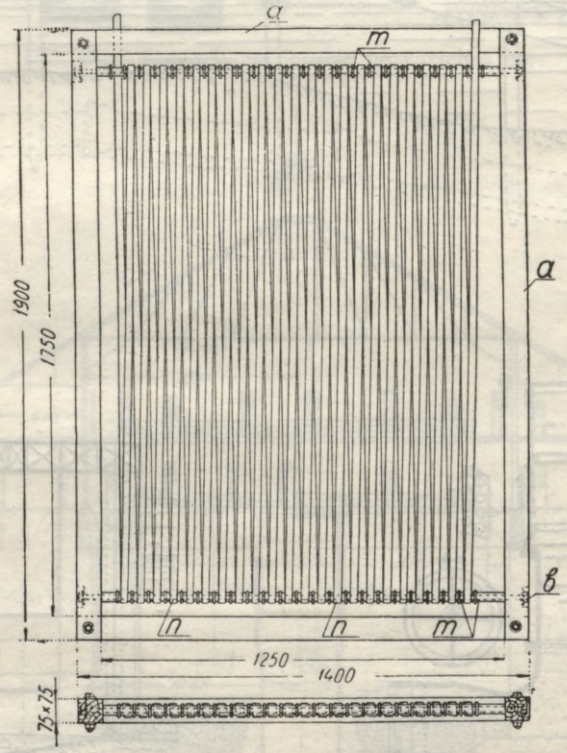
174a. zīm. Ieņemšanas ietaise Tampēras p.

Lai izbūvē vieglāk ietiktu, vienā pusē uztaisīta platforma, pie kuŗas var piestāties kuģi.

T a m p è r a (Tamerforsa) p. (Somijā) saņem ūdeni no Nesiiervi ez. (zīm. 174a.), 275 m no krasta, kur ūdens ap 6 m dziļš, ir skaidrs un labas temperātūras. Ieņemšanas vads ir

no čuguna caurulēm, ar ložveidīgiem savienojumiem, ar ko vads var labāk uzgulties uz nelīdzenā ezera dibena. Vads nobeidzas mūrētā rezervuārā, ar izliekumu uz augšu, aiz kuŗa piestiprināts caurumains vaŗa sūcējvada gals. Pēdējais ir d = 500 mm, gaŗš 0,9 m un caurumi ir apaļi 10 mm, attālumā 14—16 mm viens no otra.

Grūtības ar ledu. Kā dibens ledus, tā arī virsējais ledus un ledus putra ir spējīgi ieķerties ieteces caurumos

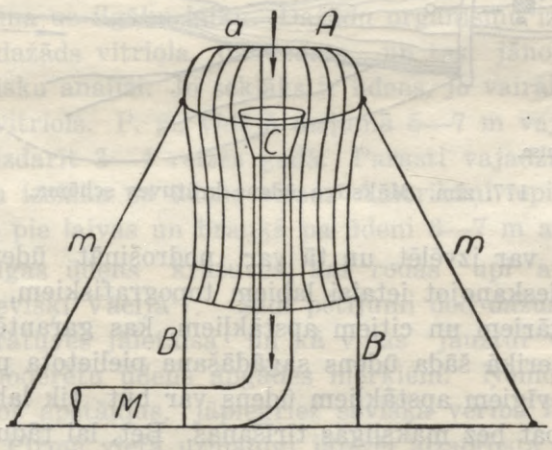


175. zīm. Reostāts ledus atkausēšanai.

un tos aiztaisīt cieti. Cīņa ar šo parādību ir diezgan grūta. Domā, ka vislabāk jautājums atrisināms, ja ieņemšanas ietaisi neietaisa tieši upē, bet ietaisa baseinos, kas stāv ar upi sakarā, kā tas, p. p., ir Karalaučos (zīm. 167), arī Varšavā un vēl citās vietās. Novērots, ka dibena ledus neattīstās, ja ūdens virsma ir mierīga, p. p., pārklāta ar ledu. Tādēļ arī ieņemšana jāierīko rāmā ūdenī, kas var viegli sasalt no virsas. Ir arī ieteikts ieņemšanas vietā ūdeni pārklāt ar plostu vai citu kādu

pietiekoša plašuma pārklājumu. Ja tomēr nav izdevies izsargāties no caurumu piesērēšanas, tad caurumu iztīrīšanai jāpielieto dažādi paņēmieni vai jāspiež atpakaļ ūdens, vai ar spiestu gaisu, vai ar tvaiku jāatkausē ledus un t. t. Ja šādi līdzekļi nepalīdz, var celties vajadzība ar ūdens līdēju palīdzību notīrīt ieņemšanas ietaises. Bet arī tas ir grūts paņēmiens un pielietojams tikai izņēmuma gadījumos.

Ir izvesti mēģinājumi atkausēt ledu ar elektrisku reostāta palīdzību. Tāda ietaise ierīkota vienā lielā rakstāmpapīru fabrikā Leņingradā (zīm. 175.). Ietaise pastāv no rāmja



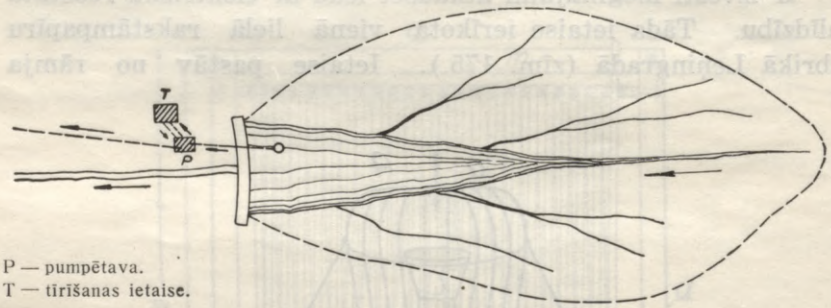
176. zīm. Altberga aizsargs pret ledu.

1,9 × 1,4 m, kas taisīts no priežu koka latām 75 × 75 mm. Šai rāmī ievilkti augšā un apakšā pa vienai bultai, uz kuŗas uzmauktas porcelāna buksītes cieši viena pie otras. Buksītes noder plāksnes dzelzs piestiprināšanai, izmēru 25 × 0,5 mm līdz 115 m kopgaŗumā, pie 4.000 m^3 stundā ūdens daudzuma ieņemšanas. Reostātā ielaiž līdzstrāvu 350 V, kas reostātā samazinās līdz 40 V, pie kam ūdeni sasilda no —0,16°C uz +0,05°C.

Ieņemšanas ietaises aizsargāšanai pret dibens ledu no A l t b e r g a ieteikts (zīm. 176.) metalla siets (A), ko uzstāda ap 1 m apkārt ieņemšanas caurulei uz kājiņām, nesaistot ar ieņemšanas cauruli. Lai gan siets var apledot, tomēr ieņemšanas caurule nebūs ledus iespaidota.

19. Mākslīgas ūdens tvertnes.

Mākslīgu ūdens tvertni sagādā, ja šķērsām pār upes ieleju ietaisa aizsprostu, tādā veidā radot mākslīgu ezeru, kuŗā ūdens uzkrājas tai laikā, kad pietece liela, un kas tad noder ūdens apgādei tai laikā, kad pastāvīgā pietece neapmierina prasības (zīm. 177.). Tāda mākslīga ezera ūdens līdzinās dabīga ezera ūdenim, un dažā ziņā viņš var pat būt labāks, jo mākslīga



P — pumpētava.
T — tīrīšanas ietaise.

177. zīm. Mākslīga ūdens krātuves schēma.

ezera vietu var izvēlēt, un tā var nodrošināt ūdenim labas īpašības, pieskaņojot ietaisi labiem topografiskiem, hidroloģiskiem, sanitāriem un citiem apstākļiem, kas garantē ūdens labumu. Amerikā šāda ūdens sagādāšana pielietota plašā mērā, un pie izdevīgiem apstākļiem ūdens var būt tik labs, ka viņu var lietot pat bez mākslīgas tīrīšanas. Bet, lai tādu ūdeni nodrošinātu, bez vietas izvēles jāpiegriež arī vērība vietas sagatavošanai mākslīgam ezeram. Nākošā ezera gultne jānotīra no kokiem, jānoņem virsējā augsnes kārta, purvainas vietas jāiznīcina. No apkārtējiem laukiem, ko mēslo ar staļļa mēsliem, un no apdzīvotām vietām notekūdeņi nedrīkst notecēt uz mākslīgo ezeru. Tāpat arī upes ietekošas galvenā upē, un atrodošās mākslīga ezera iespaidrajonā, nedrīkst uzņemt netīrus notekūdeņus. Tādu mākslīgu ezeru tuvumā nav pielaižamas apdzīvotas vietas, un tādēļ viņš jāiežogo ar necaurejamu žogu un ar bieziem, asiem apstādījumiem. Tā, p. p., Gotas p. ezers iežogots ar 3 m augstu drātszogu. Ļoti vēlams, lai ezera apkārtne pēc iespējas plašāk būtu apklāta ar mežu. Amerikā dažās vietās ūdens labuma nodrošināšanai aizsardzība pat izvesta tik plaši, ka pār ezera virsmu pārvilktas stiepules, attālums 12 m, lai atbaidītu putnu nolaišanos ezerā. Peldēšanās

ezerā noliedzama un arī braukšana laivās nav vēlama. Zivju audzēšanu var ieteikt, ņemot vērā, ka tas veicina pašiztīrīšanās procesus ūdens tvertnē.

Dažreiz mākslīgās ūdens krātuvēs attīstās uz virsas lielā daudzumā mikroorganismi (algas), kas pārklāj virsmu, it kā ar ziediem. Tādam ziedošam ūdenim var būt arī slikta smaka un garša. Tāda mikroorganismu attīstīšanās novērojama sevišķi lielā mērā seklos ūdeņos, kas labi no saules tiek apspīdēti un sasildīti. Nevēlamu parādību, t. i. minēto algu attīstību ar sliktas smakas un garšas sagādāšanu ūdenim Amerikā iznīcina ar vaļa vitriolu. Piejaukts ūdenim daudzumā 1 d. uz 1.000.000 d. ūdens, viņš nav kaitīgs ne cilvēkiem ne zivīm, bet algas iznīcina uz ilgāku laiku. Dažādu organismu iznīcināšanai vajadzīgs dažāds vitriola daudzums, un tas jānoskaidro ar mikroskopisku analizi. Jo seklāks ir ūdens, jo vairāk un biežāk jāpiejauc vitriols. P. p., vidējā dziļumā 5—7 m vajadzīgs piejaukšanu izdarīt 3—4 reizes gadā. Parasti vajadzīgo daudzumu vitriola izslaka pa ūdens virsu. Amerikāņi iepilda maisos, piesien tos pie laivas un braukā pa ūdeni 6—7 m attālumos.

Mākslīgas ūdens krātuves, kas rodas upi aizdambējot, izpētītas sevišķi Vācijā[1]). Šādi pētījumi dod dažus norādījumus, kā krātuves jāietaisa un kā viņas jāuztur vēlamā stāvoklī, lai noderētu ūdens apgādes mērķiem. Ņemot vērā pie tam vietējos apstākļus, jāpiegriež sevišķa vērība higiēniskām prasībām. Pirmā vietā uzmanīgi jāizvēl aizsprosta vieta. Vislabāk noder neapdzīvots pieteces apgabals, kurā neatrodas arī daudz lauksaimniecību, kas laukus mēslo ar staļļa mēsliem. Aizsprostiem sevišķi izdevīgs upes virsējais tecēšanas rajons, jo te mēdz būt augsti krasti, kritums ir lielāks, bet no otras puses arī ūdens daudzums ir mazāks, tā tad tāda ietaise varēs apmierināt tikai kādas mazākas pilsētas vai ciema ūdens vajadzības. Visādā ziņā aizsprostam jāizvēl tāda vieta, kur abi upes krasti ir pilnīgi noteikti un sanāk pēc iespējas tuvu kopā, lai aizsprosta garums būtu mazāks un prasītu mazākus izdevumus.

Ūdens labums tādā mākslīgā krātuvē atkarājas no pietekošā ūdens īpašībām, un visādā ziņā vajaga būt pārliecībai, ka

[1]) Mitteilungen aus d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasservers. und Abwässerbeseitigng zu Berlin Heft 15. Berlin 1911.

ūdens pašiztīrīšanās spēja krātuvē būs pietiekoša, lai ūdens apgādes ieņemšanas ietaisei pienāktu tikai ķīmiskā un fizikālā, kā arī higiēniskā ziņā nevainojams ūdens, vai vismaz tāds ūdens, kuŗa tīrīšana neprasītu sarežģītus paņēmienus un nemaksātu dārgi. Ir arī ieteicami ap krātuvi ierīkot aizsargjoslu kādu 100—200 m platu, kas pilnīgi noslēgta parastai satiksmei. Ļoti vēlams apstādīt ar kokiem nevien šo aizsargjoslu, bet pēc iespējas lielāku daļu no pieteces baseina. No svara ir arī krātuves lielums, sevišķi attiecības starp uzkrāto ūdens daudzumu un pieteci un ūdens noņemšanu. Jo lielākas, skaitliskā ziņā, šīs attiecības, jo ilgāk ūdens varēs uzturēties krātuvē un jo labāk viņš varēs izmantot pašiztīrīšanās procesus. Vēlams būtu kādu 2 mēnešu uzturēšanās laiks, bet tas atkarājas galvenā kārtā no ietekošā ūdens daudzuma.

Mākslīgi uzstādinātais ezers padara apkārtni skaistāku, un virsas pilnīga noslēgšana no cilvēku redzes būtu nevietā. Gan braucamie ceļi, kā jau minēts, ezera tuvumā nebūtu pielaižami, tomēr kājām gājējiem noslēgt pieeju būtu grūti, bet gan tie jābrīdina, ka nekādus netīrumus nedrīkst nomest ezera tuvumā. Braukšana ar laivām pa tvertni, kā arī zvejošana svešiem aizliedzama pilnīgi. Zivju ieaudzināšana ļaunumu neatnes, jo zivis pārtiek no dažādiem sīkiem organismiem, tā tad veicina ūdens atbrīvošanu no tādiem organismiem, bet zivju izķeršanai un atjaunošanai jānotiek lietpratēja uzraudzībā.

Ūdens ieņemšanai no mākslīgas tvertnes jāizvēl tāpat, kā no dabīgas dziļāki slāņi, kur ūdens vēsāks, vienmērīgākas temperātūras. Ūdens nav jāieņem aizsprosta tuvumā, jo te uzkrājas vislielākais daudzums nogulšņu vai dūņu, tā tad ūdens ir visnetīrākais. Tādēļ tad ūdens jāieņem tālāk nost no aizsprosta, un ieņemšanas caurules ieteces gals jāpaceļ pāri pār dibenu, pie kuŗa varētu būt sakrājušās dūņas, tāpat kā to dara ar ūdens ieņemšanu no dabīgiem ezeriem. Aizsprosts jāietaisa arī tā, lai no ezera dibena varētu laiku pa laikam nolaist uzkrājušās dūņas, un ezeru iztīrīt no dūņām.

Ūdens daudzums apgādes mērķiem, ko var uzkrāt mākslīgā ezerā, atkarājas no ieteces baseina un no vietas topografiskiem, ģeoloģiskiem un meteoroloģiskiem apstākļiem. Aiz aizsprosta uzkrāj lietus ūdeni, kas satek no pietekām, kā arī gruntsūdeni. Uz novērojumu pamata var nākt pie zināmiem slēdzieniem par šāda ūdens skaitlisku daudzumu.

Apzīmēsim ar A — (km^2) ieteces baseina laukuma lielumu, h_p — (m) — nokrišņu augstumu zināmā laika posmā, h_n — (m) — noteces augstuma lielumu, tad sateces koeficients η izteicams ar attiecībām:

$$1) \quad \eta = \frac{h_n}{h_p}.$$

Sateces koef. izsaka, cik liela daļa no nokritušā lietus ietek upē no zināma laukuma zināmā laika posmā.

Sateces daudzumu Q — par zināmu laiku — t dienas, izteiksim tilpuma vienībās, p. p., m^3:

$$2) \quad Q = A \cdot h_n$$

tad laika vienībā — 1 sek., satekošais ūdens daudzums q būs:

$$3) \quad q = \frac{A \cdot h_n}{t \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{A \cdot \eta \cdot h_p}{t \cdot 86400}.$$

Tā kā A — izteikts km^2 un citi mēri metros, tad lai visus mērus apzīmētu ar vienu vienību, ņemsim $A = 1000 \cdot 1000 (m^2)$, un tad

$$4) \quad q = \frac{1000 \cdot 1000 \cdot A \cdot \eta \cdot h_p}{t \cdot 86400}.$$

Ja ar t — apzīmējam gada noteces ilgumu = 365 dienas un ar h_p — gada nokrišņu augstumu, tad

$$5) \quad q_1 = \frac{1000 \cdot 1000 \cdot A \cdot \eta \cdot h_p}{365 \cdot 86400} = 0{,}0317 \cdot A \cdot \eta \cdot h_p,$$

kur q_1 — apzīmē noteces daudzumu m^3/sek.

P. p., $\eta = 0{,}30$, $h_p = 0{,}6$ m un $A = 1000$ km^2,

tad:

$$Q = 0{,}0317 \cdot 1000 \cdot 0{,}30 \times 0{,}6 = 5{,}7 \ m^3/sek.$$

Sateces koef. η pieņemts tā, it kā būtu vienmērīga satece par apskatāmo laika posmu. Viņā ietilpst ne vien pa zemes virsu notecējušais ūdens, bet arī gruntsūdens. Būtu nepareizi rēķināt tikai ar virszemes noteci, jo sausā laikā jau ir gruntsūdens tas, kas uztur upēs un avotos zināmu caurteces daudzumu, un arī lielūdeņu laikā upē ieplūst nevien virszemes, bet arī gruntsūdens.

K o e f. η jāatrod no sistēmatiskiem upju caurteces daudzuma novērojumiem par lielāku laika posmu. Tādi novērojumi daudz vietās arī izdarīti un atrasti sekojoši lielumi:

	η
Viduseiropas upēs (pēc Murrey)	0,340
Sēnes upei (pēc Arago)	0,333
Vācijas upēm (pēc Grēwe):	
Reinai pie Koblencas	0,385
Vēzerei pie Mindena	0,370
Elbai pie Torgavas	0,300
Vislai	0,290
Oderei	0,270
Vidēji visām Vācijas upēm	0,314
Čechoslovakijas upēm	0,250
Maskavas upē (pēc Speijera 18. g. novēr.) . .	0,300

Zinot η — var aprēķināt, cik mākslīgā ezerā var ūdens satecēt. No otras puses jāaprēķina, cik ūdens iz ezera izzūd ar izgarošanu un arī ar iesūkšanos zemē.

I e s ū k š a n ā s z e m ē ir vislielāka pie jauna ezera, kamēr ar laiku, kad gruntsūdens līmenis pacēlies un pieskaņojies ezera ūdens līmenim, un arī ezera dibens un malas piedūņojušas un aizaugušas ar zāli, tad iestājas zināms līdzsvars, zaudējumi samazinās, un gruntsūdens sāk atkal tecēt uz ezera pusi. Cik liels zaudējums no iesūkšanās zemē jāņem vērā, tas jānoskaidro katrā vietā ar pētījumiem, jo zaudējumi atkarājas kā no apkārtnes grunts īpašībām, tā arī no gruntsūdens tecēšanas apstākļiem. Parasti iesūkšanās lielumu aprēķina kopā ar izgarošanu. Atsevišķi noteikt i z g a r o š a n a s l i e l u m u ir grūti, lai gan pētījumi arī šai ziņā ir izdarīti. Tā, p. p., pēc Maskavas Petrovsko-Razumovskajas meteoroloģiskās stacijas novērojumiem par zināmu periodu vidējs gada nokrišņu daudzums bija h = 536 mm, kamēr izgaroja 377 mm, tā tad palika uz zemes (iesūcās zemē un notecēja pa zemes virsu) ap 30%, kas saskan ar tiešiem novērojumiem uz Maskavas upes. Vasarā izgarošana ir lielāka kā ziemā, un pēc minētās stacijas novērojumiem no aprīļa līdz septembrim (līdzieskaitot) izgaroja vidēji no 33 g. novērojumiem, — 322,4 mm, kamēr nokrišņu augstums tai pašā laikā bija 350 mm. Izgarošanas pētījumus izdara parasti ar novērojumiem no ūdens

virsmām, kas šai gadījumā arī vajadzīgs. Pēc novērojumiem dažādās zemēs atzīmējami, piemēram, šādi skaitļi izgarojumiem no ūdens virsmām:

Anglijā pie h = 950 mm — izgarošana gadā ir 762 mm.

Parīzē (1839.—1872. g.) pie h = 550 mm — izgarošana gadā ir 705 mm.

Tieši pie aizsprostojumiem novērots:

Lennep up. ielejā (vidējais no 20. g.) h = 1.170 mm — izgarošana gadā ir 810 mm.

Remšeida (17. g. novēr.) — izgarošana gadā ir 876 mm.

Vogezōs — izgarošana gadā ir 600 mm.

Pie Rietumeiropas apstākļiem varētu pieņemt zuduma lielumu no ūdens virsas (no iesūkšanās un izgarošanas) 800 mm gadā. Krievijā pie beišlotiem (kuģniecības ūdens rezervuāriem) rēķināja 2 m, kas gan ir ar lielu drošības koef. Tā tad, zinot no vienas puses sateces daudzumu, no otras puses zudumus no iesūkšanās un izgarošanas, var aprēķināt to ūdens daudzumu, kas palika ietaises rīcībā, šai gadījumā ūdens apgādei.

Aizsprostu būve.

Aizsprosti pieder pie tām inženieru būvēm, kuŗām jāpiegriež sevišķa uzmanība kā projektējot, tā izvedot. Aizsprosta bojājums var atnest daudz nelaimes, var iznīcināt saimniecības un prasīt arī cilvēku upuŗus. Tā, p. p., 1916. g. sabruka Baltās Desses aizsprosts Iserkalnājā Vācijā, kas nodarīja lielu postu un kam par upuri krita 60 cilvēku dzīvības. Līdzīgs gadījums bija Italijā ar Glena aizsprostu, kas sabruka 1923. g., un kam par upuri krita gandrīz visi vienas sādžas iedzīvotāji. Protams, ka pilsētas iedzīvotāji, ja ūdens apgāde ir no tāda aizsprostojuma, paliķa bez ūdens. Liela daļa tādu katastrofu notiek no neparedzētiem dabas iespaidiem, tomēr ir arī par iemeslu tas, ka nebija pietiekoši izpētīti aizsprosta pamatojumi, vai būve nebija izvesta pietiekoši rūpīgi. To ievērojot nedrīkst ķerties pie aizsprosta projektēšanas, kamēr nav visi iepriekšējie izmeklējumi izdarīti un nobeigti. Lieka taupība uz izmeklēšanas darbiem te būtu nevietā. Bet arī gatavu aizsprostu uzraudzība jāuztur ar sevišķu uzmanību un vismazākie defekti laikā jānovērš.

Aizsprosta bojājumiem vai pilnīgam sabrukumam var būt šādi cēloņi: 1) Nepietiekoša grunts izmeklēšana un izpētīšana. Zem aizsprosta svara grunts var nevienādi sēsties, vai var izmirkt zem ūdens spiediena iespaidiem; līdz ar to var rasties sūce dambī un ierosināt tālākus bojājumus un sabrukumu. 2) Nepietiekoši labi būves materiāli. 3) Nepareizi izvēlēts aizsprosta veids, un nepietiekoši labi apsvērti projekta detaļi, kā pārgāzes izmēri un caurules nostiprinājumi, kā augšpus, tā lejpus aizsprosta. 4) Nepietiekoši labi un rūpīgi izvesti būvdarbi. 5) Nepietiekoša uzraudzība gatavam aizsprostam un sūces neizlabošana, tiklīdz tā parādās.

Sevišķi augstu dambju būve uzliek lielu atbildību. To ievērojot izteiktas domas, labāk taisīt vairākus zemus dambjus dažādās upes vietās, vienu aiz otra, pie kam varētu arī sasniegt lielāku ūdens krātuvju koptilpumu. Tādas domas tomēr nav pietiekoši pamatotas. Nemaz jau neņemot vērā to, ka vairāki dambji tā paša ūdens daudzuma uzkrāšanai izmaksātu vairāk kā viens, jautājums sarežģījas vēl ar to, ka grūtāk atrast daudz noderīgas vietas, nekā vienu pašu. Tomēr svarīgākais te gan būtu jāuzskata tas apstāklis, ka viena dambja sabrukšanas gadījumā ciestu arī visi lejpus atrodošies dambji, un tā tad vēlamais mērķis nebūtu sasniegts. Bet gan iespējams un pat vēlams, ja apstākļi labvēlīgi, aizsprostus izbūvēt nevis uz galvenās upes, bet uz pietekām. Tas dod pietiekošu garantiju, ka viena aizsprosta bojājums nenesīs ļaunumu arī visiem citiem.

Ievērojot svarīgu nozīmi sevišķi lielo dambju būvēm, daudzu zemju inženieri par saviem piedzīvojumiem un pētījumiem apmainās pēdējā laikā nodibinātā starptautiskā «lielo dambju konferencē», tā veicinot lietas vislabāko atrisinājumu.

Aizsprostus taisa vai no zemes uzbērumiem (zemes dambjiem), vai masīvus. Zemes dambji pielietojami zemiem aizsprostiem, ne augstākiem par 30 m. Austākiem aizsprostiem jāpielieto masīvas būves. Pēdējās jāpamato uz klints, un tikai ļoti zemi aizsprosti, 5—10 m augstumā, ir būvēti uz cieta māla vai līdzīgiem zemes slāņiem, kamēr zemes dambjiem nav cieta klints nepieciešama. Masīvie aizsprosti gan parasti izmaksās dārgāk kā zemes uzbērumi, tomēr viņiem ir lielas priekšrocības pret pēdējiem, jo viņus var statiski pareizāk aprēķināt un viņi izturīgāki par zemes dambjiem. Daudz gadī-

jumos sastopamas arī kombinācijas no zemes un masīvām izbūvēm, taisot to daļu aizsprosta no mūŗa, kuŗā ietvertas speciālas būves: pārgāzes, dibens nolaides, zivju ceļi, plostu ceļi un t. l., kamēr piegulošos pie šām būvēs spārnus taisa no zemes uzbēruma attiecīgas konstrukcijas (Ķeguma aizsprosts).

Zemes dambji tā tad pielietojami, kad nav cieta klints pamata masīviem dambjiem, vai tādi būtu sasniedzami tikai ierokoties lielā dziļumā. Izrādījies, ka arī zemes dambji var būt pietiekoši izturīgi, ja viņi uzbūvēti no noderīgiem šim mērķim materiāliem, un viņus rūpīgi uzrauga un uztur kārtībā. Temperātūras iespaidi uz konstrukciju nav no iespaida, tāpat arī rajonos, ko piemeklē zemes trīces, uzskata zemes dambjus par piemērīgākiem pret masīvām būvēm.

Zemes dambju šķērsgriezuma aprēķināšanu parasti neizved, bet to pieņem uz praktisku piedzīvojumu pamata.

Dambja virsas platumu nosaka, ņemot vērā vai virsai jānoder braucamam ceļam vai nē. Pirmā gadījumā platums būtu pietiekošs 7—10 m, un parasti arī vairāk par 10 m netaisa, ja to neprasa sevišķi apstākļi. Ja braucamais ceļš nav paredzēts, tad virsas platumu var pieņemt pēc Tomsona formulas, ja dambis augstāks par 3 m:

$$b = 3{,}00 + 0{,}3\ (h - 3{,}00)$$

kur b — platums un h — dambja augstums, izteikti m.

Dambja virsa jāpaceļ pāri pār visaugstāko ūdens līmeni, lai izsargātos, pie lieliem viļņiem, no dambja virsas apdraudējuma, sevišķi ja viļņi gāztos pāri pār virsu. Viļņu augstuma aprēķinam «Stephensons» ieteic formulu:

$$H = 0{,}36\sqrt{D} + (0{,}76 - 0{,}27\sqrt[4]{D})$$

pie kam H — domāts m un D — km — (uzstādinājuma gaŗums). Praktiski pie zemiem dambjiem un maziem ezeriem pieņem virsas augstumu 1 m pāri pār visaugstāko ūdens līmeni ezerā, kamēr pie lielākiem tas ir jāpieņem 1,5 līdz 2 m.

Nogāzes. Nogāzes slīpums atkarājas no berzes pretestības materiāla, t. i. no dabiskās nogāzes leņķa lieluma. Tas ir pie dažādiem materiāliem dažāds un leņķis var būt 15° (piesātināts ar ūdeni māls) līdz 45° (mitrs smilšains māls). Vispārīgi berzes pretestība pie rupjgraudaina materiāla ir lielāka kā pie smalkgraudaina. Neliels mitruma daudzums parasti

palielina berzes pretestību, bet liels ūdens daudzums viņu var samazināt stiprā mērā. Nogāzes slīpums tā tad jāizvēl atkarīgi no uzbēruma materiāla rakstura, ņemot vērā viņa ūdens saturu un arī no aizsprosta nozīmes un lieluma. Pie zemiem dambjiem, līdz 10—15 m augstiem, nogāze var būt 1 : 1½ līdz 1 : 3 ūdens pusē un 1 : 1½ līdz 1 : 2 lejpusē. Augstos dambjus netaisa ar kritumu mazāku par 1 : 2½, un apakšējā daļā pat noiet līdz 1 : 5, jo apakšējā daļā materiāls visvieglāk atmiekšķē un noplūst. Augstiem dambjiem ar stāvām nogāzēm, p. p., 1 : 1½, jātaisa pakāpes (bermas), un arī pati nogāze jānostiprina (zīm. 178.). Pakāpes jātaisa ar slīpumu 1 : 10 līdz 1 : 15, lai uz viņām nesakrātos ūdens, kas iesūktos uzbērumā.

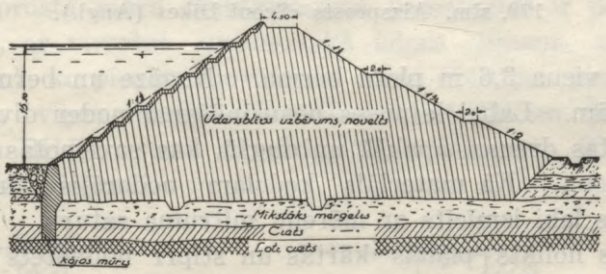
Nogāzes nostiprināšana ūdens pusē arvien vajadzīga, lai izsargātu uzbērumu no bojājumiem, no viļņu un no ledus iedarbības. Apakšējo nogāzes daļu vislabāk aizsargā ar 40—50 cm stipru akmeņu uzbērumu, augšējo daļu turpretim nobruģē ar 30 cm stipriem akmeņiem, kas nolikti uz 20—25 cm biezas oļu vai sķembu kārtas. Ieteicams bruģa šuves aizliet ar cementa javu. Lejpusē nogāzes ir stāvākas un viņas parasti nostiprina, lai vējš un lietus nebojātu. Ja nogāzei cauri nesūcas ūdens, viņu var aplikt ar velēnām, turpretim, ja jābaidās no sūces, tad velēnas neder, jo viņas nošļūktu. Tādā gadījumā nogāze jānobruģē, šuves pildot ar sūnām.

Materiāli zemes dambju uzbēršanai jālieto pēc iespējas vietējie, kuŗu pievešana nemaksātu dārgi. Bet ne katrs grunts materiāls var noderēt dambju uzbēršanai. Labākais materiāls ir vienmērīgs maisījums no smilts, māla un grants, kur katra smilts daliņa ir ietērpta mālā. Tāds materiāls satur ap 25—30% māla un ir ūdeni cauri nelaidošs. Masa paliek vēl blīvāka, ja aplej ar kaļķpienu, kas iespiežas vismazākajās porās. Materiālā nedrīkst atrasties stādu daļas un vispārīgi organiskas vielas, kas varētu pūt un tā padarīt uzbērumu par neblīvu.

Uzbēruma pamatam vajaga būt notīrītam no visām neblīvām vielām, kā saknēm, humusa un t. t. Nav jāaizmirst, ka pamata grunts nedrīkst būt no mazāk blīva materiāla, kā uzbērums. Ja pamatā tāda materiāla nebūtu, tad sliktais pamata materiāls ir jānovāc. Zemes uzbēršana notiek horizontālām kārtām, biezumā 20—30 cm, un katra kārta ir stipri jānoblietē, vislabāk ar motora kūleņiem. Ja uzbēruma

materiāls ir sauss, viņš jāsaslapina, lai varētu viņu blīvi pievelt. Slapināšanu izdara visvieglāk, ja aiz gatava uzbēruma jau ūdenim liek pakāpeniski sastāties. Sasalusi zeme uzbērumam nederīr.

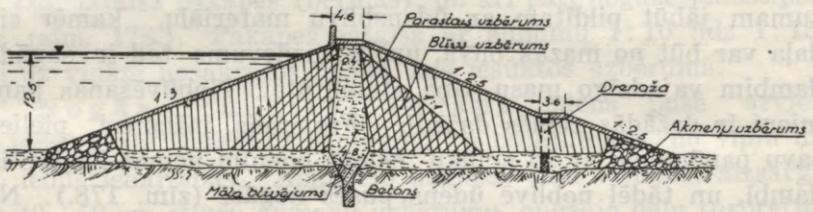
Zemes dambju blīvums, viņu ūdens caurnelaidība, ir prasība, kas saistīta ar dambja labumu. Ja var visu uzbērumu panākt ar blīvuma ziņā drošu materiālu, tad mērķis vislabāk sasniegts. Tomēr ne visur iespējams sagādāt tādu blīvu materiālu, un jāiztiek pa daļai ar mazāk blīvu materiālu. Lai tomēr nodrošinātu dambja izturību, daļa dambja šķērsgriezumam jābūt pildītam ar ūdensblīvu materiālu, kamēr cita daļa var būt no mazāk blīva, un tā uzdevums tad ir sagādāt dambim vajadzīgo masu viņa stabilitātei. Noblīvēšanas paņēmieni ir dažādās zemēs dažādi. Francijas inženieŗi pielieto savu paņēmienu ar to nolūku neļaut ūdenim nemaz iespiesties dambī, un tādēļ noblīvē ūdens puses nogāzi (zīm. 178.). No-



178. zīm. Aizsprosts pie «Charmes» (Franc.).

blīvējumam pielieto akmeņu bruģi cementa javā vai betona plātnes, vai masīvu betonu, vai ar kaļķpienu piesātinātu zemes slāni zem bruģa, vai mālu zem bruģa. Nogāze izveidota pakāpēm, ik pa 2 m augstuma, kam uzdevums atvieglot izlabojumus. Par ļoti svarīgu prasību uzskata labu dambja pēdas savienojumu ar cietu pamata slāni. Lai to panāktu, pie dambja pēdas izrok grāvi līdz ūdensblīvai apakšgruntij, ietaisa stāvu betona mūri, kas balsta nogāzes bruģi, un pārējo grāvja daļu piepilda ar mālu. «Charmes» dambim (zīm. 178.) ūdenspuses nogāze aplikta ar betona plātnēm, 3 m gaŗumā, kas uz vietas izgatavotas. Šuves starp plātnēm atstātas 3 cm, kas apakšā pildītas ar mālu un no virsas ar vāju javu. Tādā veidā cer panākt to, ka pie uzbēruma saplakšanas iespējamās plaisas šuvēs tomēr nevarētu iesūkt ūdeni.

Citu blīvuma sagādāšanas paņēmienu pielieto angļu inženieri. Viņi ietaisa dambja vidū māla kodolu (zīm. 179), kas sniedzas no virsas līdz ūdensblīvai apakšgruntij. Kā piemēru var norādīt uz «Scout Dike» aizsprosta būvi, kas bija uzsākta 1926. g. (Sheffieldas tuvumā). Ūdens puses nogāze 1:3, nobruģēta, un bruģis apakšā balstās uz akmeņu uzbēruma, un ir no apakšas 30 cm un virsējā daļā 45 cm biezs. Māla kodols ir virsū 2,4 m un apakšā 4,8 m biezs un guļ uz 1,5 m bieza betona pamata, kas ielaists klintī. Lejpuses nogāze ir 1:2,5, viņā



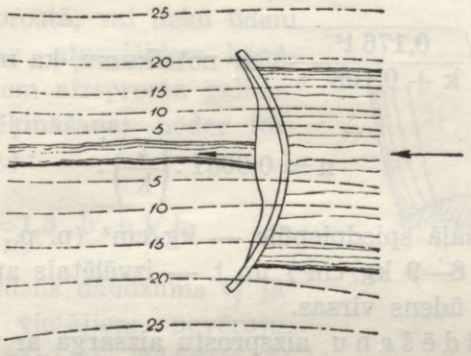
179. zīm. Aizsprosts «Scout Dike» (Angl.).

ietaisīta viena 3,6 m plata berma. Nogāze un berma nolikti ar velēnām. Labai lejpuses nosusināšanai noder divas līmeniski liktas drenas, apakšā un augšā, kas savienotas ar statenisku drenu. Kā materiāls kodolam noderējis tīrs ķieģeļu māls, kas labi izmīcīts ar mērenu mitruma saturu. Uz vietas materiāls nolikts plānās kārtās un stipri noblietēts ar dzelzs blietni, tā kā pārvērsts par homogēnu masu. Abās pusēs māla kodolam novietots no mālainas smilts sastāvošs blīvs materiāls, kamēr no ārpuses uzbērts parastais uzbēruma materiāls.

Masīvi aizsprosti.

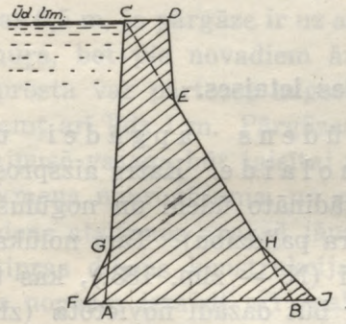
Aizsprostus šķērsām pāri ielejai pa lielākai daļai netaisa taisnus, bet viņus izveido sektorveidīgus, tā tad vertikālas velves veidīgus (zīm. 180.). Ar to sasniedz labumu, ka aizsprosts izturīgāks pret ūdens spiedienu, un ir arī elastīgāks, un neceļas tik viegli plaisas kā no ūdens spiediena, tā arī no temperātūras iespaidiem. Aizsprota mūŗa biezumu aprēķinot, izliekumu parasti neņem vērā, tā tad tas dod zināmu rezerves drošību. Aizsprota aprēķinā jāietveŗ sekojošas prasības: viņš nedrīkst apgāzties, nedrīkst slīdēt uz sava pamata un piepūles atsevišķās mūŗa daļās nedrīkst pārsniegt

pielaižamās. Parasti, ja mūris (ķieģeļu vai betona) atbilst pēdējām prasībām, viņš būs arī pietiekoši stabils attiecīgi uz abām pirmajām.

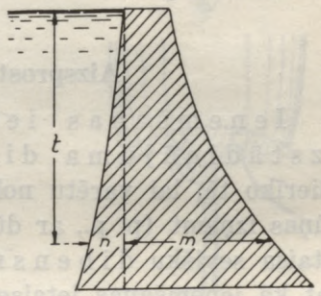


180. zīm. Aizsprosta virziens plānā.

Aizsprosta mūŗa šķērsgriezuma pamatveids ir pēc Linka trijstūris, ar virsotni visaugstākā ūdens līmeņa augstumā (zīm. 181.), ko pieņem aprēķinam. Lai šķautņu piepūles samazinātu, viņas izveido ar apakšā pieliktiem trijtūŗiem (AFG un BHJ); virsū vajadzīgs paplašinājums (CDE), satiksmes izveidošanai.



181. zīm. Masīva aizsprosta pamatveids.



182. zīm. Izveidots aizsprosta šķērsgriezums.

Uz aizsprostu iedarbojas sekojoši spēki: mūŗa pašsvars un ūdens spiediens. Pēdējais iedarbojas nevien uz stāvo mūŗa sieņu, bet arī uz mūŗa apakšējo laukumu. Ar būvmēchanikā pieņemtiem paņēmieniem tad aprēķina mūŗa izmērus. Konstruktīvi vēl noapaļo pamatveida stūŗus, un dabū tad pazīsta-

mo aizsprosta veidu (zīm. 182.). Parasti trīsstūŗa pamats iztaisa 70 līdz 75% no uzstādinātā ūdens augstuma. Tuvinošu formulu iepriekšējām kalkulācijām dod Weyrauch's, pieņemot apzīmējumus pēc zīm. 182.:

$$m = \sqrt{\frac{0{,}176\ t^3}{k + 0{,}106\ .\ t}}\ ,\ \text{ar noteikumu, ka } m \geqq 0{,}6\ t$$

un

$$n = 0{,}0031\ .\left(\frac{t}{k}\right)^4.$$

k — ir normālā spiedpiepūle — kg/cm² (p. p., 12 kg/cm², labāk pieņemt 8—9 kg/cm²) un t — izvēlētais aprēķinam šuves dziļums zem ūdens virsas.

Pret slīdēšanu aizsprostu aizsargā ar pareizu uzbūvi uz klintspamata, viņu labi ieguldot klintī. Drošība pret apgāšanos ir parasti pietiekoša, kas ar rēķinu tomēr jāpārbauda, lai spēku rezultante paliktu vidējā mūŗa trešdaļā.

Jaunākā laikā aizsprostus taisa arī no dzelzs vai dzelzsbetona. Konstruktīvā ziņā šādiem materiāliem pret vienkāršu mūri ir tā priekšrocība, ka viņus var iekārtot arī stiepes piepūles uzņemšanai, kas sevišķi augstos dambjos (50 m un vairāk) var rasties vai no ūdens spiediena vai temperātūras iespaidiem.

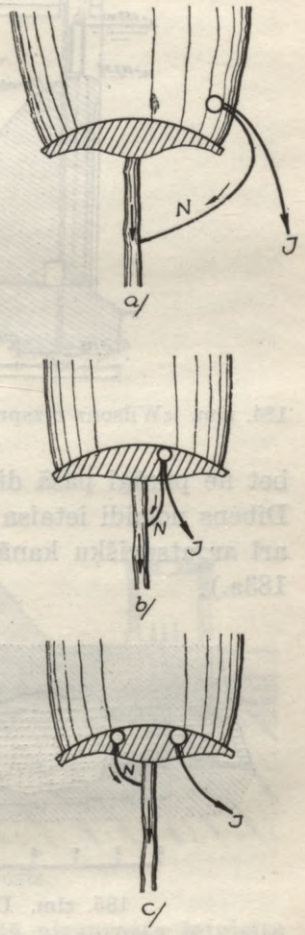
Aizsprostu speciālas ietaises.

Ieņemšanas ietaise ūdens apgādei un uzstādinājuma dibens nolaide. Katrs aizsprosts jāierīko tā, lai varētu nolaist uzstādināto ūdeni un nogūlušās dūņas izņemt (p. p., ar dūņu bagera palīdzību). Tam nolūkam ietaisa sevišķu dibensnolaidi (N — zīm. 183.), kas tāpat kā ieņemšanas ietaise (J) var būt dažādi novietota (zīm. 183.). Šādas ietaises var būt ievietotas sevišķā kanālī, kas izved caur aizsprostu, vai abas kopā (b) vai katra atsevišķi (c), vai var būt novietotas apejot noslēguma mūri (a). Ieņemšanas un dibens nolaides cauruļu gali noslēdzami ar aizlaidņiem vai aizbīdņiem, un tos ievieto sevišķā torņa veidīgā iebūvē. Ieņemšanas ietaises ieteicams arvien taisīt dubultas, lai vienas labojuma gadījumā nebūtu jāpārtrauc ūdens pievads.

Aizsprostos jāparedz arī p ā r g ā z e s, kas ļautu notecēt pārlieku lielam pieteces daudzumam pa lielūdeņa laiku pavasarī vai pēc ilgāka lietus laika, t. i. tādam ūdenim, ko nevar izmantot saskaņā ar aizsprosta nozīmi. Pārgāzes var būt ietaisītas vai pašā aizsprostā, vai lieko ūdeni var novadīt ar atsevišķiem kanāļiem gar abiem aizsprosta galiem. Pārgāzes aprēķināšanai noder formula (l. p. 99.):

$$Q = 1{,}8 \cdot b \cdot h \sqrt{h}.$$

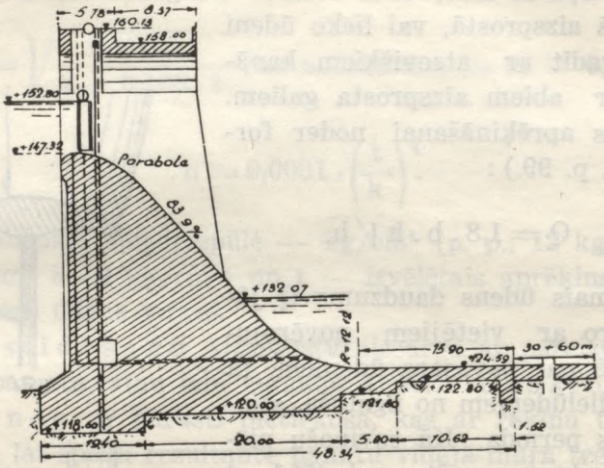
Nolaižamais ūdens daudzums Q jānoskaidro ar vietējiem novērojumiem kā par pavasaŗa ūdeņiem, tā arī par lielūdeņiem no ilgstoša, stipra lietus perioda. Kā tuvinošu pieturas daudzumu varētu uzskatīt 1 m^3 noteci no 1 km^2 laukuma, bet ir arī gadījumi, kad aizsprosta pārgāzes aprēķinātas ar 4 m^3 lielūdeņa no 1 km^2 pieteces laukuma. Pārgāzes pārteces augstumu h neņem lielāku par 0,5 m, ja pārgāze ir uz aizsprosta mūŗa, bet pie novadiem ārpus aizsprosta var pārteces augstumu pieņemt arī līdz 1 m. Pārgāzes nogāzei lejpusē vajaga būt taisītai no stipra akmeņa nobruģējuma, un pārtekošā ūdens atsišanās apakšā jāuzņem no stipras dibens konstrukcijas. Var uz nogāzes ietaisīt arī pakāpes un ļaut ūdenim krist kaskādēm, lai samazinātu viņa krišanas sparu.



183. zīm. Ieņemšanas un noteces ietaises pie aizsprostiem.

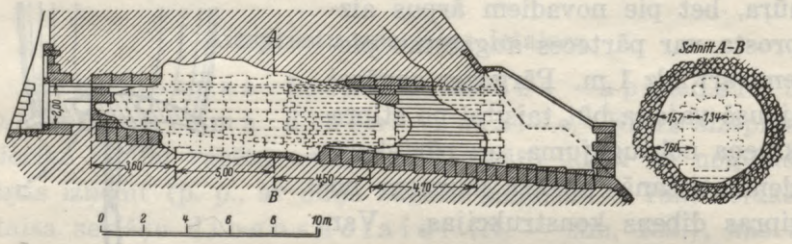
Konstruktīvā ziņā lielūdeņu p ā r g ā z e s izveidotas dažādi, pieskaņojoties vietējiem apstākļiem. Aizsprosts «Wilsona» pie «Muscle Shoals» (Am.) ir ar tipiska veida lielūdeņu pārgāzi, pie kam apakšā zem ūdens nogāzes pret izskalošanu nostiprinājums ir 30—60 m gaŗš.

Dibens nolaide noder gadījumam, ja uzstādinātais ūdens nolaižams, bet pa daļai to var arī izmantot kā lielūdeņu caurlaides atvieglojumu. Dibens nolaidi ietaisa tuvu dibenam,



184. zīm. «Wilson» aizsprosts ar iebūvētu galeriju un ūdens nolaidi no tās.

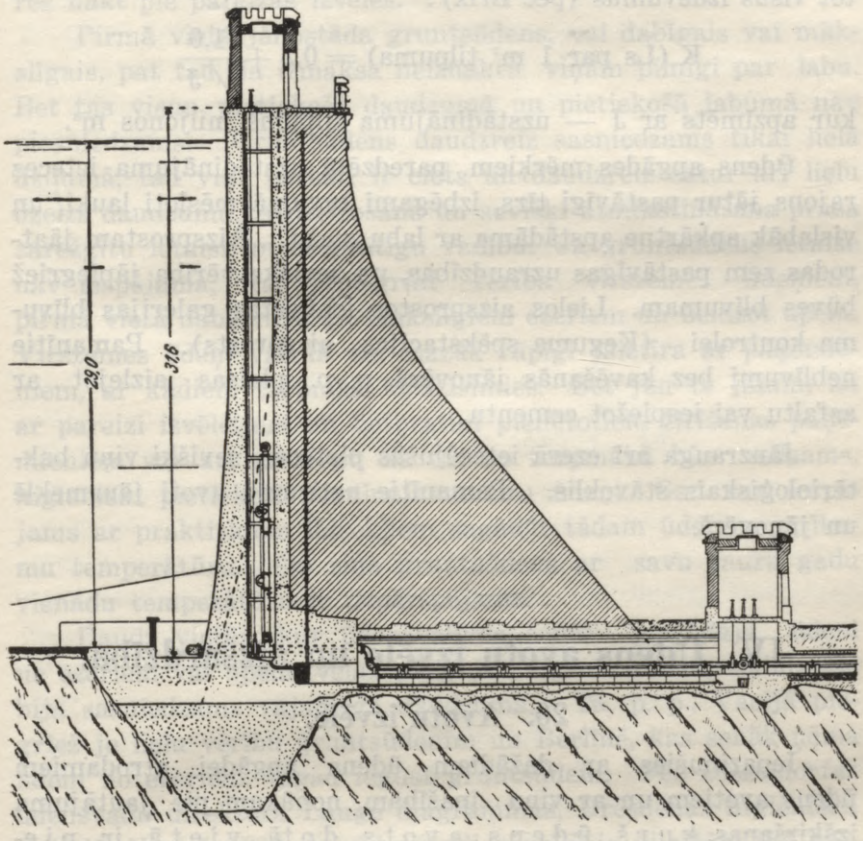
bet ne pilnīgi pašā dibenā, lai viņa neaizsērētu ar nogulšņiem. Dibens nolaidi ietaisa vai caur pašu aizsprostu (zīm. 185.), vai arī ar atsevišķu kanāli novada ārpus aizsprosta ietaises (zīm, 183a.).



185. zīm. Dibena nolaide «Habras» aizsprostā.

Ūdens ieņemšanai ūdens apgādes mērķiem jānotiek no tāda dziļuma, kurā vislabākais ūdens. Ieteicams iebūvēt ūdenī sakarā ar aizsprosta mūri sevišķu vertikālu torni, kurā ūdens var ietecēt caur dažādā augstumā ietaisītiem nozarojumiem, noslēdzamiem ar aizbīdņiem. Tādā veidā var saņemt to ūdeni, kas zināmā gada laikā ir vistīrākais un ar labāko temperātūru. Tā, p. p., «Komotau» p., Čechoslovakijā, ūdensvada

krātuves aizsprostā ietaisīts betona tornis, no kuŗa ūdeni var ieņemt 18,5, 22,5 un 26,5 m dziļumā zem pārgāzes sliekšņa. (Aizsprosta ūdens dziļums ap 29 m.) (Zīm. 186.) Tornī ievietotas 2 stāvcaurules, kas savienotas ar ieņemšanas un dibens nolaides cauruļu vadiem. Abi vadi ievietoti tunelī, kas vests cauri aizsprota mūŗiem. Tornī ievietoti arī aizlaidņi abu vadu



186. zīm. «Komotau» aizsprosts.

noslēgšanai. Lielūdeņa novadīšanai pie šā aizsprosta ietaisīts sevišķs apejas kanālis kreisajā ielejas pusē, ar 21 m gaŗu pārgāzes slieksni, kas aprēķināts lielūdeņa daudzumam 3 m^3 no 1 km^2 pieteces laukuma. No pārgāzes ūdeni novada uz lejas apakšu par kaskādēm, kuŗu pakāpieni izveidoti no betona ar koka aplikumiem; sānsienas ir no mūŗa.

Izmaksas raksturs. Lielas mākslīgas ūdens krātuves izmaksā mazāk, rēķinot uz 1 m^3 uzstādināta ūdens, nekā

mazas. To ievērojot lielas krātuves, kas uzkrāj vairāk ūdens kā vajadzīgs ūdens apgādei, ieteicamas, ja dod iespēju lieko ūdeni izlietot vai apūdeņošanas mērķiem, vai kā spēka avotu elektrības centrālēm, vai kādām rūpniecības ietaisēm.

Aizsprostu būves izmaksa ļoti atkarīga no vietējiem apstākļiem. Tuvinošām kalkulācijām var noderēt formula, ieskaitot visus izdevumus (pēc Brix):

$$K \text{ (Ls par 1 m}^3 \text{ tilpuma)} = 0{,}2 + \frac{1{,}0}{\sqrt{J}}$$

kur apzīmēts ar J — uzstādinājuma tilpums miljonos m³.

Ūdens apgādes mērķiem paredzētā uzstādinājuma ieteces rajons jātur pastāvīgi tīrs, izbēgami tuvumā mēsloti lauki, un vislabāk apkārtne apstādāma ar labu mežu. Aizsprostam jāatrodas zem pastāvīgas uzraudzības, un sevišķa vērība jāpiegriež būves blīvumam. Lielos aizsprostos iebūvētas galerijas blīvuma kontrolei (ķeguma spēkstacijas aizsprosts). Pamanītie neblīvumi bez kavēšanās jānovērš, p. p., plaisas aizlejot ar asfaltu vai iespiežot cementu.

Jāuzrauga arī ezerā ietecējušās pieteces, sevišķi viņu baktērioloģiskais stāvoklis. Pamanītie netīrumu avoti jāuzmeklē un jānovērš.

IV. Ūdens avotu izvēle un aizsardzība.

20. Avotu izvēle.

Iepazinušies ar dažādiem ūdens apgādei atrodamiem ūdens avotiem un ar viņu īpašībām, nonākam pie jautājuma izšķiršanas, kuŗš ūdens avots dotā vietā ir piemērīgāks. Ja ir izvēle starp vairākiem avotiem, un nav jāpieņem vienīgais, ko dotā vietā iespējams izmantot, tad izvēle jāapsveŗ no sekojošiem viedokļiem, un jāizvēl tāds avots, kas:

1) dod lielāku ūdens daudzumu, tā tad nodrošina arī lielāku patēriņa pieaugumu, ja nākotnē tāds izrādītos par vajadzīgu;

2) dod labāku ūdeni fizikālā, ķīmiskā un baktērioloģiskā ziņā;

3) labāk aizsargāts pret netīrumiem un kaitīgiem iespaidiem;

4) prasa lētākas ietaises un patērētājiem dod lētāku ūdeni.

Pie izvēles nevar piegriezt vērību tikai kādai vienai no šīm prasībām, bet viņas jāapsver visas kopīgi un tikai tad varēs nākt pie pareizas izvēles.

Pirmā vietā jānostāda gruntsūdens, vai dabīgais vai mākslīgais, pat tad, ja izmaksa neiznāktu viņam pilnīgi par labu. Bet tas visur pietiekošā daudzumā un pietiekošā labumā nav piesniedzams. Gruntsūdens daudzreiz sasniedzams tikai lielā dziļumā, tad viņš parasti ir ciets un daudzreiz satur arī lielu dzelzs daudzumu. Atdzelžošana un sevišķi atmīkstināšana prasa sarežģītu ietaisi un lietpratīgu vadību. Ja gruntsūdens ietaise nav iespējama, tad jāpiegriež vērība virszemes ūdeņiem, pirmā vietā dabiskiem un mākslīgiem ezeriem un beidzot upēm. Virszemes ūdeņi vairāk vai mazāk rūpīgi jāiztīra ar paņēmieniem, ar kādiem turpmāk iepazīsimies. Bet jau te jāmin, ka ar pareizi izvēlētiem un lietpratīgi pielietotiem tīrīšanas paņēmieniem var arī sasniegt, kā tas no turpmākā būs redzams, higiēniski pietiekoši nevainojamu tīru ūdeni. Gan nav iespējams ar praktiskiem līdzekļiem sagādāt tādam ūdenim patīkamu temperātūru. Šai ziņā gruntsūdens ar savu cauru gadu vienādu temperātūru ir nepārspējams.

Daudz vietās, kur ūdensvadiem senāk piegādāja ūdeni no ezeriem vai upēm, vēlāk pārgāja uz gruntsūdeni, tiklīdz tas bija sasniedzams vajadzīgā daudzumā. Tā, p. p., Vācijā piegriež jo lielu vērību gruntsūdenim un Berlīnē, kas senāk ņēma ūdeni no ezeriem, tagad iegūst gruntsūdeni. Pēc Disseldorfas ūdensvadu direktora Lange diagrammas, Drēsdenas higiēniskā izstādē, Vācijā 1929. g., ūdensvadi piegādāja pilsētām 2,4 miljardi m^3 ūdens, no tiem bija vairāk par 70% — gruntsūdens, 14% — virszemes ūdens, 8% — avotu ūdens, un vēl 8% no dažādiem avotiem. No gruntsūdens bija: ½ — īsta, dabiska gruntsūdeņa, ¼ — no upes caur grunti caurtecējoša ūdens un ¼ — īstā, mākslīgā gruntsūdens. No virszemes ūdeņiem bija: ½ — filtrēta upes ūdeņa, ⅓ — aizsprostu ūdens un pārējie — ezera ūdens.

No Latvijas pilsētām pirmā vietā ir Rīga, kas apgādāta ar gruntsūdeni no bagāta ar ūdeni gruntsūdens slāņa diluviālās

smiltīs, Ropažu apkaimē. Ūdeni šobrīd piegādā 2 pumpju stacijas: Bukultu un Zaķu muižās, izmantojot ap 200 urbtas filtra akas un piegādājot pilsētai līdz 50.000 m^3 dienā. Citās pilsētās tik laimīgu apstākļu nav un lielākai daļai būs jāapmierinās ar arteziskām akām, kas savāc ūdeni no dēvona dolomītu un smilšakmeņa slāņiem. Virsējais ūdens, kas uzkrājies nedziļi zemē, pāri pār diluviāliem māla slāņiem, kā daudzuma, tā labuma ziņā, nav noderīgs pilsētu apgādei. Jelgava iegūst ūdeni pa daļai no arteziskām akām, pa daļai ar gruntsūdeni pildīta Ruļļa kalna, kura ūdens daudzumu projektā paredzēts vēl papildināt ar Svētes upes ūdeni, tā sagādājot mākslīgu gruntsūdeni, ja tāds papildinājums sakarā ar iedzīvotāju pieaugumu izrādītos par vajadzīgu. Daugavpils saņem ūdeni no Daugavas, to nostādinot ar koagulentu un filtrējot. Tomēr pie tagadējā iedzīvotāju daudzuma nodomāts filtrus paplašināt, vai izpētīt gruntsūdeņus Stropu ezeru tuvumā un pašu ezeru ūdeņus.

21. Ūdens avotu aizsardzība.

Izbūvētām ūdens apgādes ietaisēm jānodrošina arī viņu kārtīga rīcība. Viens no svarīgākiem jautājumiem ir nodrošināt ūdens avotam negrozītu uz slikto pusi kā ūdens devības daudzumu, tā arī ūdens labumu. Izpētot ūdens avotus iepriekš viņu izbūves, jāizpēta arī jautājums, vai no viņa arī turpmāk var sagaidīt pietiekoša labuma, pietiekoša daudzuma ūdeni.

Šai ziņā jāpieiet pie dažādiem avotiem dažādi. Īstie a v o t i, kas izdod apakšzemes ūdeni, satekošu pa iežu plaisām, ir visgrūtāk izpētāmi. Ūdens ceļš te var būt ļoti tāls un grūti izsekojams. Iespējams, ka plaisas iznāk līdz zemes virsai un pa viņām var ietecēt no zemes virsas tāds ūdens, kas nav pielaižams ūdens apgādei. Tādā ceļā var ietikt apakšzemes ūdenī notekas no staļļiem, atejas vietām un t. l., padarīdams apakšzemes ūdeni par netīru, un turpinot savu ceļu pa klints plaisām, vai slāņu starpām, var nonākt beidzot avota iztecē. Noskaidrots, ka tāds netīrs ūdens var būt cēlies no daudzu kilometru attālām vietām. Dažreiz plaisas piepildās ar sadrupšanas vai sairšanas produktiem, kas plaisas pilda, it kā ar filtrmateriālu un tad netīrais ūdens savā ziņā tiek iztīrīts, bet arvien tas tā nav. Tā kā netīrumu ietikšanas vietas grūti,

dažreiz pat neiespējams atrast, tad ūdens labumam, kas no avota iztek, var sekot tikai ar ķīmisku un baktērioloģisku analizi. Tā redzams, ka arī avotu ūdenim jāstāv zem pastāvīgas ķīmiskas un baktērioloģiskas kontroles. Līdzīgā stāvoklī atrodas artezisķās akas, kas arī ūdeni pa lielākai daļai saņem no kaļķakmeņa vai smilšakmeņa slāņu plaisām un tukšumiem. Turpretim seklākas filtrakas, kas ietaisītas virsējos aluviālos vai diluviālos vaļēju smilšu slāņos, šai ziņā ir vieglāk izpētāmas un līdz ar to arī vieglāk aizsargājamas. Vēl vieglāk var sekot virszemes ūdens gaitai un atrast viegli netīrumu cēloņus.

Aizsardzības līdzekļi pirmā kārtā jāvērš pret daudzuma samazināšanos. Daudzums var samazināties vai uz dabiska ceļa vai neprātīgi rīkojoties ar ūdens avotu. Dabiski iemesli ūdens daudzuma samazināšanai var būt vai klimatiskas, vai vulkāniskas dabas. Ar klimata mainīšanos var mainīties nokrišņu daudzums, un tas arī iespaidos apakšzemes ūdens daudzumu. No zemes trīcēm var gruntsslāņi pieņemt citu daudzumu un virzienu. Tie ir apstākļi, ko novērst cilvēka griba izrādās par bezspēcīgu. Bet ūdens daudzuma samazināšanās daudzreiz atkarīga no neprātīgas un izšķērdīgas rīcības. Artezisku aku ūdenim, kas paceļas pāri zemes virsai, dažreiz ļauj bez vajadzības visu laiku iztecēt, tā samazinot viņa krājumus apakšzemes tukšumos. Tādā kārtā var iespaidot nevien savas akas izteci, bet arī apkārtnē atrodošās akas. Arī gruntsūdens akas var ietekmēt apkārtnes akas. Var nākt pie slēdziena, ka ar gruntsūdeni jāapietas saudzīgi.

Ūdens labuma aizsardzībai paredz sevišķas aizsardzības joslas, kuŗās jāievēro attiecīgie mēraukļi. Īstenībā jāizskaŗ 2 aizsardzības joslas: viena šaurāka, otra plašāka, un dažreiz vēl trešā attālākā josla. Zem šaurākās joslas jāsaprot tā, kuŗā var tieši notikt gruntsūdens labuma iespaidošana no ārējiem apstākļiem. Labuma bojāšana notiek no dažādām organiskām vielām un baktērijām, sevišķi patogēnām baktērijām, bet dažreiz arī neorganiskas vielas var iespaidot ūdens labumu, sevišķi no fabrikām, kas strādā ar veselībai kaitīgām vielām. Katrs ūdens, kuŗā var ietikt patogēnas baktērijas, ir jau no higiēniskā viedokļa tieši nebaudāms, iekams nav pielietoti mēraukļi, kas viņu padara par nekaitīgu. Mēģināts noskaidrot, cik dziļi zemē var iespiesties baktērijas, un

cik tālu ceļu viņas var noiet ietikušas gruntsūdenī. Šai virzienā izdarīti pētījumi no K a b r h e l'a, G e r t n e r'a un citiem higiēnistiem. Uz šādu pētījumu pamata var nākt pie slēdziena, ka tikai no lielāka dziļuma ņemot gruntsūdeni var cerēt iegūt tīru bezdīgļu ūdeni. Kā tādu dziļumu varētu uzskatīt 5—6 m, bet labāk, ja pieturas pie 7—8 un pat 10 m, pat pie ne visai rupjas smilts. Plaisās, protams, inficēts ūdens var ietikt arī lielākā dziļumā. Tā tad ieņemt akā gruntsūdeni no seklāka slāņa nav ieteicams, sevišķi, ja vietējo apstākļu novērojumi norāda, ka zemē varēja iesūkties ūdens ar cilvēku un dzīvnieku izkārnījumu vielām. Ļoti daudz gan atkarājas no grunts rupjuma un rakstura. Vēlami tādi apstākļi, kur slāni, no kuŗa gruntsūdeni ieņem, pārklāj māla slānis, kas aiztur no iesūkšanās nevēlamā virszemes ūdeņa, saturoša visādus netīrumus.

Otrs jautājums ir, cik tālu netīrumi var aiztecēt ar gruntsūdeni viņa tecēšanas virzienā, t. i., cik tālu gruntsūdens ieņemšanas vieta jāattālina no tās vietas, kuŗā zemē var ietikt netīrumi, starp citu patogēnas baktērijas un vispārīgi slimību dīgļi. Pētījumi norāda, ka ir gadījumi, kad pat pie smalkas grunts akās, kas atrodas līdz 50 m lejpus netīrumu iesūkšanās (p. p., staļļa šķidrumu) atrastas ienestas ar gruntsūdeni baktērijas. Leipcigas higiēniskais institūts ieteic ņemt vērā pat 100 m uz daudzkārtīgu pētījumu pamata. To pašu atradis arī Springfields, un pēc viņa domām, tikai 100 m attālumā no netīrumu ieskalošanas vietas var sagaidīt baktēriju izzušanu gruntsūdenī. Tā tad 50—100 m a t t ā l u m ā n o a k a s n e d r ī k s t a t r a s t i e s a t e j a s b e d r e s, v i r c e s b e d r e s u n t. t.

Ņemot vērā minētos novērojumus, š a u r ā k ā s a i z s a r g j o s l a s r o b e ž a s nosakāmas ar ne mazāk kā 50—100 m attālumu, vai no 1 akas vai vairāku aku rindas, ja ieņemšanas ietaise pastāv no lielāka skaita aku, ietaisītu vienā līnijā, stateniski uz gruntsūdens tecēšanas virzienu. Šai joslā nedrīkst ietikt nekādi netīrumi un viņu var ieteikt iežogot, lai neviens cilvēks, ne lops nevarētu viņā ietikt un uzturēties. Daži pētnieki pat paplašina šo prasību tik tālu, ka vēlas, lai arī pieejai pie akām caur šo joslu būtu ietaisītas ūdensblīvas ejas. Pati josla nedrīkst būt ieņemta no tādiem stādiem un kokiem, kuŗu saknes iet dziļi zemē, jo līdz gruntsūdens tuvumam pie saknēm mēdz turēties baktērijas un citi organismi.

Bet gan vēlams, lai aizsargjosla būtu pārklāta ar zāli, jo tā noblīvē virsmu. Tādas ļoti stingras prasības gan var dažā ziņā mīkstināt, sevišķi gadījumos, kad gruntsūdens līmenis atrodas dziļāk par 10 m, tad arī koki var atrasties aizsargjoslā. Protams, ka apdzīvotas vietas vai mēsloti laukumi, nav pielaižami.

Virszemes ūdens noteces jāvirza nost no aizsargjoslas, un ja viņas jāpārvada pār aizsargjoslu, tad tas jāizdara ar teknēm vai kanāļiem, kuŗiem sienas un dibens ir ūdeni caurnelaidoši. Arī no virszemes ūdens tvertnēm: upēm un ezeriem, stingri ņemot ieņemšanas līnijai jāatrodas attālumā vismaz 50—100 m, skaitot tos no pavasaŗa ūdens vistālākās izplūšanas robežas, un ņemot vērā vietējos ģeoloģiskos apstākļus. Ja augšpus aku līnijas atrodas notekūdens tīrīšanas ietaises, to attālumam jābūt vismaz ½ km.

Ar šaurāku aizsargjoslu vien vēl gruntsūdens nav pilnīgi droši izsargāts no dažādiem netīrumiem, vajadzīga vēl plašāka novērošanas josla, kas dotu iespēju vēl drošāk izsargāt ūdens apgādes avotu no visādiem netīrumiem. Kabrhels atrod, ka minētais aizsargjoslas platums 50 m būtu jārēķina ārpus depresijas radija. Kā zināms, nopumpējot akā ūdeni un pazeminot viņā ūdens līmeni, arī akas apkārtnē pazeminās ūdens līmenis līdz zināmam attālumam, depresijas radijam un griezumā dabūjam gruntsūdens līmeni zināmas līknes, depresijas līknes veidā, kuŗas zemākā vieta ir pie akas, un zināmā attālumā paceļas praktiski līdz neaiztiktam ūdens līmenim. Depresijas radijs atkarīgs no nopumpētā ūdens daudzuma un no grunts īpašībām, un pie zināma ūdens daudzuma nopumpēšanas var sasniegt līdz 1 km un pat vairāk. Lejpus akām depresijas radijs ir īsāks. Šinī ūdens pietecēšanas iespaida rajonā notiek grunts graudiņu pārgrupējums, jo gruntsūdens caurteces dzīvgriezums līdz ar līknes kritumu samazinās un caurteces ātrums palielinās. Tādā ziņā filtrācijas noteikumi šajā joslā pasliktinās un netīrumi var tikt vieglāk skaloti uz priekšu un vieglāk nonākt akā, nekā pie negrozīta gruntsūdens līmeņa. Ņemot vērā higiēnas prasības, ka viss tas jānovērš, no kā varētu celties šaubas, vai nevar ūdenī ietikt kādas baktērijas, plašākai novērošanas joslai jābūt vismaz 1 km augšpus aku rindas un kādu 0,5 km lejpus aku rindas. Šādā plašākajā aizsargjoslā nedrīkst at-

rasties saimniecības, kuŗās varētu uzkrāties mēsli un citi organiski netīrumi lielākā daudzumā. Vislabāk ir, ja šī josla pārklāta ar mežu. Apstrādāti lauki būtu iespējami, bet tie būtu jāmēslo ar mākslīgiem mēsliem, bet ne ar staļļa mēsliem.

Augšā pievestie skaitļi par aizsargjoslu plašumu katrā atsevišķā gadījumā jāpārbauda, ievācot lietderīgus norādījumus no ģeologiem, hidrologiem, higiēnistiem un inženieŗiem. Tādā pat ceļā arī jāiegūst norādījumi, kādā stāvoklī jāuztur aizsargjoslas, un kādus darbus vajadzīgs viņās izvest, lai ūdens piegādes nodrošināšana kā kvantitātes, tā kvalitātes ziņā būtu pilnīga.

Vēl jāņem vērā, ka no dažām fabrikām var gruntsūdenī nonākt dažādas nevēlamas un pat kaitīgas neorganiskas vielas, un tādēļ tādas fabrikas, kas izlaiž skābes, sārmus, vai indīgas vielas (p. p., krāsotavas), jāattālina vismaz kādi 2 km no ūdens ieņemšanas akām. Tā tad būtu vēl trešā attālākā aizsardzības josla, ar robežu vismaz 2 km augšpus aku rindas.

Atzīstams arī, ka aizsargjoslu nozīme tikai tad var pilnā mērā attaisnoties, ja viņas atrodas ūdensvadu pārvaldes pārziņā. To ievērojot pilsētas, kas apgādātas ar gruntsūdeni, ir ieguvušas savā īpašumā attiecīgus gruntsgabalus. Tā, p. p., Rīga, atzīstot, ka aizsargjoslai jābūt vismaz 1 km augšpus un 0,5 km lejpus aku līnijas, ieguvusi plašākus laukumus apmaiņas ceļā no valdības, lai nodrošinātu šādas aizsargjoslas. Leipcigas p. Naunhofas aku līnijai (piegādā 30.000 m^3 dienā) aizsargjosla ir augšpusē 600 m, lejpusē 300 m, bet ievērojot to, ka pie šīs joslas vēl pierobežo valsts mežs, aizsargjoslas visu platumu var novērtēt ar 2.300—2.600 m. Otrai aku vietai Kanicā (50.000 m^3) ir aizsargjosla 714 ha, tā tad vairāk par 2.500 m, un aku rinda atrodas no Muldes upes 300 m attālumā. Sevišķi vēl noteikts, ka šaurākā joslā, 100 m uz katru pusi no aku rindas, drīkst lietot tikai mākslīgus mēslus.

Karlsruhe paredz aizsargjoslas saskaņošanu ar depresijas piltuves lielumu, kas savukārt atkarīgs no rīcībā atrodošā gruntsūdens daudzuma un saņemšanas lieluma. Pie vietējiem apstākļiem, rupjas grants, no virsas pārsegtas ar 2—3 m biezu, smalku smilti un pār to ar māla ½ m biezu slāni, un pie 43.000 m^3 iegūšanas ar 14 akām, aizsargjosla nozīmēta

ap 400 m plata. Disseldorf'a atrodas rūpniecības rajonā un noskaidrojies, ka fabriku notekūdeņu, skābju, sārmu un t. t. iesūkšanās zemē iespaido gruntsūdens ķīmisko sastāvu ar paaugstinātu cietību, dzelzs un mangāna pieaugumu un t. t. Tāds iespaids novērots šai pilsētā pat uz lielāku attālumu un tādēļ vēlas, lai aizsargjosla būtu 1—2 km no ieņemšanas līnijas. Ja šādā joslā nebūtu iespējams pilnīgi noliegt apbūvi, tad jāgādā par sistēmatisku notekūdens novadīšanu. Šaurākā aizsargjosla domāta 200 m, ja gruntsūdens atrodas dziļāk par 4 m, ja ir no virsas māla pārklājums 1½—2 m. Šajā joslā nav pielaižama apbūve, nav pielaižama mēslošana ar staļļa mēsliem, cauri joslai nedrīkst būt publiski ceļi, un josla jāapstāda ar meža kokiem, vai ar labu pļavu. Disseldorfas aku rinda atrodas 50 m tālu no Reinas upes un pilsētas īpašumā atrodas plašāka aizsargjosla lielākā attālumā no akām, kas izmantota lauksaimnieciski, kamēr tuvākā apkaimē ir zāles laukums un aku rinda uz visām pusēm iežogota 30 m attālumā no akas, un tur visa satiksme noliegta. Jāņem vērā, ka gruntsūdens te ir 7—10 m zem zemes virsas un no virsas pārklāts ar 1,50 m biezu māla kārtu, jo citādi iežogojums nevarētu būt tik tuvu. Ūdens ir labs, izņemot Reinas upes pavasaŗa plūdu laiku, kad dīgļu skaits arī no akām saņemtā ūdenī pieaug. Tādā gadījumā ūdeni chlorē ar 0,18 g. Cl/m³ ūdens, ar ko sasniedz praktiski bez baktēriālu ūdeni.

Šaurākajā aizsargjoslā var būt novietotas tikai ēkas, kas vajadzīgas pašai ūdensvada iestādei: pumpētava, tīrīšanas ietaises un t. l. Dzīvokļi iestādes darbiniekiem, ja tādus nevar novietot ārpus joslas, jāizbūvē ievērojot visas stingrās sanitārās prasības, iekārtojot sanitārās labierīcības, un novadot notekūdeņus nost no aizsargjoslas. Būves jānovieto lejpus no aku līnijas. Arī mājas iedzīvotājiem, kas uzturas šādās aizsargjoslās novietotās mājās, jāpadodas stingriem sanitāriem noteikumiem, un apmeklētājus drīkst pieņemt tikai ar iestādes pārvaldes organu ziņu.

Arī plašākā aizsargjoslā būves pielaižamas tikai ar sanitārās uzraudzības ziņu, un viņas iedzīvotājiem un to saimniecībai jāpadodas sanitārai uzraudzībai. Tāpat arī trešās visplašākās aizsargjoslas iestādēm, fabrikām un apdzīvotām vietām jāpadodas speciālās sanitārās uzraudzības prasībām.

Atklāto ūdens tvertņu, kā ūdens apgādes avotu, aizsardzība saistīta ar plašiem mēraukļiem. Plašākam rajonam, notekūdens, no kuŗa varētu iespaidot kā daudzuma, tā labuma ziņā ūdens ieņemšanas vietu, jāatrodas zem pastāvīgas techniskas un sanitāras uzraudzības. Tā, p. p., Maskavā, kas ūdeni ņem no Maskavas upes ap 30 km augšpus pilsētas, bija nodibināta sevišķa komisija no inženieŗiem, sanitārārstiem, biologiem un ķīmiķiem, kas periodiski apskatīja visas apdzīvotas vietas un rūpniecības ietaises rajonā, kādus 80 km augšpus ieņemšanas vietas. Uzraudzībai bija padotas nevien tuvākās ietaises Maskavas upei, bet arī visām pietekām minētā aizsardzības rajonā. Tuvākai sādžai, kas atrodas kādus 2 km augšpus ieņemšanas vietas, pilsēta ieveda ūdensvadu, nokārtoja ūdens noteces ietaises un turēja iedzīvotājus zem pilsētas ārsta uzraudzības. Rūpniecības iestādes minētā rajonā bija spiestas ierīkot modernām prasībām atbilstošas notekūdens tīrīšanas ietaises.

V. Ūdens tīrīšana un uzlabošana.

22. Tīrīšanas un uzlabošanas mērķis un uzdevumi.

Senāk ūdeni ņēma lietošanai tādu, kāds bija dabūjams dabiskā veidā. Mūslaiku technika un higiēna uzstāda prasības, lai ūdens sastāvs pieskaņotos vajadzībām, un ja dabā ūdens ar attiecīgām īpašībām nav dabūjams, tad viņš jātīra vai jāuzlabo, kā tas vajadzīgs katrā atsevišķā gadījumā.

Zem ūdens tīrīšanas jēdziena jāsaprot visi tie mēraukļi, kas ūdeni atbrīvo no higiēniski apšaubāmām vielām, pilnīgi vai pa daļai, dažreiz viņas pārvēršot citās vielās, kas ūdens labumu nepasliktina. Ar ūdens uzlabošanu vēlas citādi lietojamam ūdenim noņemt viņa smaku, nokrāsu un garšu. Attiecīgo metodu pieskaņošanai ūdens novēršamām īpašībām, inženierim jāiegūst attiecīgie norādījumi no ķīmiķa un biologa par novēršamo vielu raksturu.

Vielas, no kādām ūdens jāatsvabina, var sagrupēt sekojoši:

1. Suspendētās vielas vai nešķīdināti mēchaniski piemaisījumi, ko var sadalīt 2 daļās:

a. neorganiskas: zemes daļiņas, smiltis, putekļi un t. t.

b. organiskas: stādu un dzīvnieku dzīves procesu atkritumi un mikroorganismi (sīkbūtnes), kopā tā saucamais planktons un baktērijas.

2. Šķīdinātās vielas, kas var arī būt: a) neorganiskas un b) organiskas. No šķīdinātām vielām ūdens apgādes technikā vislielāko lomu spēlē: kaļķis (ūdens cietība), dzelzs, mangāns, chlōrs, skābes un gāzes.

3. Koloidālās vielas, arī: a) neorganiskas un b) organiskas. Sevišķi šīm vielām piekrīt loma padarīt ūdens uzlabošanu par nepieciešamu, jo viņas iespaido ūdens duļķainumu vai nokrāsu.

No metodēm, ko pielieto, lai nevēlamos ūdens piemaisījumus dabūtu nost no ūdens, parasti pielieto sekojošas:

Suspendētās vielas, cik iespējams, atšķir vispirms ar nostādināšanu, zināmos gadījumos ar ķīmiska reaktīva, koagulanta, piejaukšanu. Pilnīgāk tad vēl suspendētās vielas un baktērijas atšķir ar filtrāciju.

Šķīdinātās vielas, kuŗu starpā galvenā kārtā ir minerāliskas, atšķir no ūdens ar to, ka viņu ķīmisko sastāvu pārvērš par nešķīstošām vielām, kas tad no ūdens atdalās tāpat kā suspendētās. Tādā ceļā no ūdens nodala dzelzi, mangānu un kaļķi ar metodēm, kuŗas nosauksim par atdzelžošanu, atmangānošanu un atmīkstināšanu. Chlōrīdus nav izdevies tādā ceļā atšķirt. No agresīvām skābēm ūdeni atbrīvo ar atskābļošanu.

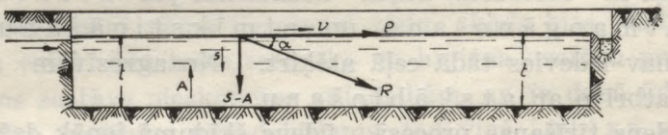
Ūdens tīrīšanas procesā, ūdens šķīdumā ienāk dažas jaunas minerāliskas vielas, kas tomēr ir mazāk ļaunas kā pirmatnējās. Sevišķi tas notiek ar koloidālām vielām, starp kuŗām visievērojamākās ir humusveidīgās vielas, kas ar uzlabošanas paņēmieniem tiek pārvērstas citās vielās, kā tas turpmāk būs redzams (l. p. 427.).

Dzīvus organismus un viņu dzīves atkritumus atšķir uz tā paša ceļa kā nedzīvās suspendētās vielas. Ja tas paņēmiens vien nenoved pie mērķa, tad organismus iznīcina ar tādām vielām, kas viņiem kaitīgas. Tāda baktēriju iznīcināšana ir dezinfekcija vai sterilizācija. Baktērijas var iznīcināt arī ar to, ka viņu attīstīšanos aptur, atņemot viņām vajadzīgās uzturas vielas. Dezinfekcijas vai sterilizācijas paņēmieni ir: ūdens novārīšana, chlōrēšana, ozonēšana vai ar ultraviolētiem stariem.

Praktiski ūdens tīrīšanu izdara, kā no turpmākā būs redzams, ar dažādu procesu kombināciju. Metodes izvēle atkarājas it sevišķi no ūdens rakstura. Tā, p. p., upes ūdens, ja ir citādi tīrs, bet viņam piemaisījušās rupjas smilšu daļiņas, kā tas, p. p., ir pie kalnu upēm, tad var pietikt vienkārša nostādināšana. Ezera ūdeni, ja viņš citādi skaidrs, tik viņā atrodas organismi, var uzlabot ar dezinfekcijas līdzekļiem. Ja ūdens turpretim ir duļķains, dzeltēnas nokrāsas, satur daudz organisku vielu un baktēriju, tad bez nostādināšanas, ko pabalsta ar koagulantu, vajadzīga vēl priekšfiltrācija, pēc tam lēna smilšu filtrācija vai ātrfiltrācija ar sekojošu pārchlorēšanu un atchlorēšanu uz aktīvu ogļu filtra.

23. Nostādināšana.

Upes ūdens satur ieskalotas lielākā vai mazākā daudzumā, lielākas vai mazākas, vieglākas vai smagākas suspendētās vielas. Samazinot ūdens tecēšanas ātrumu lielākā daļa no šīm vielām nogulstas, un proti tās, kuŗu krišanas ātrums ir lielāks par vielas uz priekšu raujošo ātrumu. Iedomāsimies, ka vielu izkrišanā spēlē lomu 3 spēki (zīm. 187.): smaguma spēks S,



187. zīm. Vielu izkrišanas schēma.

uz priekšu bīdošais spēks, ierosināts no ūdens kustības ātruma $P = S \cdot \frac{v^2}{2g}$, un beidzot uz augšu spiedošs spēks A, kas atkarīgs no suspendēto vielu lieluma (tilpuma). Ūdenim tekot horizontālā virzienā šo spēku rezultante ir:

$$R = \sqrt{(S - A)^2 + \left(\frac{S}{2g} \cdot v^2\right)^2}.$$

Ar to var arī aprēķināt nostājušos daļiņu krišanas virzienu:

$$\tan \alpha = \frac{S - A}{\frac{S}{2g} \cdot v^2}.$$

Vielu krišanas ātrumu s pētījis Dr. Owens un uzstādījis formulu:

$$s = 0{,}9 \sqrt{d\,(f - 1)}$$

kur nozīmē s — krišanas ātrumu — m, d — graudiņu diam. — mm un f — graudiņu īpatnējo svaru.

Pēc Stoksa vielu izkrišanas ātrumu var izteikt ar formulu:

$$s = \frac{1}{18} \cdot \frac{\gamma_1 - \gamma_0}{w} \cdot d^2 = C \cdot d^2$$

iedomājoties daļiņas lodveidīgas ar diametru d un apzīmējot ar γ_1 — vielas un γ_0 — šķidruma īpatnējo svaru un w — koef., kas atkarājas no šķidruma valkanības. Tā tad izkrišanas ātrums tieši proporcionāls daļiņu diametra kvadrātam. Ūdens valkanība atkarājas no temperātūras un vielu izkrišana aukstā ūdenī (ziemā) notiek lēnāk kā siltā (vasarā). Ja ar t — apzīmē ūdens temperātūru, tad vielu izkrišanas ātrums ir proporcionāls apmērām lielumam $\frac{t + 23}{23}$. Pēc Astāpova koef. C lielums pie t = 10°C, destillētā ūdenī ir 705, izteicot s un d — milimetros.

Vispārīgi vielu krišanas ātrums atkarājas no viņu lieluma, svara un veida un arī no ūdens valkanības (viskositātes). Apaļi graudiņi nogulstas ātrāk kā nelīdzenas formas. Koloidālās vielas ir tik smalkas, ka viņas var nogulties tikai pieķeroties pie citām vielām.

Ar vielu krišanas ātrumu ir nodarbojušies daudz zinātnieku. Minams, starp citu, Hazens (Am.), kas uzstādījis arī starp citu apzīmējumus smilšu šķirām, nosaukdams par rupjiem oļiem smiltis ar graudiņu d = 2 mm un vairāk, smalki oļi — 2—1 mm, rupja smilts — 1—0,5 mm, vidēja smilts 0,5—0,25 mm, smalka smilts 0,25—0,1 mm, ļoti smalka smilts 0,1—0,05 mm, dūņas 0,05—0,01 mm, smalkas dūņas 0,01—0,005 mm, māls 0,005—0,001 mm, smalks māls 0,001—0,0001 mm un koloidāls māls smalkāks par 0,0001 mm.

Steuernagels, Ķelnē, izvedis pētījumus 1901.—1902. gadā ar notekūdens nostādināšanas apstākļiem. Vispirms viņš novēroja krišanas ātrumu stāvošā ūdenī, pielietodams tam stikla kvadrātiskas kolonnas 0,4 × 0,4 m, un ūdens dziļumu 2,5 m. Pēc trauka piepildīšanas ar izpētāmo ūdeni ņēma pa-

raugus no 2 m dziļuma un atrada šādu atkarību starp nogulošo vielu daudzumu un laiku:

Susp. vielu pētāmā ūdenī	Pazemināšanās % pēc noteikta laika										
	5 min.	18¾ min.	25 min.	30 min.	37½ min.	50 min	1 st.	2 st.	3 st. 7½ min.	6 st.	12 st.
380	41,8	57,4	60,5	60,9	64,1	65,2	66,5	68,2	70,1	75,0	78,6

No tabulas redzams, ka smagākās vielas izkrīt ļoti ātri un jau pirmā 5 min. ir izkritušas 41,8%, bet jau apmēram pēc ½ st. vielu izkrišana iet ļoti lēnām. Šos datus, dabūtus stāvošā ūdenī, Steuernagels pārbaudīja tekošā, uz novērojumu pamata konstruētā nostādināšanas bas. Izrādījās, ka pie tecēšanas ātrumiem līdz 20 mm nosēšanās rezultāti bija tie paši kā pie stāvoša ūdens, un pat pie 40 mm arī nebija liela starpība. No tā var domāt, ka vielu krišanas ātrums lēni tekošā ūdenī — līdz v = 50 mm 1 sek. — ir praktiski tāds pat kā stāvošā ūdenī.

No apcerētā varam taisīt sekojošus praktiskus slēdzienus. Lai nodrošinātu pēc iespējas lielāku daudzumu cieto vielu izkrišanu vajadzīgs vai 1) viņām dot pietiekoši gaŗu ceļu horizontālā virzienā, vai 2) nodrošināt pietiekoši mazu ātrumu, un tad horizontālā ceļa komponente var būt mazāka. Ar citiem vārdiem, to varētu izteikt tā, ka nosacījumiem vajaga būt tādiem, lai vēlamās vielas spētu nogulties baseina dibenā, iekams viņas aizsniedz baseina izejas galu. Gala slēdzienā varētu atzīt, ka galveno lomu vielu izkrišanas gaitā spēlē laiks, kas daļiņām pieejams viņu nokrišanai dibenā.

Ķelnē izvestie pētījumi gan izdarīti ar notekūdeni, un samērs daļiņu lielumā, un tā tad arī izkrišanas gaitā pie upes ūdeņiem varētu būt citāds, bez tam upes ūdens sastāvs bieži mainās, un būtu jāgaida attiecīgi pētījumi šai virzienā. Sevišķi daudz suspendētu vielu upes ūdens satur pavasaŗa plūdu laikā, un arī citā laikā, kad no laukiem un no pilsētu ielām tiek ieskalots liels daudzums dažādu citu organisku un neorgnaisku vielu. Vasarā vēl, sevišķi uz rudens pusi upēs, un arī ezeros, ieaug dažādi stādi, kas arī jāattur no filtriem, lai pēdējie ātri nepiesērētu. Kā redzams, ūdens nostādināšanai ir tas uzdevums, atturēt no filtriem dažādas cietas vielas, ar ko filtri

varētu piesērēt, tā tad viņa ir priekštīrīšanas metode. Jāmin, ka nostādināšana nesamazina filtra lielumu, bet gan ļauj filtram ilgāk strādāt bez tīrīšanas. Tomēr ar nostādināšanu filtra rīcību atvieglo, un bez tam nostādināšanas baseinos uzkrājas zināma ūdens rezerve. No pēdējā viedokļa viņus vēlams taisīt pēc iespējas lielus un tā to jaunākā laikā arī dara. Tā, p. p., Altōna p., ieņemot ūdeni no Elbas up. pie ūdens patēriņa 32.000 m^3/diennaktī, izbūvējusi 2 nostādināšanas bas. à 36.000 m^3 tilpuma, no kuŗiem vienu piepilda ar Elbes ūdeni, kad viņš vistīrāks (pie lielūdeņa, kad upē ielaisti Hamburgas notekūdeni stiprāk atšķaidīti), un otru izlieto pastāvīgi filtra prasībām. Karalauču p. izbūvējusi lielus bas. 7-kārtīga dienas patēriņa tilpumā, lai par to laiku, kad Pregeles upē ļoti netīrs ūdens, būtu uzkrāts tīrāks ūdens. Londonā savā laikā bija uzbūvēti nostādināšanas bas. upes ūdenim, kuŗos ietilpst līdz 2 mēnešu patēriņa daudzums. Tādos lielos bas. ūdens nevien iztīrās no suspendētām vielām, bet arī ar ūdens pašiztīrīšanās spēju organiskas vielas, atradušās šķīdumā var tikt pārvērstas par nekaitīgām. No lieliem ezeriem, kā dabiskiem, tā mākslīgiem var no zināma dziļuma pat dažreiz iegūt tik tīru ūdeni, kas vairs nav jāfiltrē.

Nostādināšanas baseinus taisa tagad ar nepārtrauktu ūdens caurteci. Senāk pielietoja baseinus, ko piepildīja ar ūdeni, tad ļāva ūdenim mierīgi zināmu laiku nostāvēt, lai vielas nogultos, un tad noskaidroto ūdeni nolaida uz filtriem. Tādai ietaisei ir savas ļaunās puses. Vispirms viņa izmaksā dārgāk kā ar caurtekošiem bas., jo laiks baseina piepildīšanai pa jaunu un izlaišanai nostādināšanas procesam iet zudumā, tā tad vajadzīgi papildus baseini. Neuzmanīgi izlaižot var sacelt nogulušās dūņas. Arī rīcība ir sarežģītāka, jo stingri jāuzmana laiks, kad baseins jānolaiž un t. t. Visi tādi ļaunumi nav nostādināšanas baseinu ietaisei ar nemitīgu caurtekošu ūdeni, ar mazu ātrumu. Arī uzskats, ka mierā stāvošā ūdenī vielas izkrīt ātrāk un vieglāk kā kustošā, nav attaisnojies, kā tas redzams no Ķelnes mēģinājumiem ar notekūdeni. Visu to ievērojot tagad gan varēs atrast gandrīz bez izņēmuma baseinus, ierīkotus caurtekošam ūdenim ar mazu ātrumu.

Nostādināšanas baseinus, kas noder tikai kā ūdens priekštīrītāji turpmākai tīrīšanai filtros, un kuŗu uzdevums nav uzkrāt zināmu rezerves ūdens daudzumu, parasti lielus netaisa,

jo lieli baseini maksā dārgi, un minētam mērķim tādi nebūtu vajadzīgi. To ievērojot baseina šķērsgriezumu aprēķina ar caurteces ātrumu 2 līdz 10 mm sek., tā tad katram 1 sl. caurteces daudzuma vajadzētu baseina šķērsgriezumu 0,5 līdz 0,1 m^2 vai otrādi, 1 m^2 baseina dzīvgriezuma var izlaist cauri 1 sekundē 2 līdz 10 l ūdens ar ātrumu 2 līdz 10 mm 1 sek. Baseina garumu aprēķina ar tādu ziņu, lai caurteces laiks būtu no 1 līdz 12 stundām. Baseina dziļumu izvēl nelielu, 2 līdz 3, reti līdz 4 m. Liels dziļums nav vēlams, jo daļiņu izkrišanas ceļš tiktu pagarināts un viņu mazāk izkristu, ja netaisa baseinus sevišķi garus, lai daļiņām būtu garāks laiks izkrišanai (pēc apcerējumiem no zīm. 187.).

Izvēlot attiecīgu dziļumu un caurteces ātrumu un ilgumu, var aprēķināt baseina dzīvgriezumu un garumu. Apzīmēsim ar:

Q — caurtekošo ūdens daudzumu — m^3/sek.
b — baseina platumu — m.
h — ūdens dziļumu baseinā — m.
l — baseina garumu — m.
v — tecēšanas ātrumu — m.
t — caurteces laiku — sek.

Ar hidraulisko pamatformulu $Q = F \cdot v$, dabūjam:

$$Q = b \cdot h \cdot v$$

un

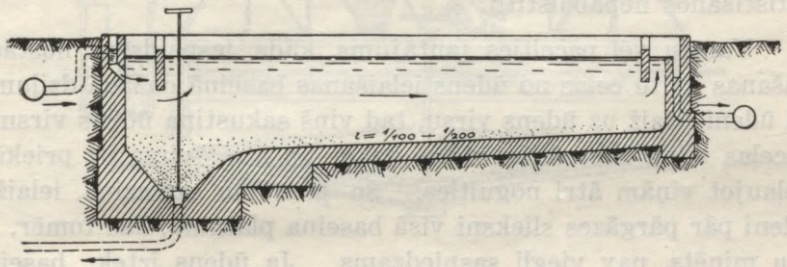
$$b = \frac{Q}{h \cdot v}$$

Tālāk pieņemot t — zināma laika garumu (1—12 st.), dabūjam:

$$l = t \times v$$

Nostādināšanas bas. nozīme un konstrukcija, kā jau minēts, sevišķi izpētīta notekūdens tīrīšanas vajadzībām, kur viņiem svarīgāka nozīme kā ūdens apgādē, bet tur iegūtos novērojumus var pielietot arī baseinu konstrukcijai ūdensvadiem (zīm. 188.). Baseina veids parasti ir iegarens, 4 stūrains, ar dibens konstrukciju, kas piekļaujas vielu izkrišanas gaitai, un arī labāk noder baseina iztīrīšanai. Baseina garumu izvēl 4—6 reiz lielāku par platumu. Ja, p. p., pieņemam ūdens dziļumu h = 2,5 m, ātrumu v = 2 mm = 0,002 m, caurteces

laiku t = 6 st., tad dabūjam šādus baseina izmērus: l = 0,002 × × 6 × 60 × 60 = 43,2 m, un b = $\frac{Q}{v \cdot h} = \frac{Q}{0,005}$. Pieņemot attiecības b : l = 1 : 6 būtu b = $\frac{43,2}{6}$ = 7,2 m un tāds baseins varētu izlaist cauri: Q = 7,2 × 2,5 × 0,002 = 0,036 m³/sek. = = 36 sl. un viņa tilpums V = 7,2 × 2,5 × 43,2 = 778 m³.



188. zīm. Nostādināšanas bas. tips.

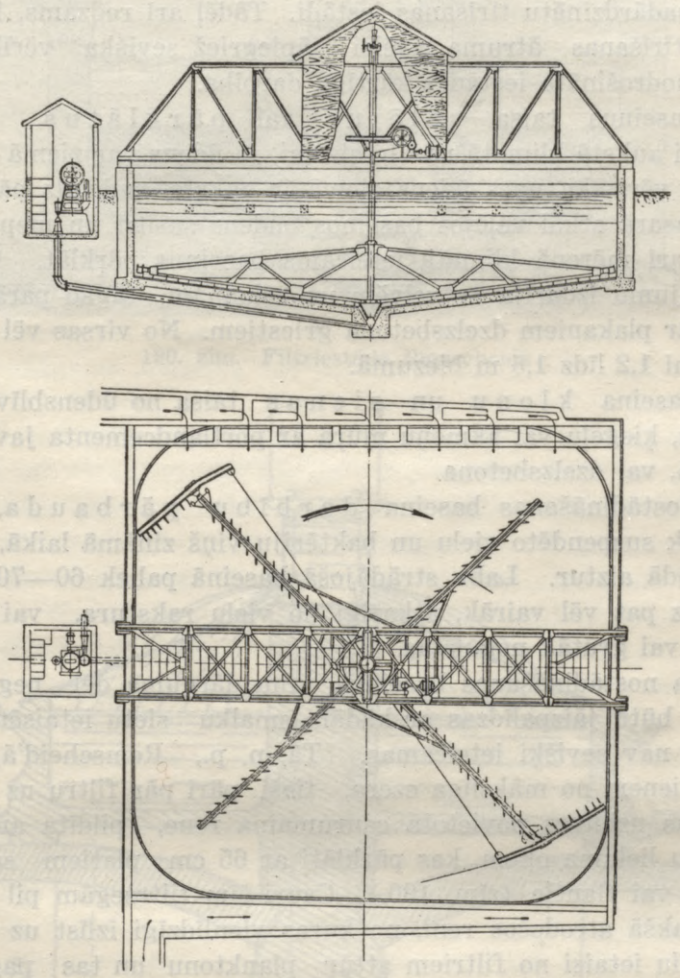
Lai izmantotu nostādināšanas baseinu pilnā mērā, vajadzīgs, lai ūdens vienmērīgi sadalītos pa visu baseina dzīvgriezumu. To ievērojot jāpiegriež sevišķa vērība ūdens ieteces un izteces ietaisēm. Var ietaisīt pie ieteces pārgāzes slieksni visā baseina platumā, bet tādam slieksnim vajaga būt pilnīgi horizontālam un līdzenam un uz viņa nedrīkst uzķerties nekādas cietas vielas, kas varētu traucēt vienmērīgu pārteci. Tā kā to grūti sasniegt, tad labāk ūdeni ielaist no pieteces kanāļa vai caurules caur vairākiem caurumiem, vēl labāk pa gaļu spraugu, bet zem ūdens līmeņa. Pretim ietecei ietaisāma gremdsieniņa, kas iegrimst ūdenī ap ⅓ dziļuma un, pret kuŗu ūdens atsizdamies zaudē savu ātrumu un sadalās vienmērīgāk. Izteces galā arī ietaisāma gremdsieniņa, kas iegrimst ūdenī 25—30 cm un, zem kuŗas tad ūdens dodas uz izteces pārgāzes slieksni. Gremdsieniņa izteces galā vajadzīga, lai peldoši uz ūdens virsas putekļi un vieglākas suspendētās vielas neaizietu līdzi aiztekošam uz filtru ūdenim. Kā ieteces, tā izteces ietaisēm vajaga veicināt vienmērīgu ūdens sadalīšanos pa visu baseinu un nedrīkst nekur attīstīties strāvas, kas kavētu vienmērīgu sadalīšanos. Tomēr pilnīgi izbēgt strāvu attīstīšanos baseinā nav iespējams, jo strāvas izceļas iz dažādiem cēloņiem. Ūdenim beržoties gar baseina sienām un di-

benu, tāpat virsū ar gaisu, samazinās ātrums, kamēr baseina iekšējā daļā ātrums ir lielāks, un no tā var celties strāvas. Arī temperātūras starpība var būt par strāvu cēloni, aukstākam ūdenim grimstot dibenā un siltākam ceļoties uz augšu. Tādu strāvu celšanos un viņu iespaidu uz nostādināšanas gaitu grūti rēgulēt ar konstruktīviem mēraukļiem un vienīgais ceļš paliek ūdeni ielaist tā baseinā, lai viņš vienmērīgi būtu sadalīts un ar vienmērīgu, nelielu ātrumu tecēdams pa baseinu strāvu attīstīšanos nepabalstītu.

Varētu vēl pacelties jautājums, kāds iespaids uz nostādināšanas gaitu ceļas no ūdens ielaišanas baseinā dažādā dziļumā. Ja ūdeni ielaiž uz ūdens virsu, tad viņš sakustina ūdens virsmu, saceļas viļņi, kas cietās vielas uzķeŗ un ātri virza uz priekšu, neļaujot viņām ātri nogulties. Šo ļaunumu samazina, ielaižot ūdeni pār pārgāzes slieksni visā baseina platumā, kas tomēr, kā jau minēts, nav viegli sasniedzams. Ja ūdens iztek baseinā zināmā dziļumā zem līmeņa, tad vajadzīgs pārvarēt zināmu spiedienu, kas rodas no līmeņstarpības pievedkanālī un baseinā, un kas sagādā vajadzīgo ieteces ātrumu. Pēc pētījumiem tāds ieteces ātrums var svārstīties starp $v = 3{,}57\sqrt{h}$ līdz $v = 4{,}13\sqrt{h}$ (v un h — metros). Ūdens ietecējis baseinā ar tādu ātrumu, dodas ar sparu no sākuma uz priekšu horizontālā virzienā, spiezdams baseinā atrodošos ūdeni uz augšu tik ilgi, kamēr spars nav izbeidzies un ūdens daļiņas rāmi neievietojas atrodošā baseina ūdenī. Teōrētiski arī te uz ūdens virsas jāsaceļas viļņiem, bet tie nebūs lieli un ir vairāk tikai teōrētiskas dabas. Jo dziļāk ūdeni ielaiž, jo labāk viņš nomierināsies pēc ieteces, bet nedrīkst to darīt tādā dziļumā, kur jau varētu iekustēties agrāk nogulušās vielas.

Lielākā daļa vielu, un proti, smagākās ar lielāku krišanas ātrumu, izkrīt ātrāk, jau tuvu pie ieteces, tādēļ ieteces galā dibens jātaisa ar padziļinājumu. Tas atvieglo arī baseina tīrīšanu, kas jādara 1—2 reiz gadā, atkarīgi no ūdens tīrības un no nogulšņu daudzuma. Kad stājas pie baseina tīrīšanas, ūdens ieteci pārtrauc un ļauj vēl pēdēji ietecējušam ūdenim dažas stundas nostāties. Pēc tam virsējo tīrāko ūdeni pārpumpē uz kādu no citiem baseiniem, lai nezaudētu nostājušos ūdeni. Dibenā palikušo duļķaino ūdeni līdz ar nogulšņiem nolaiž vai pārpumpē uz dūņu lauku. Pa visu dibenu nogulušos

nogulšņus sašķūrē ar rokas šķūrēm uz padziļinājumu ieteces galā, kur viņus tad nolaiž vai tieši uz dūņu lauku, vai pumpju akā. Sašķūrēšanu mazās ietaisēs gan izdara ar rokas šķūrēm, bet lielākām ietaisēm pielieto mēchaniskus šķūrētājus, no ku-



189. zīm. Dorra sašķūrētājs.

ņiem visvairāk ieteiktais ir D o r r'a s a š ķ ū r ē t ā j s (zīm. 189.), kas sevišķi populārs Amerikā, bet atrodams arī Eiropā dažās vietās (Berlīnē). Tā kā parasti baseini jātīra reti, tad mēchaniskas ierīces neatmaksāsies. Viņas būtu sevišķi vietā lielās ietaisēs ar daudz baseiniem un ļoti netīru ūdeni. Tur-

pretim pie notekūdens nostādināšanas baseiniem mēchaniskās ierīces ir nepieciešamas.

Pa baseina tīrīšanas laiku viņa darbība ir pārtraukta un tā jāuzņem citiem baseiniem. Tā tad redzams, ka baseinu skaits vajadzīgs ne mazāk kā 2, un parasti vairāk ar netaisa, lai nesadārdzinātu tīrīšanas iestādi. Tādēļ arī redzams, ka baseina tīrīšanas ātruma izvēlei jāpiegriež sevišķa vērība, lai būtu nodrošināta iestādes kārtīga darbība.

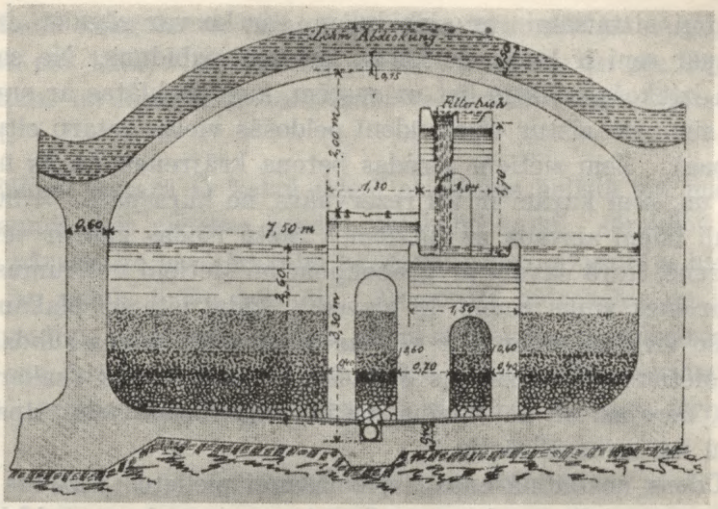
Baseinus taisa vaļējus vai pārklātus. Vaļēji baseini aukstā klimatā nav ieteicami, jo ūdens var ziemā iesalt, ņemot vērā, ka upes ūdens ziemā ir auksts, nedaudz pāri par 0°. Vasarā atkal vaļējos baseinos ūdens sasilst un pieput, un tādēļ arī mērenā klimatā ieteicams baseinus pārklāt. Senāk pārklājumu izdarīja ar velvēm uz kolonnām, tagad parasti to dara ar plakaniem dzelzsbetona griestiem. No virsas vēl apbeŗ ar zemi 1,2 līdz 1,5 m biezumā.

Baseina klonu un sienas taisa no ūdensblīva materiāla, ķieģeļu vai akmeņu mūŗa ar portlandcementa javu, vai betona, vai dzelzsbetona.

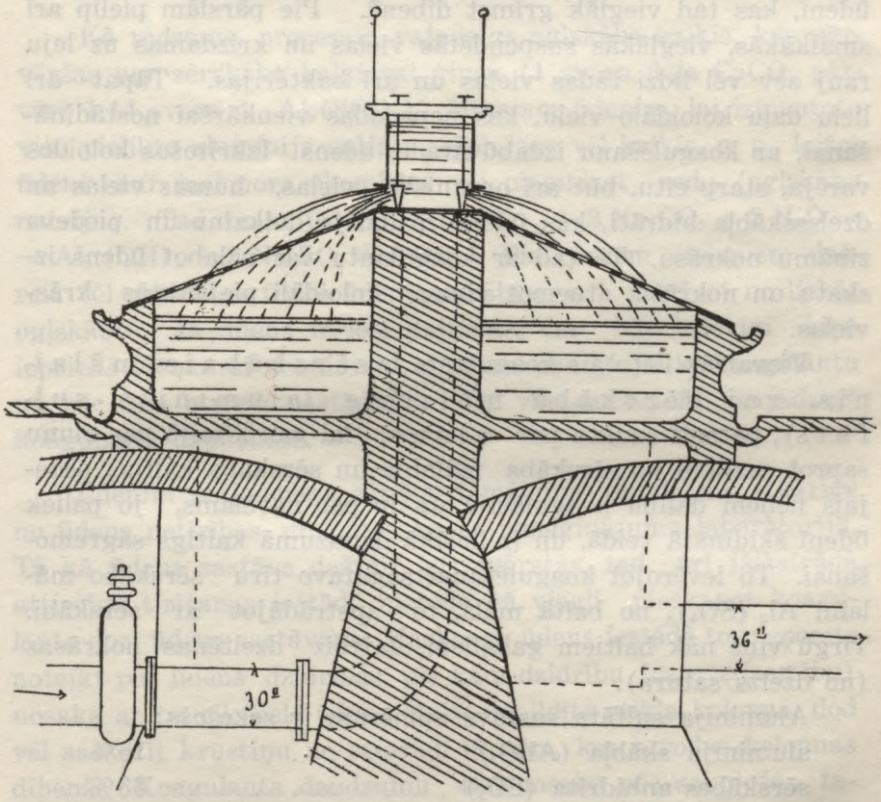
Nostādināšanas baseina darbību pārbauda, izpētot, cik suspendēto vielu un baktēriju viņš zināmā laikā, p. p., 1 stundā aiztur. Labi strādājošā baseinā paliek 60—70% un dažreiz pat vēl vairāk, atkarīgi no vielu rakstura, vai viņas viegli vai grūtāk nogulstas.

Ja nostādināšanas baseinus viņu dārguma dēļ negribētu taisīt, būtu jāizpalīdzas ar kādām smalku sietu ietaisēm, kas tomēr nav sevišķi ieteicamas. Tā, p. p., Remscheid'ā, kur ūdeni ieņem no mākslīga ezera, tieši pāri pār filtru uz 1,5 m augstas uzbūves novietota caurumaina rene, pildīta ar valriekstu lieluma oļiem, kas pārklāti ar 65 cm platiem segiem, vilnas vai flaneļa (zīm. 190.). Cauri šīm filtrsegām pil ūdens uz apakšā atrodošos reni, no kuŗas vienlīdzīgi izlīst uz filtru. Ar tādu ietaisi no filtriem attur planktonu un tas pagarina filtra darbību, pie 2,0—2,5 m filtrātruma diennaktī, trīskārtīgi. Filtrsegas nomaina ik pēc 24—300 st., atkarīgi no ūdens planktona, un pēc izmazgāšanas tās var atkal lietot.

Līdzīga ietaise ir Pēterpilī (tagad Leņingradā) (zīm. 191.). Te planktonus uzķeŗ uz sietiem. Gaŗā un šaurā ēkā iet pa vidu gaŗa rene, kuŗā ūdens izlīst no d = 75 cm spiedvada. Renes sānos apakšā ietaisīti caurumi, ap 1 m tālu viens no otra.



190. zīm. Filtriestāde Remscheidā .



191. zīm. Sietu ietaise Pēterpils ūd. v.

Caurumi aiztaisāmi ar aizbīdņiem, ar ko var rēgulēt izteci. Pāri pār reni ir laipa, no kuŗas apkalpo aizbīdņus. No caurumiem iztekošais ūdens līst uz restēm, kas pārklātas ar smalku vaŗa sietu un aiztur visas ūdenī peldošās vielas (starp citu arī zivtiņas). Zem sietiem atrodas betona krājrenes, kuŗās ūdens ietek un, zem kuŗām ir vēl rezervuārs, no kuŗa pa d = 90 cm cauruli ūdeni aizvada uz filtriem. Sietu rindas galā ir vēl neliela rene, kuŗā savelk ar grābekļiem no sietiem netīrumus, un no kurienes viņus izņem un aizved. Šādai ietaisei blakām ar peldošo vielu izķeršanu, ir vēl tas labums, ka ūdens sūkdamies caur sietiem un krizdams atsevišķām lāsēm, nāk sakarā ar gaisu, aerejas, ar ko veicina dažādu organisku vielu apskābļošanu vai minerālizāciju.

Ūdens nostādināšanas veicināšanai pielieto dažādus ķīmiskus preparātus, k o a g u l a n t u s, zem kuŗu iedarbības rodas vielas, kas ūdenī izveidojas par pārslām, smagākām par ūdeni, kas tad vieglāk grimst dibenā. Pie pārslām pielīp arī smalkākās, vieglākās suspendētās vielas un krizdamas uz leju rauj sev vēl līdzi tādas vielas un arī baktērijas. Tāpat arī lielu daļu koloidālo vielu, kas nepadodas vienkāršai nostādināšanai, ar koagulēšanu izdabū ārā iz ūdens. Izkrītošos koloidos varēja, starp citu, būt arī organiskas vielas, humus vielas un dzelzsskābļa hidrāti, kas ūdeni padarīja duļķainu un piedeva zināmu nokrāsu. Tā tad ar koagulantu var uzlabot ūdens izskatu un nokrāsu, atņemot viņam koloidāli piejauktās krāsvielas.

Visvairāk lietotais koagulants ir s ē r s k ā b a i s m ā l a i n i s, v a i s ē r s k ā b ā m ā l z e m e (a l u m i n i j a s u l f ā t s), parasti saukta par a l u n u, lai gan ķīmijā par alunu saprot sastāvu no sērskāba mālaiņa un sērskāba kalija; pēdējais neņem dalību koagulācijā un ir pat nevēlams, jo paliek ūdenī šķīdinātā veidā, un ir lielākā daudzumā kaitīgs sagremošanai. To ievērojot koagulēšanai sagatavo tīru sērskābo mālaini $Al_2(SO_4)_3$ no baltā māla, to apstrādājot ar sērskābi. Tirgū viņš nāk baltiem gabaliem, dažreiz dzeltēnas nokrāsas (no dzelzs satura).

Aluminija sulfāta sastāvs apmēram ir sekojošs:

aluminija skābļa (Al_2O_3)	15%
sērskābes anhidrita (SO_3)	33%
dzelzs skābļa un citu piemaisījumu	2%
ūdens	50%

Labā koagulantā vajaga būt aluminija skābļa (Al_2O_3) ne mazāk par 15%, viņš nedrīkst saturēt arsēniku un pēc iespējas arī dzelzi un mangānu, un viņam vajag būt viegli šķīstošam ūdenī.

Nākot sakarā ar katrā ūdenī atrodošos lielākā vai mazākā daudzumā (pēc cietības grada) ogļskābo kaļķi, sērskābā mālzeme pārvērš to par sērskābu kaļķi vai ģipsu, aluminija hidroksīdu, un atdala brīvu ogļskābi. Aluminija hidroksīds nu izkrīt pārslveidīgi, un pārslas tad pa daļai ietīsta, pa daļai krizdamas rauj sev līdz smalkākas vielas, māla daļiņas, gāzes, krāsvielas un baktērijas. Ķīmisko pārvēršanos raksturo sekojoša formula:

$$Al_2(SO_4)_3 + 3\,CaCO_3 + 3\,H_2O = Al_2(OH)_6 + 3\,CO_2 + 3\,CaSO_4.$$

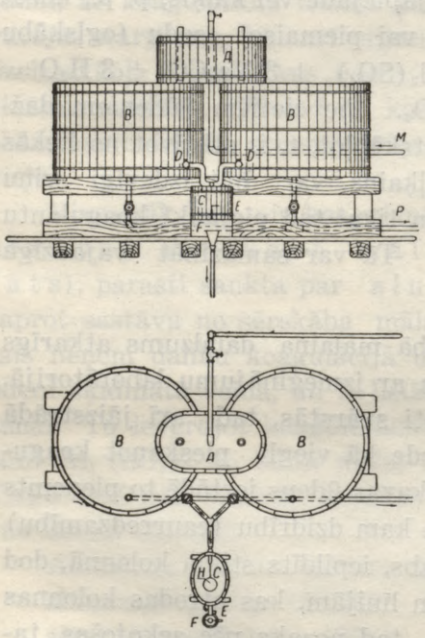
Kā redzams, procesam vajadzīgs ogļskābs kaļķis, kas pārvēršas par sērskābo kaļķi vai ģipsu (1 svara daļa $CaCO_3$ pārvērš 1,14 svara d. $Al_2(SO_4)_3$). Mīkstam ūdenim, lai izmantotu visu pielikto aluminija sulfātu, jāpiejauc vēl kaļķis, p. p., laižot ūdeni caur marmora šķembām vai piemaisot sodu (ogļskābu natriju). Tad reakcija ir: $Al_2(SO_4)_3 + 3\,Na_2CO_3 + 3\,H_2O = Al_2(OH)_6 + 3\,Na_2SO_4 + 3\,CO_3$. Pie cietiem ūdeņiem dažreiz vēl vajadzīgs tīrīto ūdeni atskābļot, t. i. atbrīvot no liekās ogļskābes. Ja ūdens ir ļoti duļķains, var būt izdevīgi viņu iepriekš vienkārši nostādināt, un tikai tad piejaukt koagulantu un pēc tam otrreiz nostādināt. Tā var samazināt vajadzīgā koagulanta daudzumu.

Ūdenim piejaucama sērskābā mālaiņa daudzums atkarīgs no ūdens netīrības, un janosaka ar izmēģinājumu laborātorijā. Tā kā ūdens sastāvs dažreiz ļoti svārstās, tad arī jāizstrādā attiecīgā tīrīšanas iestādē metode kā viegli pieskaņot koagulanta dozi ūdens sastāvam. Maskavas ūdens iestādē to pieņemts noteikt pēc ūdens dzidrības, pie kam dzidrību (caurredzamību) nosaka ar to, cik liels ūdens stabs, iepildīts stikla kolonnā, dod vēl saskatīt krustiņu no stiprām līnijām, kas atrodas kolonnas dibenā. Koagulanta daudzumu tad nosaka pēc sekojošas tabulas:

Dzidrība cm	Koagulanta doze mg./l.
mazāk par 10	150
10— 15	120
15— 25	100
25— 50	80
50— 75	60
75—100	40
vairāk par 100	20

Kā rezams, daudzums var būt no 20 līdz 150 mg/l. Koagulantu piejauc ūdenim šķīduma veidā, parasti 2—5%. Koagulanta daudzuma noteikšanai ieteic noteikt pH. vērtību priekš un pēc koagulācijas, jo no tā var izkalkulēt, cik koagulanta vajadzīgs un arī vai nav jāpiejauc kaļķis vai soda. Vislabāk koagulants iedarbojas pie pH = 4 līdz 5.

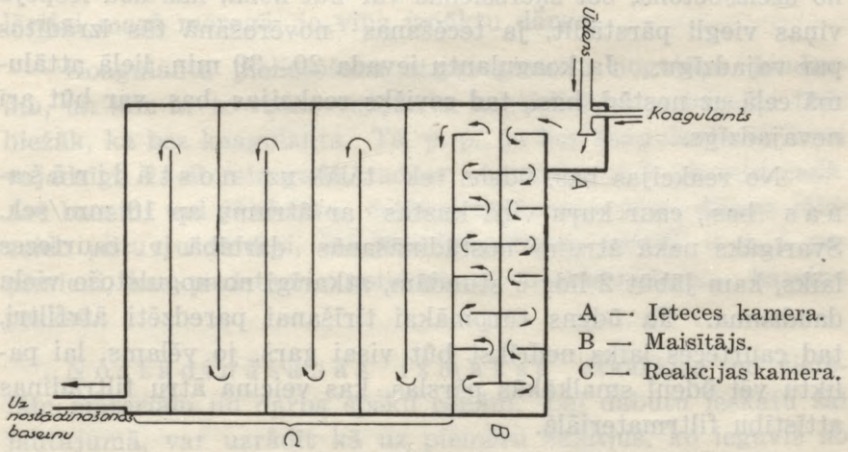
Aluminija sulfāta vietā noder arī aluminija chlorīds $AlCl_3$, arī tas attīsta stipri pārslas, ir viegli šķīstošs un attīsta samērā daudz aluminija skābļa (Al_2O_3), kas īstenībā ir tas pārslu devējs.



192. zīm. Koagulanta sagatavošana mazā iestādē.

Koagulantu, kas atrodas lielos gabalos, vispirms sadauza mazos gabaliņos vai ar rokas āmuriem vai ar sadrupināmām mašīnām. Gabaliņus izkausē koka kublos (A. zīm. 192.), pie kam koagulants izkūst ātrāk un pilnīgāk siltā ūdenī, kadēļ ir labi ūdeni kublā sasildīt (p. p., vadot kublam cauri tvaika caurules). Pēc tam biezais šķīdums nonāk citās lielākās tvertnēs (B), kur viņu atšķaida līdz vēlamam šķīdumam. No šejienes šķīdums iet uz dozēšanas tvertni (E), no kuŗas ar cau-

ruli viņu ievada tīrāmā ūdenī pilnīgi noteiktā, norēgulētā daudzumā. Koagulanta labākai samaisīšanai ar ūdeni šķīdināmās tvertnes dibenā ievada no kompresora spiestu gaisu pa caurumainām svina caurulēm, pie kam gaisa patēriņš ir vajadzīgs neliels, kādu 0,02 m^3 uz 1 m^3 šķīduma. Var tam pašam mērķim pielietot arī mēchaniskus maisītājus. Pēdējā laikā, sevišķi Amerikā, sāk pielietot koagulanta ievešanu tīrāmā ūdenī sausā, pulverizētā veidā. Gabalus sasmalcina sevišķas ar elektromotoru dzītas dzirnaviņas, un sagādāto tādā ceļā pulveri ar sevišķu aparātu — pulverizātoru — iekaisa tīrāmā ūdens pievados. Pēc koagulanta piejaukšanas tīrāmam ūdenim vajadzīgs, lai



193. zīm. Koagulanta piejaukšanas schēma.

ūdens atrastos stiprā kustībā, ar to nolūku, lai ūdens labi sajauktos ar koagulantu un tas varētu pilnīgāk iedarboties. Tam mērķim noder vai šauri kanāļi ar šķērssienām 1—1,75 attālumā, kas mainās kā plānā, tā arī vertikālā ziņā (dažas šķērssienas nenoiet līdz dibenam, dažas nepaceļas līdz augšai) (zīm. 193. B.), vai liekot ūdenim tecēt pār pārgāzēm, vai slīpām grīdām, vai pielietojot cilindriskus rezervuārus ar lāpstiņu maisītājiem.

No samaisītāja ūdens ietek t. s. reakcijas baseinā, kurā attīstās pārslas. Lai būtu pārslām laiks attīstīties, koagulētam ūdenim jādod 15—30 min. laika iedarboties, un viņam jātek cauri reakcijas bas. ar ātrumu 0,3 līdz 0,75 m, lai attīstījušās pārslas viņā nenogultos, bet izietu cauri

uz nostādināšanas bas. Jo lielāks ir reakcijas laiks, jo lielāks var būt ātrums.

Jāuzsveŗ, ka kontakta laikam reakcijas bas. vajaga būt tikai tik lielam, cik vajadzīgs, lai pārslas varētu attīstīties, un tas atkarājas no koagulētā ūdens īpašībām. Tādēļ arī vēlams, lai katrā atsevišķā gadījumā kā kontakta laiku, tā caurteces ātrumu reakcijas bas., noteiktu ar mēģinājumu. Reakcijas bas. konstrukcija arī var būt dažāda. Visvienkāršāk ir viņu izveidot kā šauru kanālu, 2,5—3,5 m platu, ietaisot koka šķērssienas lielākā baseinā (zīm. 193c.), tā kā ūdens tad tek caur baseinu šurp un turp, lauztā līnijā. Visi baseini var būt taisīti no dzelzsbetona, bet šķērssienas var būt koka, kas dod iespēju viņas viegli pārstādīt, ja tecēšanas novērošanā tās izrādītos par vajadzīgu. Ja koagulantu ievada 20—30 min. lielā attālumā ceļā uz nostād. bas., tad sevišķs reakcijas bas. var būt arī nevajadzīgs.

No reakcijas bas. ūdens tek tālāk uz nostādināšanas bas., caur kuŗu viņš kustas ar ātrumu ap 10 mm/sek. Svarīgāks nekā ātrums nostādināšanās darbībā ir caurteces laiks, kam jābūt 2 līdz 6 stundām, atkarīgi no nogulstošo vielu daudzuma. Ja ūdens turpmākai tīrīšanai paredzēti ātrfiltri, tad caurteces laiks nedrīkst būt visai gaŗš, jo vēlams, lai paliktu vēl ūdenī smalkākās pārslas, kas veicina ātru filtrādiņas attīstību filtrmateriālā.

Aluminija sulfāts ir parastākais koagulants, bet var būt gadījumi, kad viņš nav piesniedzams, tad izpalīdzas arī ar citiem koagulantiem. Kā pirmā vietā te būtu minami dažādi dzelzs sāļi.

Dzelzs sulfāts ($FeSO_4$) kopā ar kaļķi lietojams sevišķi pie duļķainiem alkaliskiem ūdeņiem. Caur dažādiem ķīmiskiem pārvēršanas procesiem rodas dzelzs hidroksīds [$Fe(OH)_2$], kas tāpat kā aluminija hidroksīds attīsta pārslas. Kā dzelzs sulfāta, tā kaļķa daudzums jānosaka ar mēģinājumiem, noskaidrojot pie kāda pH lieluma sasniedzama vislielākā pārslu attīstība ar vismazāko reaktīvu daudzumu. Tā kā vienā laikā jālieto 2 ķīmiski preparāti, tad ietaises un viņu vadība ir komplicētāka kā pie viena aluminija sulfāta.

Jaunākā laikā labi panākumi sasniegti koagulējot ar dzelzs sulfātchlorīdu, kuŗu izgatavo no dzelzs sul-

fāta, piejaucot chlōru. Visvienkāršāk to izdara tādā ceļā, kā dzelzs sulfāta šķīdumu samaisa ar chlōrūdeni, pēdējo sagatavojot no chlōrgāzes attiecīgā aparatūrā. Vajadzīga ir 1 d. chlōra uz 7,8 d. dzelzs sulfāta. Pēc amerikāņu piedzīvojumiem ar šo koagulantu varot pataisīt krāsainu un duļķainu ūdeni vieglāk dzidru kā ar aluminija sulfātu. Arī pH vērtība neesot no svara un pat pie 8 dabūjot pietiekoši labus rezultātus.

Cietā ūdenī arī vienkārši kaļķa piemaisījumi var attīstīt pārslas. Tāpat arī skābeklis, ozona vai kalija permanganāta veidā var noderēt kā koagulants. Permanganāts, nākot sakarā ar organiskām vielām attīsta nešķīstošu manganskābi, kas izkrīt pārslveidīgi. Tomēr šādus līdzekļus pielieto koagulācijai mazā mērogā, jo viņa iznāktu dārga.

Koagulanta pielietošana stipri pavairo nogulšņu daudzumu, un līdz ar to rodas vajadzība nostādināšanas baseinu tīrīt biežāk, kā bez koagulanta. Tā, p. p., ja bez koagulanta tīrīšana vajadzīga 1—2 reiz gadā, tad ar koagulantu 3—4 reiz gadā. Arī baseini tad jāiekārto ērtākai tīrīšanai, p. p., dibens jāizveido piltuvju veidīgi, vai jāpielieto Dorra tīrītāji u. t. l. paņēmieni, kas pazīstami notekūdens nostādināšanas baseinu praksē.

Nostādināšanas izmaksa atkarājas no vietējām materiālu un darba spēku cenām. Lai dabūtu ieskatu šai jautājumā, var uzrādīt kā uz piemēru skaitļus, ko ieguvis no saviem pētījumiem Cīriches ūdensvadu direktors Peter's.

1) Vienkārša nostādināšana baseinā, ar tilpumu līdzīgu dienas patēriņa daudzumam, un pieņemot 1 m^3 baseina izmaksu = 15 ls, izmaksātu gadā:

100 m^3 tīrīšanai dienā:

6% rentēm un amortizācijai no būvizmaksas

$$100 \times 15 = 1.500 \text{ Ls}$$

$$1.500 \times 0{,}06 = \quad 90 \text{ Ls}$$

ekspluatācija un tīrīšana . . . . . 10 „

100 Ls

Uz katriem 100 m^3 tas iztaisītu: $\frac{10000}{365}$ = ap 27 sant.

2) Koagulēšana ar sērskābu mālzemi, daudzumā 20—60 g/m³ pie nostādināšanas ilguma 8—10 st. Koagulanta piejaukšanas ietaises būvizmaksa 500 Ls:

būvkapitāla rentes un amortizācija $500 \times 0{,}06 = 30$ Ls

30 g/m³ aluminijsulfāts 8 sant./kg:

$$365_{(d)} \times 30_{(g)} \times 100_{m^3}, \times 8_{(sant)} \times \frac{1}{1000} = 88 \text{ Ls}$$

ekspluatācija . . . . . 23 „

kopā 141 Ls

Uz katriem 100 m³: $\frac{14100}{365} = 38{,}6$ ap 39 sant.

Tā tad koagulēšana un nostādināšana uz 100 m³ izmaksā:

$27 + 39 = 66$ sant.

vai uz 1 m³ = 0,66 sant.

24. Filtrēšana.

a. Vispārējie ieskati.

Ar nostādināšanu ūdeni atsvabina no rupjākām un smagākām suspendētām vielām, kamēr smalkākās vielas un baktērijas iziet cauri. Ūdens galīgai iztīrīšanai vajadzīga vēl filtrēšana. Zem ūdens filtrēšanas vai nokāršanas praktiskā nozīmē saprot ūdens caurlaišanu caur smilšu slāni, kas aiztur nevien ūdenī atrodošos mēchaniskos netīrumus, bet arī baktērijas. Filtrēšanas rezultāts, t. i., cik suspendēto vielu un baktēriju filtrs aizturēs, atkarājas no filtrmateriāla mēchaniskā sastāva (graudiņu rupjuma), no filtrātruma un dažiem citiem apstākļiem, kā tas no turpmākā redzams. Teorētiski varētu ar filtrēšanu sagādāt pilnīgi tīru, no mēchaniskiem piemaisījumiem, ūdeni, bez kādām baktērijām, bet tas izmaksātu dārgi. Tādēļ praktiski apmierinās ar to, izpildīt higiēniskās prasības, t. i., lai ūdenī nepaliktu nekādas ļaunumu nesošas vielas, un baktērijas būtu ūdenī ne vairāk par 100 1 cm³.

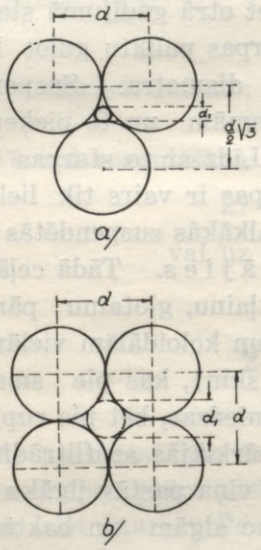
Filtra darbība ir pa daļai mēchaniskas, pa daļai bioloģiskas dabas. Jaunā, tīrā filtrā no sākuma tīrīšanas panākumi ir nelieli un filtram vajaga iestrādāties, nogatavoties savam uzdevumam. Jauns filtrs ar smilšu graudiņu lielumu, p.

p., ½ mm, nevar vēl aizturēt baktērijas, kuŗu gaŗums ir, ap $^1/_{1000}$ mm un vēl mazāk, māla daļiņas un koloidus, $^1/_{10000}$ mm un vēl mazākus. Filtra iestrādāšanās domājama šādi. Vispirms filtra virsējā kārtā aizķeŗas visas tās vielas kas rupjākas par starpām smilšu graudiņu uzbērumā. Šīs starpas, pat iedomājoties smilšu graudiņus lodīšu veidīgus, ir ļoti dažāda lieluma, atkarīgi no tā, kā graudiņi sagulstas (zīm. 194.), vai blīvāk (a), vai mazāk blīvi (b). Pirmā gadījumā starpas lielums d_1 ir ap 0,2 d, bet otrā gadījumā starpa ir vēl lielāka: $d_1 = 0{,}5$ d. Tā tad uz starpas paliktu guļot lodītes diametra 0,2 līdz 0,5 no graudiņu diametra. Suspendētās vielas arī nogulstas uz graudiņu virsmām un te pieķeŗas uz fizikālā adsorpcijas likuma pamata. Līdz ar to starpas paliek arvien mazākas un beidzot, kad starpas ir vairs tik lielas, ka pa viņām nevar caursprausties vissmalkākās suspendētās vielas un baktērijas, tad filtrs ir iestrādājies. Tādā ceļā filtrmateriāla graudiņi apvelkas ar recekļainu, gļotainu pārklāju, kas sastāv no nogulušām baktērijām un koloidālām vielām. Tā ir tā sauktā filtrādiņa (dirty skin), kas pie smalkiem smilšu filtriem tomēr dziļi filtrā neiesniedzas, bet pie rupjgraudainiem filtriem materiāla graudiņi pārklājās ar filtrādiņu arī līdz lielākam dziļumam. Filtrādiņā, ja viņa pastāv ilgāku laiku, var attīstīties arī organiska dzīvība no algām un baktērijām, kas mitinās filtrādiņā, pievelkot un uzsūcot (adsorbējot un absorbējot) vissmalkākās duļķes un organismus. Kā filtrā notiek bioloģiski procesi, redzams no apskābļošanas procesiem, jo brīvais ammōnjaks pārvēršas nitrātos. Bioloģiski procesi atkarīgi no temperātūras un ir ziemā mazāk iedarbīgi kā siltā laikā. Bioloģiskiem procesiem vajadzīgs skābeklis, kas gan pa daļai jau atrodas tīrāmā ūdenī, bet jārūpējas arī, lai viņam būtu no gaisa brīva ietikšana filtrā.

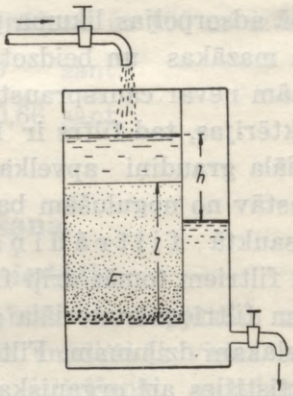
Vielu pārmaiņa filtrā var notikt pa daļai arī uz elektrolitiska ceļa, pēc ionu teōrijas. Ja 2 ioni ar dažādu elektrības lādiņu (+ vai —) nāk kontaktā, tad vai elektriskais lādiņš tiek neutrālizēts, vai var iedarboties uz dažādu ķīmisku vielu pārveidošanu. Atrodošās ūdenī vielas, kā suspendētās, tā šķīdinātās, var būt ionizētas. Tāpat var domāt, ka arī smilšu graudiņi var būt ionizēti, un satur elektrisku lādiņu. Smilšu graudiņu elektrisks lādiņš un ionizētas vielas ūdenī iedarbojas ūdens

ķīmisko sastāvdaļu pārveidošanai. Šāda filtra darbība ar laiku izbeidzas, bet pēc filtra tīrīšanas atkal atjaunojas.

Filtrētā ūdenī, f i l t r a t ā, gan atrod vēl baktērijas, lai gan nelielā daudzumā. Kā šīs baktērijas ir cēlušās, vai viņas ir izgājušas cauri filtram atrazdamās netīrītā ūdenī, vai viņas ir izaugušas pašā filtrā, uz šo jautājumu pilnīgi drošu atbildi dot ir grūti, un pētījumus šai ziņā vēl nevar uzskatīt par noslēgtiem.



194. zīm. Filtrmateriāla graudiņu starpas.



195. zīm. Filtru princips.

Filtram vajadzīgais i e s t r ā d ā š a n ā s l a i k s atkarīgs no notekūdens sastāva un temperātūras un arī no filtra rakstura. Pie lēniem smalksmilšu filtriem iestrādāšanās velkas 2—3 dienas, bet jo netīrāks ir ūdens, jo ātrāk attīstās filtrādiņa. Pie ātrfiltriem filtrādiņas attīstību parasti veicina koagulants, kas tā tad dod filtram iespēju ātri iestrādāties.

Kad j a u n u f i l t r u l a i ž d a r b ā, viņu piepilda ar tīru ūdeni no apakšas un tikai, kad filtrmateriāla starpas pilnas ar ūdeni, sāk laist ūdeni no virsas. Ja tīru filtru pildītu no virsas ar ūdeni, tad ūdens, spiezdamies ātri iekšā, ieskalotu netīrumu vielas dziļi filtra ķermenī, kas nāktu filtra darbībai par ļaunu. Kad filtrs, arī pāri par materiālu, piepildīts ar ūdeni līdz vēlamam līmeņa augstumam, sākas pilna darbība, bet no

sākuma tik ilgi, kamēr filtrs nav iestrādājies, jālaiž ūdens cauri ar mazāku ātrumu, arī aiz tā paša iemesla, lai netīrumu vielas netiktu ieskalotas dziļi filtrķermenī. Tikai pēc tam, kad filtrs iestrādājies, nogatavojies, var iesākt darbību ar normālu filtrātrumu. Zem filtrātruma saprot, līdzīgi kā zem gruntsūdens tecēšanas ātruma, kvocientu no caurtekošā ūdens daudzuma un filtrlaukuma. Ja caurtekošo ūdens daudzumu apzīmējam ar Q un filtrlaukumu ar F (zīm. 195.), tad filtrātrums v ir:

$$v = \frac{Q}{F}.$$

Tāds ātrums ir idejiskais ātrums un viņš ir ievērojami mazāks par patieso ātrumu, ar kādu ūdens tek pa filtrmateriāla starpām. Ātrumu mēdz apzīmēt ar mm/st. vai m/24 st. Parasti pie smilšu lēnfiltriem v = 100 līdz 125 mm/st., vai 2,4 līdz 3 m/24 st., kamēr pie ātrfiltriem ātrums ir līdz 5 m/st. vai 120 m/24 st., tā tad ap 50 reiz lielāks kā pie lēnfiltriem. Pielaižamais normālais ātrums katrā filtrstacijā ir jānosaka ar vietējiem izmēģinājumiem un novērojumiem.

Lai ūdens zināmā daudzumā, ar zināmu ātrumu, tecētu cauri filtram, vajadzīgs zināms spiediens, t. i. augstuma starpība h (zīm. 195.) starp ūdens līmeni uz filtra un pēc filtra. Šo lielumu h sauc arī par filtra darba spiedienu, vai spiediena augstuma zaudējumu, ko vienkāršības dēļ turpmāk sauksim par filtrspiedienu. Viņš vajadzīgs, lai pārvarētu kustības pretestības, kādas ceļas ūdenim kustoties pa filtrmateriāla starpām. Jo netīrāks filtrs, jo grūtāk ūdenim kustēties pa starpām, jo lielāks spiediens vajadzīgs, lai ūdens varētu izspiesties pa starpām. Spiediena lielumu pielaiž parasti ne vairāk par 0,75—1 m, jo ar lielāku spiedienu netīrumu vielas iespiestos lielākā dziļumā. Tīrā filtrā spiediens ir tikai dažus cm liels.

Tā tad filtrātrums un filtrspiediens ir viens no otra atkarīgi, jo lielāku filtrātrumu, tā tad lielāku filtrata daudzumu, var sasniegt tikai ar lielāku spiedienu. Bet it sevišķi filtrspiediens vajadzīgs arī pie nemainīga ideāla filtrātruma resp. filtrata daudzuma, lai sagādātu vajadzīgo patieso ātrumu, ar kuŗu ūdenim jātek pa graudiņu starpām. Jo vairāk pēdējais piesērē, jo lielāks filtrspiediens vajadzīgs, lai izspiestu to pašu

ūdens daudzumu caur samazinājušos starpu tilpumu ar lielāku ātrumu. Bet tādam patiesam ātrumam ir arī savas robežas, jo viņš nedrīkst kļūt tik liels kā pārrautu filtrādiņu, kam sekas būtu tās kā ūdens iztecētu ir filtra nepietiekoši tīrs. Tādēļ tad tiklīdz filtrspiediens ir sasniedzis savu pielaižamo maksimumu (0,75—1 m) filtrs ir jātīra.

Filtrus viņu izbūves un arī rīcības ziņā var sadalīt 2 galvenās grupās: 1) Lēnie smilšfiltri (angļu filtri) un 2) Ātrfiltri vai mēchaniskie filtri (amerikāņu filtri). Dažreiz vēl pielieto priekšfiltrus (prefiltrus), kas noder ūdens iztīrīšanai no rupjākām vielām, ja ūdens ir ļoti netīrs un tā ūdeni sagatavo galīgai iztīrīšanai uz lēniem smilšfiltriem.

b. Lēnie smilšfiltri.

Mākslīgi sagatavotus smalkas smilts filtrus ūdens tīrīšanai sāka lietot Anglijā (1829. g. Londonā) un tādēļ viņi arī dabūjuši nosaukumu angļu filtri. Smilšu filtrus iebūvē vaļējos vai pārklātos baseinos. Rīcība ar vaļējiem filtriem ir ērtāka un viņi arī ir lētāki, bet viņi pieput, vasarā attīstās algas, ziemā aizsalst, kas sevišķi viegli notiek pie stiprāka sala, jo upes ūdens ir auksts, nedaudz pāri par 0°. To ievērojot, mūsu klimatā vaļēji filtri pilnīgi nebūtu vietā.

Filtru pārklājumu var taisīt dažādi. Varētu vienkārši uzbūvēt koka jumtu, bet tad vajadzīgas izolācijas pret aukstuma iespaidu, un ar to būve tiktu sadārdzināta. Parastie pārklājumu veidi senāk bija velves uz kolonnām, tagad mēdz taisīt līdzenu segu no dzelzsbetona konstrukcijas. Pārklājums jāpaceļ ap 2 m pāri pār filtru, lai cilvēks varētu stāvus iet, kad viņam filtrā jāieiet tīrīšanas nolūkā. No virsas pārklājumu apbeŗ ar 1,5 līdz 2 m biezu zemes kārtu (biezums atkarīgs no klimata). Jāparūpējas arī par gaismu, ietaisot gaismas šachtas un par vēdināšanu, ar vēdināšanas šachtām vai kanāļiem.

Arī pārklātos filtros dažreiz ziemā var uz virsu attīstīties ledus, kad upes ūdens ir tikai nedaudz pāri 0°, tādēļ var būt vajadzīgs filtra telpu apsildīt, p. p., ar tvaiku kondensācijas ūdeni, ja tīrīšanas stacijā ir tvaiku mašīnas.

Filtru koplaukumu aprēķina, zinot tīrāmā ūdens daudzumu un filtrātrumu. Ūdens patēriņš, kā jau minēts, ir

svārstīgs, nevien pa stundām dienā, bet arī pa dienām nedēļā, pa mēnešiem un gadiem. Cik liels arī nebūtu ūdens patēriņš, tomēr viņš jāapmierina ar filtrētu ūdeni, un nav labi, ja piejauc nefiltrētu, kā to dažās vietās praktizē. Diennakts svārstības var rēgulēt ar pietiekoši lielu krājrezervuāra tilpumu, pie kam tad filtri var visas 24 stundas darboties vienmērīgi. Svārstības pa nedēļas dienām jānokārto ar filtrātrumu grozīšanu, kas gan visai liela nebūs. Ja kādā nedēļas dienā vajadzīgs izcilus liels patēriņš, tad tādam gadījumam jāparedz rezerves filtri, kas jau iestrādājušies. Rezerves filtri vajadzīgi arī filtru tīrīšanas un remonta gadījumiem. Attiecīgi uz rezerves filtru skaitu var pieņemt 1 līdz 3 strādājošiem filtriem 1 rezerves filtru, 4—7 strādājošiem — 2 rezervē un pie 8 un vairāk ne mazāk par 3 rezervē.

Rezerves filtrus var aprēķināt ar formulu:

$$x = \frac{n\,(t_d + t_r)}{t_d}$$

kuŗā apzīmēts ar:

t_d — viena filtra darba dienu skaits.
t_r — remonts un tīrīšanas dienu skaits.
n — darbā atrodošos filtru skaits un
x — filtru kopskaits.

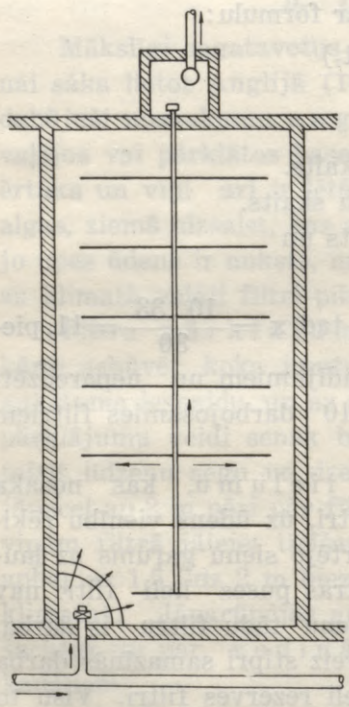
P. p., $n = 10$, $t_d = 30$, $t_r = 3$, tad $x = \frac{10 \cdot 33}{30} = 11$, pietiktu ar 1, bet vēl neparedzētiem gadījumiem un neparedzēti lieliem ūdens patēriņiem 2, tad pie 10 darbojošamies filtriem būtu 3 rezervē.

Attiecīgi uz filtra v i e n ī b u l i e l u m u, kas nosaka filtra skaitu, jāņem vērā, kā lieli filtri, uz ūdens vienību rēķinot, izmaksā lētāk kā mazi, jo apkārtējo sienu gaŗums uz laukuma vienību iznāk mazāks. No otras puses lieli filtri nav vēlami aiz tā iemesla, ka izņemot vienu tādu filtru iz darba, tīrīšanas vai remonta gadījumā, uz reiz stipri samazinās darba laukums, un tā tad vajadzīgi arī lieli rezerves filtri. Visu to apsveŗot var ņemt vērā sekojošus vienību lielumus: mazām ietaisēm līdz 1.000 m², vidējām 1.000 līdz 2.500 m² un lielām — 2.500 līdz 5.000 m².

P i e m ē r s. Pilsētai ar 10.000 iedz. ūdens patēriņš būtu, pieņemot 150 l/1 iedz. dienā, $\frac{10000 \times 150}{1000} = 1.500$ m³. Pieņemot filtrātrumu

100 mm/st. vajadzīgais filtrlaukums būtu $F = \frac{1500}{0{,}100 \times 24} = 625$ m². Varētu vai nu ņemt 1 filtra 625 m² laukumu, bet tad būtu vajadzīgs arī rezerves filtrs tikpat liels, un kopā izbūvējamais filtrlaukums būtu $2 \times 625 = 1.250$ m². Lietderīgāk tomēr būtu pieņemt 2 darba filtrus à 320 m² un 1 rezervē 320 m². Tad kopīgs filtrlaukums būtu $2 \times 320 + 320 = 960$ m², un ietaise būtu ne sliktāk nodrošināta kā pirmā gadījumā.

Filtru baseini jāizbūvē ūdensblīvi, lai nebūtu ūdens zaudējumu. Klonu un sienas taisa vai no ķieģeļu mūŗa, vai betona, vai dzelzsbetona. Klonu taisa ar kritumu, kā šķērsām, tā gaŗām, ar i = 0,01 līdz 0,005 ūdens satecēšanas virzienā, lai ūdenim būtu vieglāk nonākt uz izteces vietu. Kā klonu, tā sienas iekšpusē taisa gludas, ar gludu apmetumu. Arī no ārpuses vēlams apmest baseinu sienas, lai no ārpuses ūdens, p. p., lietus ūdens, nevarētu iesūkties baseinā. Sienu un pārklājumu konstrukcija jāaprēķina ar būvmēchanikā pazīstamiem paņēmieniem.

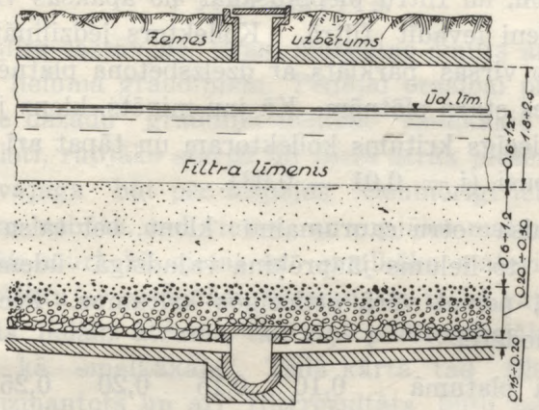


196. zīm. Filtru plāns.

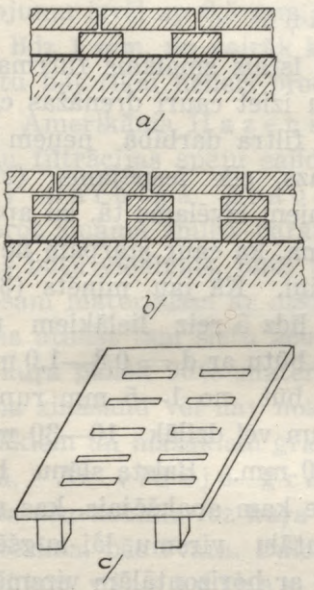
Drenāža.

Filtrāta savākšanai baseina dibenā, uz klona, ietaisīta drenāža. Visvienkāršākā drenāža sastāv no gareniski filtrā ielikta kollektora (zīm. 196.) vai no vairāk kā viena kollektora, kas tad apvienoti kopīgā iztecē iz filtra. Pie kollektora no abām pusēm pievienotas drenas (zīm. 196. un 197.). Drenāža var būt taisīta vai no atsevišķām drenām vai caurumaina otra pacelta klona. (zīm. 197., 198., 199.). Atsevišķās drenas var būt liktas vai no drenāžas caurulēm, vai caurumainām puscaurulēm, vai ķieģeļiem, viena kieģeļa augstumā (zīm. 198a.), vai divu kieģeļu augstumā (zīm. 198b.). Vislabāk tomēr ir, ja noliek visu klonu ar caurumainām plātnēm, ar iegareniem (zīm. 198c.) vai apaļiem (zīm. 199.) caurumiem. Plātnes taisa ar

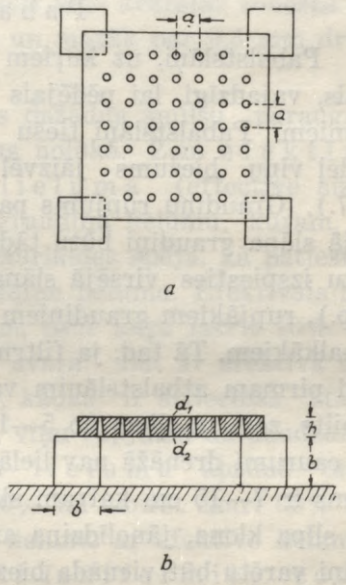
ieliktu dzelzs stiegrojumu, lai būtu izturīgākas pret lieces spēkiem, ko izsauc filtrmateriāla svars. Tādas plātnes ir, p. p., Maskavas filtros, šādos izmēros: plātnes biezums 40 mm, pla-



197. zīm. Kollektors un drenāža.



198. zīm. Filtru drenāža.



199. zīm. Drenāžas plātnes.

tums un gaŗums 332 mm, attālums starp caurumu rindām (a) = 30 mm un caurumu lielums virsū $d_1 = 4$ mm un apakšā $d_2 = 8$ mm, ar ieliktu striegrojumu plātni no $^1/_8$" dzelzs. Plātnes noliek uz kubiskiem klucīšiem, kas plati 110 mm un zem

plātnēm paliek brīva telpa, kuŗā ūdens iz caurumiem satek un notek uz kollektoru, ar ko viņu izvada iz filtra. Tādam caurumainam klonam ir tas labums, ka ūdens var vienmērīgāk iziet cauri filtriem, un filtru piepildīšanai no apakšas var arī vienmērīgāk ūdeni ievadīt filtrā. Kollektors iedziļināts apakšējā klonā un no virsas pārklāts ar dzelzsbetona plātnēm, atstājot vaļējas šuves starp plātnēm. Kā jau minēts, klons jāizveido tā, lai būtu attiecīgs kritums kollektoram un tāpat arī kritums uz kollektora pusi (i = 0,01 — 0,03).

Ja netaisa otru caurumainu klonu, bet taisa atsevišķas drenas, tad to lielums jāaprēķina vajadzīgā ūdens daudzuma novadīšanai, ņemot vērā attiecīgos kritumus. Pēc Schocklitsch'a var noderēt

viena drena platumā	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30 m
filtrlaukumam	30	70	150	250	400 m²

Pabalstslāņi.

Pabalstslāņi, uz kuŗiem gulstas īstais smalkais filtrmateriāls, vajadzīgi, lai pēdējais nevarētu iziet cauri drenāžas caurumiem. Pabalstslāņi tiešu dalību filtra darbībā neņem un tādēļ viņu biezums jāizvēl tik mazs, cik iespējams (zīm. 197.). Graudiņu rupjums pabalstslāņiem izvēlams tā, lai apakšējā slāņa graudiņi būtu tāda rupjuma, ka caur starpām nevarētu izspiesties virsējā slāņa graudiņi. Kā jau minēts (311. l. p.), rupjākiem graudiņiem jābūt 2 līdz 5 reiz lielākiem par smalkākiem. Tā tad, ja filtrmateriāls būtu ar d = 0,3—1,0 mm, tad pirmam atbalstslānim vajadzētu būt no 1—5 mm rupjas smilts, zem tā oļiem no 5—10 mm un vēl dziļāk 10—30 mm, ja caurumi drenāžā nav lielāki par 10 mm. Balsta slāņu biezums ir 7—15 cm katram slānim, pie kam apakšējais, kas nāk uz slīpa klona, jānolīdzina ar horizontālu virsmu, lai augšējie slāņi varētu būt vienāda biezuma un ar horizontālām virsmām. Piemēram var nederēt Maskavas filtru slāņu biezumi. Svaigi uzbērtā filtrā īstā filtrmateriāla slāņa biezums ir 1.200 m, pie kam smilšu graudiņu lielums ir 0,3—1 mm. Zem tā nāk pirmais rupjās smilts slānis ar 1—4 mm graudiņiem un 7 cm biezumā. Tālāk oļi 4—8 mm, biezumā 10 cm un beidzot rupji oļi

8—15 mm arī 10 cm biezumā. Visam materiālam jābūt iepriekš uzbēršanas filtrā labi nomazgātam un nosijātam.

Filtrsmilts.

Filtrsmilts sastāv no tīras, mazgātas smilts ar pēc iespējas vienāda lieluma graudiņiem. Pēdējai prasībai piemīt tā nozīme, ka pie dažādu graudiņu lieluma smalkākie iespiestos, ūdens ieskaloti, rupjāko starpā un filtrs ātrāk piesērētu. Tāpat arī smiltij vajaga būt pēc iespējas vienmērīgi iebērtai visā filtrā. Ja tas nebūtu, tad vietas ar rupjāku materiālu laistu ūdeni vieglāk cauri, kā vietas ar smalkāku materiālu, tā tad filtrācija notiktu ar nevienādu ātrumu, un tā kā rupjākā materiālā attīstās lielāks ātrums, tad viņš pildītos lielākā mērā ar netīrumiem kā smalkākais. Tādā kārtā tad filtrs netiktu vienmērīgi izmantots un arī filtrrezultāts būtu nevienmērīgs. Lai sasniegtu pēc iespējas vienmērīgāku filtra uzbūvi, smiltis uzbeŗ horizontāliem slāņiem, ap 0,20—0,30 m bieziem. Graudiņu rupjumu izvēl ap 0,5 mm, bet parasti viņš svārstās robežās no 0,3 līdz 1 mm, un vairāk kā 1 mm un mazāk par 0,3 mm drīkstētu būt tikai neliels procents.

Amerikānis Hazens pētījis dažādus smilšu paraugus, viņu filtrācijas spēju salīdzināšanas nolūkā. Zem efektīvā vai darbīgā graudiņu lieluma (effective size) saprot zināmā smilts paraugā to graudiņu lielumu, kuŗam, ja viņš būtu vienīgais, būtu tā pati caurlaides spēja, kā patiesībā esošam materiālam ar dažādu graudiņu lielumu. Efektīvais lielums atbilst tam sietu acu lielumam, caur kuŗu izkrīt 10% un uz kuŗa paliek 90% materiāla, pēc svara. Bet ar efektīvā lieluma zināšanu vēl nav noskaidrots, kādas ir attiecības starp lielākiem un mazākiem graudiņiem, viņu rupjuma un daudzuma ziņā. Ar vidējo graudiņu lielumu apzīmē tādu sieta acu lielumu, uz kuŗa paliek 40% un izbirst cauri 60% no materiāla, pēc svara. Dalot vidējo lielumu ar efektīvo lielumu, dabūjam vienādības reizuli (uniformity coefficient). Jo vienādāka rupjuma ir materiāls, jo mazāks ir vienādības reizulis.

Amerikā uzskata par filtriem noderīgu materiālu tādu, kam ef. lielums ir ap $d_{10} = 0{,}30—0{,}35$ mm un vienādības reizulis $d_{60} : d_{10} = 1 . 75$. Tā, p. p., ir atrasts:

	ef. lielums mm	vienādības koef.
Filadelfijā (Pa)	0,30	1,60
Pittsburgā (Pa)	0,30	1,84
Vašingtonā (D. C.)	0,34	2,06
Toronto (Can.)	0,22	1,60
Indianopolisā	0,42	1,80

Arī Eiropā līdzīgā veidā tagad raksturo filtrsmilti:

	ef. lielums mm	vienādības koef.
Berlīnē	0,33 līdz 0,35	1,5 līdz 2,0
Magdeburgā	0,39 „ 0,40	2,0
Hamburgā	0,28 „ 0,34	2,0 līdz 2,5
Cīrichē	0,23 „ 0,30	3,1 „ 3,2

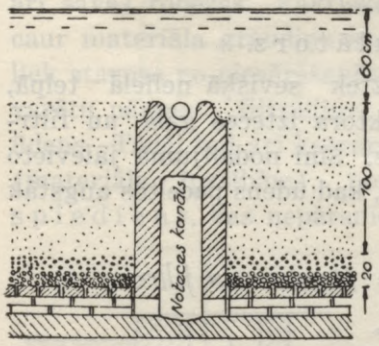
Smilti iegūst vai no upju gultnēm, vai no raktuvēm. Attiecīgo lielumu sagādā ar sijāšanu un tīrību ar mazgāšanu.

Filtrsmilti uzbeŗ augstumā ne mazāk par 0,6 m un līdz 1,20 m. Pie katras tīrīšanas noņem netīro, virsējo kārtu 2 līdz 5 cm biezumā, kamēr nepaliek vēl pāri vismaz 0,4 līdz 0,5 m. Tad filtrmateriāls, noraktais, jāatjauno līdz pirmatnējam augstumam.

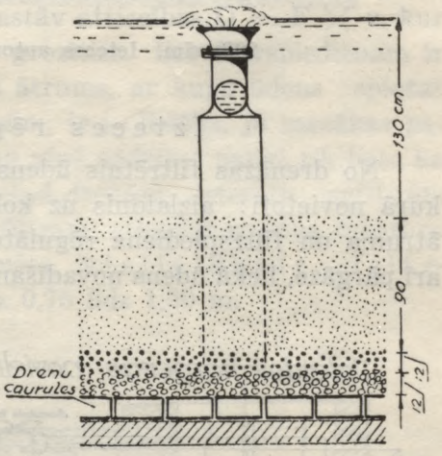
Ūdens līmeņa augstums pāri pār filtru (zīm. 197.) jāietur pastāvīgi viens un tas pats, un lielākam ieteces gadījumam jāparedz visaugstākā līmeņa pārtece uz kanālizāciju. Ūdens slānim pāri pār filtru ir tā nozīme, lai ietekošā ūdens strāva nomierinātos, un viļņi neaiztiktu smilšu virsmu. Līmenis jāietur pastāvīgs (konstants), jo citādi, ja ūdens līmenis būtu svārstīgs, mainītos arī ūdens spiediens smilts slānī, un kaut kur filtrā varētu rasties mazāks spiediens par atmosfērisko, tad tur sarastos gāzes pūslīši, kas no ūdens atdalītos, un traucētu vienmērīgu filtrāciju. Ūdens līmeņa augstumu pāri pār sākuma filtra virsmu pieņem 0,9 līdz 1,0 m, pie normāla smilšu augstuma, reti mazāku par 0,6 m vai lielāku par 1,2 m un ūdens līmenis nemainās pēc smilšu norakšanas tīrīšanas nolūkā, tā tad mainās tikai ūdens slāņa biezums. Spiediena augstumu rēgulē ar ūdens līmeni izteces kamerā un nekādā ziņā ne ar līmeni pāri filtram.

Ūdens ietece filtrā.

Ūdens ietece filtrā jāiekārto tā, lai ietekošā ūdens strāva nevarētu izskalot smilti pie ieteces. Kad filtrs ir pilns ar ūdeni, un arī jau ūdens atrodas pāri pār filtru, tad smilts izskalošana nevarēs notikt, bet gan tā var notikt, kad vēl ūdens slānis pāri filtram nav pietiekoši biezs, tāpat arī tad, kad pildīšana no apakšas nevar notikt, ja nav vajadzīgā spiediena iepildāmam ūdenim. Tādā gadījumā pildīšanai jānotiek tā, lai ūdens neiztecētu uz filtru ar lielu sparu, un neizskalotu smilti. Ietaises ir ļoti dažādas. Var filtra vidū iebūvēt reni (p. p., pāri pār drenāžas kollektoru), kuŗas vienā galā ūdens ietek no pievada



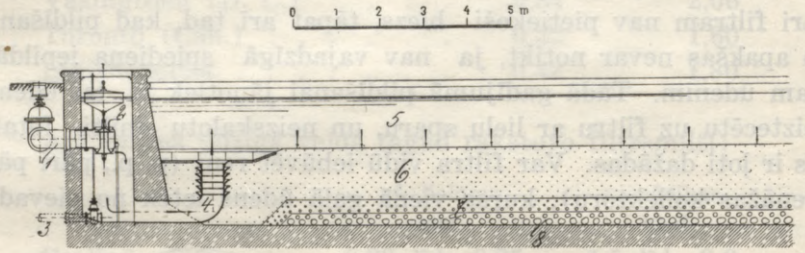
200. zīm. Ūdens ietece filtrā no renes.



201. zīm. Ietece ar aerāciju.

(zīm. 200.) un pārlīst pār renes malām. Ja izrādītos par vajadzīgu ūdeni vēl iepriekš ieteces filtrā aerēt, tad izlaidi paceļ pāri pār ūdens līmeni (zīm. 201.) un ietaisa vēl izšļācējus. Ūdens ietece jāiekārto tā, lai ietecētu tikpat daudz ūdens, cik iztek iz filtra, tā tad, lai ūdens līmenis pāri pār filtru paliktu konstants. Tādā gadījumā ietaise varētu būt arī sekojoša. Ūdens no pievada, kas noslēdzams ar aizlaidni, ietek filtra priekškambarī, un uz ieteces caurules gala ievietots dubultvārstulis, kas piestiprināts pie pludiņa (zīm. 202.). Pie visaugstākā ūdens līmeņa vārstulis aiztaisās un noslēdz pieteci. No priekškambaŗa ūdeni ielaiž filtrā ar cauruli, kas saliekta uz augšu, pie kam vertikālā daļa var pastāvēt no atsevišķiem gredzeniem (zīm. 202.). Gredzenus uzliek tādā augstumā, lai

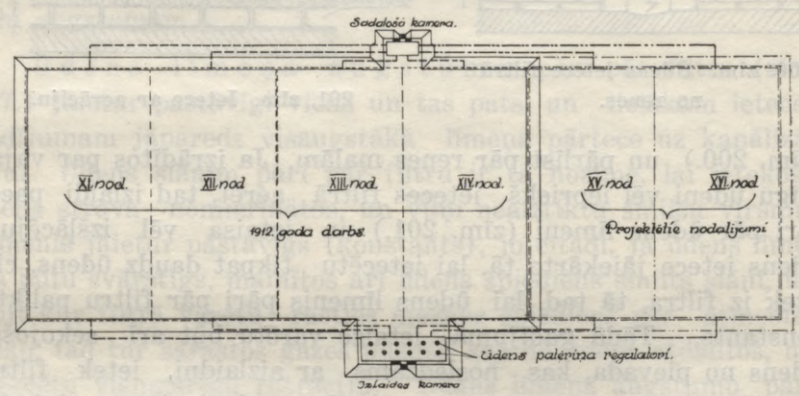
izteces mala būtu nedaudz zemāka par katrreizējo filtrsmilšu līmeni. Ar tādu ietaisi arī iespējams pāri pār filtru atrodošos ūdeni, ja tas vajadzīgs, nolaist atpakaļ caur ieteces cauruli, un izlaidi no priekškambaŗa.



202. zīm. Ieteces automatisks rēgulātors.

Izteces rēgulātors.

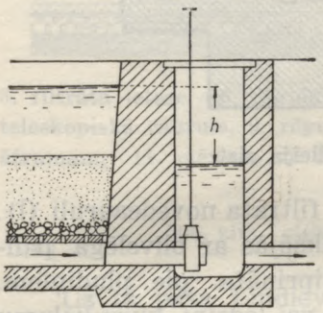
No drenāžas filtrētais ūdens iztek sevišķā nelielā telpā, kuŗā novietoti: aizlaidnis uz kollektora izteces gala un filtrātruma un filtrspiediena rēgulātors. Šinī nodalījumā jāievieto arī pārgāze, liekā ūdens novadīšanai, kad ūdens paceltos augstāk



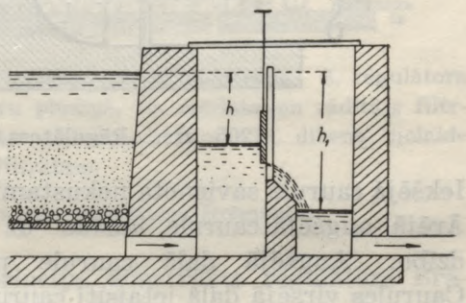
202a. zīm. Maskavas filtru izteces plāns.

par pielaisto līmeni, ja tāda ietaise jau nav paredzēta ieteces galā. Jāparedz arī dibens nolaide šai telpā. Vēlams blakām ar šo slapjo telpu iebūvēt sausu nodalījumu, kuŗā varētu novietot dažādus aizlaidņus: uz dibens nolaides no slapjās telpas, uz

vada, kas iekārtots filtra pildīšanai no apakšas ar filtrētu ūdeni, un tāpat arī tīrūdens nolaides vadam uz tīrūdens rezervuāru. Rēgulātoru, kā arī aizlaidņu kameras var ierīkot kopīgas vairākiem filtriem (Maskavā). Filtrātruma un filtrspiediena rēgulēšana vajadzīga tādēļ, kā no filtra prasa, lai viņš dotu noteiktu ūdens daudzumu un tas, kā jau zināms, ir proporcionāls filtrātrumam. Abām šīm prasībām vajaga būt saskaņotām. Filtrātrums atkarīgs no filtrspiediena un tas pieaug līdz ar filtra piesērēšanu, tā tad vajadzīgs, lai katrreizējam filtrātrumam kaut kurā laikā piemērotos filtrspiediens. Ja spiediens nebūtu pietiekošs, nebūtu pietiekošs arī ātrums, ar kuŗu ūdenim jāspiežas caur filtru, un saskaņā ar to samazinātos arī filtrētā ūdens daudzums, jo pastāv attiecības $Q = F \times v$, kur F — filtra laukums — nevar grozīties. Bet filtrspiedienam ir arī savas robežas. Faktiskais ātrums, ar kuŗu ūdens spiežas caur materiāla graudiņu starpām, ir jo lielāks, jo mazākas paliek starpas no piesērēšanās, un viņš nedrīkst palikt tik liels, ka varētu pārraut filtrādiņu, jo tad drenāžā ietecētu nefiltrēts ūdens. Tādēļ tad arī katram filtram, atkarīgi no viņa rakstura (materiāla īpašībām), nozīmēts v i s l i e l ā k a i s f i l t r s p i e d i e n s, kas nepārsniedz 0,75 līdz 1,00 m.



203. zīm. Aizlaidnis kā rēgulātors.

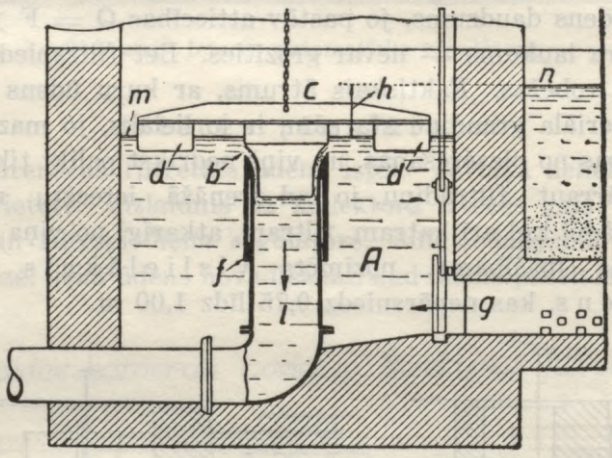


204. zīm. Rēgulātors ar pārgāzi.

Visvienkāršāk filtrspiediena rēgulēšana izdarāma ar roku, ar aizlaidņu palīdzību (zīm. 203.). Šai gadījumā filtrspiediens h ir sastādīts no patiesā filtrspiediena un no berzes zaudējuma aizlaidnī, tā tad nav saskatāms īstais spiediens un līdz ar to arī īstais ātrums. Rēgulēšana izdarāma saskaņā ar iztekošo ūdens daudzumu, kas tad mērījams vai ar pārgāzes ietaisi, vai Voltmaņa vai citas kādas sistēmas ūdens mērītāju.

Uzlabota ietaise ir rēgulātors ar pārgāzi (zīm. 204.), kur rēgulēšanu neizdara ar aizlaidni, bet ar pārgāzes ietaisi, pie kam pārgāzes izteces augstums kārtojams ar aizbīdni.

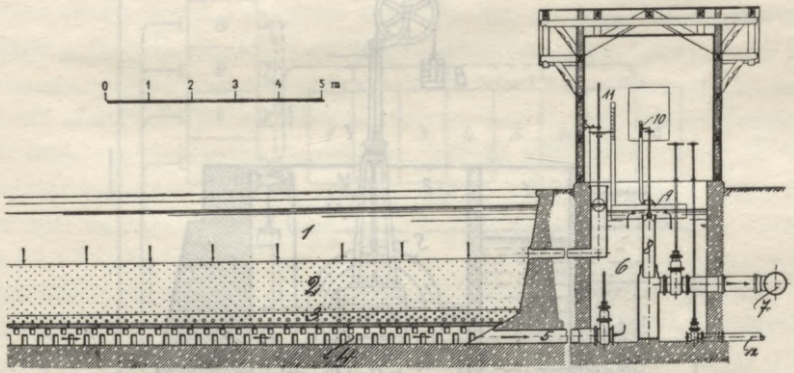
Rēgulēšana no rokas ir subjektīva un var notikt tikai periodiski, turpretim filtrspiediens pieaug nemitīgi. To ievērojot, jāpielieto automatiski rēgulātori. Tādu ir ļoti daudz un dažādas konstrukcijas. Par ļoti vienkāršu un labu izrādījies Lindleya sist. rēgulātors, kas pielietots daudz vietās, starp citu Varšavā, pārlabotā veidā Maskavā, un modificētā veidā Brēmenē. Lindleya rēgulātors principā (zīm. 205.) pastāv no tēleskopiskas caurules (p. p., d = 58,4 cm).



205. zīm. Rēgulātors Lindleija sist.

Iekšējā caurule savienota nekustami ar filtrāta novedcauruli (l). Ārējā, augšējā caurule, kustas uz apakšējās ar blīvslēga palīdzību. Augšējā daļā caurule piestiprināta pie pludiņiem. Caurules virsējā daļā ietaisīti caurumi vai lodziņi, kuŗu lielumu var rēgulēt ar attiecīgu aizlaidņu konstrukciju, vai samazinot augstumu vai platumu, un tā uzstādot noteiktu, negrozīgu filtrātrumu un līdz ar to negrozīgu ūdens daudzumu. Aparātu var tā norēgulēt, lai zināma lieluma lodziņi atrastos arvien vienā un tai pašā dziļumā zem ūdens līmeņa, tā tad spiediena augstums ietecei lodziņā būtu konstants. Caurtekošā ūdens daudzums, tā tad arī filtrātrums atkarājas tad no lodziņu lieluma, kuŗu var rēgulēt, pataisot viņu šaurāku vai zemāku, ar virsējās daļas paskrūvējumu. Var rēgulēt arī augstumu ietecei lodziņā

vai ar pretsvariem, kuŗus uzliek vai noņem no pludiņa virsas, vai ar virsējā gala uzskrūvējumu. Pie zināma lodziņa lieluma un dziļuma zem ūdens līmeņa kamerā caur viņu iztecēs konstanti viens un tas pats ūdens daudzums, neatkarīgi no ūdens līmeņa svārstībām kamerā. Šāda ūdens daudzuma ietece kamerā atkarājas no filtrspiediena, tā tad no ūdens līmeņa kamerā un tas tad ar pludiņa palīdzību automatiski rēgulējas. Kad filtrspiediens sasniedzis savu noteikto maksimumu, un ūdens līmenis rēgulātora kamerā nokritis līdz attiecīgam viszemākam pielaižamam līmenim, tad augšējā caurule uzgulstas uz nekustīgo apakšējo, ūdens iztece samazinās un var pat pavisam apstāties. Tad filtrs ir jātīra.

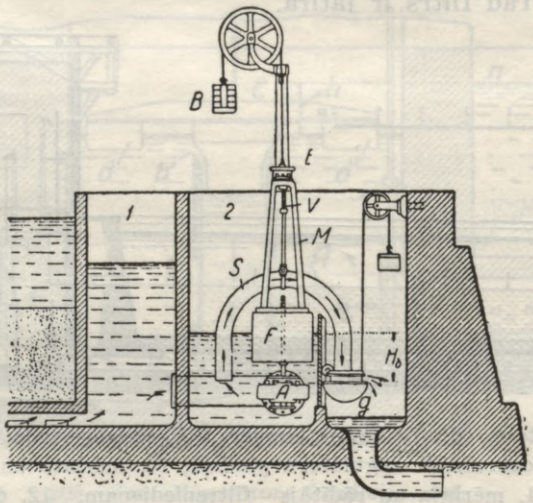


5. filtrāta ietece, 6. rēgulātora kamera, 7. tīrūdensvads, 8. rēgulātora teleskopiskā caurule, 9. rēgulātoru pludiņš, 10. mērlata un rādītājs filtrātrumam, 11. mērlata un rādītājs filtrspiedienam, 12. dibens nolaide filtrātam.

206. zīm. «Götze's» sist. rēgulātors Brēmenē.

Uz tā paša Lindleya principa konstruēts rēgulātors Brēmenē no dir. «Götze» (zīm. 206.). Te ūdens ietek tēleskopiskas caurules virsējā galā, un tā dziļums zem ūdens līmeņa kamerā norēgulējams ar stangu, kuŗas galā piestiprināts ātruma rādītājs (10). Uz pludiņa virsas atrodas divas mērlatas, viena no tām filtrātruma (10), otra filtrspiediena (11) norādīšanai. No pēdējās, tā tad var tieši nolasīt līmeņa starpību starp ūdens līmeņiem pāri pār filtru un rēgulātora kamerā, t. i. filtrspiediena lielumu. Konstruktīvā ziņā vēl būtu jāmin, ka visām kustošām daļām vajaga būt iekārtotām pēc iespējas tā, lai berzes iespaids būtu pēc iespējas mazs.

No rēgulātoru tipiem vēl jāmin D i d e l o n'a sist. rēgurātors (zīm. 207.), kas pielietots Tiflisā, Cīrichē un c. Izteces kamera sadalīta 2 nodalījumos. Pirmais nodalījums (1) dod iespēju atzīmēt filtrspiedienu. Otrā nodalījumā (2) ievietots rēgulātora aparāts, kas sastāv no rāmja (M) uz pludiņa (F) ar rēgulējošu vārstuli (A). Pie rāmja ar skrūvējamās (V) stangas palīdzību piekārtais sifons (S) ar izteces galu ievietots pāri pār šķērssieniņu. Sifona caurules izteces gals nobeidzas tases veidīgā traukā, pār kuŗa malu pārlejas no sifona tekošais ūdens. Sifons ar pludiņu pieskaņojas ūdens līmenim ka-



207. zīm. Didelon sist. rēgulātors.

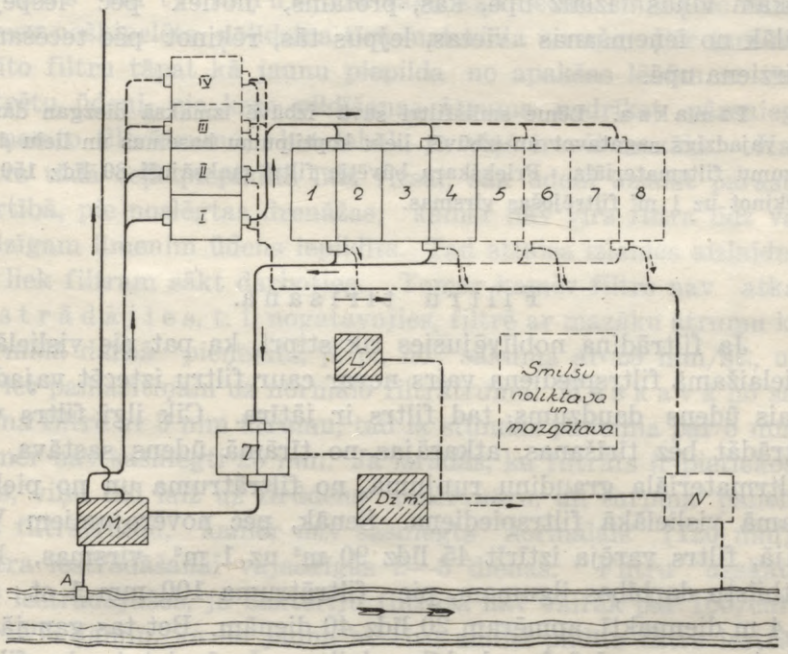
merā, un tā tad līmeņu starpība kamerā un sifona iztecē (H_0) paliek konstanta, un līdz ar to konstants arī iztekošā ūdens daudzums. Ja groza ūdens daudzumu resp. filtrātrumu, tad šī līmeņa starpība (H_0) attiecīgi jāgroza. Šim aparātam pret Lindleya principu ir tas ļaunums, ka ir daudz kustošu daļu, kas palielina arī berzes pretestības. Lai samazinātu berzi, tasei pietaisīti ritentiņi, kas viņu ved gar šķērssienu, un rāmim pretsvars (B).

F i l t r u p i e d e r u m i.

Bez vadiem, kas vajadzīgi ū d e n s p i e g ā d ā š a n a i filtriem no nostādināšanas baseina un ū d e n s n o v a d ī š a n a i no filtra uz tīrūdens rezervuāru, vajadzīgi vēl vadi:

a) filtra nosusināšanai, kas dod iespēju virsējo, nefiltrēto ūdeni novadīt uz kanālizācijas sistēmu, b) pārteces vadi dažādu filtra nodaļu pārpildīšanas novēršanai un c) ūdens pievads filtra pildīšanai no apakšas ar filtrētu ūdeni, pēc filtra tīrīšanas, pie kam ūdeni var pievadīt vai no tīrūdens rezervuāra, vai no spiedvada, vai no citiem filtriem. Jāparedz visur kur vajadzīgs attiecīgi aizlaidņi.

Vietas izvēle filtrstacijai grūtības nedara, jo pie ieņemšanas no upes vai ezera ūdens tā kā tā jāpumpē. Tomēr



A — ūdens ieņemšanas ietaise. M — pumpētava. T — Tīrūdeņrez. L — laborātorija. Dz. m. — dzīvojamā māja. N — notekūdens tīrīšanas ietaise. I, II — nostād. bas., III, IV — paplašināšanai. 1—4 izbūvēti filtri, 5—8 — turpmākai izbūvei.

——— ūdens vadi. —.—.—.— Kanālizācijas vadi.

208. zīm. Filtrstacijas novietnes plāns.

vieta jāizvēl pēc iespējas tuvu ieņemšanas vietai, lai vadi būtu īsāki. Dažādās būves jānovieto tā, lai tīrīšanas stacijā uz atsevišķām nodaļām ūdens varētu notecēt ar pašteču vadiem (zīm. 208.). Visaugstākā vietā tā tad jānovieto nostā-

dināšanas baseini, tālāk filtri un zemāk tīrūdens rezervuārs, no kuŗa tad ūdens pietek pumpjiem, otrās pakāpes. Pirmās pakāpes pumpji paceļ ūdeni no upes uz nostādināšanas baseiniem. Tāpat arī jāparedz notekūdens novadīšanas (kanālizācijas) sistēma, kas uzņem kā ūdeni no filtriem, kamēr viņi nav iestrādājušies, tā arī ūdeni nodaļu iztukšošanai, un beidzot arī ūdeni no laborātorijas un dzīvojamām mājām. Ļoti vēlams, lai personāls dzīvotu pašā stacijā. Tālāk jāparedz vieta stacijas laukumā, netālu no filtriem, smilšu noliktavai un mazgāšanai. Notekūdeņi jāsavada vienā vietā un te viņi attiecīgi jāiztīra, iekām viņus izlaiž upē, kas, protams, notiek pēc iespējas tālāk no ieņemšanas vietas, lejpus tās, rēķinot pēc tecēšanas virziena upē.

Izmaksa. Lēnie smilšfiltri savā izbūvē izmaksā diezgan dārgi, jo vajadzīgs sagatavot un izbūvēt lielu koptilpumu baseinus un lielu daudzumu filtrmateriāla. Priekškaŗa būvētie filtri maksājuši 80 līdz 150 ls, rēķinot uz 1 m^2 filtrējošas virsmas.

Filtru tīrīšana.

Ja filtrādiņa noblīvējusies tik stipri, ka pat pie vislielākā pielaižamā filtrspiediena vairs nevar caur filtru iztecēt vajadzīgais ūdens daudzums, tad filtrs ir jātīra. Cik ilgi filtrs var strādāt bez tīrīšanas, atkarājas no tīrāmā ūdens sastāva, no filtrmateriāla graudiņu rupjuma, no filtrātruma un no pielaižamā vislielākā filtrspiediena. Senāk, pēc novērojumiem Vācijā, filtrs varēja iztīrīt 45 līdz 90 m^3 uz 1 m^2 virsmas, kas atbilstu darbības ilgumam, pie filtrātruma 100 mm 1 st., vai 2,4 m diennaktī, apmēram 20 līdz 40 dienām. Bet tas gan jāuzskata par samērā īsu darbības laiku. Ievērojot to, ka filtra tīrīšana maksā dārgi, jaunākā laikā cenšas filtra darbību pagarināt, ūdeni iepriekš labāk iztīrot nostādināšanas bas., ja vajadzīgs ar koagulantu, vai ar priekšfiltriem (Maskavā, Cīrichē). Gross ieteic laiku pa laikam, vismaz 1 reiz starp 2 tīrīšanas laikiem, filtra virsmu uzirdināt ar grābekļiem. Tāds paņēmiens tomēr nav ieteicams, jo netīrumi tiek ieskaloti dziļāk filtrā, un pie tīrīšanas jānoņem jau biezāks netīrumu slānis, 8—10 cm, kamēr parasti, pie mierīgas filtra virsmas, jānoņem tikai 2—5 cm. Tā tad arī saimnieciskā ziņā ar nogrābšanu nekādi panākumi nebūtu.

Kad stājas pie filtra tīrīšanas, viņa darbību, t. i. pieteci aptur. Tad nolaiž uz tīrūdens baseinu ūdeni līdz līmenim, kas ir kādi 0,30 m zem virsas, t. i. nolaiž visu pāri par filtra virsu atrodošos ūdeni un vēl kādus 0,30 m no filtra pildījuma. Tad vēlams ļaut filtram nedaudz apžūt no virsas un tad noņem ar platu liekšķeri virsējo, netīro smilti, kādus 2—5 cm biezu kārtu, vai tikdaudz, cik redzams, ka materiāls ir netīrs, ko var viegli redzēt pēc nokrāsas. Noņemto netīro smilti aizved ričās (ķerrās) uz smilšu mazgātavu. Materiāla izvešanas atvieglošanai vajadzīgs uz filtriem paredzēt nobraucamas laipas vai tiltiņus. Pēc tam, kad netīrā smilts no filtra virsas nošķipelēta, nolīdzina tīrā materiāla virsmu. Pēc tam notīrīto filtru tāpat kā jaunu piepilda no apakšas lēnām ar tīru filtrētu ūdeni, pie kam pildīšanas ātrums nedrīkst pārsniegt pieņemto filtrātrumu, bet labāk, ja viņš ir vēl mazāks. Kad filtrs tādā ceļā piepildīts līdz virsai, sāk ūdeni uzlaist parastā kārtībā, pie noslēgtas drenāžas, kamēr nav virs filtra līdz vajadzīgam līmenim ūdens iepildīts. Tad attaisa izlaides aizlaidni, un liek filtram sākt darboties. Tomēr kamēr filtrs nav atkal iestrādājies, t. i. nogatavojies, filtrē ar mazāku ātrumu kā normālā darbā pieņemts, p. p., no sākuma ar 25 mm/st., un pāriet pamazītiņam uz normālo filtrātrumu. Maskavā no sākuma filtrē ar 5 mm ātrumu, tad ik stundas palielina par 5 mm, kamēr nav sasniegti 25 mm. Ja izrādās, ka filtrāts ir pietiekoši labs, viņu tad laiž uz tīrūdens rezervuāru, un turpina palielināt filtrātrumu, kamēr nav sasniegts normālais (120 mm). Filtra iestrādāšanai vajadzīgas 2—3 dienas. Filtru uzskata par iestrādājušos, ja baktēriju filtratā nav vairāk par 100/cm³.

Vēl jāmin, ka no jauna ar tīru smilti pildīts filtrs iestrādājas lēnāk kā filtrs, kuŗam tikai no virsas noņemta netīra smilts, jo, kā zināms, nelielā daudzumā baktēriālā plēvīte attīstās arī lielākā dziļumā.

Ar katru filtra tīrīšanu viņa materiāla augstums samazinās, kamēr nesasniedz minimālo biezumu, par kādu uzskata 0,30 m. Pie mazāka biezuma jau filtrēšanas spējas samazinās, jo pēc novērojumiem netīrumu vielas un baktērijas var tikt ieskalotas filtrā 0,30 m dziļi, un ja filtra biezums būtu mazāks par 0,30 m, tad tādas vielas izietu drenāžā. Kamēr baktērijas atrodas pašā filtrā, viņas te pat vēlamas, jo ierosina bioķīmiskus procesus, par ko jau augšā minēts, un tādā veidā uzlabo

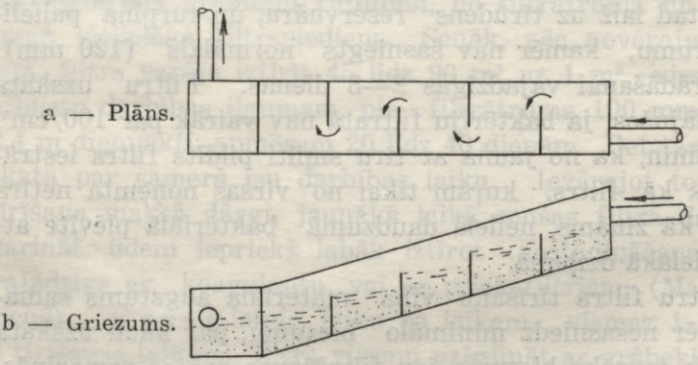
pa daļai arī filtrāta ķīmisko sastāvu. Filtrslāņa sākuma biezums ir, kā minēts, 0,6 līdz 1,2 m. Filtra tīrīšana, pie labi priekštīrīta ūdens, var būt vajadzīga ik pa 2 līdz 5 mēn. Vasarā filtra darba periods starp 2 tīrīšanām var būt gaŗāks kā ziemā. Noņemamā materiāla kārta ir 0,6 līdz 1,2 mīnus 0,3 = = 0,3 līdz 0,9 m, un noņemot katrreiz pa 2—5 cm, vidēji 3 cm, var pietikt kādām 10 līdz 30 tīrīšanām, t. i. 2 līdz 10 gadiem. Bet parasti nenogaida arī 0,30 m biezumu, bet jau pie 0,40—0,50 m stājas pie pamatīgākas filtra atjaunošanas. Tad noņem vēl liekus 5 cm un uzbeŗ j a u n u, t ī r u, m a z g ā t u smilti līdz pirmatnējam augstumam.

Ļoti vēlams ik pēc 10—15 gadiem izņemt visu filtrmateriālu, līdz ar pabalstslāņiem un drenāžu, un uzlikt visu pilnīgi pa jaunu, pie kam var izmantot kā savus novērojumus, tā arī citur iegūtus jaunus atradumus drenāžas un vispār filtra uzbūvē.

Vēl jāmin, ka augstākas temperātūras ūdenim ejot cauri smiltsslānim berzes pretestība ir mazāka kā aukstākam ūdenim, tādēļ filtrspiediens pie tīrīta filtra darbā laišanas ziemā ir 2 reiz tik liels kā vasarā. (Vasarā viņš ir tikai dažus cm.)

F i l t r m a t e r i ā l a m a z g ā š a n a.

Smilšu mazgāšanai jāparedz sevišķas ierīces. Mazam daudzumam var pielietot slīpi uzstādītas renes (zīm. 209.) ar



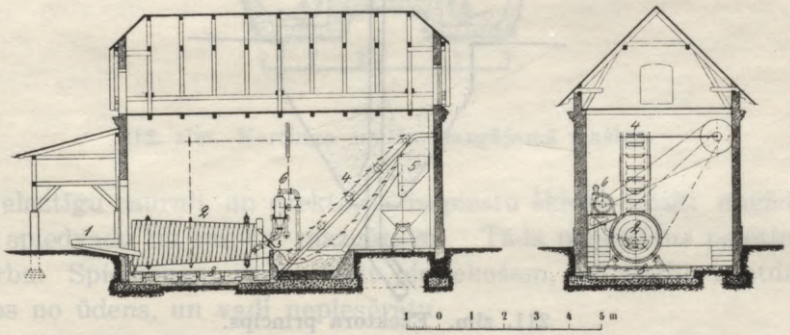
209. zīm. Smilšu mazgājamā rene.

vertikālām līdz augšai neejošām un pārmaiņus vienu un otru sienu nesasniedzošām šķērssieniņām. Iemetot mazgājamo materiālu renes augšgalā, un laižot cauri stipru ūdens strāvu, smiltis savanda un viņas aizķeŗas aiz šķērssienām. Kad apakšā

nonākušais ūdens ir tīrs, pieņem, ka smilts ir pietiekoši tīra, viņu var izņemt un novietot krātuvē.

Tāda vienkārša ietaise prasa daudz ūdens, darbs iet lēnām un lielāka mēroga ietaise izmaksātu dārgi. Lielām ietaisēm lieto mazgājamās mašīnas. Parasti pielieto 2 tipu mašīnas: a) kūleņveidīgās un b) strāvas mazgājamās mašīnas.

a. Kūleņveidīgās (trumuļveidīgās) pastāv no nošķelta kōnveidīga kūleņa, kas griežas ap horizontālu asi, un kuŗa iekšpusē ir spirālveidīgas ribas. Aparāts apgriežas ap asi 8—10 reiz minūtē un viņa kustībai vajadzīgs 1½—2 ZS. Smilti



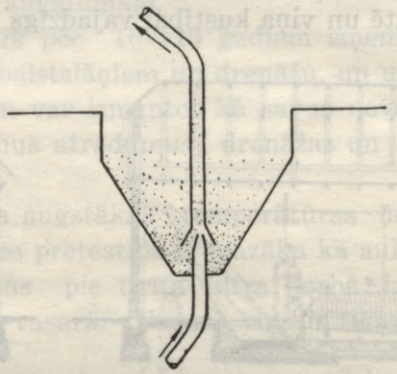
1. smilšu iebēršana, 2. mazgājamais kūlenis, 3. smilšu izbiršana, 4. elevātors, 5. piltuve, 6. Pelton motors mašīnas dzīšanai, 7. netīrā ūdens notece, 8. smilšķērējs netīram ūdenim.

210. zīm. Kūleņveidīga smilšu mazgājamā mašīna.

iebeŗ kūleņa platajā galā tuvu centrālai asij, kamēr pretī no šaurā gala tek ūdens strāva zem mērena spiediena (2—2,5 atm.). Smilts tiek pamatīgi savandīta, pateicoties uz augšu pacelšanai, atpakaļ krišanai, uz priekšu virzīšanai ar ribu ietaisi, pie kuŗas vēl piestiprinātas tapiņas, un ūdens strāvas iespaidam. Tādā veidā smilts nonāk beidzot kūleņa augšgalā, kā tīra smilts un izkrīt, ja tā paredzēts, elevātora kausā, kas viņu paceļ tik augstu, lai varētu izbirt vagonīšos (trulīšos), ar ko viņu aizved uz krātuvi. Kūleni var dzīt ar dažādām spēka mašīnām, p. p., elektromotoru, bet ja lieto spiedūdeni, var viņa lielāko spiedienu, kas nav vajadzīgs mazgāšanai, izmantot ūdens motora (p. p., Pelton motora) dzīšanai, kam vajadzīgs 1,8—2 atm. spiediena. Tādā gadījumā darba spēks mašīnai

nekā nemaksā. Mazgāšanai vajadzīgs ūdens patēriņš 8—9 m^3 uz 1 m^3 mazgājamās smilts. Viens tāds komplekts (zīm. 210.) var stundā veikt 2—3 m^3 smilts.

b. Strāvas mazgājamās mašīnas dibinās uz ūdens strāvas ežektora principa, un viņām ir tā lielā priekšrocība, kā nav nekādu kustošu daļu, tikai viņas patērē daudz ūdens, ap 20 m^3 uz katru 1 m^3 mazgātas smilts. Ežektors (zīm. 211.) principā domājams, kā piltuvveidīga kaste, kuŗas dibenā ievietots pats ežektors, bet kaste pildāma ar smilti. Ūdensstrāva, kas spiežas caur ieteces caurules sašaurinājumu, retina



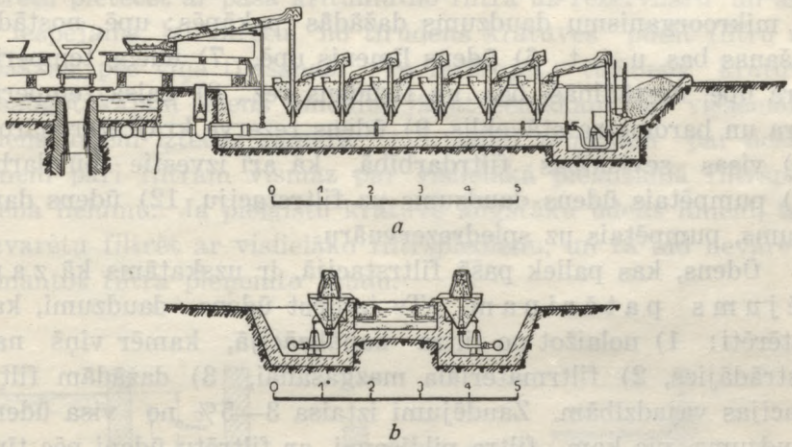
211. zīm. Ežektora princips.

gaisu, rauj līdz smilti spiedcaurulē un paceļ līdz notecei uz nākošo kasti, un tā tas atkārtojas vairākreiz. Kustoties un beržoties graudiņiem vienam gar otru, netīrumi atskalojas, un netīrais ūdens pārlīst pār kastes sienu novadrenē. Tādas ežektoru kastes mašīnas vienībai ir 4—7 sagrupētas 2 rindās gar netīrā ūdens novadreni. Katrā piltuvē iespiež tīru ūdeni. Kastu daudzums vajadzīgs tik liels, lai smilts, nonākot pēdējā kastē, būtu pietiekoši tīra (zīm. 212.). Viena parastā vienība no 10—14 ežektoriem 2 rindās var iztīrīt stundā ap 7 m^3 smilts.

Smilšu mazgāšanas ietaise jānovieto netālu no filtra, bet tādā vietā, kur viņa nav ceļā citām operācijām. Netīro ūdeni no mazgātavas iepriekš nostādina un tad ielaiž kanālizācijas kollektorā, pa kuŗu visi notekūdeņi no stacijas virzās uz notekūdens tīrīšanas un novietošanas vietu.

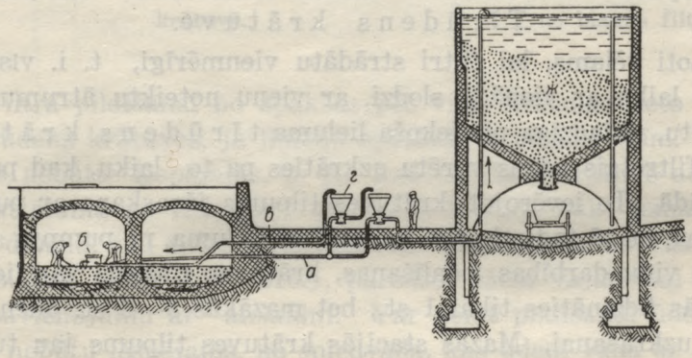
Smilšu izvešana ķerrās prasa daudz laika un darba un maksā dārgi. To ievērojot, jaunākā laikā cenšas arī šo darbu mēchanizēt. Londonā un sevišķi Amerikā uz lieliem filtriem

izmēģināts smilti izspiest iz filtra ar spiedūdeni. Uz filtra virsas uzstāda pārvietojamu kasti (zīm. 213.). Kastes dibenā ietaisīts spiedūdens ežektors, un pēdējam spiedūdeni pievada



212. zīm. Kertinga smilšu mazgājamā mašīna.

ar elastīgu cauruli, un ežektora izspiestu šķidro smilti nogādā pa spiedvadu uz smilšu mazgātavu. Tāds paņēmiens palētina darbu. Spiedienam vadā jābūt pietiekošam, lai smilts neatdalītos no ūdens, un vadi nepiesērētu.



213. zīm. Smilšu transports spiedvadā.

Filtru ekspluatācija.

Filtru ekspluatācija aptveŗ bez filtra uzraudzības un smilšu mazgāšanas vēl laborātorijas darbus. Vismaz 1 reiz mēnesī jāizdara ķīmiska analize ūdeņiem no visām tīrīšanas stacijas pakāpēm un nodaļām. Katru dienu vajadzīgs sekot baktērio-

loģiskam sastāvam. Visai darbībai jāved ž u r n ā l s, kuŗā katru dienu bez izņēmuma jāieraksta: 1) filtrātrums katrā filtra nodaļā, 2) filtrspiediena lielums, 3) mikroorganismu skaits 1 cm^3 visās strādājošās nodaļās, 4) nostādināšanas laiks, 5) mikroorganismu daudzums dažādās pakāpēs: upē, nostādināšanas bas. u. t. t., 6) ūdens līmenis upē, 7) ūdens temperātūra upē, nostādināš. bas. un tīrūdens rez., 8) gaisa temperātūra un barometra stāvoklis, 9) ūdens rezerve krājrezervuāros, 10) visas sevišķības filtrdarbībā, kā arī izvestie būvdarbi, 11) pumpētais ūdens daudzums uz filtrstaciju, 12) ūdens daudzums, pumpētais uz spiedrezervuāru.

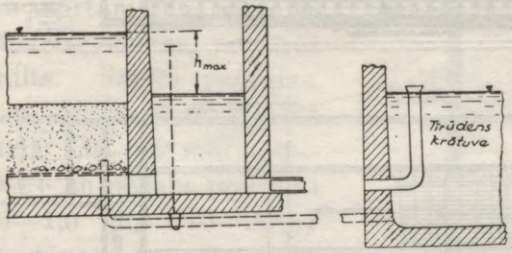
Ūdens, kas paliek pašā filtrstacijā, ir uzskatāms kā z a u d ē j u m s p a t ē r i ņ a m. Te ietilpst ūdens daudzumi, kas patērēti: 1) nolaižot no filtra kanālizācijā, kamēr viņš nav iestrādājies, 2) filtrmateriāla mazgāšanai, 3) dažādām filtrstacijas vajadzībām. Zaudējumi iztaisa 3—5% no visa ūdens daudzuma, pie kam filtra pildīšanai ar filtrētu ūdeni pēc tīrīšanas uziet ap 1%. Smilšu mazgāšanai vēlams arī pielietot filtrētu ūdeni, jo vienkārt tas vieglāk iegūstams un otrkārt, ņemot mazgāšanai no spiedvada, var lieko spiedienu izmantot ūdens motora dzīšanai, ar kuŗu var nodarbināt mazgājamās mašīnas: sietus, elevātorus un t. t.

T ī r ū d e n s k r ā t u v e.

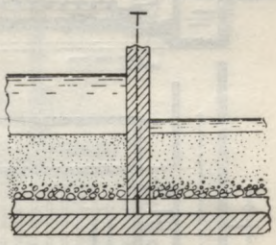
Ļoti vēlams, lai filtri strādātu vienmērīgi, t. i. visu noteikto laiku ar vienādu slodzi, ar vienu noteiktu ātrumu. Lai to spētu, vajadzīga pietiekoša lieluma t ī r ū d e n s k r ā t u v e, kuŗā filtrētais ūdens varētu uzkrāties pa to laiku, kad pumpji nestrādā. To ievērojot, krātuves tilpums jāsaskaņo ar pumpju darbību, un tā tad atkarīgi no ietaises lieluma, no pumpju skaita un no viņu darbības iedalīšanas, krātuves tilpums var lielākās stacijās līdzināties tikai 1 st., bet mazākās 3—6 st. ūdens pieteces uzkrāšanai. Mazās stacijās krātuves tilpums jau tuvināsies spiedrezervuāra tilpumam, tomēr viņu nozīmē ir izšķirība. Kamēr spiedrezervuārs rēgulē ūdens patēriņa svārstības pilsētā, tamēr filtrstacijās tīrūdens krātuve galvenā kārtā vajadzīga pumpētavas darbības rēgulēšanai, un tilpums atkarīgs no pumpju skaita, no pumpēšanas stundām un no filtra noteces. Tomēr arī šai gadījumā ieteicams pieturēties pie principa: jo lielāka tīrūdens krātuve, jo labāk nodrošināta ūdens apgāde.

No ūdens bojāšanās nav jābaidās, ja pietece un notece pareizi iekārtotas.

Konstruktīvā ziņā tīrūdens krātuve jāiekārto tā, lai ūdens varētu pietecēt ar paša kritumu no filtra uz rezervuāru un arī, ja iespējams, lai varētu no tīrūdens krātuves pildīt filtru no apakšas, pēc viņa tīrīšanas. To ievērojot, tīrūdens krātuvē visaugstākajam ūdens līmenim jābūt zemākam par viszemāko ūdens līmeni izteces kamerā, t. i. jābūt zemākam par ūdens līmeni pāri filtram vismaz par vislielākā pielaižamā filtrspiediena lielumu. Ja pielaistu krātuvē augstāku ūdens līmeni, tad nevarētu filtrēt ar vislielāko filtrspiedienu, un tā tad nevarētu izmantot filtra pieņemto jaudu.



214. zīm. Ūdens līmenis tīrūdens krātuvē.



215. zīm. Filtru pildīšana no blakus filtra.

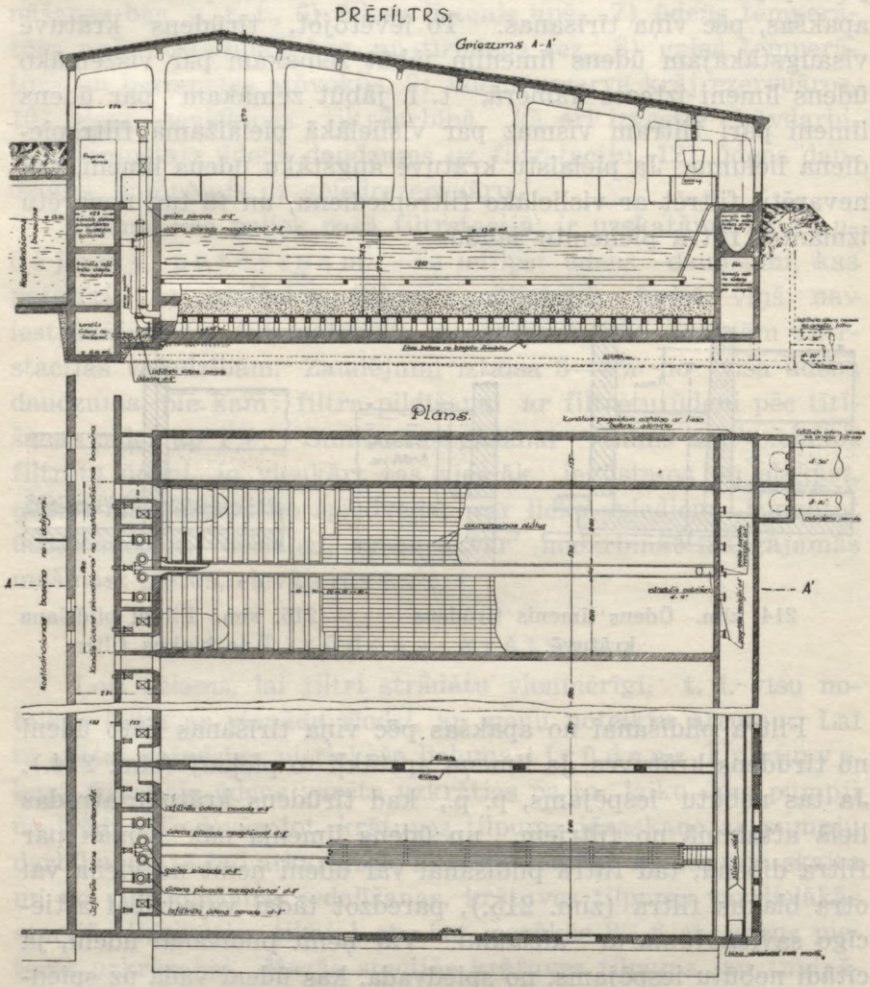
Filtra pildīšanai no apakšas pēc viņa tīrīšanas lieto ūdeni no tīrūdens krātuves, ja līmeņu apstākļi to pieļauj (zīm. 214.). Ja tas nebūtu iespējams, p. p., kad tīrūdens krātuve atrodas lielā attālumā no filtriem, un ūdens līmenis nāk zemāk par filtra dibenu, tad filtra pildīšanai var ūdeni ņemt no viena vai otra blakus filtra (zīm. 215.), paredzot tādai vajadzībai attiecīgo savienojumu ar aizlaidni. Var ņemt pildīšanai ūdeni, ja citādi nebūtu iespējams, no spiedvada, kas ūdeni vada uz spiedrezervuāru.

Tīrūdens krātuve jātaisa arvien ar 2 nodaļām, lai nodrošinātu nepārtrauktu darbību tīrīšanas vai remonta gadījumā.

Pie krātuves izbūves vēl ļoti vēlams sienas iekšpusi un grīdu taisīt pilnīgi gludas un tīras. Ļoti vēlams viņas izlikt ar baltiem glazētiem podiem (tā ir, p. p., Maskavā).

c. Priekšfiltri.

Priekšfiltri (prefiltri) ietaisāmi gadījumos, kad filtrējamais ūdens satur daudz tādu piemaisījumu, ar ko smalkie smilšu lēnfiltri varētu ātri piesērēt. Duļķainam ūdenim, p. p.,

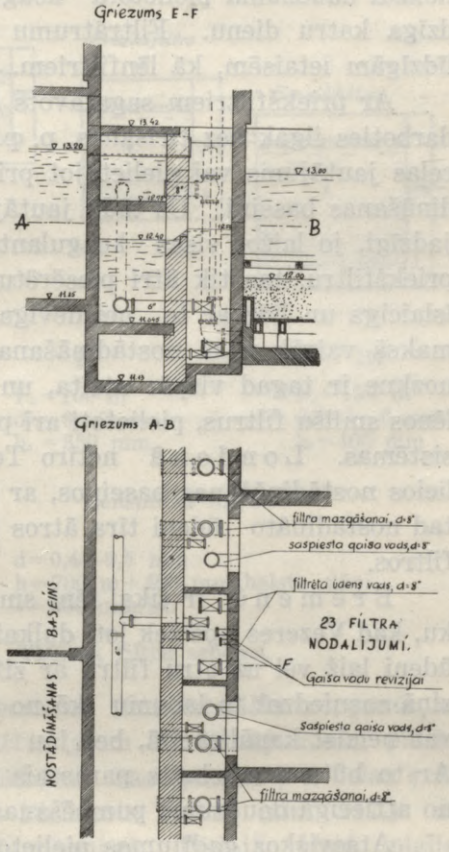


216. zīm. Priekšfiltri Maskavā.

pavasaŗa plūdu laikā, vai arī vasarā lielūdeņu laikā, kad pa ilgu lietus laiku satek upē no laukiem netīrs ūdens, piejauc koagulantu, lai veicinātu duļķu nostāšanos. Tādā gadījumā nogaidīt vissmalkāko koagulanta un pārslu nostāšanos nav iespējams, jo tam vajadzētu vairāk dienas. Ja nu tādu ūdeni ar koagulanta

pārslām laistu uz lēnfiltru, tas ātri piesērētu un viņa tīrīšana, kā jau redzējām, traucē kārtīgu darbību. Lai tādas neērtības izbēgtu, ietaisa starp nostādināšanas bas. un lēnfiltru ātri strādājošus un viegli tīrāmus priekšfiltrus, kam uzdevums tad ir aizturēt mēchaniski smalkās pārslas, bet kuŗa nolūks nav iztīrīt ūdeni no baktērijām. To ievērojot, filtrs var būt sastādīts no nedaudz rupjāka materiāla kā lēnfiltrs. Citādi konstruktīvā ziņā priekšfiltri līdzinās lēnfiltru konstrukcijai un sastāv no drenāžas, rupjām pārejas kārtām un virsējās īstās filtrkārtas, no tīras smilts. Smilts rupjums, p. p., Maskavā ir galvenā kārtā 1,0—0,5 mm (50—60%) ar nelielu procentu 1,5—1,0 mm (10—20%) un tāpat 0,5—0,3 mm (10—20%), pie kam rupjāku un smalkāku graudiņu ir maz. Pārejas kārtas uz drenāžas ir 3—1 mm rupjuma 5 cm biezs slānis, tad 6—3 mm — 6 cm, 12—6 mm — 6 cm un 16—12 mm — 5—8 cm biezs slānis. Ievērojot to, ka filtrmateriāls ir rupjāks un ka filtrēšana notiek ar lielu ātrumu, duļķes un arī baktērijas iespiežas arī dziļākos slāņos, un tā tad vajadzīgs tīrīt filtru visā viņa dziļumā, un tam mērķim vajadzīgas sevišķas mēchaniskas ietaises. Pēc Reisert'a sistēmas, kas izveidota vispirms Cīrichē, tad Maskavā, ar tīrīšanas nolūku iespiež no apakšas, no drenāžas, ūdeni un tai pašā laikā gaisu. Iespiestais gaiss izvanda netīro smilti, netīrumi ar berzi atdalās no smilšu

Sadalošā kamera uz prēfiltriem.



216a. zīm. Sadalošā kamera uz prēfiltriem Maskavā.

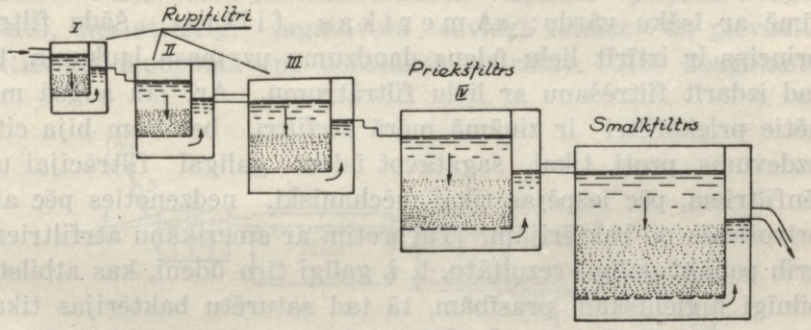
graudiņiem, un iespiestais ūdens viņus noskalo un uzskalo uz filtra virsu, no kurienes netīro ūdeni nolaiž un novada uz kanālizācijas sistēmu. Tīrīšana tādā ceļā notiek ātri un ir nobeigta 20—30 min. Spiestu gaisu sagādā kompresorā un viņa vajadzīgs 5—10 sl. uz 1 m^2 filtrvirsmas ar 1 m ūdensstaba pārspiedienu. Filtrātrums priekšfiltriem ir 1 līdz 3 m/st., un viņi nav lieli, bet piesērē samērā ātri un pie ļoti netīra ūdens un lielāka daudzuma pielietota koagulanta tīrīšana var būt vajadzīga katru dienu. Filtrātrumu un filtrspiedienu rēgulē ar līdzīgām ietaisēm, kā lēnfiltriem.

Ar priekšfiltriem sagatavots ūdens dod lēnfiltriem iespēju darboties ilgāk bez tīrīšanas, p. p., Cīrichē pat 400 dienas. Paceļas jautājums vai pielietojot priekšfiltrus ir vajadzīgi nostādināšanas baseini. Uz tādu jautājumu jāatbild, kā ir gan vajadzīgi, jo laižot visas koagulanta pārslas, arī rupjākās, uz priekšfiltru, tas tik ātri piesērētu, ka viņa darbība būtu visai īslaicīga un līdz ar to neizdevīga, jo priekšfiltru tīrīšana izmaksā vairāk nekā nostādināšanas bas. tīrīšana. Priekšfiltru nozīme ir tagad vispār atzīta, un daudz vietās, kur sastopam lēnos smilšu filtrus, pielietoti arī priekšfiltri — vienas vai otras sistēmas. Londonā netīro Temses ūdeni vispirms uzkrāj lielos nostādināšanas baseinos, ar 3 līdz 7 ned. caurteces laiku, tad nostādināto ūdeni tīra ātros priekšfiltros, un beidzot lēnfiltros.

Brēmenē ir tikai lēni smalkfiltri, bet pa lielūdens laiku, kad Vezeres upē tek ļoti duļķains ūdens, iztekošo no 1 filtra ūdeni laiž vēl uz otru filtru ar sifona palīdzību. Saimnieciskā ziņā sasniedzot to labumu kā no filtra, kas tikko tīrīts, ūdeni var nelaist kanālizācijā, bet jau uz otru iestrādājušos filtru. Ar to būtu samazināts parastais ūdens zudums (ietaupījums no attiecīgā daudzuma pumpēšanas).

Atsevišķos gadījumos pielietotā Peš - Šabala (Puech-Chabal) sagatavošanas sistēma lēnfiltriem. Sistēma sastāv viena priekšfiltra vietā no 3 līdz 4 pakāpēm priekšfiltru, iekams ūdens nāk uz smilšu filtru. Pirmā pakāpē ir ļoti rupjš materiāls no oļiem, turpmākās nāk arvien smalkāks materiāls, un saskaņā ar to pieņemas filtra lielums. Starp pakāpēm ietaisītas kaskādes, kas veicina labu ūdens aerāciju, vajadzīgu dažos gadījumos (atdzelžošanai vai atsmakošanai). Tādi filtri ir uzbūvēti vienā vietā Parīzē, arī Londonā, bet lielākā mērogā

Magdeburgā un Tiflisā (zīm. 217.). Panākumi esot ļoti labi, jo vienkārt pie ļoti netīra ūdens nav vajadzība pielietot koagulantu. Ūdens, krītot pār kaskādēm, uzņem bagātīgi skābekli, un ar to rodas labvēlīgi apstākļi arī organisku vielu apskābļošanai, un tās samazinoties par kādi 30%. Tomēr tāda sistēma ir dārga, jo visu filtru kopvirsma ir lielāka kā pie parastiem



$Q = 6000$ m³/24 st.

I	II	III
$F_1 = 50$ m²	$F_2 = 100$ m²	$F_3 = 150$ m²
$d_1 = 10—15$ mm	$d_2 = 6—7$ mm	$d_3 = 4—6$ mm
$h_1 = 300$ mm	$h_2 = 350$ mm	$h_3 = 400$ mm

IV	Lēnsmilšu filtrs
$F_4 = 300$ m²	
$d_4 = 0{,}5—2$ mm	$d = 0{,}4—0{,}5$ mm
$h_4 = 600$ mm	$h = 700$ m + 400 mm balsta slāņi
$v = 850$ mm/st.	$v = 300$ mm/st.

217. zīm. Tiflisas filtru schēma.

priekšfiltriem. Kas attiecas uz filtrmateriālu rupjuma izvēli, tad tas jānoskaidro ar attiecīgiem izmēģinājumiem, pieskaņojoties vietējām ūdens īpašībām. Sastopamas ļoti lielas svārstības graudiņu rupjumā. Pielietots Tiflisā (zīm. 217.) daudz smalkāks materiāls kā Magdeburgā. Pēdējā vietā pielietots materiāls priekšfiltriem ar 30 līdz 50, 20 līdz 30, 10 līdz 20 un 5 līdz 10 mm graudiņu rupjuma.

d. Ātrfiltri.

Smilšu lēnfiltri vai t. s. angļu filtri, kas strādā ar mazu filtrātrumu (ap 100 mm/st.), ieņem lielu laukumu, un viņu būve un ekspluatācija, ievērojot lielo plašumu, izmaksā dārgi

jau pašā izbūvē, bet arī ekspluatācijā, jo tīrīšana maksā dārgi, un filtrs pa tīrīšanas un iestrādāšanās laiku, izņemts iz ekspluatācijas, tā kā jāparedz attiecīgas rezerves. Visas šādas neērtības domā novērst ar ātrfiltriem (rapid-sand filtres), kas pirmoreiz pielietoti Somerviļas (Sommerville) p., Ņu-Dzersijas štatā Ziemeļamerikā, attīstījušies arī turpmāk Amerikā (sakarā ar lieliem ūdens patēriņiem), un kuŗus tādēļ parasti apzīmē ar īsāku vārdu: «Amerikas filtri». Šādu filtru princips ir iztīrīt lielu ūdens daudzumu uz maza laukuma, tā tad izdarīt filtrēšanu ar lielu filtrātrumu. Arī jau augšā minētie priekšfiltri ir zināmā mērā ātrfiltri, bet tiem bija cits uzdevums, proti, tikai sagatavot ūdeni galīgai filtrācijai uz lēnfiltriem, pēc iespējas tikai mēchaniski, nedzenoties pēc atbrīvošanās no baktērijām. Turpretim ar amerikāņu ātrfiltriem grib panākt galīgu rezultātu, t. i. galīgi tīru ūdeni, kas atbilstu pilnīgi higiēniskām prasībām, tā tad saturētu baktērijas tikai ļoti ierobežotā skaitā. Ātrfiltri pielietojami sevišķi izdevīgi pie atdzelžošanas, atmanganošanas un citiem ūdens uzlabošanas paņēmieniem. Arī gadījumos, kad ūdens jāchlorē, iepriekš chlorēšanas vai ozonēšanas ūdeni mēdz sagatavot ātrfiltros.

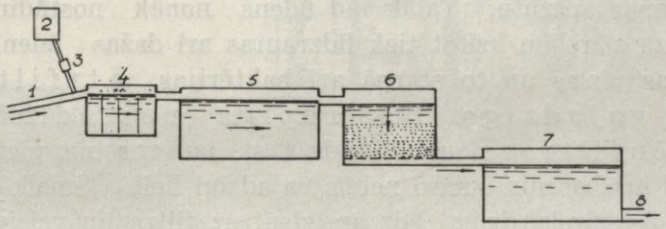
Ātrfiltri strādā ar lielu filtrātrumu, līdz 5 m/st., tā tad līdz 50 reiz lielāku ātrumu par angļu lēnfiltriem. Nosakot filtrātrumu, zināma arī filtrslodze, t. i., cik laika vienībā uz filtra laukuma vienības var iztīrīt ūdeni. Bet šie faktori atkarājas ļoti lielā mērā no vietējiem apstākļiem un tādēļ iepriekš viņus pareizi noteikt ir grūti. Pie daudzmaz lielākas ietaises vēlams uzstādīt izmēģināšanai vienu filtru, kas dotu norādījumus galīgai iestādes izprojektēšanai un izbūvēšanai visos sīkumos.

Kas attiecas uz filtru koplielumu, tad to nosaka arī tāpat kā pie lēnfiltriem ar to ziņu, lai filtri varētu sagādāt pietiekoši daudz ūdens, un lai strādātu ar vienmērīgu filtrātrumu. Tā tad arī šai gadījumā vajadzīgas tīrūdens krātuves, lai gan ātrfiltri filtrātruma ziņā elastīgāki kā lēnfiltri. Amerikānieši uz savu apstākļu pētīšanas pamatiem pieskaņo filtrlielumu 1,5 līdz 2 kārtīgam vidējam gada dienas patēriņam. Tīrūdens krātuves lielums, tad jāsaskaņo ar pumpja darbību.

Ātrfiltri konstruktīvā ziņā var būt vaļēji vai slēgti. Pēdējos ievieto uz spiedvada, tā tad viņus var nosaukt arī par spiedfiltriem. Pēc būtības starpības starp vienu un otru konsktrukciju nav. Vaļējiem filtriem ieturams pēc iespē-

jas arvien viens un tas pats ūdens līmenis virs smilšu slāņa, un caurteces daudzums rēgulējams ar ātruma un filtrspiediena rēgulātoru. Spiedfiltrs iebūvēts uz spiedvada, kuŗā tek noteikts ūdens daudzums. Filtrspiedienu var noteikt ar manometriem uz spiedvada priekš un pēc filtra.

Ātrfiltru ietaises un darbības schēma ir sekojoša (zīm. 218.). Pietekošam netīram ūdenim vispirms piejauc koagulantu, kas attiecīgi sagatavots sevišķā ietaisē un pievadīts attiecīgā daudzumā (no dozēšanas aparāta). Ar koagulantu



1. Tīramā ūdens pietece. 2. Koagulanta sagatavošanas ietaise. 3. Dozēšanas aparāts. 4. Koagulanta samaisīšanās ar ūdeni (reakcijas bas.). 5. Koagulanta iedarbošanās un nosēšanās. 6. Ātrfiltrs. 7. Tīrūdens krātuve. 8. Pumpja sūcvads.

218. zīm. Ātrfiltru ietaises schēma.

sajauktais ūdens iet vēl caur baseinu, kuŗā notiek rūpīgāka samaisīšanās ar ūdeni un arī koagulanta iedarbošanās sākums (reakcijas bas.). Tālāk ūdens nonāk nostādināšanas bas., kuŗā izkrīt lielākā daļa suspendēto vielu ar koagulanta pārslu palīdzību. Beidzot ūdens nonāk ātrfiltrā, kas viņu galīgi iztīra, tā kā iztecējušo no ātrfiltra ūdeni var novadīt uz tīrūdens rezervuāru. Tomēr gadījumā, ja ūdens satur daudz baktēriju un citu sīkorganismu, viņš vēl ir jādezinficē vai ar ozonēšanu vai parastāk ar chlōrēšanu.

Ātrfiltri, kā jau minēts, strādā ar lielu filtrātrumu, līdz 5 m/st., tā tad ar kādu 50 reiz lielāku ātrumu kā lēnfiltri. Lai darbs būtu sekmīgs, filtrādiņai jāattīstās ātri un viņai vajaga būt sevišķi stiprai. To panāk parasti ar ūdens koagulēšanu, tā tad koagulēšana te ir jāizdara pastāvīgi, kamēr pie lēnfiltriem viņa bija vajadzīga tikai sevišķos gadījumos. Pa daļai filtrādiņas ātru attīstīšanos pēc tīrīšanas sekmē arī tas apstāklis, ka, filtru skalojot ar ūdens strāvu no apakšas, smalkākās

smilšu daļiņas tiek uzskalotas uz virsējiem filtrmateriāla slāņiem, tā jau izveidojot šaurākas starpas graudiņu starpā.

Par vislabāko koagulantu minētam mērķim atzīta sērskābā mālzeme [$Al_2(SO_4)_3$], bet ja tā nebūtu sadabūjama, vai būtu dārga, tad var lietot arī alaunu, dzelzssulfātu vai citu kādu preparātu, par ko jau minēts sakarā ar ūdens nostādināšanu (l. p. 304.). Pēc koagulanta piejaukšanas, kā jau schēmā uzrādīts (zīm. 218.), labākas sajaukšanās dēļ ūdeni laiž caur nelielu rezervuāru (reakcijas bas.), kurā ietaisītas dažādas šķērssienas, vai laiž viņu caur sevišķu mēchanisku maisīšanas aparātu. Tālāk tad ūdens nonāk nostādināšanas bas., kur pārslām krītot tiek līdzrautas arī dažas ūdenim piemaisītas vielas un to starpā arī baktērijas. Ātrfiltriem nav vajadzīga tik rūpīga nostādināšana kā lēnfiltriem un ½ līdz 1 st. jau var būt pietiekoša. Tā tad arī baseinu izmēri nebūs vajadzīgi lieli. Smalkākās un vieglākās pārslas iziet līdz ar ūdeni uz filtra un veicina ātru filtrādiņas attīstīšanos nevien uz filtra virsas, bet arī dziļumā 10—12 cm. Tādā ceļā tad izveidojas ļoti stipra filtrādiņa, kas iztur lielu ūdens ātrumu.

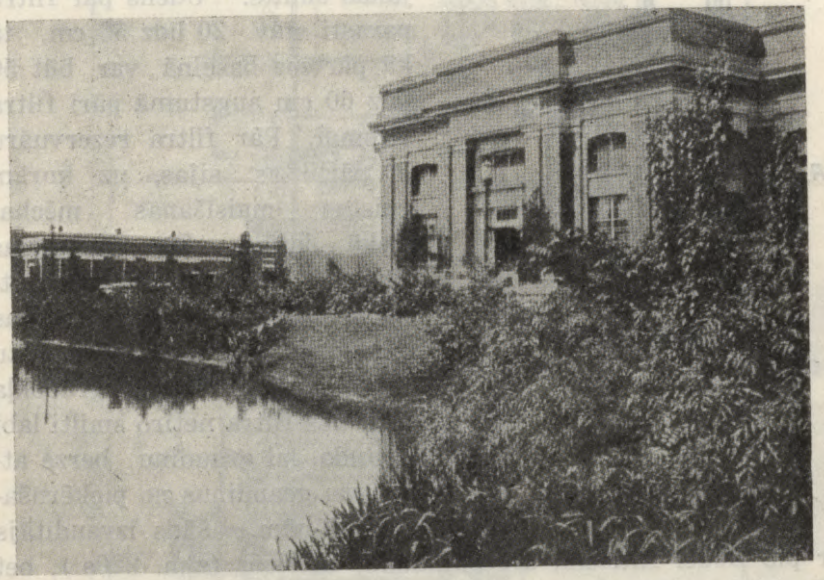
Tā kā ātrfiltrā pie liela filtrātruma iziet caur filtru daudz ūdens, tad viņā arī uzkrājās ātrā laikā liels daudzums dažādu netīrumu un filtrs t. s. piedūņo. Kad tas ir noticis, filtrs ir jātīra. Normāli tāda tīrīšana vai, labāk sakot, skalošana vajadzīga ik pa 1 līdz 3 dienām, bet pie ļoti netīra ūdens, p. p., plūdu laikā, pat vairākkārt diennaktī.

Tā kā filtrs bieži jātīra, tad tas jāizdara uz mēchaniska ceļa, iespiežot no apakšas ūdeni zem spiediena līdz ar spiestu gaisu, līdzīgi kā to dara pie priekšfiltru tīrīšanas (l. p. 337.), vai arī pabalstot netīrumu noskalošanu ar sevišķu grābekļu ietaisi, kā tas turpmāk konstruktīvā daļā būs redzams.

Koagulanta daudzumu Amerikā parasti ņem 10—40 g/m³ ūdens, atkarīgi no ūdens sastāva un rakstura. Eiropā iztiek ar mazāku porciju, bet lielums vislabāk jāatrod ar izmēģinājumu. Visu ietaisi ievieto sevišķā mājā, kas architektoniskā ziņā jāpieskaņo apkārtnei. Skaistā mājā izbūvētā ietaise nevien būs apkārtnei par greznumu, bet arī iedvesīs sevišķi lielu uzticību rūpīgai ūdens sagatavošanai (zīm. 219.).

Filtru ietaisē bez filtriem, mašīnām un koagulanta piejaukšanas ierīcēm jāparedz arī vēl attiecīgas dienesta telpas,

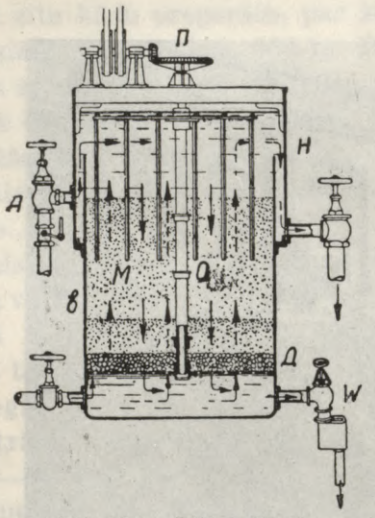
laborātorija, koagulanta noliktava, pumpētava un telpas dažādām citām vajadzībām, arī dzīvojamās telpas darbiniekiem. Apstādījumi grezno ietaisi no ārienes, bet arī nav jāaizmirst higiēniski vajadzīgās ietaises: vietēji ūdensvadi, kanālizācija un labi, bezputekļaini satiksmes celiņi.



219. zīm. Ūdens sagādes ietaise Amerikas pils.

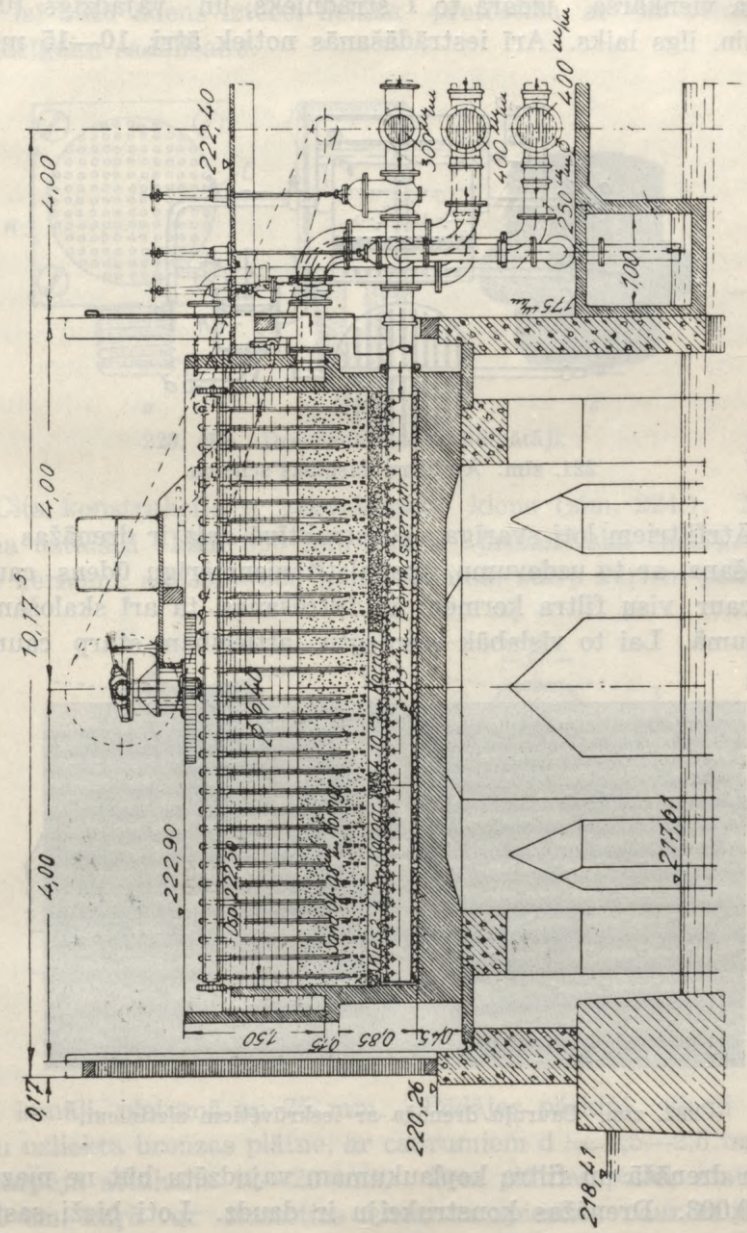
Ātrfiltru konstrukcija. Ātrfiltru konstrukciju ir daudz. Vispopulārāka ir Amerikas firmas Džūel (Jewell Export Filter Co.) filtri. Vēl minami amerikāņu Varren filtri, angļu Kandi (Candy), franču — Hovatsona un daudz citi. Jaunākā laikā izveidojušās arī vācu sistēmas, to starpā Bollmann sist. un citi. Vaļējus filtrus taisa vai apaļus, vai četrstūŗa veidīgus, slēgtos arvien apaļus. Apaļus filtrbaseinus parasti taisa no tērauda skārda, kniedētus vai arī no cieta koka, bet vaļējus sastop arī no dzelzsbetona, sevišķi, ja viņi ir četrstūŗa veidīgi. Apaļu filtru mēri ir diam. 3 līdz 7,5 m un vairāk, dziļumā 2,3 līdz 6 m. Četrstūŗa veidīgi filtri var būt līdz 100 m^2 tilpuma. Vidēja diametra 4 m filtrs var iztīrīt 1.000 līdz 1.500 m^3/24 st., Amerikā filtrus taisa lielākus, 3.000 līdz 15.000 m^3 slodzei 24 st.,pie četrstūŗaina veida, pie kam attiecības starp gaŗumu un platumu ir 1,66 līdz 1,25: 1.

Tipiska vaļēja ātrfiltra konstrukcija sastāv no sekojošām daļām (zīm. 220.). Cilindriskā rezervuārā ietaisīts apakšā otrs caurumains dibens vai drenāža, uz kuŗas uzbērta tīra kvarca smilts, 0,6 līdz 1,2 m biezumā. Smilts graudiņu rupjums ir 0,35 līdz 1,0 mm, ar vienlīdzīgas koef. 1,3 līdz 1,7. Uz drenāžas ir pārejas slānis no rupjākas smilts. Ūdens pār filtru parasti stāv 20 līdz 50 cm, tā kā pārtece baseinā var būt 50 līdz 60 cm augstumā pāri filtra virsmai. Pār filtra rezervuāru ir pārliktas sijas, uz kuŗām gulstas maisīšanas mēchaniskā ierīce. Pie vertikālas vārpstas, kuŗas apakšējais gultnis ir uz drenāžas dibena, un kas tiek lēnām griezta ar zobratu ierīci, piestiprināti gaŗi grābekļa zari, kas filtra netīro smilti labi izvanda, lai graudiņu berze atbrīvotu graudiņus no pieķērušamies dūņām. Šāds izvandītājs ir pie Džūel filtriem, arī Bollmann filtriem (zīm. 220a.), bet pie dažām citām konstrukcijām viņa nav, un tādā gadījumā skalošana notiek ar spiedūdeni un iespiestu gaisu, kuŗus iespiež no apakšas.



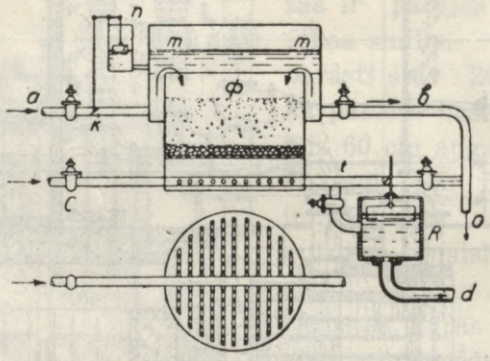
220. zīm. Džūel filtri.

Ātrfiltra darbība notiek šādi (zīm. 221.). Ūdens ietek filtra renē, kas atrodas apkārt filtra ķermeņa ietverei. Uz ieteces vada rēgulēšanai atrodas aizlaidnis, kas var būt automatiski rēgulējošs ūdens līmeni (zīm. 221.) ar pludiņa palīdzību. Ūdens iet caur filtru no augšas uz leju, nonāk drenāžā un iztek uz rēgulātora ietaisi. Ja filtrs jātīra, tad aiztaisa filtra darbību rēgulējošos aizlaidņus pie ieteces un izteces, un attaisa uz skalojamā ūdens vada aizlaidni, ar ko ūdens iespiežas filtrā no apakšas ar ātrumu, kas līdzinās parasti 4 reiz lielākam par darba filtrātrumu. Netīro ūdeni novada ar izteces vadu, ar aizlaidni, kas atrodas augšpus filtra. Tai pašā laikā iedarbina arī grābekļa izvandītāju, ja tāds ir, bet ja viņa nav, tad līdz ar spiedūdeni iespiež arī gaisu, pievadītu no kompresora. Novēro, kad notekošais ūdens ir pietiekoši tīrs, tad skalošanu



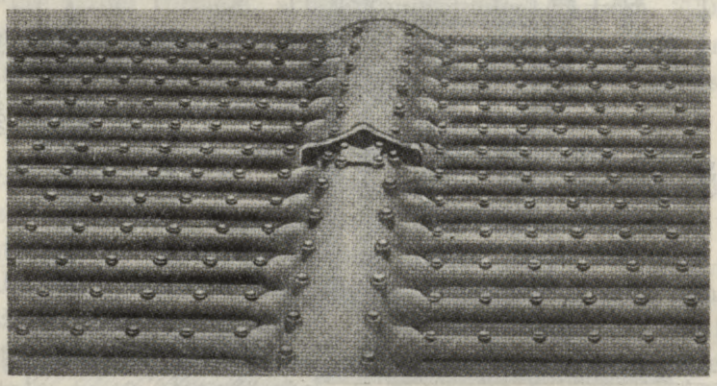
220a. zīm. Bollmann sist. ārtrfiltri.

izbeidz un sāk atkal filtru piepildīt no augšas. Pirmo ūdeni, kamēr nav attīstījusies vēl filtrādiņa, nolaiž kanālizācijā. Skalošana vienkārša, izdara to 1 strādnieks, un vajadzīgs 10—12 min. ilgs laiks. Arī iestrādāšanās notiek ātri, 10—15 min.



221. zīm. Ātrfiltru darbības schēma.

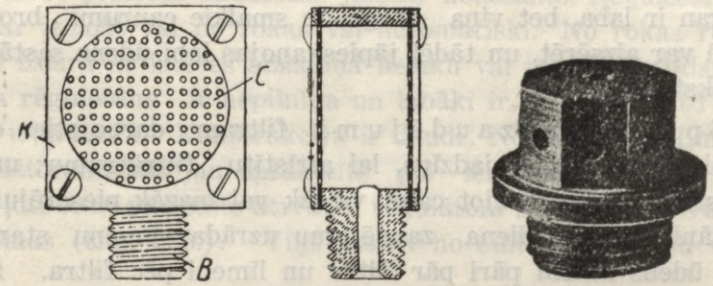
Ātrfiltriem ļoti svarīga konstruktīvā daļa ir drenāžas izveidošana, ar to uzdevumu, pabalstīt vienmērīgu ūdens caurteci caur visu filtra ķermeni kā filtrēšanas, tā arī skalošanas gadījumā. Lai to vislabāk sasniegtu, attiecībām starp cauru-



222. zīm. Cauruļu drenāža ar ieskrūvētiem sietiņiem.

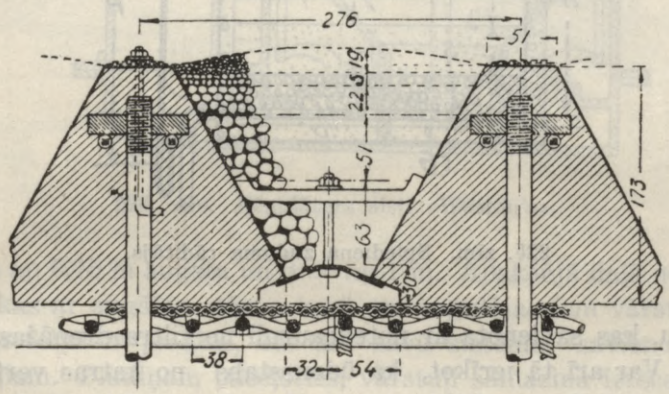
miem drenāžā un filtra koplaukumam vajadzētu būt ne mazāk par 0,003. Drenāžas konstrukciju ir daudz. Ļoti bieži sastopama (arī pie Džūel filtriem) konstrukcija, sastāvoša no nelielām caurulēm (ap d = 40 mm), kas noliktas uz filtra dibena (zīm. 222.), un uz kurām atrodas uz augšu griezti nozarojumi

ar ieskrūvētiem metalla (misiņa) izklīdinātājiem, apaļiem vai stūrainiem, ar caurumiem sānos (zīm. 223.). Caurumi ir mazi, lai būtu ūdens iztecei lielāka pretestība, ar ko veicina vienlīdzīgāku sadalīšanu.



223. zīm. Drenāžas ūd. izklīdinātāji.

Cita konstrukcija ir vagveidīgais klons (zīm. 224.). No betona uztaisīti kādi 300 mm augsti prizmatiska šķērsgriezuma ķermeņi, ap 250—300 mm attālumā, starp kuŗiem paliek

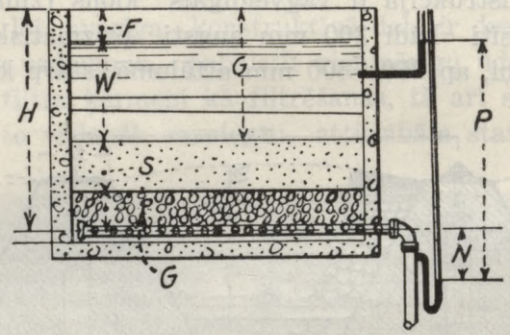


224. zīm. Vagveidīga drenāžas konstrukcija.

šauri kanāļi, platumā ap 75 mm. Pēdējos pārklāj viegli uz augšu uzliekta bronzas plātne, ar caurumiem d = 1,5—2,5 mm, savstarpējā attālumā 12—20 mm. Zem plātnes paliek starpa ap 10 cm, kuŗā var kustēties ūdens un spiesties caur caurumiem uz augšu. Caurumainā plātne pārklāta ar oļu un smilšu slāņiem (d = 20 līdz 30 mm), kuŗu graudiņu rupjums samazinās no apakšas uz augšu, un virs tiem uzklāts vaŗa tīkliņš ar

mazām actiņām (15 gab. uz 1 cm^2), kam vēl jāpavairo vienlīdzība sadalīšanā. Sevišķa vērība piegriežama rūpīgai plātnes piestiprināšanai pie klona, lai, ūdeni iespiežot filtra skalošanai, nepārbīdītos plātne un apbērums. Arī betona prizmas jāsavieno ar klonu ar enkuru palīdzību. Šāda drenāžas konstrukcija gan ir laba, bet viņa dārga un smalkie caurumi bronzas plātnē var aizsērēt, un tādēļ jāpieskaņojas labi ūdens sastāvam un raksturam.

S p i e d i e n a z a u d ē j u m i filtram darbojoties ceļas no spiediena, kas vajadzīgs, lai attīstītu filtrātrumu; un no pretestībām ūdenim ejot caur vairāk vai mazāk piesērējušiem filtrslāņiem. Spiediena zaudējumu uzrāda līmeņu starpība starp ūdens līmeni pāri pār filtru un līmeni pēc filtra. Šādu līmeņu starpību var noteikt, ietaisot 2 vertikālas (pjezometriskas) caurules, vienu, kas stāv sakarā ar ūdens līmeni virs filtra

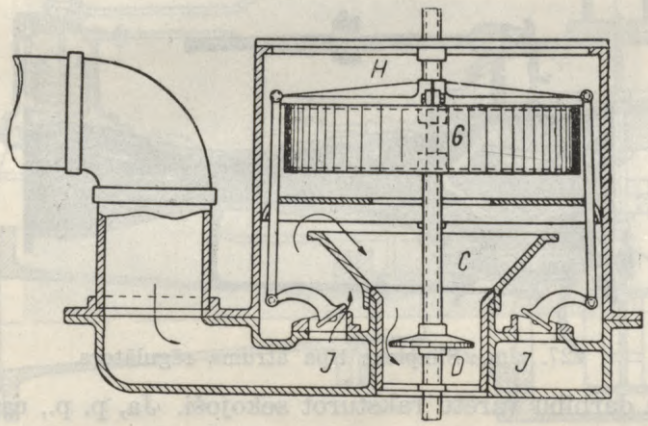


225. zīm. Spiediena zuduma rādītājs.

un otru, kas savienota ar notekcauruli no filtra drenāžas (zīm. 225.). Var arī tā ierīkot, ka ūdensstabs no katras vertikālās caurules spiež uz saliektas caurules abos stabiņos atrodošos dzīvsudrabu un dzīvsudraba stabiņu augstuma starpība uzrāda spiediena zudumu mazākā mērogā. Pie ātrfiltriem notece no drenāžas ir arvien slēgtā caurulē, kas pievienojas ātruma rēgulātoram, un spiediena rādītājs jāierīko starp filtru un ātruma rēgulātoru. Spiediena zaudējums jaunā filtrā ir 10 līdz 30 cm, un jo smalkāka ir filtrsmilts, un jo lielāks filtrātrums, jo lielāks ir spiediena zaudējums. Zaudējuma pieaugumu pielaiž līdz 3 m, tad filtrs ir jātīra. Lai filtrs ilgāk varētu strādāt

līdz tīrīšanai, Amerikā nepieņem visai smalku filtrsmilti un parasti apmierinās ar ef. lielumu, ne mazāku par 0,5 mm.

F i l t r ā t r u m a r ē g u l ā t o r s (rate controller). Arī pie ātrfiltriem, tāpat kā pie lēnajiem smilšu filtriem noteces un līdz ar to pieteces daudzums jāietur konstants. Rēgulēšanu arī te var izdarīt vai no rokas vai automatiski. No rokas rēgulēšanu izdara ar izteces aizlaidņa lielāku vai mazāku attaisīšanu. Tāda rēgulēšana ir nepilnīga un labāki ir a u t o m a t i s k i e r ē g u l ā t o r i. Konstrukciju ir daudz. Noder līdzīgs Lindleya rēgulātoram, kas jau aprakstīts pie lēnfiltriem (zīm. 205.). Cits ļoti bieži pielietots ātrfiltru rēgulātors ir Vestona (Weston) sistēmas (zīm. 226.). Viņš sastāv no cilindriska virsū vaļēja

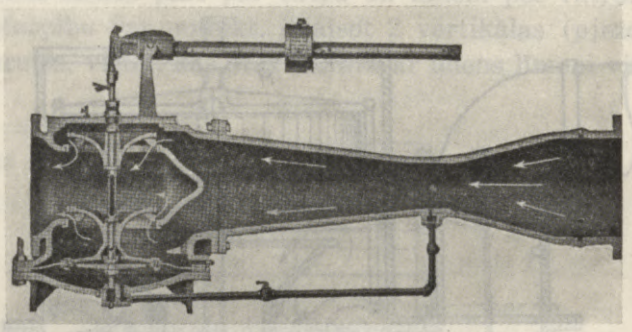


226. zīm. Rēgulātors sist. «Weston'a».

trauka ap 0,75 m augsta un d = ap 1 m. Apakšējā daļā nodalīta telpa, kas ar augšējo stāv sakarā ar rēgulējamiem vārstuļiem. Virsējā telpā ir pludiņš, kas ar savu sistēmu savienots ar vārstuļiem. Pludiņam paceļoties, vārstuļi samazina ieteces caurumu un otrādi. Iztecei noder plašāka caurule, kas iet caur abu nodalījumu starpsienas dibena vidu. Caurulē ir vārpsta, kas ar virsējo galu piestiprināta pie pludiņa, bet apakšā viņai ir ripa, diametrā mazāka par noteces caurules diametru, tā tad paliek gredzenveidīga starpa starp ripu un caurules apvārsni, pa kuŗu var tecēt ūdens. Kamēr ripas attālums no ūdens līmeņa un starpas lielums paliek vieni un tie paši, iztecēs viens un tas pats ūdens daudzums. Tā tad iztecējušā ūdens daudzumu var mainīt vai pārbīdot ripas vietu uz vārpstas, vai gro-

zot ripas lielumu. Kā ripa, tā arī citas rēgulātora daļas jānostrādā rūpīgi (ripa ir no vaļa), lai aparāts darbotos kārtīgi un uzticami.

Vaļēji rēgulātori gan viegli uzraugāmi, bet viņi nepielaiž nekādu ūdens spiedienu. Ātrfiltriem tomēr ērtāk novietot rēgulātoru, tā kā viņš var arī uzņemt kādu spiedienu. Tādēļ tagad biežāk sastopami slēgti rēgulātori. Arī to ir daudz konstrukciju, bet lielākā daļa konstrukciju ir dibinātas uz Venturi principa. Amerikā parastais tips ir «Simpleks» rēgulātors (zīm. 227.). Ātrumu noteic no spiediena starpības platajā un sašaurinātā caurules daļā. Rēgulātora izteces galā atrodas rēgulējošais aizvars un virzulis diafragmas veidā.

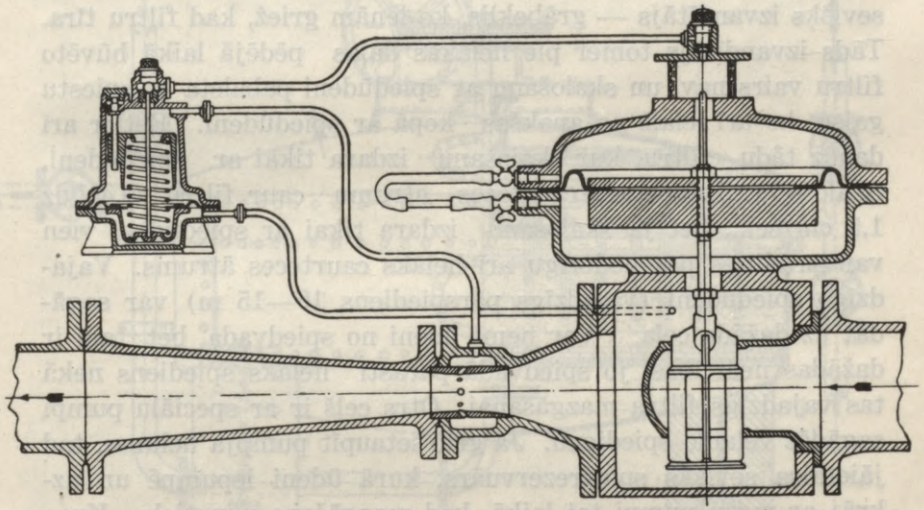


227. zīm. Simpleks tipa ātruma rēgulātors.

Aparāta darbību varētu raksturot sekojoši. Ja, p. p., caurteces daudzums caur Venturi cauruli palielinās, tad palielinās arī spiediens kamerā, kuŗā atrodas aizvars, kas norēgulēts ar pabīdāmu uz sviras pretsvaru, un līdz ar to palielinās arī vēl vairāk spiediens uz diafragmas. Pēdējā vairāk izplēzdamās spiedīs aizvaru uz leju, tā samazinot caurteces daudzumu. Simpleks rēgulātori Amerikā ir standartizēti un attiecīgs lielums piemērojams vajadzīgiem caurteces daudzumiem. P. p., 4″ lielums noder daudzumam 760 m^3/dienā, lielums 10″ — 3785 m^3/d. un t. t.

Līdzīgus rēgulātorus izgatavo arī Eiropas firmas. Tā, p. p., Karalaučos uzstādīts firmas Bamag-Meguin A/S Berlin rēgulātors sekojošas konstrukcijas (zīm. 228.). Aparātam ir viena galvenā rēgulātora membrāna un otra palīgmembrāna, kas darbojas zem atsperes iespaida. Rēgulēšana notiek ar dubultslēdzēju aizvaru. Ja ūdens caur Venturi cauruli netek, aizvars

zem galvenās membrānas noslogojuma iespaida attaisās, bet līdz ar to sāk ūdens pārlīt no telpas zem membrānas uz telpu pār membrānu. Palīgmembrānas ietaise arī bija savā viszemākajā stāvoklī, un lodes ventilis bija slēgts, bet ūdenim ietekot, spiediena starpība Venturi caurulē iedarbojās uz membrānu, un atspere pie lielāka spiediena nekā bija norēgulēts, attaisa lodes ventīlu, un spiediens iedarbojas telpā virs galvenās membrānas. Ar to pēdējā izstiepjoties paceļ un pietaisa ciešāk ieteces aizvaru. Atspere nu jānorēgulē tā, lai pie noteikta caurteces spiediena starpība Venturi caurulē atbilstu atsperes



228. zīm. Bamag-Meguin A/S rēgulātors.

slodzei, tad iestāsies zināms līdzsvara stāvoklis un, grozoties pietecei, jau ar nedaudz ūdens pārtecēšanu no telpas apakš galvenās membrānas uz telpu virspus tās, iespaidos lodes ventilu uz palīgrēgulātora un tā izlīdzināsies pārspiediena starpība Venturi caurulē.

Filtra dezinfekcija.

Ar laiku filtrā sakrājas liels daudzums baktēriju (daži desmiti tūkstoši 1 g smilts), kas izrādās cieši pieķērušās pie smilts graudiņiem, pateicoties koagulantam. Tādā lielā daudzumā baktēriju var būt arī slimību dīgļi, un tādēļ ieteicams filtru periodiski dezinficēt (vienu vai divreiz gadā) un epidēmiju laikā to izdarīt pēc iespējas biežāk. Dezinfekciju izdara

ar chlōru, pēc tam, kad filtrs ir izskalots. Aktīvā chlōra vajadzīgs 5—10 mg/l. Pēc divu stundu kontakta filtru atkal izskalo un to dara tik ilgi, kamēr nav izzudis brīvais chlōrs filtratā.

Filtra tīrīšana.

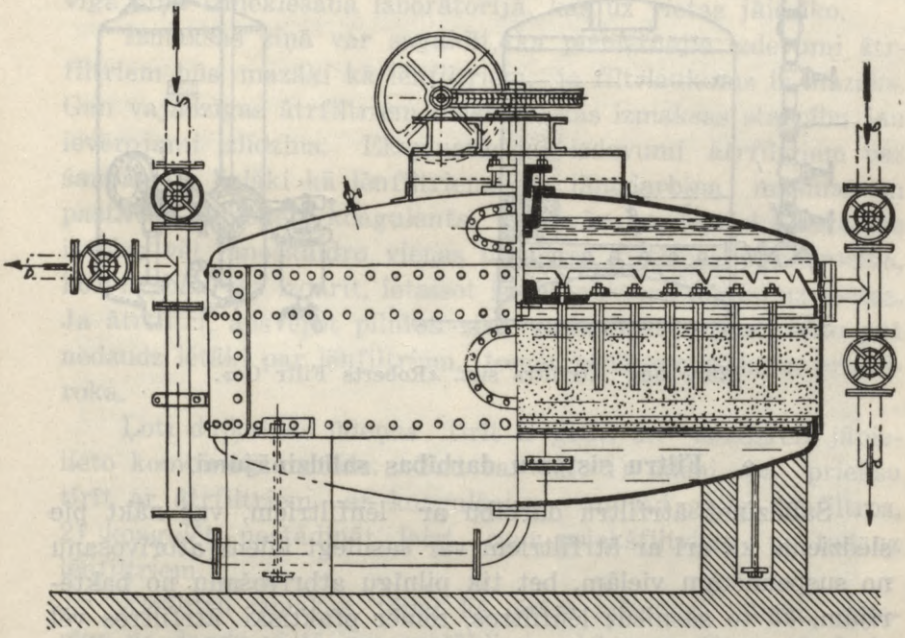
Kad filtrspiediens sasniedzis savu vislielāko pielaižamo augstumu, filtrs jātīra. Tīrīšanu izdara, spiežot caur filtru ūdeni no apakšas, pie kam pieķērušies pie smilšu graudiņiem netīrumi tiek atskaloti, ieskaloti novadrenē un ievadīti novadu sistēmā. Netīrumu atskalošanu no smilts graudiņiem pabalsta sevišķs izvandītājs — grābeklis, ko lēnām griež, kad filtru tīra. Tāds izvandītājs tomēr pie lielākās daļas pēdējā laikā būvēto filtru vairs nav, un skalošanu ar spiedūdeni pabalsta ar spiestu gaisu, ko arī ielaiž no apakšas kopā ar spiedūdeni. Bet ir arī daudz tādu filtru, kur skalošanu izdara tikai ar spiedūdeni. Skalošanu izdara ar caurteces ātrumu caur filtru 0,4 līdz 1,5 cm/sek., bet ja skalošanu izdara tikai ar spiedūdeni vien var izrādīties par noderīgu arī lielāks caurteces ātrums. Vajadzīgo spiedūdeni (vajadzīgs pārspiediens 10—15 m) var sagādāt uz dažāda ceļa. Var ņemt ūdeni no spiedvada, bet tam ir dažādas neērtības, jo spiedvadā parasti lielāks spiediens nekā tas vajadzīgs filtra mazgāšanai. Otrs ceļš ir ar speciālu pumpi sagādāt vēlamo spiedienu. Ja grib ietaupīt pumpja lielumu, tad jāietaisa sevišķs spiedrezervuārs, kuŗā ūdeni iepumpē un uzkrāj ar mazu pumpi tai laikā, kad mazgāšana nenotiek. Kuŗa no metodēm ir izdevīgāka un vēlamāka, jānoskaidro katrā atsevišķā gadījumā uz vietas.

Skalošanai vajadzīgs tikai 1 strādnieks un viņu veic 5—10 min. Ūdens patēriņš skalošanai nedrīkstētu būt lielāks par 2% no filtrētā ūdens daudzuma. Atkarīgi no filtru sistēmas un ūdens īpašībām skalošanas ilgums var būt arī lielāks vai mazāks, bet nav jāaizmirst, ka patērētais ūdens maksā naudu, un tādēļ jātaupa, cik iespējams. Pirmo ūdeni pēc filtru skalošanas nolaiž kanālicācijā, kamēr filtrs vēl nav iestrādājies, kam vajadzīgas 10—15 min.

Slēgti filtri (spiedfiltri).

Slēgti filtri ierīkoti līdzīgi vaļējiem. No konstrukcijām vispopulārākā ir Lehmann (zīm. 229.), Amerikas firmas

Roberts Filter Co. (zīm. 230.), Bollmann (zīm. 248.) un c. Slēgtos filtros, kas uzstādīti uz spiedvada, ūdens iet caur filtru zem spiediena tāpat no augšas uz apakšu, kā vaļējos filtros. Filtrspiedienu nolasa uz 2 monometriem, viens stāv sakarā ar ūdens līmeni pāri filtram, un otrs ietaisīts zem filtra dibena. Sevišķas reakcijas kameras un baseinus koagulanta nosēšanai spiedfiltriem netaisa, bet attiecīgie procesi notiek ūdenī, kas atrodas pāri filtram; koagulantu pievieno pie ūdens ieteces

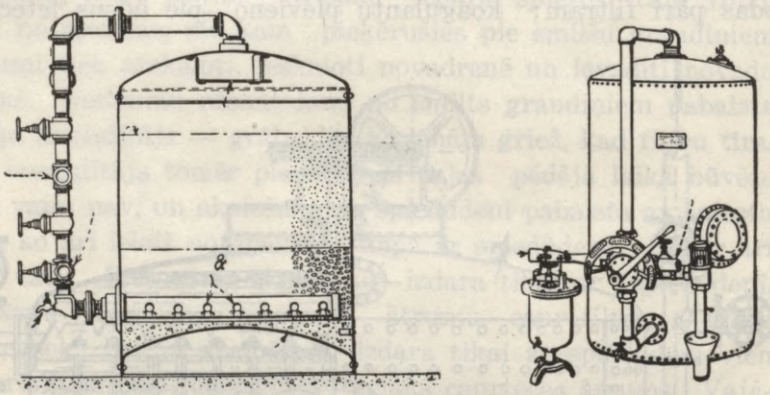


229. zīm. «Lehmann» sist. ātrfiltrs.

filtrā. Ja filtrspiediens sasniedzis to stāvokli, kad filtrs jātīra, tad noslēdz tīrāmā ūdens pieteci un attaisa dūņu ūdens noteci. Tai pašā laikā aiztaisa tīrūdens noteci un attaisa skalojamā ūdens aizlaidni. Ūdens tek no apakšas uz augšu un tāpat kā vaļējā filtrā viņu novada.

Spiedfiltrus var pielietot, ja viņu uzstādīšanas vietā ūdens atrodas ar pietiekošu spiedienu. Aiztaupa tādā ceļā vienu pārpumpēšanu. Gadījumi, kad pielieto spiedfiltrus, vairāk gan būs sastopami lielākās atsevišķās saimniecībās, p. p., slimnīcās, rūpniecības ietaisēs un t. t. Pilsētu ūdensvadiem viņus retāk sastop, izņemot gadījumus, kad ūdens iet uz pilsētu ar pašteču

vadiem, bet ar lielu kritumu, ko var izmantot spiedfiltram. Vispārīgi pilsētu apgādei spiedfiltri nav ieteicami, jo viņi ir dārgi, grūti sekot viņu darbībai, un pa lielākai daļai viņu darbība arī Amerikā atzīta par nepietiekošu, nepilnīgu tīrīšanas rezultātu dēļ. Spiedfiltri ar pašteču vadā iegūtu lieku spiediena izmantošanu ir atrodami Edinburgā, Skotijā.



230. zīm. Ātrfiltrs sist. «Roberts Filtr Co».

e. Filtru sistēmu darbības salīdzinājumi.

Salīdzinot ātrfiltru darbību ar lēnfiltriem, var nākt pie slēdziena, kā arī ar ātrfiltriem var sasniegt ūdens atbrīvošanu no suspendētām vielām, bet tik pilnīgu atbrīvošanu no baktērijām, kā to sasniedz lēnfiltros, tomēr praktiski ātrfiltros vēl nepanāk. Parasti pēc ātrfiltra, ja ūdenī daudz baktēriju, vajadzīga baktēriju iznīcināšana, p. p., ar chlorēšanu vai citiem paņēmieniem, par kuŗiem būs turpmāk runa (l. p. 405.). Tīrīšanas rezultāti atkarīgi lielā mērā no pareizas filtru uzbūves, un no uzraudzības un vadības, bet pēdējā pie lēnfiltriem ir daudz vienkāršāka, jo parasti te nav darīšana ar koagulanta piejaukšanu ar vajadzīgu devu katrā gadījumā, filtra tīrīšanu, mašīnu vadīšanu un uzturēšanu kārtībā un t. t.

Ātrfiltriem piemīt vēl citas nevēlamas īpašības. Koagulēšana ar sērskābo mālzemi nav bez tālākā pielietojama mīkstiem ūdeņiem, jo mīkstā ūdenī nerodas pārslas, ūdenī var palikt sērskābe un rasties skāba reakcija, kas filtrēšanu traucētu. Lai tādus ļaunumus novērstu, ūdenim jāpiejauc kaļķis,

p. p., kaļķpiena veidā, dažreiz jāpielieto arī soda, kā to var norādīt ķīmiska analize. Viss tas sarežģī un sadārdzina tīrīšanu. Tāpat arī, ja ūdens satur daudz māla daļiņu, ir duļķains, vai viņā liels planktons, kas kavē nostāšanos, tad jāpielieto lielāks daudzums koagulanta, bet no tā filtrs ātrāk piesērēs, un viņš būs biežāk jātīra. Tādos gadījumos noderīgāk planktonu atšķirt ar priekšfiltrāciju. Koagulanta daudzums pastāvīgi jāpieskaņo ūdens īpašībām un sastāvam, tā tad vajadzīga pastāvīga viņa izmeklēšana laborātorijā, kas uz vietas jāierīko.

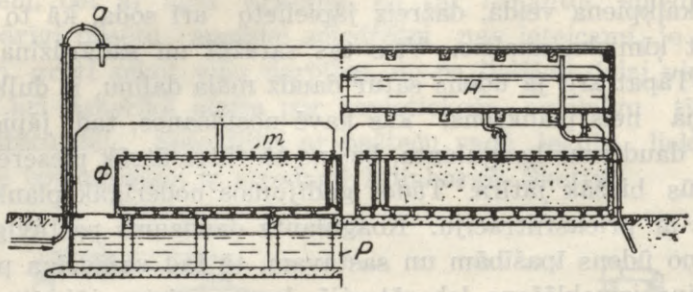
Izmaksas ziņā var sagaidīt, ka pirmatnējie izdevumi ātrfiltriem būs mazāki kā lēnfiltriem, jo filtrlaukums ir mazāks. Gan vajadzīgas ātrfiltriem mašīnas, kas izmaksas starpību jau ievērojami izlīdzina. Ekspluatācijas izdevumi ātrfiltriem bez šaubām ir lielāki kā lēnfiltriem, jo jānodarbina mašīnas un pastāvīgi jāpielieto koagulants. To ievērojot, iepriekš sistēmas izvēles vēl jānoskaidro vienas un otras sistēmas priekšrocība, ko vislabāk var izdarīt, ietaisot izmēģināšanas ietaisi uz vietas. Ja ātrfiltri, apsverot pilnībā visu saimniecisko pusi, būtu pat nedaudz lētāki par lēnfiltriem, tomēr pēdējiem dodama priekšroka.

Ļoti duļķainus ūdeņus tīrīt ir grūti un daudzreiz jāpielieto kombinētā metode. Tad var vai: 1) ūdeni pa priekšu tīrīt ar ātrfiltriem ar koagulāciju, un tad galīgi lēnfiltros, 2) koagulēt, nostādināt, laist caur priekšfiltriem un tad uz lēnfiltriem.

Ātrflitru izmaksa, tāpat kā citām inženieru būvēm, atkarīga no daudz vietējiem apstākļiem, kā materiālu, tā darba spēka cenām. Amerikas apstākļos aprēķināti ātrfiltriem būves izdevumi ar visu mašīnu iekārtu uz 1 m^3 tīrāmā ūdens dienā — 4 līdz 8 ls, bet ekspluatācija 1,5 līdz 2,5 sant., kamēr lēnfiltriem uz 1 m^3 tīrāmā ūdens būves izdevumi ir gan 2—2,5 reiz lielāki, bet ekspluatācijas izdevumi par kādām 30% mazāki par ātrfiltriem.

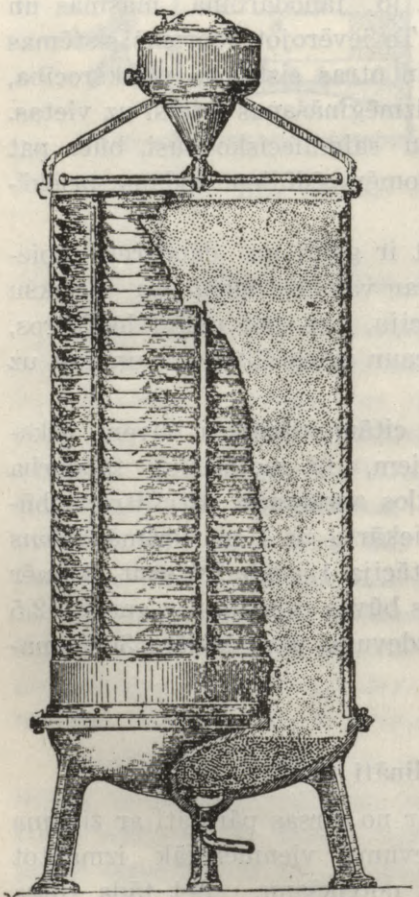
f. Nepārpludināti filtri.

Kā lēnfiltri, tā arī ātrfiltri ir no virsas pārklāti ar zināma dziļuma ūdens slāni, kam uzdevums vienmērīgāk izmantot filtru un atvieglot filtrspiediena noteikšanu. Bet tāda filtra pārpludināšana apgrūtina bioloģiskos procesus filtrā. Nemi-



231. zīm. Nepārpludinātie filtri Šatoden p.

tīgie filtri kanālizācijas ūdens tīrīšanai strādā bez pārpludināšanas. Izmēģināts pielietot nemitīgo bioloģisko filtru principu arī tīra ūdens apgādāšanai. Tādi filtri, p. p., būvēti Šatoden p. (Franc.) (zīm. 231.). Pavisam te ir 16 filtri, katrs gaŗumā 5—6 m, platumā 2,75 m. Filtrs uzbūvēts no tīras smilts, smalkākas par 1 mm, dziļums 1,25 m. Filtrējošais laukums 250 m^2, slodze vasarā 800 m^3/ 24 st., filtri strādā periodiski 13 st., pēc kam 5 st. atpūta. Ziemā slodze 500 m^3/24 st., mainoties darbam un atpūtai ik par 8 st. Ūdeni uz filtru izlej no caurulēm, uz kuŗām caurumos ietaisīti izšļācēji. Filtram jānogatavojas, kam vajadzīgas dažas nedēļas. Ar laiku filtra virsma piesērē un ūdens tek cauri ar grūtībām, un tad filtrs jātīra, ko izdara noņemot virsējo, netīro smilti 1—2 cm, tāpat kā to dara ar pārpludināmiem lēnfiltriem.



232. zīm. Averina sist. filtrs.

Ar nepārpludinātiem filtriem ir vēl diezgan maz piedzīvojumu. Jādomā, ka pie parastajiem apstākļiem (ar

priekštīrītu upes ūdeni) visai labus panākumus nevarēs sagaidīt. Vienkārt visas ietaises darbība ir sarežģītāka kā pie lēnfiltriem, jo jāievēro darba un atpūtas maiņas, otrkārt nenoteiktība pašā darbībā, jo filtrā attīstās bioloģiski procesi un iztecē var sagaidīt vairāk baktēriju, nekā to pielaiž pie lēnfiltriem. Jānogaida speciāli zinātnieku pētījumi ar šāda veida filtriem.

Krievijā inž. Averins konstruējis nepārpludināmu filtru mazām vajadzībām. Filtra sienas taisītas no žaluzijām, kas garantē labu gaisa ietikšanu, jo tas vajadzīgs bioloģiskiem procesiem. Ūdens iztek uz filtru no neliela mērījamā rezervuāra un sadalās automatiski ar Segnera ratu. Filtrs uzbērts no tīras, labas upes smilts, rupjuma 0,5 līdz 1,5 mm (zīm. 232.).

25. Šķīstošo vielu atšķiršana.

Ūdens, arī gruntsūdens, kas citādi ļoti noderīgs centrālai ūdens apgādei, daudzreiz satur vielas, kas viņu padara par nenoderīgu atsevišķiem mērķiem, kā tas jau agrāk aizrādīts. Tādas vielas ir, p. p., dzelzs vai mangāns, vai vielas, kas var bojāt dažādus ūdensvada materiālus, p. p., ogļskābe. Arī liela cietība nav vēlama. Dažas vielas piedod ūdenim nepatīkamu garšu vai smaku. Var būt apstākļi, kad dažādas šķīstošas vielas jāatšķir no ūdens, bet te jau jānorāda, ka tas nav tik viegli un lēti izdarāms kā suspendēto vielu atšķiršana. Līdzekļi ir dažādi, piemērojoties vielu raksturam.

a. Aerācija.

Zem aerācijas saprot tādu paņēmienu, kuŗa mērķis ir vest intimā sakarā ar gaisu vismazākās ūdens daļiņas, lai ūdens uzņemtu pietiekoši daudz skābekļa, vai vielu apskābļošanai (dzelzi, mangānu) vai dažādu gāzu (ogļskābi, sērūdeņradi), vai sliktas smakas atdalīšanai. Arī organisko vielu apskābļošana var ar aerāciju notikt, lai gan tas te krīt svarā mazā mērā, jo ūdeni ar daudz org. vielām ūdens apgādei neņem. Technikas uzdevums aerācijas procesā ir sadalīt ūdeni pēc iespējas smalkākās daļiņās vai strūkliņās, ideāli būtu smalkos pilienos, lietus veidā. Pēdējo prasību pilnā mērā ap-

mierināt nav vēl izdevies un jāapmierinās ir ar paņēmieniem, kas mērķim vislabāk tuvina. Vislabāk mērķi sasniedz, kā to redzam kanālizācijas praksē pie aktīvēto dūņu metodes, ar gaisa iepūšanu ūdenī caur porainām plātnēm, mazāk labi no caurumotām caurulēm. Bet tāds paņēmiens dārgs un ūdensvadu praksē nav pielietots. Praktiski mēģina ar dažādām techniskām ietaisēm ūdeni sadalīt plānā plēvītē, laižot viņam krist uz lielām virsmām, no zināma augstuma, pārgāzes vai kaskādes, vai fontāna veidā, vai izšļācot no attiecīgas konstrukcijas uzgaļiem.

Ūdens krišanas augstums ir no iespaida uz skābekļa uzņemšanas daudzumu, kā tas redzams no Oestena pētījumiem (tab. 4.); kamēr dažu gāzu atdalīšanai vajadzīgs zināms laiks, kā, p. p., sērūdeņraža (tab. 5.) vai ogļskābes (tab. 6.).

Tab. 4. Skābekļa uzņemšana ūdenim krītot no dažāda augstuma (pēc Oesten'a).

Ūdens krīt no augstuma cm	Absorbēts skābeklis mg/l.
10	1,21
25	1,79
50	2,52
100	6,50
200	7,33

Tab. 5. Sērūdeņradis paliek šķīdumā pēc aerācijas ar pilināšanu (pēc Whipple).

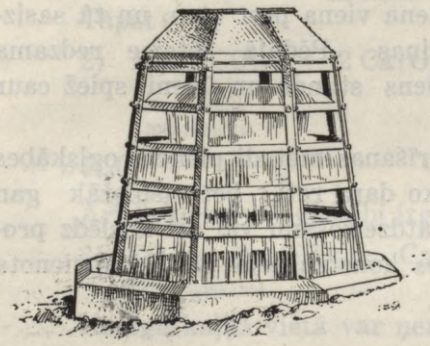
Laiks	Sērūdeņradis mg/l.	Smaka
Sākumā	15,2	vāja
pēc 1 sek.	10,2	ļoti vāja
„ 1,5 „	5,0	ļoti vāja
„ 2 „	2,6	nav

Tab. 6. Ogļskābes paliek šķīdumā pēc aerācijas ar pilināšanu (pēc Whipple).

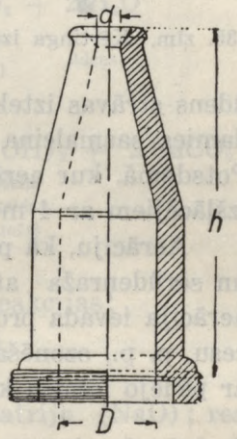
Laiks	Ogļskābes mg/l.			
Sākumā	5,0	10,0	25,0	50,0
pēc 0,5 sek.	4,1	6,9	13,8	23,4
„ 1 „	3,5	5,3	9,3	14,0
„ 2 „	3,0	4,1	6,2	8,5
„ 5 „	2,5	3,0	3,8	4,5
„ 15 „	2,1	2,1	2,1	2,1

Praktiski aerāciju izved vai ar ūdens krišanu caur gaisu, ieslēdzot kaskādes, vai izslacināšanu gaisā ar sevišķiem izšļācējiem.

Kaskādu aerātorus izveido dažādi, vai trepju veidīgi, vai pielietojot plātnes ar ribām, gar kuŗām ūdens atsizdamies nāk tuvākā sakarā ar gaisu. Vinčester p. (Z. Am.) aerātors (zīm. 233.) sastāv no horizontālām šķērssienām, ievietojot pārmaiņus caurumotas ar cietām, pie kam no pēdējām ūdens notek plānā plēvē apkārt malām.



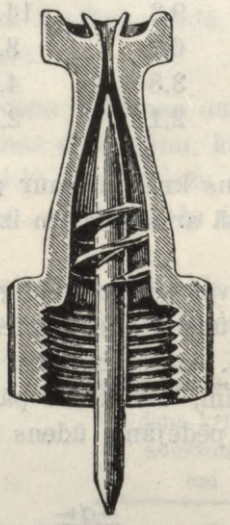
233. zīm. Aerātors Vinčestrē (Am.).



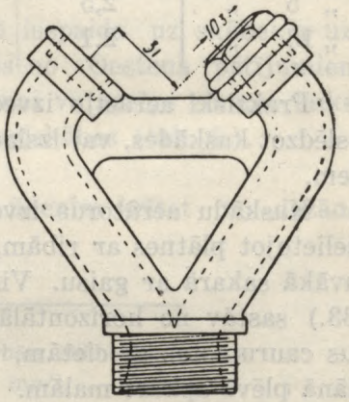
234. zīm. Kōnisks uzgalis.

Izšļācēju aerātori pielietoti visbiežāk. Izšļācēji pastāv parasti no neliela kōniski sašaurināta uzgaļa, ko ieskrūvē izdalošā caurulē (zīm. 234.). Izmēri var būt, p. p., augstums 5—20 cm, lielais kōna diametrs 5—10 mm un mazais — 3—5 mm.

Attālums starp izšļācējiem 2—5 m un ūdeni iespiež ar spiedienu 5—10 m, un atkarīgi no spiediena ūdens tad paceļas fontānveidīgi 1,5 līdz 5 m augstu. Izšļācēju konstrukciju izveidojumu ir daudz, te minēsim tikai dažus, kā piemēru. Kērtinga izšļācēju (zīm. 235.) ar ieliktni, ap kuŗu aplikta spirāle, kas ierosina labu ūdens sadalīšanu vismazākās daļiņās. Amsterdamas izšļācējs (zīm. 236.), raksturojams ar to, ka 2



235. zīm. Kērtinga izšļācējs.



236. zīm. Amsterdamas tipa izšļācējs.

ūdens strāvas iztek zem spiediena viena pret otru, un tā sasizdamies sasmalcina ūdens daļiņas. Pēdējā ietaise redzama Potsdamā, kur aerē 500 m^3 ūdens stundā un ūdeni spiež caur izšļācējiem ar 4 m spiedienu.

Aerāciju, kā patstāvīgu tīrīšanas metodi pielieto ogļskābes un sērūdeņraža atdalīšanai, ko dara reti, bet visbiežāk gan aerācija ievada procesu, p. p. atdzelžošanu vai arī noslēdz procesu, p. p., ozonēšanā. Ietaises konstrukcija tā tad apvienota ar pēdējo ietaišu konstrukciju.

b. Ūdens atmīkstināšana (Water softening).

Kā jau zināms (l. p. 39.), ciets ūdens sagādā daudz neērtības, jo mazgāšanai iziet daudz ziepju, katlos sarodas katlakmens un t. t. Cietību izšķiram kā karbonātu vai p ā r e j o š u c i e t ī b u un kā p a l i e k o š o c i e t ī b u; pēdējā ceļas no

citiem kalcija un magnēzija savienojumiem, p. p., sulfātiem, chlōridiem un c.

Pārejošo cietību var novērst ar ūdens vārīšanu. Vielas, kas ražo pārejošo cietību, tiek uzturētas šķīstošā stāvoklī no šķīdinātās, un pa daļai brīvās ogļskābes. Tā tad, atbrīvojot ogļskābi ar izgaisošanu ūdeni vārot, šķīstošās vielas pārvēršas par nešķīstošām un izkrīt iz ūdens, pieķeroties pie vārāmā trauka sienām kā katlakmens, bet arī pieķeroties pie siltūdens novadāmām caurulēm kā katlakmens, kas zem apstākļiem var aizpildīt visu cauruli, tā pārtraucot ūdens kustību. Pat neņemot to vērā lielākā mērogā, pilsētas ūdensvadiem, vārīšana nav iespējama un te jāizpalīdzas ar ķīmiskiem paņēmieniem.

Praktiski ūdens atmīkstināšanai pielieto 2 metodes: 1) kaļķa-sodas metodi un 2) permutita metodi, bet ir arī izmēģinātas vēl citas metodes; kā par to turpmāk būs minēts.

1. Kaļķa-sodas metodi pielietojot, ūdeni atbrīvo no pārejošās (karbonāt) cietības ar kaļķi, bet no paliekošās ar sodu. Piejaucot ūdenim kaļķi (CaO), tas pa daļai atņem brīvo ogļskābi, pa daļai atvelk ogļskābi no bikarbonātiem, kas tos uzturēja šķīstošā stāvoklī, un izveidojas nešķīstošie monokarbonāti. Ķīmiskā reakcija izteicama sekojoši :

$$1)\ \underset{\text{(kalcija bikarbonāts)}}{Ca(HCO_3)_2} + \underset{\substack{\text{(kodīgs kaļķis}\\ \text{vai kalcija}\\ \text{hidroksids)}}}{Ca(OH)_2} = \underset{\text{(kalcija karbonāts)}}{2\,CaCO_3} + \underset{\text{ūdens.}}{2\,H_2O}$$

Tāpat:

$$2)\ \underset{\substack{\text{(magnēzija}\\ \text{bikorbonāts)}}}{Mg(HCO_3)_2} + 2\,Ca(OH)_2 = \underset{\substack{\text{(magnēzija}\\ \text{hidroksids,}\\ \text{nešķīstošs)}}}{Mg(OH)_2} + 2\,CaCO_3 + 2\,H_2O$$

Arī lieko brīvo ogļskābi izgaisina pēc reakcijas:

$$3)\ \underset{\text{(brīvā ogļskābe)}}{CO_2} + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$$

Kodīgā kaļķa vietā var ņemt kodīgo natriju (NaO); reakcija līdzīga kaļķa pielietošanai, tikai ar to starpību, ka iedarbojoties kodīgam natrijam neizveidojas tikai nešķīstošs kaļķis, bet pa daļai arī soda. Pēdējā metode pielietojama pie ļoti cietiem ūdeņiem, it īpaši no magnēzija sāļiem. Turpretim kaļķošanas metode noder arī ūdeņiem, kas satur daudz ogļskābes un cietība ir galvenā kārtā karbonātcietība.

Paliekošo vai nekarbonātcietību atdala no ūdens ar sodu, t. i. natrija karbonātu (Na_2CO_3), ar ko rodas kalcija un magnēzija karbonāts. Ķīmiskā reakcija ir:

4) $CaSO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2SO_4$

(sērsk. kalcijs vai ģipsis) (soda) (kalc. karb.) (natrija sulfāts)

vai:

5) $MgSO_4 + Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2 + CaCO_3 +$

(magn. sulf.) (soda) (kodīgs kaļķis) (magn. hidroks., neškīstošs)

$+ Na_2SO_4$

Tāpat tas notiek ar chlorīdiem:

6) $CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + 2\,NaCl$

(chlōrkalijs) (soda) (ogl. sk. kalc.) (vārāmā sāls)

vai:

7) $MgCl_2 + NaCO_3 + Ca(OH)_2 = Mg(OH_2) + CaCO_3 +$

(chlōrmagn.) (soda) (kodīgs kaļķis) (magn. hidroks., neškīstošs) (kalc. karb.)

$+ 2\,NaCl$

(vārāmā sāls)

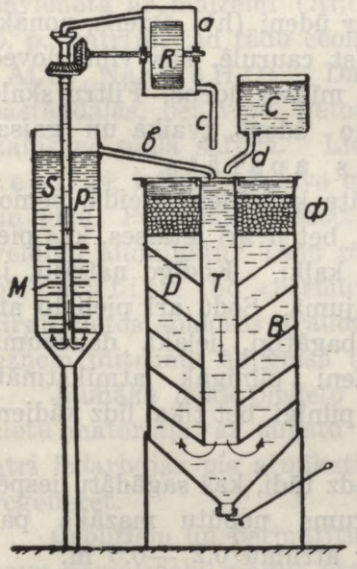
Ķīmisko reaktīvu daudzumu var aprēķināt, zinot reakciju, bet pilnīgāk var noteikt ar tiešiem izmēģinājumiem laborātorijā. Daudzums atkarājas no atmīkstināmā ūdens sastāva, no ūdens temperātūras, no piejaukšanas rūpības, no kontakta laika un t. t. Pielieto arī sekojošu tuvinošu formulu, uz katriem 10 vācu gradiem pārejošās (karbonāt) cietības ņem 1 g CaO uz 1 m^3 ūdens un uz katriem 18,9 gradiem pastāvošās cietības ņem uz 1 m^3 ūdens 1 g Na_2CO_3. Bet labāk ir daudzumus vai aprēķināt pēc ķīmiskās reakcijas vai noteikt ar mēģinājumiem. Pie tam tirgū dabūjamos reaktīvos jānosaka viņu CaO un Na_2CO_3 saturs, jo var būt arī citi piemaisījumi.

Ja ūdens satur gandrīz tikai karbonātcietību un pastāvīgās cietības nav, tad var sodu arī nepielietot. Bet arī otrādi, ja karbonātcietība ir ļoti maza, var kaļķi nepielietot, bet ūdeni apstrādāt tikai ar sodu.

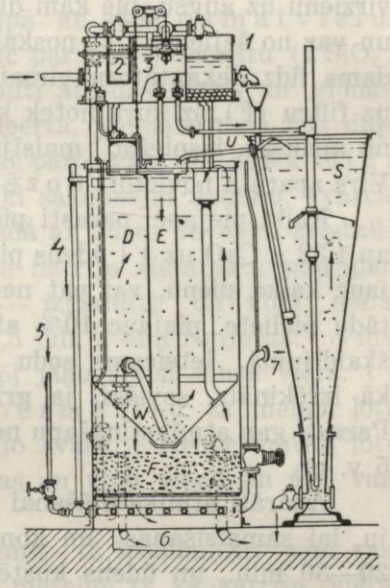
Pielietojamo reaktīvu daudzums ir mazāks, ja viņus pieliek iepriekš sasildītam ūdenim līdz 50—80°C, kas gan iespē-

jams tikai atmīkstinot mazu ūdens daudzumu, p. p., tvaika katla vajadzībām, bet īstenībā citām vajadzībām parasti atmīkstināšanu arī neizdara.

Metodes praktiskai pielietošanai vajadzīgi attiecīgi aparāti, vairāk vai mazāk komplicēti, ar daudz mēchanismiem un ir dārgi. Viņi pastāv no toveŗiem vai rezervuāriem reaktīvu sagatavošanai, tad no rezervuāra reaktīvu sajaukšanai ar atmīkstinājamo ūdeni, tālāk no tvertnes izkritušo nešķīstošo vielu nostādināšanai (dekantātoriem). Aparāta schēma pēc Derimo ir sekojoša (zīm. 237.). Vispirms



237. zīm. Aparātūras schēma kaļķsodas metodei.



238. zīm. Reiserta atmīkstināšanas aparāts.

vajadzīgs rezervuārs (S) kaļķa šķīduma sagatavošanai (saturātors), tālāk bāka sodas atšķaidījumam (C). Reaktīvu iedarbībai un nostādināšanai noder lielāks rezervuārs (D — dekantātors). Kaļķa maisītāju (M) var dzīt ar ūdens ratu (R), uz kuŗa krīt cietais ūdens, kas pienāk nelielam rezervuāram (a), kuŗā ievietots ūdens rats (R). Pienākušais rezervuārā (a) ūdens iet pa daļai pa cauruli (p) saturātorā (S), kuŗā iebērts kaļķis, un pārējā daļa, krītot uz ūdensratu (R) to iedarbina un tad izlīst pa centrālo cauruli (T) dekantātorā. Tanī pašā caurulē (T)

iztek arī kaļķa (pa cauruli b) un sodas (pa cauruli d) šķīdumi. Ūdens ar reaktīviem tad iztek dekantātora (D) apakšā un ceļas lēni uz augšu, atstādams apakšā izkritušās vielas. Dekantātorā ietaisītas vītnes veidīgas virsmas (B), labākai nostādināšanai, un pašā virsū vēl rupjš filtrs (F) no ēveļu skaidām. Dekantātora tilpums līdzinās 3 stundu ūdens daudzumam.

Bieži pielietots aparāts konstruēts no pazīstamā Reiserta firmas Ķelnē (zīm. 238.). Kaļķūdens sagatavošanai pielietots Dervo (Dervaux) kaļķa piesātinātājs (S). No šejienes kaļķūdens tek pa maisījumu cauruli (E) dekantātorā pēc sodas šķīduma piemaisījuma. Nonākot dekantātora apakšā, ūdens ņem virzienu uz augšu, pie kam dūņas nogulstas dekantātora dibenā un var no šejienes tikt noskalotas ar ūdeni (h). Ūdens, nonākdams līdz dekantātora virsai, pārlīst caurulē, kas viņu noved uz filtru (F), iz kuŗa notek kā tīrs, mīksts ūdens. Filtru skalo no apakšas, iespiežot maisījumu no ūdens, tvaika un gaisa. Virs aparāta novietots dozēšanas aparāts.

Kaļķi piejauc parasti piesātināta kaļķūdens veidā, ņemot ap 1,32 g CaO uz 1 l ūdens pie 15°C, bet ir arī ietaises, kas piejauc kaļķa pienu, vai pat nedzēstu kaļķi. Kodīgo natriju, ja tādu pielieto, piejauc 10% atšķaidījumā. Sodu arī pielieto atšķaidījumā. Ieteicams sodu lietot bagātīgi, lielākā daudzumā kā izrēķināts, sevišķi, ja grib ūdeni pilnīgāk atmīkstināt. Parasti gan atmīkstināšanu neizved pilnīgi, bet tikai līdz kādiem 5 v. gr.

Aparāti atmīkstināšanai jāparedz tādi, kas sagādātu iespēju, lai samaisīšanas un kontaktilgums nebūtu mazāks par 20—30 min., un ūdens kustētos ar ātrumu 0,2 —0,5 m.

Atmīkstināšanas procesā attīstījušās vielas pa daļai nogulstas dekantātora dibenā, bet pa daļai atšķiŗamas filtrā, kas izveidojams pēc ātrfiltru principa. Novērots, ka filtra graudiņi ar laiku apaug ar vielām, kas pie viņiem cieši pieķeŗas. Lai tādu ciešu pieaugšanu aizkavētu, izvesti mēģinājumi ar otrreizēju koagulēšanu ar sērskābo mālzemi pēc dekantātora, iepriekš uzlaišanas uz filtra. Parasti gan tāda filtra saudzēšana izrādīsies par nevajadzīgu.

Kaļķa-sodas medodei ir arī savas ļaunās puses. Aparāti ļoti komplicēti ar daudz mēchanismiem, tā tad prasa ekspluatācijā ļoti rūpīgu, lietpratīgu vadību un uzraudzību. Bez tam nevar iegūt pilnīgi mīkstu ūdeni, praktiski var atmkstināt līdz

3—4 v. gr. Izskaidrojams tas ar to, kā ūdens sastāvs ir svārstīgs un grūti pieskaņot pilnīgi pareizi vajadzīgo reaktīvu daudzumu. Arī praksē pieņemtais dekantātora tilpums līdzīgs 3 st. caurtecei, nav pietiekošs, bet tāds pieņemts tikai iz ekonomiskiem motīviem.

Maza mēroga ietaisei, mājai vai nelielai rūpniecības iestādei, aparāti ir vienkāršāki, bet tādā gadījumā ar labiem panākumiem var pielietot ceolitu metodi.

2. Ceolitu vai permutitu metode.

Ceoliti ir aluminija silikāti, kuŗos krama zeme (SiO_2) savienota ar mālzemi (Al_2O_3), kopā ar kādu pamatvielu, p. p., natriju, tad tādu ceolitu sauc par natrija ceolitu ($2\,SiO_2 . Al_2O_3 . Na_2O . 6\,H_2O$). Dabā ceoliti atrodas māla un glūdas sastāvdaļās, bet viņu lietošana neērta, jo maisījums būs duļķains no māla satura. Lietošanai parocīgāki ir mākslīgi ceoliti, kuŗus izgatavo elektriski sakausējot kaolīnu, kvarcu un sodu. Pēc sakausēšanas apstrādā ar ūdeni un dabū kristallveidīgu aluminātu. Tādu mākslīgu natrija aluminātu sauc par permutitu (no «permutare» — izmainīt) un viņu dabū tirgū cietos spīdošos graudiņos, 0,5 līdz 2 mm rupjuma. Viņš uzņem mitrumu no gaisa un tādēļ jāauzglabā sausā vietā.

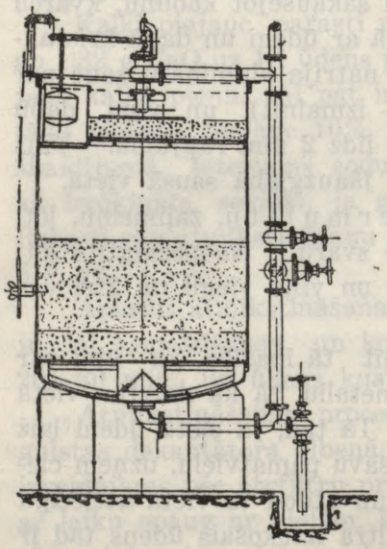
Jaunākā laikā pielieto Neopermutitu, zaļimelnu, ļoti cietu materiālu, ar augstu īpatnējo svaru. Neopermutits ļoti ātri iedarbojas pie atmīkstināšanas un viņu viegli un ātri var reģenerēt.

Ceolitiem un permutitiem piemīt tā īpašība, ka viņi var savu pamatvielu mainīt pret citu metallu, tā kā natrija vietā var stāties kalcijs vai magnēzija. Tā tad, ja cietu ūdeni laiž caur ceolita filtru, tad tas, mainot savu pamatvielu, uzņem cietību devēju kalciju un magnēziju, un atdod to vietā attiecīgu daudzumu natrija, un no ceolita filtra iztekošais ūdens tad ir brīvs no cietības. Natrijs paliek ūdenī natrija sulfāta vai karbonāta veidā, bet tie neražo cietību. Ejot caur ceolita filtru, ūdens pa daļai tiek filtrēts arī no citām cietām vielām. Filtrēšanas ātrums 2 līdz 10 m stundā: jo cietāks ūdens, jo ātrums mazāks.

Ceolita filtrus taisa tādus pat kā parastos ātrfiltrus, vaļējus vai slēgtus, pie kam ūdens iet caur filtru no augšas uz apakšu. Ja permutitā gandrīz viss natrijs apmainījies pret

kalciju vai magnēziju, filtrs zaudē savas atmīkstināšanas īpašības un viņa spēja atkal jāatjauno, vai kā to saka: materiāls j ā r e ģ e n e r ē.

Reģenerācija notiek, laižot cauri filtram k o n c e n t r ē t u vārāmās sāls (NaCl) šķīdumu. Ar to kalcija un magnēzija vietā permutitā stājas atkal natrijs un filtrs gatavs turpmākam darbam. Pie reģenerācijas attīstās kalcija un magnēzija chlorīdi, kas iziet līdz ūdenim kopā ar dažiem citiem nogulšņiem, kas varēja sakrāties uz permutita graudiņiem. Tādā ceļā atjaunots filtrs var turpināt savu darbību, bez kā būtu viss materiāls jāizņem un jāatjauno ar jaunu materiālu. Tomēr novērots, ka gadā ap 5% ceolits sadrūp un tiek izskalots iz filtra. Pastāvīgie izdevumi filtra ekspluatācijai ir viņa mazgāšana un tam vajadzīgais sāls daudzums, kas sevišķi dārgi nemaksā. Vēlams ietaisīt pat mazās ietaisēs 2 parallēlus atmīkstinātājus, lai viena reģenerācijas laikā nepaliktu ietaise bez ūdens, jo vēlams tā iekārtoties, lai sāls kontakts varētu būt kādas 4 st.



239. zīm. Ceolita filtrs.

Ceolita filtrs sastāv no vertikāla tērauda kniedēta rezervuāra, kuŗā ieliktas 2 caurumainas horizontālas šķērssienas, viena tuvāk pie dibena, otra virsējā daļā (zīm. 239.). Uz tām uzliek rupju smilti 0,10—0,25 m biezumā, kuŗas uzdevums ir izsargāt ceolitu no viņa aizskalošanas ar ūdeni, un no vienlīdzīgākas ūdens sadalīšanās, kā arī aizturēt (virsējā filtrā) cietos piemaisījumus iz ūdens. Uz apakšējā caurumainā dibena nāk smilts slānis un virs tā ceolits 0,75 m biezumā. Ūdeni ielaiž no virsas ar cauruli, uz kuŗas atrodas vārstulis, kas uztur pastāvīgu ūdens līmeni uz filtra. Uz noteces caurules ir aizlaidnis, ar ko rēgulē filtrātrumu. Kad filtrs jāreģenerē, izteci noslēdz un izlaiž ūdeni vēl cauri no apakšas, pēc tam nolaiž no filtra ūdeni un piepilda viņu ar sāls šķīdumu, ko atsāj filtrā 4 st. un ilgāk, cik vajadzīgs. Tad ar

ūdeni izspiež palikušo sāls šķīdumu un filtrs atkal gatavs darbam.

Neskatoties uz visu izliekošos ceolita filtru vienkāršību, tomēr metodei ir arī savas ļaunās puses. Procesā attīstās ūdenī daudz sodas, kas var būt nevēlama (liela sārmainība). Ja ūdens satur daudz dzelzs, filtrs piesērē, tā tad vajadzīga iepriekšēja atdzelžošana. Tāpat arī filtra saudzēšanas nolūkā ūdens iepriekš atmīkstināšanas vēl jāfiltrē, ja viņš satur duļķes pat nelielā daudzumā. Tāpat arī no liekās ogļskābes ūdens iepriekš jāatbrīvo. Tas viss sarežģī un sadārdzina procesu.

3. Kombinēta atmīkstināšanas metode.

Kaļķsodas un ceolitmetodu nevēlamās īpašības var izbēgt ar abu sistēmu kombināciju. Nevēlams lielais daudzums sodas ceolita metodē, kas sarodas procesā no kalcija un magnēzija bikarbonātiem, t. i. no karbonātcietības. Tādēļ var būt vēlams iepriekš ar kaļķi atbrīvot ūdeni no karbonātcietības un tad tālāk pielietot permutitmetodi, tad soda nevarēs attīstīties. Tikai šādā gadījumā vajadzīgs pēc kaļķa metodes izvešanas vēl ūdeni koagulēt ar sērskābo mālzemi, un tad filtrēt caur smilti, lai ceolita masu izsargātu no sacementēšanās. Tā tad kombinētā metodē vajadzīgs aparāts kaļķūdens piejaukšanai, tāda pat tipa kā pie kaļķsodas metodes. Tālāk vajadzīgs ūdeni koagulēt un filtrēt caur smilšu filtru, un beidzot pielietot ceolitu. Kā redzams, metode ir sarežģīta un dārga, bet salīdzinot ar tīru ceolita metodi jākonstatē, kā vajadzīgs mazāks ceolita filtrs, kas samazina izdevumus. Arī kaļķis ir lētāks kā sāls, bet sāls tomēr ir lētāka kā soda. Tā tad pie kombinētās sistēmas sodu nelieto, pielieto kaļķi, kā lētāku materiālu un sāls reģenerācijai vajadzīgs mazāk, jo arī ceolita filtrs būs mazāks. Viss tas kopā var pat kombinēto metodi padarīt lētāku, kā atsevišķo metodi par sevi.

4. Elektriska ūdens tīrīšana.

Jaunākā laikā izmēģinātas metodes ūdeni tīrīt uz elektrolitiska ceļa, pie kam no ūdens atdala nevien cietību dodošos, bet arī vēl citus sāļus. Elektrolize šai metodē kombanēta ar elektroosmozi, saprotot zem pēdējās nodalītu uz elektrolitiska ceļa sāļu cauriešanu caur grūti caurlaidošu vidi, p. p.,

diafragmām no vulkānfibras vai citas līdzīgas masas. Iedomāsimies kādu trauku, nodalītu ar diafragmām 3 nodaļās, abās galu nodaļās ievietotus elektrodus un vidējā ielaidīsim tīrāmo ūdeni. Laižot elektrisko strāvu darbā, tīrāmā ūdenī atrodošies metalliōni dosies uz katodes pusi un atlikušies skābes ioni uz anodes pusi. Pie pietiekoša strāvas stipruma arī attiecīgās koloidālās un smalkās suspendētās vielas ies to pašu ceļu, un, atkarīgi no viņu lieluma un strāvas stipruma, vai izies diafragmai cauri vai pieķersies pie viņas. Tādā ceļā tad tīrāmais ūdens vidējā nodalījumā pamazām atbrīvosies no viņam piejauktām organiskām un neorganiskām vielām, vairāk vai mazāk atkarīgi no laika un strāvas sprieguma. Kā elektrodus pielieto anodei magnētitu, turpretim katodei var pielietot dzelzi, cinku vai alvu. Parasti ietaise pastāv no vairāk elementiem, pie kam ūdens no 1 sistēmas pārlīst uz nākošo ar sifona palīdzību. Sakrājušās anodes un katodes telpā vielas jānoskalo.

Aparātu elelktrolitiskai tīrīšanai ir daudz, patentēti dažādām elektriskām firmām. Tā, p. p., Simensa elektroosmozes ^{Sb} izgatavo aparātu 200, 90, 8 un 4 l/st. ūdens tīrīšanai; pie kam aparātu lielums jāpieskaņo tīrītā ūdens pielietošanas vajadzībām, vai, p. p., tas vajadzīgs ledus izgatavošanai vai katlu baļošanai. Strāvu pielieto 50—220 V sprieguma un patēriņš ir 15 līdz 40 KWst./m^3 atkarīgi no ūdens sastāva. Bez tam jārēķina līdz 25% no ieguldītā kapitāla amortizācijai, procentu nomaksai un remontiem. Kā redzams, metode ir ļoti dārga un pielietojama tikai mazu ūdens daudzumu tīrīšanai, p. p., aptiekās, laborātorijās un t. l. Lai gūtu zināmus ietaupījumus, ieteic katodu ūdeni, kas satur sārmus, pielietot rūpniecībā, kur vajadzīgs kaļķūdens un anodu ūdeni, kas satur skābes, balināšanai vai sterilizācijai.

c. **Atdzelžošana** (Deferrization, iron removal).

Atdzelžošanai pielietojamās metodes jāpieskaņo veidam, kādā dzelzs ūdenī atrodas. Dzelzs ūdenī var atrasties vienā no sekojošiem veidiem: 1) dzelzs bikarbonāts [$Fe(HCO_3)_2$], 2) sērskābās dzelzs ($FeSO_4$) un 3) huminskābās dzelzs veidā. Pēdējā veidā to atrod sevišķi purvainos ūdeņos. Grunstūdenī visparastāk dzelzs ir bikarbonāta veidā un tādā veidā viņa visvieglāk atšķiŗama. Šai gadījumā atdzelžošanas process praktiski dibi-

nāts uz aerāciju un pēc tam filtrēšanu. Jāpiezīmē, ka dzelzs sāļi pieder arī pie cietības sāļiem un atdzelžošana jau zināmā mērā arī atmīkstina ūdeni. Dzelzs bikarbonāts viegli atbrīvo ogļskābi un, uzņemot no gaisa skābekli, pārvēršas vispirms par dzelzs karbonātu un pēc tam dzelzs hidroksidu, pēc formulas:

$$Fe(HCO_3)_2 = Fe(OH)_2 + 2\,CO_2$$

Dzelzs hidroksids no sākuma vēl ir šķīstošā (hidrosola) veidā, bet pamazām pāriet hidrogela veidā, un pēc tam sāk izkrist pārslveidīgi:

$$2\,Fe(OH)_2 + H_2O + O = 2\,Fe(OH)_3 = Fe_2O_3 . 3\,H_2O.$$

Dzelzs hidroksida izkrišanu veicina no vienas puses kontaktiedarbība, p. p., no jau izkritušā dzelzs hidroksida, no otras puses kalcija un magnēzija karbonāti un ūdens alkaliskā reakcija (pH lielāks par 7). Izkrišanu aizkavē skābes vai neutrāla reakcija (pH mazāks par 7), it īpaši ogļskābe un alkaliju (natrija) bikarbonāti, kā arī daži chlōridi vai sulfāti attiecīgās rūpniecības ūdeņos. Ja atdzelžojamais ūdens satur organiskas vielas, p. p., huminvielas, tad aerējot dzelzs attīsta pārslas ļoti lēnām, un rodas vajadzība šīs vielas papriekš pārveidot ar chlōru, vai kalija permanganātu, kuŗa daudzums var būt vajadzīgs liels, pat līdz 3 mg/l. Lai ietaupītu kalija permanganātu, pielieto arī dažāda cita veida iepriekšēju organiskas vielas saturoša ūdens apstrādāšanu, p. p., ogļskābes saistīšanu ar kaļķi, vai koagulējošus organiskus dzelzs savienojumus, p. p., ar alaunu (sērskābu mālzemi).

Pie parastā dzelzs sastāva, dzelzs bikarbonātu veidā, vajadzīgais atdzelžošanai skābekļa daudzums ir neliels, uz 1 mg dzelzs tikai 0,143 mg skābekļa, tā kā dažreiz pietiek viegla ūdens sakratīšana, lai uzņemtu vajadzīgo skābekļa daudzumu. Atmosfēriskais gaiss satur 1 m^3 ap 0,3 kg skābekļa.

Atdzelžošanas metodes var sadalīt 2 grupās: vaļējās un slēgtās. Pie pirmajām ūdeni uz dažāda ceļa pārvērš it kā lietus pilienos, kas nāk intimi ar gaisu sakarā, un tad ceļas pārslas, ko aiztur ar filtru. Turpretim pie slēgtām metodēm gaisu iespiež ūdenī, un tad gaisa un ūdens maisījumu spiež caur filtriem, kas aiztur radušās dzelzs duļķes. Senāk pielietoja tikai vaļējas ietaises, tagad sastopamas arī slēgtas. Pēdējām ir savas priekšrocības kā saimnieciskā, tā arī higiē-

niskā ziņā. Viņu uzstādīšanai var viegli atrast nelielu telpu. Ūdens jāpumpē tikai 1 reiz, tā tad aiztaupa otru iekārtu. Gan vajadzīga kompresora ietaise, bet tā ir, salīdzinot ar pumpja ietaisi, maza un lēta. Vajadzīgā gaisa daudzums atkarīgs no ūdens īpašībām: vai dzelzs daudz vai maz, vai viegli atdalās, vai grūti. Ja ietaises, kas strādā ar 50% gaisa (2 d. ūdens + 1 d. gaisa), bet ir arī tādas ar 5%. Tāpat ir ietaises, kas strādā ar 8—9 atm., un tādas ar 1 atm., kas gan atkarājas no tā, kuŗā vietā uz spiedvada ievietota slēgtā atdzelžošanas ietaise, un cik šai vietā spiedvadā liels spiediens. Higiēniskā ziņā slēgtu ietaisi atrod par vēlamu aiz tā iemesla, ka ūdens nenāk sakarā ar cilvēku. Gan materiālu iepildīšanā jāpieskaŗas cilvēka rokai, un tādēļ, lai būtu absolūta drošība pret infekcijas ietikšanu citādi sterilā gruntsūdenī, vajadzīgs iepriekš ietaises darbā laišanas vēl aparātam cauri izlaist pārkarsētu tvaiku, kas pie neliela aparāta tilpuma pilnīgi iespējams. Ja nu vēl celtos šaubas, gan maz dibinātas, ka līdz ar iepūšamo gaisu varētu ūdenī ietikt mikrobi, tad arī to var novērst, laižot gaisu caur gaisa filtru, p. p., vati.

Mīkstiem ūdeņiem ar mazu dzelzs saturu slēgtie filtri ieteicamāki, jo kontaktu ar gaisu un pašu gaisa daudzumu var vieglāk rēgulēt. Bet arī pie cieta ūdens vaļējiem filtriem ir tā nevēlamā īpašība, ka aerējot iziet arī ogļskābe, un tās var palikt nepietiekoši bikarbonātu saistīšanai, un tad izkritīs kaļķsāļi, ar ko filtrs var piesērēt. Slēgtos filtros ogļskābe paliek ūdenī. Lielākās ietaisēs, pie liela ogļskābes satura, noderīgi ūdeni iepriekš atskābļot.

No otras puses jānorāda, kā vaļējās ietaisēs vieglāk novērot atdzelžošanas gaitu un tai sekot, tā tad vieglāk pieskaņoties prasībām: dzelzs daudzumam un raksturam. Arī praksē pierādījies, ka vaļējā ietaise strādā vienmērīgāk un pilnīgāk.

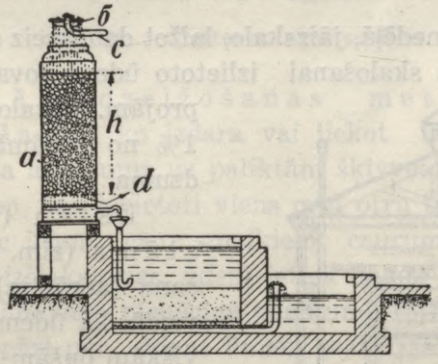
Jaunākā laikā konstruētas jauktās atdzelžošanas ietaises, pie kuŗām aerācija notiek atklātā veidā, turpretim dūņas aiztur slēgtos ātrfiltros (p. p., Bollmaņa sist.), kas pielieto vieglu filtra tīrīšanas paņēmienu.

Vaļējas atdzelžošanas ietaises.

Vaļējās ietaisēs aerāciju (apgaisošanu) var izvest uz dažāda ceļa. Vienkārši varētu ūdeni virzīt pa lēzenām renēm ar starpsienām, saceļot virpuļus, kas veicina daļiņu kontaktu ar

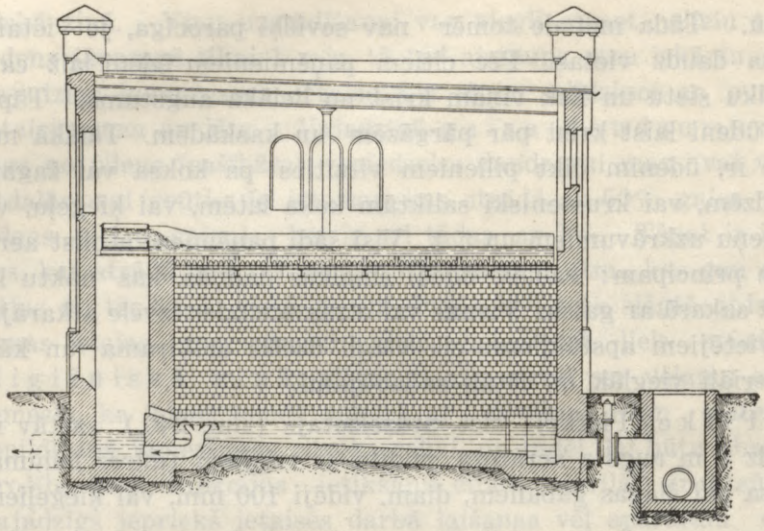
gaisu. Tāda metode tomēr nav sevišķi parocīga, jo ietaise prasa daudz vietas. Pēc citiem paņēmieniem ūdeni laiž caur smalku sietu un liek viņam krist no lielāka augstuma. Tāpat var ūdeni laist krist pār pārgāzēm un kaskādēm. Tālākā metode ir, ūdenim likt pilieniem virzīties pa koksa vai žagaru kaudzēm, vai krusteniski saliktām koka latēm, vai ķieģeļu, vai akmeņu uzkrāvumiem un t. t. Visi šādi paņēmieni atbilst aerācijas principam: sadalīt ūdeni smalkās daļiņās, kas nāktu intimā sakarā ar gaisu. Vienas vai otras metodes izvēle atkarājas no vietējiem apstākļiem: cik viegli dzelzs atšķirama un kādi materiāli vieglāk un lētāk sadabūjami.

P ī f k e (Piefke) sist. atdzelžotājs (zīm. 240.) sastāv no 2 līdz 3 m augsta aerātora, pildīta ar rupjiem (dūres lielumā) koksa vai šlagas gabaliem, diam. vidēji 100 mm, vai ķieģeļiem,



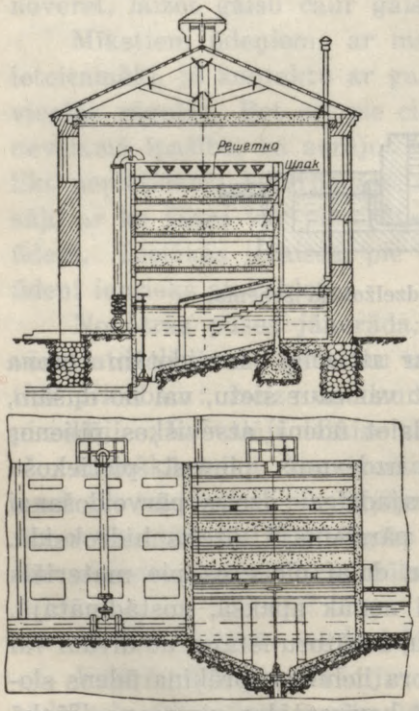
240. zīm. Pifkes atdzelžotāja schēma.

vai koka latēm, vai izbūvēta ar attiecīgi izveidotām betona sienām. Ūdens uz aerātoru izlīst vai caur sietu, vai no dušām, vai caurumainām renēm, tā sadalot ūdeni atsevišķos pilienos vai lāsēs (zīm. 241.). Aerātoru uzdevums pievest pietiekošu gaisa skābekļa daudzumu, cik vajadzīgs dzelzs pārveidošanai no šķīstoša dzelzs bikarbonāta pārslainajā dzelzs hidroksidā. Pārslas attīstās jau aerātorā, pa daļai pieķeras pie materiāla gabaliņiem, bet pa lielākai daļai nonāk apakšā, nostādinātajā. Lai veicinātu skābekļa uzņemšanu, aerātoru ietaisa no divām vai vairāk daļām (zīm. 242.). Aerātora lielumu aprēķina ūdens slodzei 3 līdz 5 m^3 stundā uz 1 m^2 horizontālas virsmas. Tā kā aerātors ar laiku piesērē ar dzelzs duļķēm, viņš laiku pa laikam,



241. zīm. Šarlottenburgas atdzelžošanas ietaise.

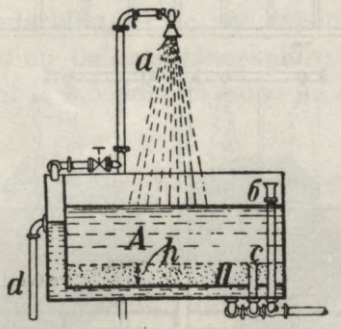
apmēram 1 reiz nedēļā, jāizskalo, laižot daudzreiz stiprāku ūdens strāvu cauri, un skalošanai izlietoto ūdeni novadot atsevišķi projām. Skalošanai iziet ap 1% no tīrāmā ūdens daudzuma.



242. zīm. Voroņežas atdzelžošanas ietaise aerātoros.

Esten (Oesten) sistēma (zīm. 243.) apgaisošana (aerācija) notiek tādā veidā, ka ūdens izlīst no sevišķām dušām un krīt lietus veidīgi caur gaisu 2—3 m augstu, atkarīgi no dzelzs daudzuma un rakstura. Nolijušais ūdens uzkrīt uz ūdens virsmas nostādināšanas baseinā, vai uz ūdens virsmas virs filtra, un atsizdamies veicina gaisa uzņemšanu un pārslu rašanos. Kā apgaisošanas, tā arī kontakta laiks pie šīs sistēmas ir īsāks kā pie Pīfkes, un, lai tomēr būtu pietiekoši laika pārslu attīstībai, jāievieto starp aerāto-

ru un filtru vēl nostādināšanas bas., lai uz filtru ūdens nonāktu ne ātrāk, kā 1 st. pēc apgaisošanas. Estena sist. atdzelžošanas ietaises sastop retāk. P. p., tāda maza ietaise pastāv (zīm. 244.) no dušām, nostādināšanas bas. un lēnfiltriem. 1 Estena duša nāk uz 3 m^2 filtra virsmas un no viņas iztek 1 sl. pie 2—3 m krišanas augstuma.



243. zīm. «Oestena» sist. schēma.

Jaunākā atdzelžošanas metode ir ūdens izputekļošana, ko izdara vai liekot ūdenim krist no 2 līdz 3 m liela augstuma uz paliktām šķīvveidīgām ripām, vai no 2 izšļācējiem, kas ievietoti viens pret otru taisnā leņķī (zīm. 245.) un izšļāc ūdeni caur smalkiem caurumiņiem. Strāvām saduroties un izšļakstoties, ūdenī ietiek daudz gaisa.

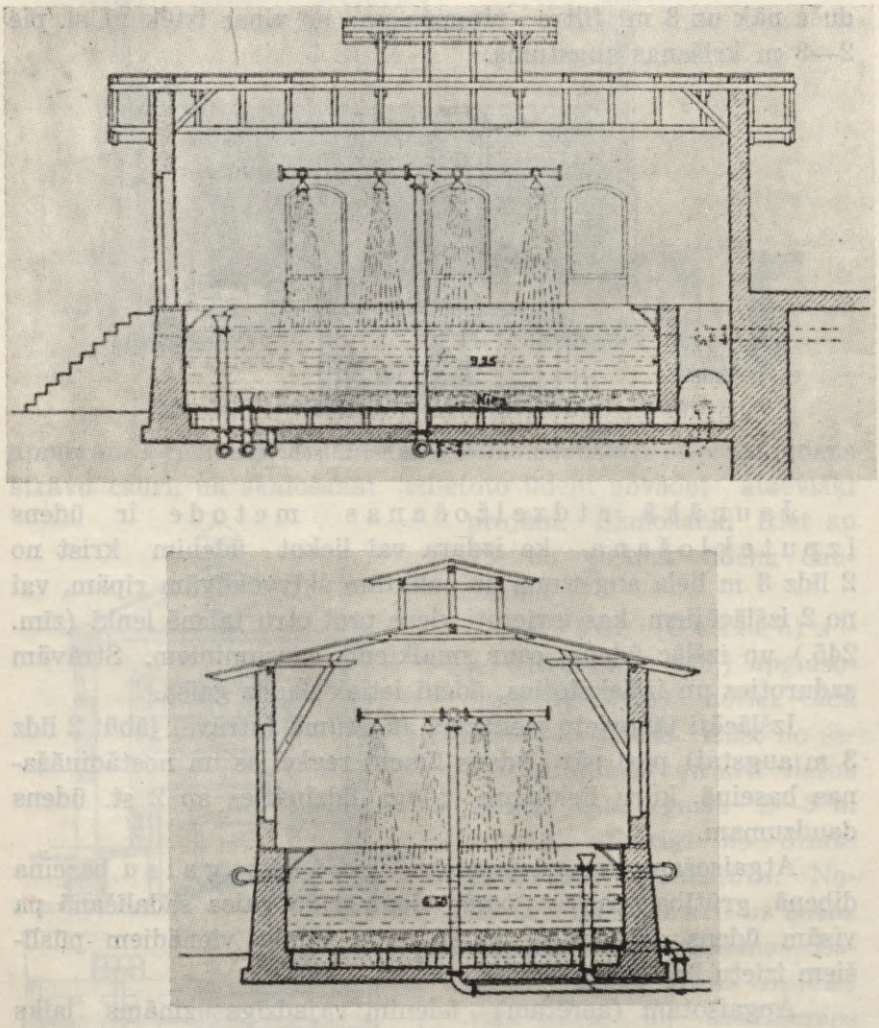
Izšļācēji jānovieto pienācīgā augstumā (strāvai jābūt 2 līdz 3 m augstai) pāri pār ūdens līmeni reakcijas un nostādināšanas baseinā, kuŗu lielumam vajaga līdzināties ap 2 st. ūdens daudzumam.

Atgaisošanu var arī sasniegt, iepūšot gaisu baseina dibenā, grūtības pastāv tomēr vienmērīgā gaisa sadalīšanā pa visām ūdens daļiņām tā, kā lai gaiss pilnīgi vienādiem pūslīšiem izietu līdz ūdens virsai.

Apgaisotam (aerētam) ūdenim vajadzīgs zināms laiks pārslu pilnīgai attīstībai, kā jau minēts, 1 līdz 2 st., atkarīgi no dzelzs daudzuma un rakstura, kas jānoskaidro ar izmēģinājumiem laborātorijā.

Tādēļ pie metodēm, kur kontakta laiks ar gaisu ir īsāks, vajadzīgs vēl sevišķs reakcijas baseins, kas var būt izveidots līdzīgi kā nostādināšanas baseins, pie kam pārslas dzelzs duļķu veidā nogulstas baseina dibenā, no kuŗa viņas jā-

izlaiž. Lai baseinu iztīrīšanu no dzelzs duļķēm atvieglotu, var, p. p., dibenu taisīt piltuvveidīgu, tad duļķu nolaišana būtu iespējama arī zem ūdens. Pie maza dzelzs daudzuma var kā

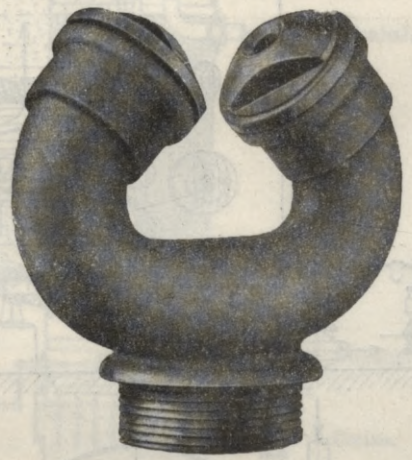


244. zīm. «Oesten» sist. atdzelžošanas ietaise Freienvaldē.

reakcijas telpu uzskatīt ūdens tilpumu virs filtra, tomēr tam jābūt pietiekoši augstam, lai būtu ievērots vismaz 1 stundas reakcijas laiks.

Pēc reakcijas resp. nostādināšanas baseina tomēr vēl ūdenī paliek smalkākās un vieglākās pārslas, kas tad ir jāaiztur

ar filtru. Senāk lietoja šim mērķim lēnfiltrus, ar filtrātrumu 0,5—1 m/st. Jaunlaiku ietaisēs visur pielieto ātrfiltrus ar filtrātrumu līdz 10 m/st. Tāda ietaise rīcībā izrādījusies par ērtāku, jo ātrfiltru tīrīšana resp. skalošana, iespiežot ūdeni no apakšas, ir vienkārša un ātra. Arī labums pie ātrfiltriem redzams vēl tai apstāklī, ka ātrfiltrā pārslas novietojas nevien uz virsas, kā tas ir lēnfiltrā, bet iespiežas arī dziļāk filtrā, tā paplašinot kontaktiedarbību, ar ko var saīsināt reakcijas laiku. Filtrmateriāla graudiņu lielums jānoskaidro arī izmēģinājuma ceļā; parastie lielumi ir 0,5 līdz 1,5 mm. Ja dzelzs izkrīt viegli

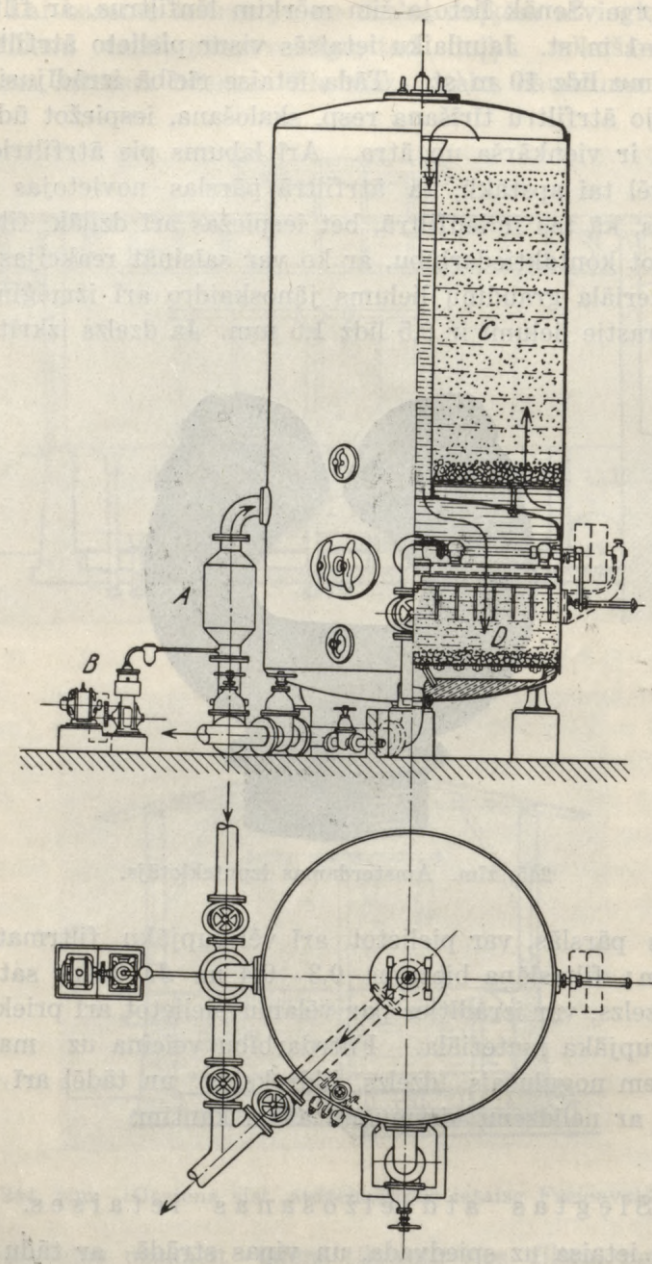


245. zīm. Amsterdamas izputekļotājs.

un lielās pārslās, var pielietot arī vēl rupjāku filtrmateriālu, 1—3 mm; filtrslāņa biezums 0,3—0,4 m. Ja ūdens satur ļoti daudz dzelzs, var izrādīties par vēlamu pielietot arī priekšfiltru no vēl rupjāka materiāla. Filtrdarbību veicina uz materiāla gabaliņiem nogulušais dzelzs hidroksids, un tādēļ arī vēlami gabaliņi ar nelīdzenu virsmu un asām kantīm.

Slēgtas atdzelžošanas ietaises.

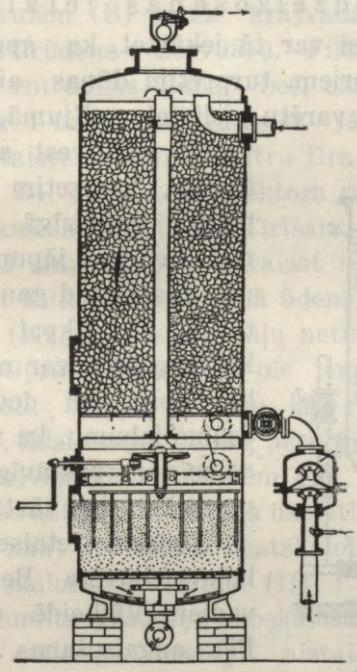
Tās ietaisa uz spiedvada, un viņas strādā ar tādu ūdens spiedienu, kāds spiedvadā ir ietaises vietā. Ietaise (zīm. 246.) sastāv no slēgtiem dzelzs vertikāliem katliem, kuŗos iekārtota aerācija, kontakts, reakcija un filtrācija. Iepriekš ūdens ieteces katlā, viņā iespiež no kompresora gaisu un labākai samai-



A — Maisītājs. C — Kontakttelpa.
B — Kompresors. D — Ātrfiltrs.

246. zīm. Slēgts atdzelžotājs (Bamag-Meguin).

sīšanai laiž caur sajaucēju (zīm. 246. un 247.), kuŗā iebūvētas plāksnes labākai samaisīšanai. Vajadzīgais gaisa daudzums parasti ir 2 līdz 5% no tīrāmā ūdens, un liekais gaiss iziet caur automatisku gaisa ventilu, kas paredzēts katla augšējā galā. Katlā iebūvētā ātrfiltra materiāla rupjums ir 1—3 mm, kas pie maza dzelzs daudzuma tai pašā laikā noder arī kā kontaktmateriāls. Bet ja dzelzs daudzums ir liels, tad iebūvē vēl se-



247. zīm. «Bredas» sist. atdzelžotājs.

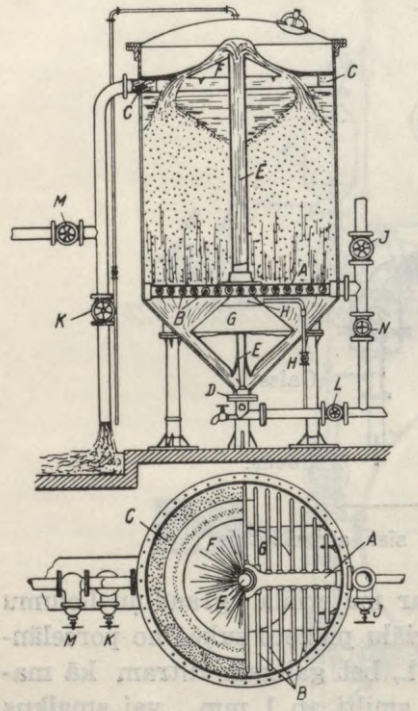
višķu kontaktfiltru (aerātoru) ar materiāla graudiņu lielumu 5 līdz 10 mm. Kā kontaktmateriālu pielieto suķes no porcelānfabrikām, vai rupjus oļus un t. l., bet galigam filtram kā materiālu ņem parasti tīru kvarca smilti ap 1 mm, vai smalkus oļus 2—3 mm. Kā filtrā, tā arī kontaktmateriālā uzkrājas duļķes, no kuŗām tie jāiztīra. To izdara, iespiežot ūdeni pretējā virzienā, pie kam, pēc ātrfiltru parauga, filtra skalošanas veicināšanai, pēdējā vēl iebūvēti grābekļi ar gaŗiem zariem. Skalošanai vajadzīgais ūdens daudzums ir 1 līdz 2% no tīrāmā ūdens daudzuma, un atkarājas no dzelzs sastāva lieluma, tā tad no skalošanas atkārtojumu vajadzības. Pie vidējiem apstākļiem

filtrs būtu jāskalo 1—2 reiz nedēļā, kamēr kontaktfiltrs var strādāt 3 līdz 5 nedēļas bez skalošanas.

Ja dzelzs saturs ļoti liels (vairāk par 6 mg/l), tad ieteicams iepriekš ūdeni tīrīt uz lēnfiltriem, iekām viņš nāk slēgtajā ātrfiltrā. Mazām atdzelžošanas ietaisēm, ar mazu dzelzs saturu ieteic pielietot aktīvo ogļu filtru, kas dod vēl to labumu, ka atņem arī nevēlamu smaku un garšu.

Jauktas atdzelžošanas ietaises.

Atdzelžošanas ietaisi var tā iekārtot, ka apgaisošanu izdara ar vaļējiem aerātoriem, turpretim dūņas aiztur slēgtos ātrfiltros. Tādu metodi varētu pielietot gadījumā, ja aerāciju varētu vēl izvest ar pašteču ietaisēm, turpretim filtriem pietrūktu vajadzīgā spiedaugstuma. Ja ūdens jāpumpē uz tīrīšanas ietaisi, tad gan labāk iekārtot tā, kā tikpat apgaisošana, kā filtrēšana var notikt vaļējos baseinos, kas dod to nenoliedzamo labumu, ka visas ietaises daļas var pastāvīgi redzēt un var sekot viņu kārtīgai darbībai.



248. zīm. «Bollmann» sist. ātrfiltrs.

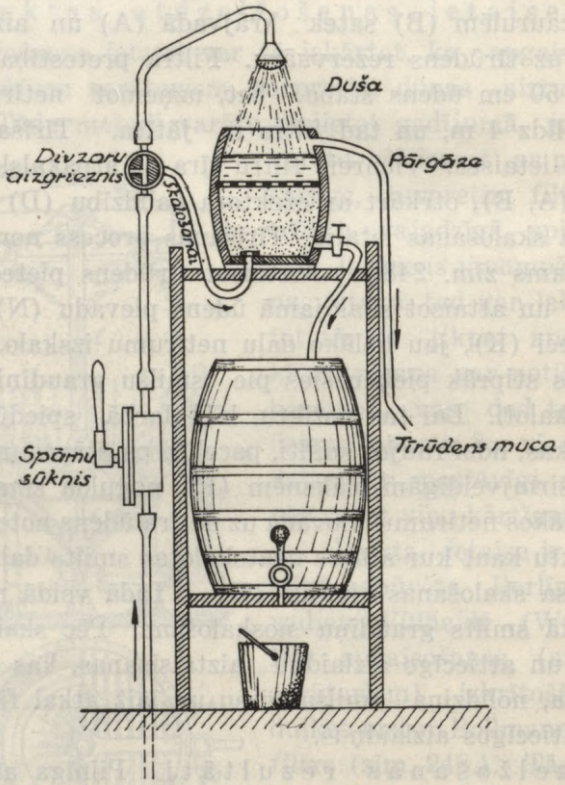
Jaukta ietaise ir jaunākā laikā uzbūvēta Berlīnes ūdensvadiem Vūlheidē (Wuhlheide). Pēc apgaisošanas (ar ķieģeļu aerātoriem) izkrītošās dzelzs duļķes aiztur Bollmann sist. ātrfiltrs (zīm. 248.). Tās sistēmas filtrus ieteic kā sevišķi viegli un pilnīgi iztīrāmus. Filtrs ievietots cilindriskā tērauda rezervuārā, kas apakšā guļ uz stabiem. Filtra aktīvais smilšu slāņa biezums ir 1,5 līdz 2 m. No virsas cilindrs noslēgts ar uz augšu izliektu vāku. Apakšējā daļa, kas atrodas zem drenāžas, izveidota kōniska. Drenāža ietaisīta cilindriskās daļas apakšā un sastāv no viena diametrāli ielikta krājvada (A), pie kuŗa no abām pusēm pievenotas mazākas caurules (B), kas ir ar

maziem, gareniem caurumiem ¾ virsmas aplokā. Apakšējā, kōniskā daļā iebūvētas sevišķas kōniskas virsmas (G) un caur kōnusu un cilindru vidu paceļas pāri pār filtru vertikāla caurule (E). Pāri pār viņas izejas galu ietaisītas širmjveidīgas virsmas (F). Filtra darbība notiek sekojoši. Tīrāmais ūdens (no aizl. M.) ietek virsējās daļas renē (C), kas ietaisīta visapkārt cilindram, un pār kuŗa malām ūdens, nomierinot savu ātrumu, iztek uz filtra virsu. Cauri filtram iztekošais ūdens ar drenāžas caurulēm (B) satek krājvadā (A) un aiztek pa novadu (J) uz tīrūdens rezervuāru. Filtra pretestība tīrā filtrā ir 40 līdz 50 cm ūdens staba, bet, uzņemot netīrumus, viņa palielinās līdz 4 m, un tad filtrs ir jātīra. Tīrīšanai noder 3 kārtīgas ietaises. Vienreiz filtru tīra ar atpakaļskalošanu no drenāžas (A, B), otrkārt ar ežektora palīdzību (D) un beidzot vēl kōnusa skalošanas ietaisi. Tīrīšanas process norit sekojošā ceļā (redzams zīm. 248.). Aiztaisot tīrūdens pieteci (M) un noteci (J) un attaisot skalojamā ūdens pievadu (N) un netīrā ūdens noteci (K), jau lielāko daļu netīrumu izskalo, tomēr netīrumi, kas stiprāk pieķērušies pie smilšu graudiņiem, ar to netiek atskaloti. Lai tas notiktu, laiž darbā spiedūdens ežektoru (L), kas, līdzi raujot smilti, paceļ to pa stāvcauruli (E) un, slīdot pa širmjveidīgām plāksnēm (F), nogulda smagāko smilti, un vieglākos netīrumus novada uz netīrā ūdens noteci (K). Lai arī nepaliktu kaut kur stūŗos neatskalotas smilts daļiņas, iedarbina kōnusa skalošanas ietaisi (H). Tādā veidā nodrošināta vispilnīgākā smilts graudiņu noskalošana. Pēc skalošanas nobeigšanas un attiecīgo aizlaidņu aiztaisīšanas, kas aizņem nedaudz laika, nolīdzina smilšu virsu un laiž atkal filtru darbā, attaisot attiecīgos aizlaidņus.

A t d z e l ž o š a n a s r e z u l t ā t i. Pilnīga atdzelžošana maksātu dārgi un tā parasti arī nav vajadzīga. Praktiski ūdeni var uzskatīt par pietiekoši atdzelžotu, ja viņš uzkrāts lielākā daudzumā vaļējā traukā, neražo nekādas duļķes vai dzelzs nosēdumus. Parasti tas ir tad, ja dzelzs saturs noslīdējis uz 0,2 mg/l, bet praktiski var apmierināties pat ar 0,3 mg/l, parastam patēriņam. Ja kādiem rūpniecības mērķiem vajadzīgs pilnīgi bezdzelžains ūdens, tad tāds jāsagādā ar ķīmisku reaktīvu palīdzību.

M a z a s i e t a i s e s atsevišķu saimniecību vajadzībām konstruē uz tā paša atdzelžošanas principa kā lielās, tikai visa

ietaise vienkāršāka un izbūvējama, tā sakot, māju kārtībā. Visvienkāršākā ietaise, kuŗu var katrā saimniecībā, ja vajadzīgs, ietaisīt, ir t. s. Dunbara muca. Viņa pastāv (zīm. 249.) no mucas 30—40 l tilpuma, kuŗā ievietota 30 cm bieza kārta tīri mazgātas filtrsmilts, rupjumā 1—1,5 mm. Smilts no virsas pārklāta ar 1 mm biezu cinka skārdu ar 2 mm lieliem caurumiem. Apakšējā daļā ietaisīta tīrūdens notece ar aiz-

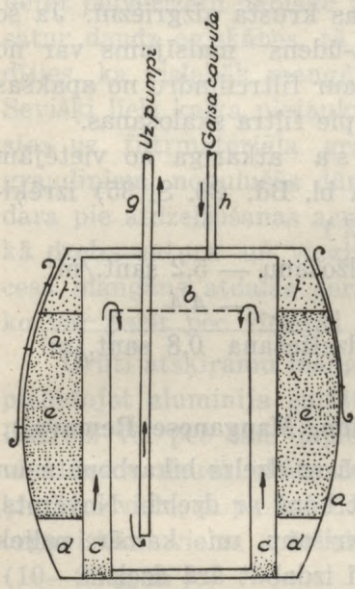


249. zīm. «Dunbara» muca atdzelžošanai.

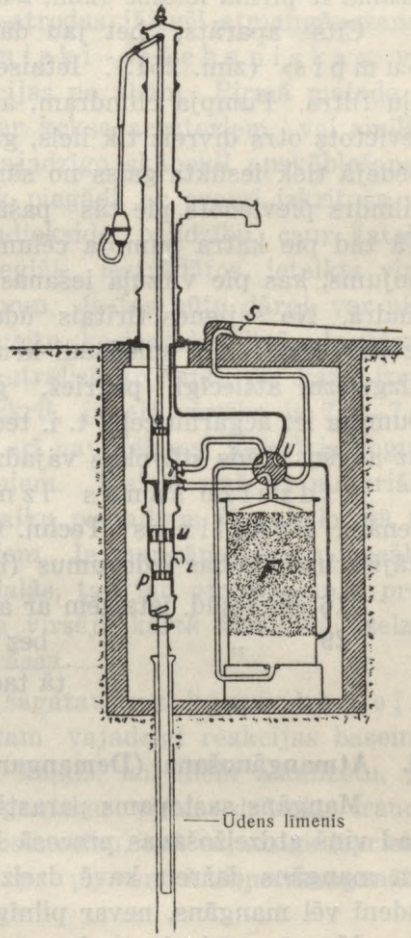
griezni, kas no filtra puses aizsargāta no smilts ietikšanas ar smalku misiņdrāts audumu. Ja ūdeni nepumpē, tad mucu var piepildīt pēc vajadzības vairāk reiz dienā, bet ne vairāk par 8 reizēm, sevišķi, ja ūdens ļoti dzelžains. Ja ūdeni pumpē, tad viņam var likt krist no dušas, no zināma augstuma. Nakti atstāj filtrmucu tukšu ar vaļēju izteces aizgriezni. Filtram jāiestrādājas, kas var vilkties dažas dienas vai pat nedēļas. Ja filtrs piesērē, kas var notikt pēc 2—4 mēn., atkarīgi no dzelzs

daudzuma, tad vajadzīgs skalot ar ūdeni no apakšas, noņemot caurumaino skārdu, pie kam skalošana jāizved tik ilgi, kamēr no pārgāzes vada nesāk iztecēt tīrs ūdens. Zem filtrmucas uzstāda lielāku tīrūdens mucu, lielumā pieskaņotu ūdens patēriņam. Ūdeni no mucas ņem, attaisot aizgriezni, bet nesmeļot ar trauku tieši iz mucas.

Atdzelžošanas mucu var arī ietaisīt ielaižamu akā (zīm. 250.) Ietaise, muca (a) 30—40 l tilpuma, taisīta ar dubultsienām, kuŗu piepilda vidū (e) ar smalku smilti, bet apakšā (d) un augšā (f) ar smalkiem oļiem. Cilindrā (b), kas ievietots mucā, ietaisīts vēl otrs cilindrs, zemāks par ārējo, un pār kuŗa



250. zīm. Atdzelžotājs, ielaižams akā.



251. zīm. Bastardpumpis.

virsējām malām ūdens tek pāri. Ūdens mucā ietek no virsas (muca iegremdēta akā). Pumpējot ūdeni, tas tek caur smilti, filtrējas, tad tek pār iekšējā cilindra virsējo malu un ietiek sūcvadā (g). Sūccaurule noiet gandrīz līdz mucas dibenam, bet gaisa caurule (h) nobeidzas augšpus ūdens līmeņa. Sūcot ar

pumpi, ūdenī tiek iesūkts arī gaiss no gaisa caurules, kas tad sajaucas ar ūdeni un tā veicina atdzelžošanas procesu.

Arī šādu ietaisi var sagatavot mājas kārtībā, bet akā ielaistā muca nestāv zem pastāvīgas acs uzraudzības, un tikai, kad vairs ūdens no pumpja nenāk, var zināt kā filtrs piesērējis, un tad muca jāizvelk un filtrs jāatjauno. Labāk pārredzama ir pirmā ietaise (zīm. 249.).

Cits aparāts, bet jau dārgāks, ir t. s. «Bastard pumpis» (zīm. 251.). Ietaise sastāv no īsta pumpja un no oļu filtra. Pumpja cilindram, ar sūc- un spiedvārstuļiem, pāri ievietots otrs divreiz tik liels, gaisa cilindrs, pie kam pumpējot pēdējā tiek iesūkts gaiss no sānos esošā vārstuļa, jo arī gaisa cilindrs pievienots pie tās pašas virzuļu stangas, kā pumpis. Tā tad pie katra pumpja cēluma rodas ūdens un gaisa savienojums, kas pie virzuļa iešanas uz leju tiek spiests filtra cilindrā. No šejienes tīrītais ūdens pa otru spiedcauruli nonāk izteces vadā. Abi spiedvadi krustojas krusta aizgrieznī. Ja šo aizgriezni attiecīgi pagriež, gaisa-ūdens maisījums var no pumpja iet ačgārnu ceļu, t. i. tecēt caur filtrcilindru no apakšas uz augšu. Tāds stāvoklis vajadzīgs pie filtra skalošanas.

Atdzelžošanas izmaksa atkarīga no vietējām cenām. Sperlings (Techn. Gem. bl. Bd. 26. S. 35) izrēķinājis tīrus rīcības izdevumus (bez %)

16 gruntsūd. ietaisēm ar atdzelžošanu — 5,2 sant./m³
29 „ „ bez „ — 4,4 „
tā tad atdzelžošana 0,8 sant./m³

d. Atmangānošana (Demanganisation, Manganese Removal).

Mangāns sastopams parasti kopā ar dzelzs bikarbonātu un tad viņš atdzelžošanas procesā izkrīt kopā ar dzelzi. Novērots, ka mangāns dažreiz kavē dzelzs izkrišanu, un kamēr paliek ūdenī vēl mangāns, nevar pilnīgi arī izdabūt ārā dzelzi.

Mangāns ūdenī atrodams parasti vai mangānbikarbonātu [$Mn(HCO_3)_2$] vai mangānsulfātu ($MnSO_4$) veidā. No šiem savienojumiem, viņiem hidrauliski saskaldoties, rodas mangānhidroksids [$Mn(OH)_2$], pēc ķīmiskas reakcijas:

$$Mn(HCO_3)_2 + 2\,H_2O = Mn(OH)_2 + 2\,H_2CO_3$$

vai

$$MnSO_4 + 2\,H_2O = Mn(OH)_2 + H_2SO_4.$$

Mangānhidroksids uzņem skābekli vai no ūdens tieši, vai ūdeni aerējot, un pāriet nešķīstošā mangāndioksidā (MnO_2 — pazīstams arī zem nosaukuma pirolusits):

$$Mn(OH)_2 + O = MnO_2 + H_2O$$

Ūdensvada praksē izšķir 2 mangāna veidus: 1) viegli atšķiramu un 2) grūti atšķiramu. Atkarīgi no tā, kādā veidā mangāns ūdenī atrodas jāizvēl atmangānošanas metode. Metodes ir vai ķīmiski-mēchaniskas vai bioloģiskas, vai kombinācijas no abām. Pirmā metode ir līdzīga atdzelžošanas metodei ar koksa aerātoriem vai smilšu filtriem, ar nolūku piegādāt vajadzīgo skābekli apskābļošanai. Izrādījies, ka skābekli vislabāk piegādā ar svaigi izkrituša uz materiāla graudiņiem mangāndioksida palīdzību caur katalitisku iedarbību. Lai filtrs vieglāk iestrādātos, ieteikts viņā ielaist kalijpermanganāta šķīdumu. Ja tas būtu dārgi, var pielietot pulverizētu dabisku pirolusitu, ko ieskalo filtrā. Ja ūdens satur daudz ogļskābes, tā jāneutrālizē ar kaļķi, pie kam izrādījies, ka vislabāk mangāns izkrīt, ja pH vērtība ir 7,4—7,5. Sevišķi liels kaļķa piejaukums arī nav vēlams, jo kaļķis nogulstas uz filtrmateriāla graudiņiem. Visādā ziņā uz materiāla graudiņiem nogulušās dūņas laiku pa laikam jānoskalo, kā to dara pie atdzelžošanas aerātoriem. Ja mangāna saturs mazāks kā dzelzs saturs un viegli atdalās, tad jau atdzelžošanas procesā mangāns atdalās aerātora virsējā kārtā ātrāk kā dzelzs, ko var pazīt pēc violētās nokrāsas.

Grūti atšķiramu mangānu sagatavo uz ķīmiska ceļa, pielietojot aluminija sulfātu, kam vajadzīgi reakcijas baseini. Dažreiz vēl pēc tam jāpiejauc kaļķis, lai ūdeni alkalizētu, ja viņš satur daudz skābju. Organiskas vielas dažreiz traucē ķīmisku vielu, p. p., kaļķūdens iedarbību, tad vajadzīgs iepriekš organiskās vielas pārveidot, p. p., ar kalijpermanganātu (10—20 g/m³).

Atmangānošanai pielieto arī permutitfiltrus. Šim mērķim permutitu sagatavo no natrija ceolīta ar mangānchlorīda palīdzību, pie kam izveidojas vārāmā sāls un mangānpermutits. Tālāk šo mangānpermutitu apstrādā pakāpeniski ar 1-, 2, un 3% kalijpermangānata šķīdumu, tad, mainoties bazēm un mangānam oksīdējoties, izveidojas ļoti augsti vērtējams bagāts ar skābekli apskābļošanas sastāvs (MnO_2), kas

nogulstas uz permutitu, dodams visai masai brūnu nokrāsu. Šim nogulumam ir stipri apskābļojošas īpašības un viņš ir mangānpermutita aktīvā daļa, tā kas atmangāno ūdeni. Iedarbība izbeidzas līdz ar skābekļa iztēriņu, tad mangānpermutits atkal jāreģenerē ar 2—3% kalijpermanganāta šķīdumu. Tāda reģenerācija nemaksājot vairāk par 0,3 sant./m^3 tīrīta ūdens. Atmangānošanai ar permutitu noder vaļēji vai slēgti filtri līdzīgas konstrukcijas, kā atmīkstināšanai pielietotie.

B i o l o ģ i s k ā m e t o d e dibinās uz mangānu uzņemošu organismu darbību. Pēc Volmara metodes, kas vispirms izmēģināta Drēzdenes ūdens apgādes iestādē, pielieto oļu filtrus no 3 mm rupjiem oļiem, kas ievietoti divstāvu baseinos, 1,4 m augstos. Filtros iepilda mangānu uzņemošas baktērijas un algas, it īpaši Crenothrix mangānifera, Clonothrix fusca, Ciderocastra un c. Ūdens tek caur filtru zem spiediena. Pieņem, ka dažu mangānbaktēriju darbība dibinās uz to, ka viņas savu dzelzs saturu apmaina pret mangānu. Kamēr pie ķīmiski-mēchaniskām metodēm atmangānošana notiek virsējos slāņos, bioloģiskos ķermeņos viņa iespiežas daudz dziļāk. Filtra lielumu var pieņemt 1 m^2 katra 25 m^3/st. tīrāmā ūdens. Ja filtrā sakrājas dūņas, viņas jānoskalo ar ūdens iespiešanu no apakšas.

Pēdējā laikā ieteic kā pilnīgai atdzelžošnai, tā arī atmangānošanai ūdeni pārchlorēt ar 3—5 mg/l Cl., tad filtrēt caur smilšu filtru, pirolusitfiltru un beidzot caur aktīvu ogli. Chlōra iedarbību izskaidro ar dzelzs resp. mangāna apskābļošanu ar skābekli, ko chlōrs izspiež iz ūdens.

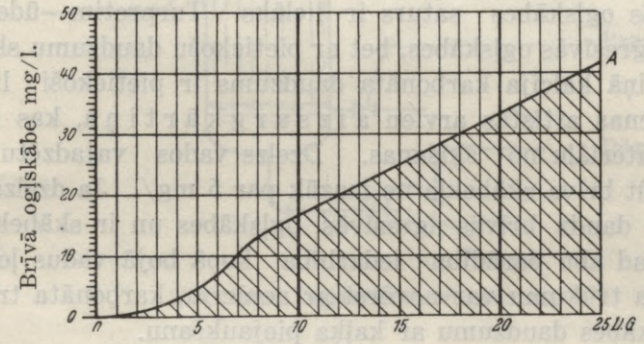
e. Atskābļošana un atgāzēšana.

Kā jau minēts (l. p. 47.), dažas gāzes un skābes ūdenī var būt no ļauna tai ziņā, ka viņas bojā vadu un rezervuāru materiālus, ja viņas atrodas t. s. a g r e s ī v ā v e i d ā. Dzelzs materiāli sarūsē, betona materiāli sadrūp, svins izkūst un var ūdeni padarīt par ļoti lēni darbojošos indi (konstatēts Leipcigā). Tādas ļaunas gāzes resp. skābes galvenā kārtā ir ogļskābe un skābeklis. Skābekli ūdens uzņem no gaisa. Ogļskābe ūdenim piedod patīkamu atspirdzinošu garšu, bet, cik viņa arī nebūtu patīkama dzeramam ūdenim, tomēr agresīvā ogļskābe no ūdens jāatdala. Agresīvās ogļskābes daudzums tā tad zināmā ūdenī ir jānosaka ar analizi. Praktiski ķīmiķi pielieto tādu paņē-

mienu, ka slēgtā pudelē iebeŗ iepriekš nosvērtu pulverizēta marmora daudzumu, uzlej ūdeni un ilgāku laiku (vairāk dienas) pudeles saturu bieži sakrata, beidzot no šķīdinātā marmora daudzuma ūdenī tad var izrēķināt agresīvās ogļskābes daudzumu. Arī svinu šķīdinoša ūdens īpašība ir ar analizi jānosaka. Var to darīt, p. p., tādā ceļā, ka pudelē ar ūdeni ieliek 2 plānus svina skārda gabaliņus un pēc ilgāka laika iedarbošanās ar analizi nosaka svina daudzumu ūdenī. Vai arī šaurā svina caurulē tur ūdeni zem spiediena un otrā dienā nosaka ar analizi svina daudzumu.

Slēdzienus attiecīgi uz ogļskābi var iegūt, zinot ūdens cietību un pH lielumu. Šīs atkarības pētot atrasts, ka ūdens var būt agresīvs, tā tad jāatskābļo, ja (v. gr. = vācu gradi)

pie karbonātcietības:	pH lielums mazāks par:
0—3 v. gr.	8,0
3—4 „ „	7,9
4—5 „ „	7,8
5—6 „ „	7,7
6—7 „ „	7,6
vairāk par 7 „ „	7,5—7,4



252. zīm. Agresīvitātes robežas noteikšana.

Arī no sekojošas diagrammas (zīm. 252.) var viegli nolasīt, kad zināms ūdens ir agresīvs, tā tad jāatskābļo. Diagramma sastādīta ar karbonātcietību vācu grados uz abscises un brīvo ogļskābi mg/l uz ordinantes ass. Ievilkta līkne ir robeža, zem kuŗas svītrotā laukumā atrodošies lielumi neprasa atskābļošanu. Tā tad, ja, p. p., ūdenim ir karbonātcietība 20 v. gr., bet brīvās

ogļskābes (kā agresīvās, tā neagresīvās) ir 25 mg/l, tad tāds ūdens nešķīdina ne dzelzi, ne ogļskābu kaļķi, ne betonu. Ja turpetim 20 v. gr. cietā ūdenī brīvās ogļskābes būs 40 mg/l, tad tāds ūdens ir jāatskābļo, ja grib atbrīvoties no tiem ļaunumiem, ko sagādā agresīvā ogļskābe.

Agresīvitātes apsvēršanai jāņem vērā arī *šķīdošais skābeklis*. Ja agresīvā ūdenī ir daudz skābekļa, tad attīstās atsevišķi rūsas bumbuļi, pie vidēja skābekļa daudzuma ceļas duļķainums, bet, ja skābeklis iztrūkst, dzelzs tiek vienkārši šķīdināta un tikai vēlāk, ūdenim nemainīgi stāvot, ogļskābe izgaiso, un tad rodas dzelzs hidroksida pārslas. Ja pH vērtība ir 7,6 līdz 8,0, tad skābekļa iedarbība un tā tad dzelzs šķīdināšana ir tik maza, ka praktiski to var neņemt vērā. Bet jo mazāka ir pH vērtība, jo ievērojamāks paliek skābekļa iespaids uz vadu, armātūru un ūdensmērītāju, kā arī veļas bojājumiem. Skābeklis veicina arī svina šķīdināšanu, skābos ūdeņos un sevišķi tādos ar mazu karbonātcietību. *Mīksts ūdens šķīdina gandrīz arvien svinu, un it sevišķi, ja viņā ir gaisa skābeklis un agresīvā ogļskābe.*

Ja skābeklis iztrūkst, ūdens svinu nešķīdina, pat ja viņa agresīvās ogļskābes saturs ir lielāks. Turpretim ūdenī bez brīvās agresīvās ogļskābes, bet ar pietiekošu daudzumu skābekļa un ja viņā kalcija karbonāta daudzums ir pietiekoši liels, uz vadu sienas attīstās arvien *aizsargkārtiņa*, kas izsargā vada materiālu no šķīšanas. Dzelzs vados vajadzētu tādēļ ūdenī būt brīva skābekļa ne mazāk par 5 mg/l. Ja dzelzs vados ūdenī ir daudz brīvās agresīvās ogļskābes un ir skābekļa trūkums, tad abu parādību iedarbība kopā bojā vadus ļoti ātri. Skābekļa trūkumu var novērst ar aerāciju, karbonāta trūkumu un ogļskābes daudzumu ar kaļķa piejaukšanu.

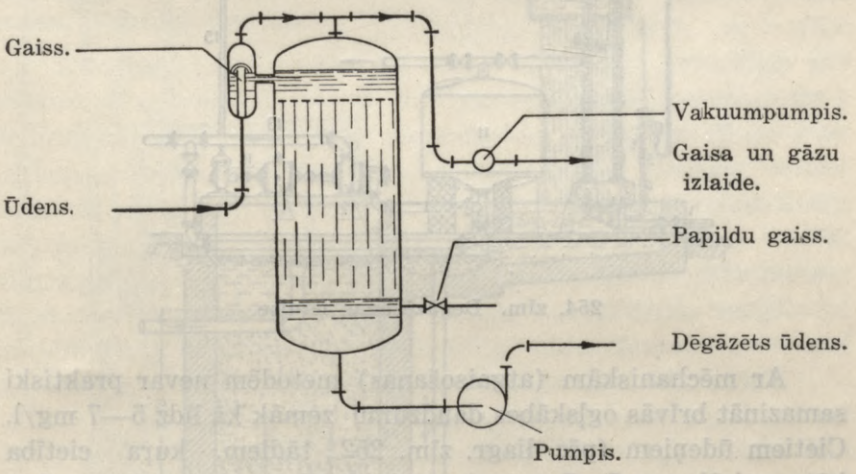
Ņemot vērā norādītos apstākļus, jāizvēl atskābļošanas metode. Tās var būt vai *mēchaniskas* vai *ķīmiskas*.

1. *Mēchaniskā atskābļošana* notiek ar aerāciju (l. p. 357.), vai ūdenim ļaujot krist caur gaisu tieši, vai atsitoties pret ripām, vai ar Amsterdamas izputekļotājiem, vai laižot ūdenim tecēt caur koksu, ķieģeļu uzkrāvumiem un t. t. — ar paņēmieniem, kas jau pazīstami. Jāmin, ka nolīšana caur gaisu prasa lielus laukumus, jo uz 1 m^2 var likt nolīt 6—10 l/sek. Arī jāgādā par labu gaisa cirkulāciju, tomēr jā-

uzmanās, lai pie ļoti stipras aerācijas neizdzītu nevien agresīvo ogļskābi, bet arī neagresīvo, kas tad veicinātu bikarbonāta izkrišanu un ūdens būtu duļķains.

Gaisa iepūšana ūdenī vēl maz pielietots paņēmiens, jo vajadzīgs liels gaisa daudzums, un metode iznāk dārga. Bet ar gaisa iepūšanu aiztaupa ūdens pacelšanu un tas var nākt metodei par labu, sevišķi, ja jāietaupa novietnes laukuma lielums pumpētavas un aerācijas ietaisēs. Gaisu iepūš ar tādām pat ietaisēm, ko pielieto notekūdens tīrīšanas praksē ar aktīvēto dūņu metodi. Gaisu iespiež ar kompresoru, un sadalīšana notiek rezervuāra dibenā ar šobrīd par vislabāku atzīto metodi, spiežot gaisu caur porainām filtrplātnēm.

Gāzu izvilkšana ar vakuumu ir jau sen pazīstams paņēmiens, bet ūdensvadu praksē lielākā mērā pielietot viņu nāktos grūti, jo ekspluatācija izmaksā dārgi. Meto-

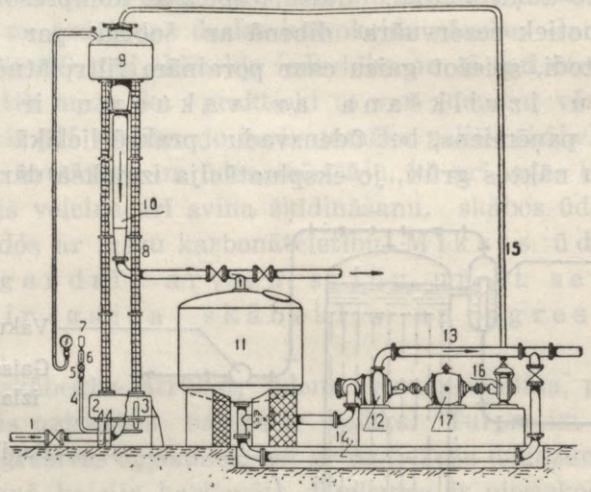


253. zīm. Degāzēšana vakuumā.

des būtība ir tā, ka ūdenim liek izlīt rezervuārā, kura gaisu izpumpējot sagādā zināmu vakuumu. Labākai sadalīšanai liek ūdenim līt tādā evakuētā, slēgtā katlā (zīm. 253.) caur sietu. Katlā uztur gaisa spiedienu zemāku par atmosfērisko ar gaisa pumpja palīdzību. Uz tā paša principa pamata konstruēts no vācu sanitārietaišu S-b aparāts (zīm. 254.). Tādā aparātā ūdens nonāk vispirms sadalītājā (2), kur viņam piejauc zināmu nomērītu daudzumu (6) tīra filtrēta (7) gaisa. Lai gaiss ar ūdeni labi sajauktos, maisījumu laiž caur sevišķām viļņveidīgām

caurulēm (8) un novada katlā (9), kuŗā attīstās liels vakuums, un no kuŗa tad atdalījušās gāzes (ogļskābe) nosūc ar sevišķu gaisa pumpi (16). No gāzēm atbrīvots ūdens nonāk pa cauruļu vadu (10) ātrā spiedfiltrā (11), no kurienes jau iztek tīrs ūdens, ko novada uz tīrūdens rezervuāru.

Pielietojot vakuuma aparātus, jāuzmanās, lai skābekļa daudzums ūdenī nenokristu zem 3 mg/l, jo tad varētu atkal ūdenī attīstīties dzelzs.



254. zīm. Degāzēšanas ietaise.

Ar mēchaniskām (atgaisošanas) metodēm nevar praktiski samazināt brīvās ogļskābes daudzumu zemāk kā līdz 5—7 mg/l. Cietiem ūdeņiem (pēc diagr. zīm. 252., tādiem, kuŗa cietība būtu vairāk par 5—7 v. gr.) tāds daudzums paciešams, bet mīkstiem ūdeņiem varētu paliekošā ogļskābe vēl paturēt agresīvās īpašības un tādu ūdeni vajadzētu vēl tālāk atskābļot.

Ja ūdens bez atskābļošanas ir arī vēl jāatdzelžo vai jāatmangāno, tad metodu pielietošana jāsaskaņo. Ja ūdens ir jāatdzelžo, tad viņš ir arī jāatskābļo, jo citādi var ūdenī atkal sarasties dzelzs.

2. Ķīmiskā atskābļošana. Lai saistītu ķīmiski ogļskābi, ūdeni laiž vai caur marmora, vai magnēzita filtriem, vai piejauc ūdenim kodīgo natriju, sodu vai kaļķūdeni. Ķīmisku iedarbību var raksturot ar formulām:

a) pielietojot marmoru ogļskābes saistīšanai:

$$CO_2 + CaCO_3 + H_2O = Ca(HCO_3)_2$$

b) ar kaļķi:

$$2\,CO_2 + CaO + H_2O = Ca(HCO_3)_2$$

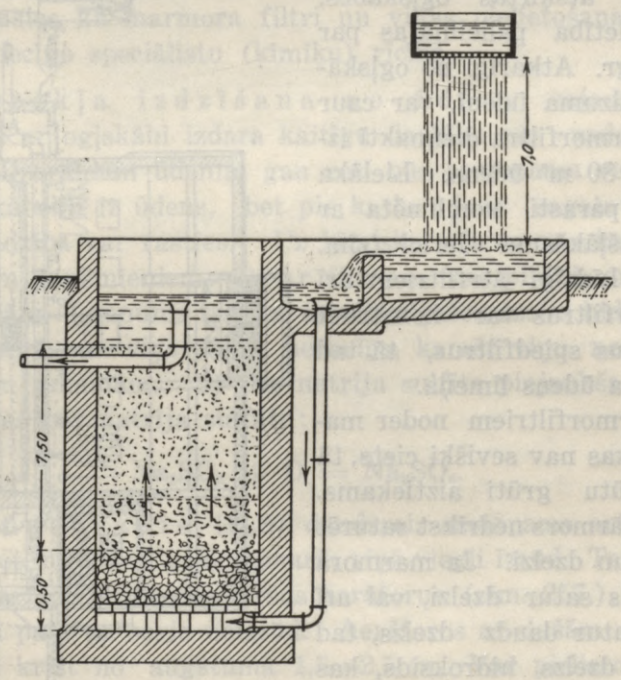
c) ar sodu:

$$CO_2 + Na_2CO_3 + H_2O = 2\,(NaHCO_3)$$

d) ar kodīgo natriju:

$$CO_2 + NaOH = NaHCO_3$$

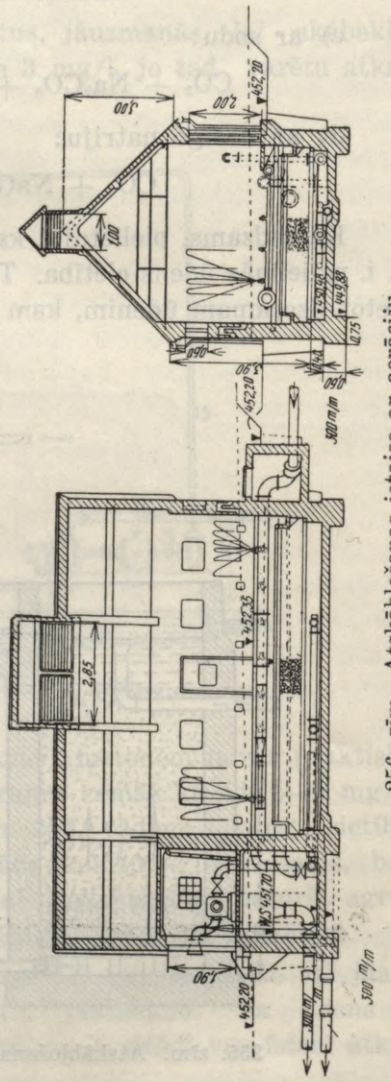
Kā redzams, pielietojot kaļķi attīstās kalcija bikarobonāts, t. i. palielinās ūdens cietība. Tā tad metodi var ar sekmēm pielietot dzeramam ūdenim, kam lielāka cietība nenāk par ļaunu.



255. zīm. Atskābļošanas schēma Frankfurt a/M.

Mazgājamam un katlu ūdenim palielināta cietība nav vēlama. Bet no otras puses, ogļskābes saistība ar ķīmikāliju piejaukumiem, ir lēts un ērts paņēmiens un neprasa lielas ietaises. Praktiski visvairāk izmēģināta un pielietota metode ir ar

marmora filtriem. Filtrus uzber no 3—8 mm rupjiem marmora gabaliņiem, 60 līdz 150 cm augstu, pie kam zem šīs filtrkārtas ir pabalsta slānis 30 cm no rupjākiem marmora gabaliņiem, rieksta lielumā. Iepriekš aerētais ūdens (zīm. 255.) tek caur filtru, pie mazākām ietaisēm no apakšas, kamēr pie lielākām tāpat kā citiem filtriem, no augšas. Ja filtrs darbojies ilgāku laiku, 1 līdz 3 mēnešiem, viņu izirdina un atdūņo, spiežot cauri no apakšas gaisu ar ūdeni. Marmora patēriņu rēķina ap 0,8 g uz katru 1 g brīvās ogļskābes ūdenī. Uz katriem 10 mg/l atšķirtās ogļskābes, ūdens cietība palielinājas par 1,27 v. gr. Atkarīgi no ogļskābes daudzuma ūdenī, var caur 1 m^2 marmorfiltra diennaktī izlaist ap 80 m^3 ūdens. Lielāka ietaise parasti kombinēta ar ūdens izšļākšanas ierīci (zīm. 256.). Līdzīgi ātrfiltriem arī maromorfiltrus var konstruēt kā slēgtus spiedfiltrus, tā tad bez brīva ūdens līmeņa.



256. zīm. Atskābļošanas ietaise ar aerāciju.

Marmorfiltriem noder materiāls, kas nav sevišķi ciets, tā tad nebūtu grūti aiztiekams. Tālāk marmors nedrīkst saturēt arsēnu un dzelzi. Ja marmora materiāls satur dzelzi, vai arī ūdens satur daudz dzelzs, tad attīstās dzelzs hidroksids, kas apklāj materiāla gabaliņu virsmas un padara viņu nederīgu. No tā seko, ka dzelzi saturošs ūdens iepriekš jāatdzelžo. Spiediena zaudējums, ūdenim ejot caur filtru, nav liels, ap 20 cm. Kontakta laiks ar marmoru vajadzīgs 40—60 min. ilgs, atkarīgi no agresīvās ogļskābes satura un no vēlamās atskābļošanas.

Ar to var izrēķināt filtrātrumu, kas var būt robežās no 1 līdz 5 m/stundā, un filtra lielumu. Ļoti daudz arī atkarājas no ūdens temperātūras un, p. p., pie 20°C darbība ir 3 reiz lielāka kā pie 6°C.

Marmorfiltri ieteicami mīkstiem ūdeņiem (mazāk par 6 v. gr.) un tādiem, kas nesatur daudz dzelzs un organisku vielu.

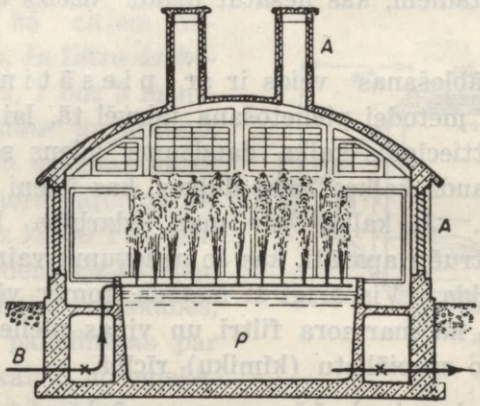
Cits atskābļošanas veids ir ar p i e s ā t i n ā t u k a ļ ķ ū d e n i. Šai metodei pielietošana jāizvēl tā, lai automatiski pieskaņotos attiecīgais kaļķa daudzums ūdens sastāvam. Ja piejauc par daudz kaļķa, ceļas duļķes, kas ūdeni dzeršanai padara nederīgu. Ja kaļķa par maz, iedarbība būs nepietiekoša. Ir konstruēti aparāti, kas šo uzdevumu vairāk vai mazāk pietiekoši izpilda. Vispārīgi šī metode tomēr vēl nav tā nostabilizējusies kā marmora filtri un viņas pielietošanai jāatrodas attiecīgo speciālistu (ķīmiķu) rīcībā.

S k ā b e k ļ a i z d z ī š a n a n o ū d e n s vajadzīga, ja viņš kopā ar ogļskābi izdara kaitīgu darbību pie vadu materiāliem. Dzeramam ūdenim gan reti būs sastopama vajadzība izņemt skābekli iz ūdens, bet pie katlu ūdens sagatavošanas tāda vajadzība var rasties. Uz ķīmiska ceļa to var izdarīt ar sekojošiem paņēmieniem: a) Ar filtriem, kas pildīti ar dzelzs vīļu skaidām. Ļaunums tas, ka ar attīstījušos dzelzs hidroksidu filtrs piesērē, un viņš paliek nederīgs, kamēr viņu neatjauno ar jaunām skaidām. b) Ar natrija sulfīta piejaukšanu, kas apskābļojas par natrija sulfātu:

$$Na_2SO_3 + O = Na_2SO_4.$$

S ē r ū d e ņ r a d i s (H_2S) daudzreiz sastopams arteziskos ūdeņos, bet, nākot ar gaisu sakarā, viņš viegli izzūd. Tam mērķim var arī pielietot vienkāršus aerātorus (zīm. 257.), ja sērūdeņradis pats no sevis neizzūd. Aerātoros ar dušām ūdenim vajadzīgs krist no augstuma 1,5—2,5 m. Var pielietot vienkārši caurumainas caurules d = 50—75 mm, kas noliktas 0,3—0,5 m attālumā, ar caurumiem 4—6 mm, 0,15— 0,20 m attālumā. Aerātoru ievieto ēkā, kas stipri vēdināma. Bet tādu vienkāršu metodi var pielietot tikai, ja sērūdeņraža maz, 5—15 mg/l. Ja sērūdeņraža daudz, tad jāpielieto ķīmiski līdzekļi, p. p., chlōrs vai kalija permanganāts.

Beidzot vēl jānorāda, ka daudzreiz ūdensvadu čuguna un dzelzs caurules var no ogļskābes ļaunā iespaida izsargāt, viņas pārklājot ar pretrūsas līdzekļiem. Tādi ir, laba vairākkārtīga asfaltēšana vai pārklāšana ar Siderostēnu, Inertolu un citiem, gan patentētiem, līdzekļiem.



257. zīm. Aerātors sērūdeņraža izdzīšanai.

26. Ūdens dezinfekcija.

Atkarīgi no ūdens avota, ūdenī atrodam vairāk vai mazāk baktēriju. Vismazāk baktēriju ir labā gruntsūdenī, kur viņu skaits var būt tikai ļoti neliels. Gruntsūdenī, kas ņemts iz lielāka dziļuma, un arteziskā ūdenī baktērijas varētu ietikt tikai uz nejauša ceļa. Tādiem ūdeņiem dezinfekcija nevar būt vajadzīga. Turpretim virszemes ūdeņos, upēs un ezeros, baktērijas un to starpā patogēnās baktērijas, var viegli ietikt, un to skaits var būt liels. Ar tīrīšanas paņēmieniem, filtrēšanu, baktēriju skaits gan samazinās, tomēr viņu, pat pēc visrūpīgākās filtrēšanas, var vēl palikt daži desmiti, un to starpā var atrasties arī patogēnās baktērijas. Sevišķas aizdomas varētu rasties epidēmiju laikā: dizenterijas, tīfa, choleras. Tāpat arī mākslīgie gruntsūdeņi, ko sagādā no akām upes tuvumā, ūdenim filtrējoties iz upes; arī te sevišķi pa lielūdens laiku akā var ietikt baktērijas, to starpā patogēnās. Lai būtu pārliecība, ka ūdens patiešām ir nevainojams, nedrīkstētu viņā baktēriju skaits būt lielāks par 10 līdz 100/cm³. Ja ceļas šaubas, ka ūdens var būt inficēts ar patogēnām baktērijām, viņš ir jā-

dezinficē. Tā tad redzams, ka ūdenim vajaga atrasties arvien zem lietpratīgas kontroles. Visu baktēriju nonāvēšanu, kā zināms, sauc par sterilizāciju, turpretim ar dezinfekciju iznīcina galvenā kārtā visas patogēnās baktērijas. Praktiski necenšas panākt pilnu sterilizāciju, bet gan var būt vajadzīga dezinfekcija.

Jāatgādinas, ka dezinfekcijas paņēmieniem nav uzdevums ūdeni iztīrīt, un mēchanisko un ķīmisko ūdens sastāvu uzlabot, bet galvenais nolūks ir tikai padarīt baktērijas nekaitīgas. Ūdens uzlabošanas ziņā pat dažreiz ar dezinfekciju var būt otrāds panākums. Tā, p. p., ūdeni dezinficējot ar lielu daudzumu chlōra, ūdens iegūst nepatīkamu garšu un smaku. Jāpiegriež vērība arī tam apstāklim, ka dezinfekcijai vajadzīgi sarežģīti aparāti, un ja tie nefunkcionē kārtīgi vai pat apstājas, var celties ļoti nevēlamas sekas. Tā, p. p., Milwaukee p., 1916. g., bijusi vajadzība pārtraukt chlōrēšanu tikai 8 stundas, pie stipri netīra ūdens. Kā konstatēts, sekas no tā bijušas tādas kā 50.000—60.000 cilvēku saslimuši ar vēdera slimībām, 400—500 ar tīfu un bijuši 40—50 nāves gadījumi.

Ūdens dezinfekcijas metodes ir jaunlaiku atradums. Metodes dibinātas pa daļai uz fizikāliem, pa daļai uz ķīmiskiem paņēmieniem. Pie fizikālām metodēm pieskaitāmas: novārīšana un ultraviolētie stari, bet pie ķīmiskām — chlōrēšana, ozonēšana, kaļķošana un c.

a. Novārīšana.

Ūdeni vārot 30 min. ilgi, pēc uzvārīšanās, var domāt, ka visas baktērijas nobeidzas. Bet patogēnu baktēriju nonāvēšanai pietiek arī īsāks vārīšanas laiks, un pat uzskata par pietiekošu, ja ūdeni tur 10—15 min. uzsildītu līdz 75°C. Šādu dezinfekcijas līdzekli var tomēr pielietot tikai mājsaimniecībā, ja jālieto apšaubāms ūdens. Tikai arī te ļaunums tas, ka ūdens, no kuŗa vārot izdzītas visas gāzes, arī gaiss, nav garšīgs, un, lai viņu padarītu garšīgāku baudīšanai, jāpieliek dažādas garšas vielas: augļu sula, tēja, citrons, vīns un t. t., vai jāiepumpē ogļskābe. Vēl jāņem vērā, ka vārīts ūdens uzņem ļoti kārīgi gaisu, un tādā ceļā viņā var ietikt arī baktērijas, ja gaiss nav tīrs. Lielākā mērogā, pilsētu apgādē ar ūdeni, šāda metode nav pielietojama, jo viņa prasītu dārgus

vārīšanas un dzesināšanas aparātus un ekspluatācijas izdevumus. Tas pats sakāms arī par destillētu ūdeni, jo tam ir tādas pat īpašības kā vārītam ūdenim. Destillētu ūdeni sagādāja senāk Baku p., un pie viņa jāķeŗas daudzreiz uz kuģiem.

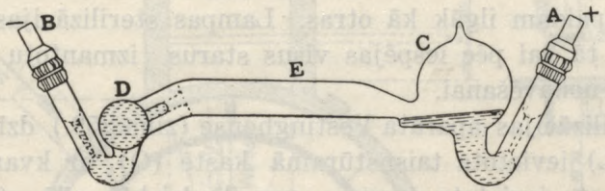
Ūdens atdzesināšana līdz ļoti zemai temperātūrai dezinfekcijas ziņā nedod nekādus praktiskus panākumus. Ir konstatēts, ka tīfa un choleras dīgli var pat ledū uzturēties dzīvības spējīgi vismaz vairākus mēnešus.

b. Ultrāviolētie stari.

Kā zināms, ar elektrisku dzirksteli dabūjam nevien tos parasti izteiktos 7 starus, ko uzrāda saules spektrs, no sarkaniem līdz violētiem, bet arī vēl citus, kas ieņem vietu aiz sarkaniem un tāpat arī aiz violētiem malu stariem. Pirmie ir ultrāsarkanie, otrie ulrāviolētie stari. Ultrāsarkanie stari ir silti stari un apskatamā jautājumā viņi nespēlē lomu. Turpretim ultrāviolētiem stariem ir ļoti stipras ķīmiskas īpašības un viņi spēj nonāvēt īsā laikā, dažās sekundēs, nevien baktērijas, bet arī spores, kas citiem līdzekļiem grūti sasniedzams. Domā, ka šie stari rada organismā sevišķas ķīmiskas pārmaiņas, no kā protoplazmas šūniņa zaudē savu dzīvības spēju. Kas attiecas uz spektra redzamo staru viļņa gaŗumu, tad, kā zināms, visīsakie violētie stari redzami līdz viļņu gaŗumam 410$\mu\mu$[1]) un visgaŗākie redzamie sarkanie stari 810$\mu\mu$. Ultrāviolētiem stariem ir viļņu gaŗums 400 līdz 194$\mu\mu$. Baktērijām nāvējošs gaismas spēks sākas jau zilā gaismā ar viļņu gaŗumu 490$\mu\mu$ un ir visspēcīgāks pie 194$\mu\mu$. Arī saules stari satur ultrāviolētus starus, bet viņi nonāk līdz zemes virsai stipri vāji, tā tad sterilizācijai maz noderīgi. Tādēļ sterilizācijai ultrāviolētie stari jāsagādā ar mākslīgiem gaismas avotiem. Tam mērķim visnoderīgākās izrādījušās kvarca lampas, pildītas ar dzīvsudraba tvaikiem, kas strādā ar līdzstrāvu (normāli 220 V., 3,5 A.), izdod vienlīdzīgu gaismu un ir ļoti izturīgas. Parastais stikls absorbē gandrīz pilnīgi ultrāviolētus starus, tā tad viņi stiklam cauri neiziet, un tādēļ jālieto stikla vietā kvarcs. Dzīvsudraba kvarca lampas kon-

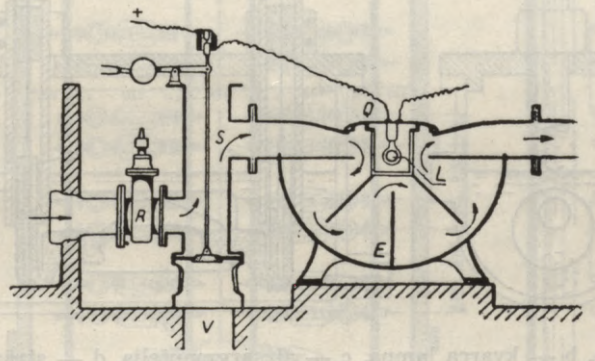
[1]) Ar apzīmi $\mu\mu$ = 0,001 μ = milimikrons; mikrons μ = 0,001 mm.

struētas uz principa, ka dzīvsudraba tvaiki spīd, ja viņiem iet cauri elektriskā strāva retinātā gaisa telpā. Lampa ir caurules vai cilindra veidīga (zīm. 258.), no kausēta kalna kristalla d = ap 15 mm, un 10 cm gaŗa. Caurulītes galos atrodas elektrodi: pozitīvais no dzelzs, negātīvais no dzīvsudraba, kas ievie-



258. zīm. Dzīvsudraba kvarca lampa.

toti mazā paplašinājumā. Lampu iededzina, viņu pagriežot ap horizontālu asi, un galu ar dzīvsudrabu viegli paceļot uz augšu. Tad daļa dzīvsudraba pavedienveidīgi pārlīst uz pozitīvā elektroda pusi, tā ierosinot elektrisku ķēdi. Lampiņu nolaižot pirmatnējā stāvoklī, dzīvsudraba pavediens pārtrūkst un rodas gaismas loks, kuŗā tad daļa dzīvsudraba pārvēršas tvaikos, kas spīd tik ilgi, kamēr strāva netiek pārtraukta.

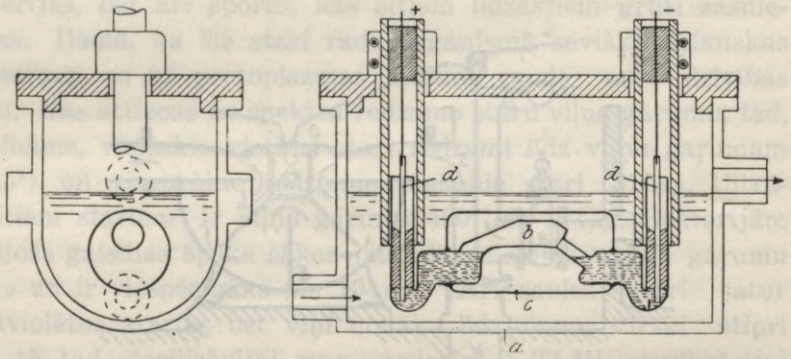


259. zīm. Ultrāviolēto staru aparāts, Vestinghousa.

Dzīvsudraba kvarca lampas konstruētas no daudzām firmām, tā, p. p., Vestinghouse (Parīzē) firmas pēc amer. inž. Kūper Hēvit (Cooper Hewitt) izgudrojuma. Tāpat arī konstruēti attiecīgi sterilizācijas aparāti no dažādām firmām. Nosacījums tādām sterilizācijas ietaisēm ir tas, ka ūdenim jāiet tuvu gaŗām staru avotam plānā kārtā. Izrādījies, ka ultrāvioletie stari spīd ūdenim cauri un nonāvē mikroorganismus

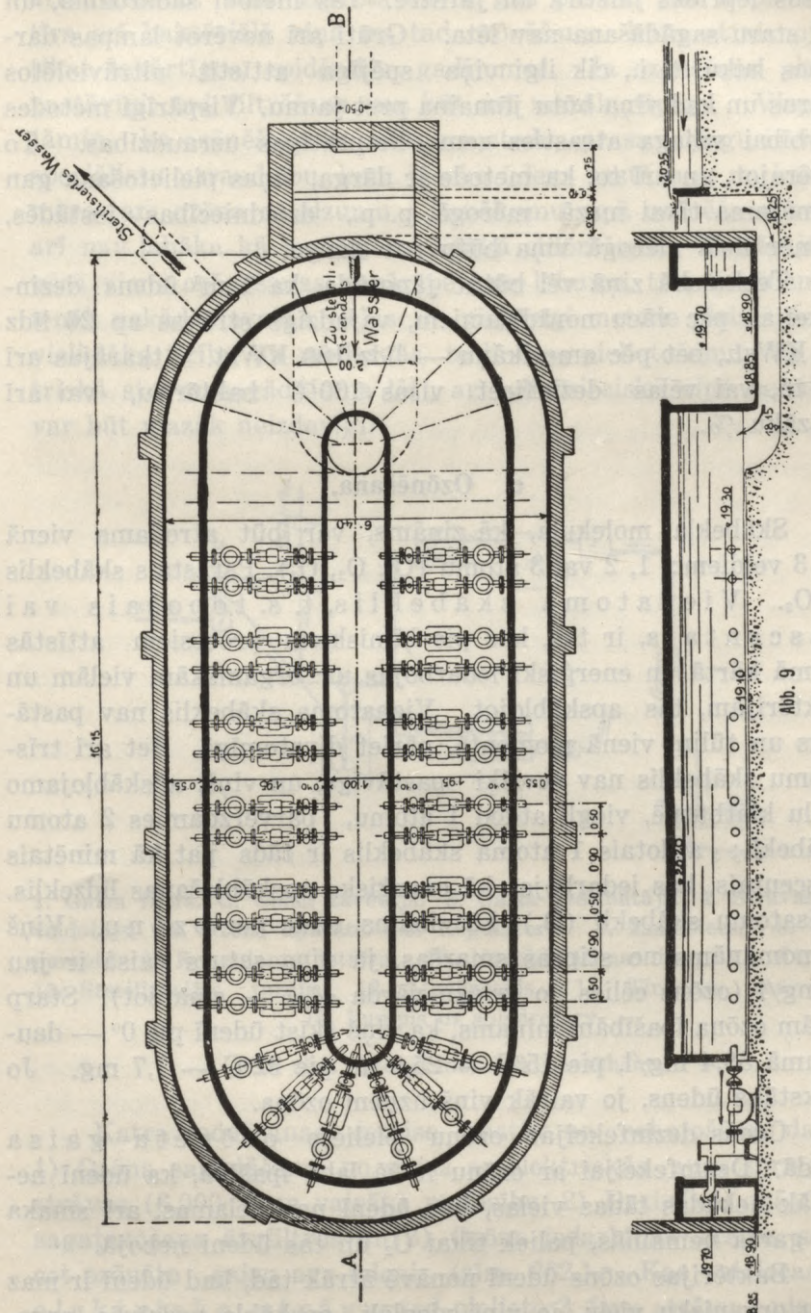
tikai līdz 0,3 m biezā kārtā un arī tad tikai, ja ūdens ir dzidrs, nav duļķains. Kā zināms, vispārīgi staru stiprums ir apgriezti proporcionāls attāluma kvadrātam, un tādēļ sterilizācijas ātrums ir dažādā attālumā no lampas dažāds, un 10 cm attālumā stari baktērijas nonāvē 1 sek., pie kam gan jāmin, ka arī staru iespaids uz dažādām baktēriju sugām ir dažāds: vienas pretojas staru iespaidam ilgāk kā otras. Lampas sterilizācijas aparātā jāievieto tā, lai pēc iespējas visus starus izmantotu mikroorganismu nonāvēšanai.

Sterilizācijas aparāta Vestinghouse (zīm. 259.) dzīvsudraba lampa (L) ievietota taisnstūrainā kastē (Q), ar kvarca sieniņām. Kaste ievietota čuguna puscilindriskā silē (E), ar 3 šķērssienām, no kuŗām 2 pieslienas kvarca kastei, trešā atstāj spraugu. Ūdeni aparātā ielaiž, attaisot aizlaidni (R) un, pateicoties šķērssienām, viņš aparātā labi samaisās, un visām daļiņām ir dota iespēja iet 3 reiz gar kvarca lampu. Lai gadījumā, kad strāva pārtrūkst, neietiktu ūdensvadā nedezinficēts ūdens, ir ietaisīts drošības vārstulis (S), ko tur cieti elektromagnēts, bet kas tāliņ atveŗas, kad strāva apstājas, un ļauj ūdenim notecēt uz kanālizāciju.



a — čaula, b — kvarca lampa, c — aizsargmantelis, d — strāvas pievads.
260. zīm. Aparāts sterilizācijai ar ultrāvioletiem stariem.

Arī citāda veida aparāti konstruēti (zīm. 260.) pieturoties prasībai, lai ūdens ietu plānā kārtā lampai gaŗām un būtu zem staru iespaida 5 līdz 10 sek. Paredzēts tāpat kā Vestinghousa aparātā drošības vārstulis. Lielāka ūdens daudzuma dezinfekcijai, protams, jāpielieto aparāti ar vairākām lampām, apvienotām vienā kopīgā ietaisē. Tāda ietaise ir, p. p., Amienā (zīm. 261.). Viena lampa var dienā iztīrīt līdz 600 m^3 ūdens.



261. zīm. Lielāka sterilizācijas ietaise ar ultravioli. stariem.

Metode, kā minēts, pielietojama tīram ūdenim, tā tad duļķains ūdens iepriekš jāiztīra un jāfiltrē. Tas metodi sadārdzina, un arī staru sagādāšana nav lēta. Grūti arī novērot lampas darbības laiku, t. i., cik ilgi viņa spējīga attīstīt ultrāviolētos starus un kad viņa būtu jāmaina pret jaunu. Vispārīgi metodes darbībai vajaga atrasties zem lietpratīgas uzraudzības. To ievērojot, un arī to, ka metode ir dārga, viņas pielietošana gan domājama tikai mazā mērogā, p. p., dziedniecības iestādēs, kamēr lielā mērogā viņa būtu par dārgu.

Techniskā ziņā vēl būtu jānorāda, ka 1 m^3 ūdens dezinfekcijai, pēc vācu norādījumiem, vajadzīgs strāvas ap 26 līdz 31 KWst., bet pēc amerikāņu — līdz 100 KWst. Atkarājas arī no tā, vai vēlas dezinficēt visas 100% baktēriju, vai arī mazāku %.

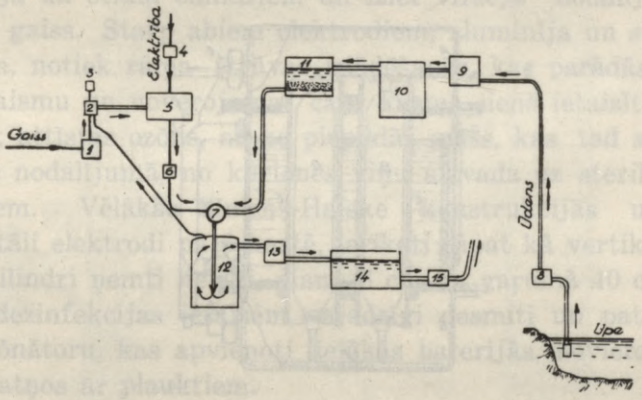
c. Ozōnēšana.

Skābekļa molekula, kā zināms, var būt atrodama vienā no 3 veidiem: 1, 2 vai 3 atomu (O_1, O_2, O_3). Parastais skābeklis ir O_2. Vienatoma skābeklis, t. s. topošais vai nascentais, ir tas, kas pie ķīmiskiem procesiem attīstās pirmā kārtā un enerģiski iedarbojas uz organiskām vielām un baktērijām, tās apskābļojot. Vienatoma skābeklis nav pastāvīgs un tūliņ, vienā momentā, pāriet divatomīgā. Bet arī trīsatomu skābeklis nav sevišķi pastāvīgs, un viņš, apskābļojamo vielu klātbūtnē, viegli atdod 1 atomu, pārvērzdamies 2 atomu skābeklī; atdotais 1 atoma skābeklis ir tāds pat kā minētais nascentais, kas iedarbojas kā enerģisks apskābļošanas līdzeklis. Trīsatomu skābekli (O_3), kā zināms, sauc par ozōnu. Viņš ir nomanāms no stipras smaršas, ja viņa saturs gaisā ir jau 1 mg/l (ozōns cēlies no grieķu vārda $\sigma\zeta\varepsilon\iota\nu$ — smaršot). Starp citām ozōna īpašībām minams, ka viņš šķīst ūdenī pie 0° — daudzumā 39,4 mg/l, pie 15°C — 25,9 un pie 32°C — 7,7 mg. Jo aukstāks ūdens, jo vairāk viņš uzņem ozōna.

Ūdens dezinfekcijai ozōnu pielieto ozōnēta gaisa veidā. Dezinfekcijai ar ozōnu ir tā labā īpašība, ka ūdenī neienāk nekādas tādas vielas, kas ūdenī nav vēlamas, arī smaka un garša nemainās, paliek tikai O_2 un tas ūdeni nebojā.

Baktērijas ozōns ūdenī nonāvē ātrāk tad, kad ūdenī ir maz citu organisku vielu, jo viņš vieglāk apskābļo nedzīvās organiskās vielas un tikai pēc tam baktērijas. Tādēļ ūdens iepriekš

jāsagatavo ar nostādināšanu, pielietojot koagulantu, un tad ar ātrfiltrēšanu. Labi filtrēts ūdens gan parasti jau ir pietiekoši tīrs arī baktēriālā ziņā un tad ozonēšana būtu attaisnojama tikai ārkārtīgos, epidēmiju, gadījumos. Ja ozonēšanu pielieto pastāvīgi, tad filtrēšana var būt arī mazāk rūpīga. Vispārīgi jāmin, ka ozonēšana ir dārga metode, prasa dārgu ierīci un speciālistu uzraudzību, kam jāseko ūdens sastāvam, un kas piemēro tam ozona daudzumu. Panākumu ziņā ozonēšana varbūt arī nav labāka kā ievērojami lētākā chlorēšana. Tomēr jāņem vērā viens ozonēšanas nepārspējams labums, tas, ka ūdenī neienāk nekādas svešas vielas, un vispārīgi metode pielaiž ievērot vislielāko tīrību un modernās technikas pielietošanu. Ja elektriskā strāva sagādājama lēti, arī saimnieciskā ziņā panākumi var būt mazāk neizdevīgi.



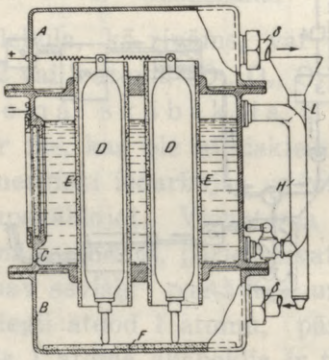
1. Gaisa filtrs. 2. Gaisa žāvētājs. 3. Gaisa dzesinātājs. 4. Strāvas pārveidotājs. 5. Ozona aparāts. 6. Rēgulātors. 7. Emulsiers. 8. Ūdens pumpis. 9. Koagulanta ietaise. 10. Nostādināšanas bas. 11. Ātrfiltrs. 12. Sterilizācijas tornis. 13. Atozonētājs. 14. Tīrūdens rezervuārs. 15. Pumpis uz spiedrezerv.

262. zīm. Ozonēšanas ietaises schēma.

Katra ozonēšanas ietaise sastāv no sekojošām daļām: 1) Ozona sagādāšana no gaisa ar elektriskās augstsprieguma strāvas (6.000 V un vairāk) palīdzību. 2) Dezinficējamā ūdens sagatavošana ātrfiltros un 3) Ozona iedarbības ietaise, sajaucot ozonēto gaisu ar ūdeni (zīm. 262.). Kas attiecas uz elektrisko strāvu, tad pielieto 3 fazu strāvu, pie kam novērots, ka ar augstāku periodu skaitu palielinās ozona attī-

stīšanās; pienākošā strāva jāpārveido vajadzīgam spriegumam (4). Gaiss vēl sevišķi jāsagatavo. Vispirms jāiztīra no putekļiem, sodrējiem un t. l. (1). Tālāk novērots, ka ļoti mitrā gaisā ozōns attīstās sliktāk kā sausākā. Tādēļ gaisu laiž caur sevišķu žāvētāju (2), kas sastāv no kolonnām ar chlōrisko kalciju, vai caur saldētavas refrižerātoru, kur mitrums atdalās sasalstot. Arī gaisa temperātūra ir no svara ozōna attīstībai, un vēlama pēc iespējas zemāka temperātūra, ko sasniedz ar to pašu saldējamo mašīnu palīdzību, ar ko nodalīja mitrumu (3). Tā kā ozōnātorā no elektriskās izlādēšanās rodas siltums, tad te aparāts jādzesina ar aukstu ūdeni, kā tas būs redzams no aparātu apraksta.

Ozōnu, kā minēts, sagādā uz elektriska ceļa un proti, ar rāmu elektricitātes izlādēšanos gaisā (ar zilganu gaismu), starp



A — vāks, B — dibens daļa, D — ozōncilindri, E — stikla cilindri. F — izolējoša stikla plātne, H — dzesināmā ūdens notece, L — dzesināmā ūdens pietece, d — ozōnvadi.

263. zīm. Ozōnātors, sist. Simens-Halske.

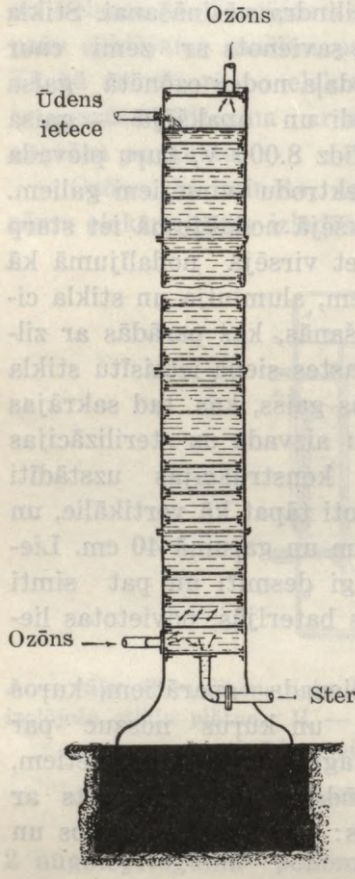
2 augstsprieguma poliem. Aparāti ozōna sagādāšanai konstruēti no daudz elektriskām firmām. Aparātu sistēmas atšķiras galvenā kārtā no elektrodu izvēles, un kā tādus pielieto stiklu un metallu, vai stiklu un stiklu, vai metallu un metallu. Sistēmas atšķiras arī ar sprieguma lielumu un konstruktīviem sīkumiem. Pazīstamākās sistēmas ir: Sīmens-Halske, Sīmens-Otto, Sīmens de Frize, un Otto-Abraham-Marmjē (Marmier), pie kam jāpiezīmē, ka pēdējā laikā visu sistēmu patentes apvienotas vienās rokās «Ozōna sabiedrības Berlīnē». Ar ozōnā-

toru principu var iepazīties no firmas Sīmens (Siemens) un Halske ozōna aparāta. Viens elements (zīm. 263.) sastāv no galos cieta aluminija cilindra (D), kas ietverts galos vaļējā stikla cilindrā (d = 6 cm, gaŗ. 20 cm) (E). Aluminija elektrods (D), kā + (pozitīvais) elektrods, uzstādīts apakšā uz izolējošas stikla plātnes (F). Tādi 6 līdz 8 ozōna cauruļu elementi iebūvēti čuguna kastē, kas sadalīta 3 nodaļās. Vidējā nodaļā atrodas ūdens stikla cilindra vēsināšanai. Stikla cilindrs ir — (negātīvais) pols un savienots ar zemi caur ūdeni un čuguna kasti. Augšējā nodaļa noder ozōnētā gaisa uzņemšanai, vidējā ievietoti elektrodi un apakšējā — gaisa pievadīšanai. Darba strāva ir 6.000 līdz 8.000 V, kuŗu pievada ar kopīgu apvienojumu aluminija elektrodu virsējiem galiem. Ozōnējamais gaiss ieticis kastes apakšējā nodalījumā iet starp aluminija un stikla cilindriem un iziet virsējā nodalījumā kā ozōnēts gaiss. Starp abiem elektrodiem, aluminija un stikla cilindriem, notiek rāma strāvas izlādēšanās, kas parādās ar zilganu gaismu un novērojama caur kastes sienā ietaisītu stikla lodziņu; attīstās ozōns, ar ko piepildās gaiss, kas tad sakrājas augšējā nodalījumā, no kurienes viņu aizvada uz sterilizācijas aparātiem. Vēlākās Sīmens-Halske konstrukcijās uzstādīti horizontāli elektrodi pa 6 kastē, ierīkoti tāpat kā vertikālie, un stiklu cilindri ņemti lielāki, diam. 8 cm un gaŗumā 40 cm. Lielākām dezinfekcijas ietaisēm vajadzīgi desmiti un pat simti tādu ozōnātoru, kas apvienoti lielākās baterijās, novietotas lielos sastatņos ar plauktiem.

Ozōnēto gaisu no ozōnātoriem pievada aparātiem, kuŗos viņu piejauc dezinficējamam ūdenim, un kuŗus nosauc par sterilizātoriem. Pēdējiem vajaga būt tā konstruētiem, lai pēc iespējas būtu garantēts visu ūdens daļiņu kontakts ar ozōnu. Aparātus var sadalīt 2 grupās: sterilizācijas torņos un emulsieros.

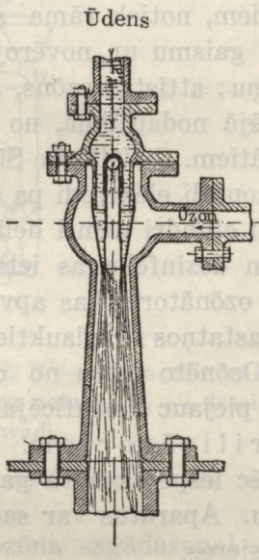
Sterilizācijas torņi dibināti uz tā paša principa kā aerātori pie atdzelžotājiem, t. i. viņu uzdevums sadalīt ūdeni smalkās daļiņās un virzīt no augšas uz apakšu, kamēr pretim nāk iespiestais ozōnētais gaiss. Piemēram noder sterilizātors Friza (zīm. 264.), kas sastāv no metalliskas, cilindriskas kolonnas, augstumā 8—9 m, diam. 1—1,5 m, un sastādītas no atsevišķiem cilindra gabaliem. Kolonnā ievietoti, 1—1,5 m atstatumā, celuloida diafragmas — sieti, ar lielu skaitu

mazu caurumiņu diam. 0,7 mm, attālumā starp caurumu centriem 1,5—2 mm. Ozonēto gaisu iespiež kolonnas apakšā pa cauruli, un viņš pa mazajiem caurumiņiem spiezdamies, labi samaisās ar ūdeni, ko uzlaiž virsū, un kas tek pretim ozonētam gaisam. Dezinficētais ūdens notek uz tīrūdens rezervuāru, kamēr liekais ozons no virsējās daļas noiet pa cauruli atpakaļ uz ozonātoru, tā ietaupot ozonu.



264. zīm. Sterilizātors, Friza sist.

Sterilizātors Otto sist. sastāv no betona vai dzelzbetona kolonnas, diam. 2,5 m un vairāk, ar caurumainām šķērssieniņām vai bez tām. Ūdens un ozonētais gaiss sastopas t. s. emulsierā (zīm. 265.), aparātā, kas konstruēts pēc in-

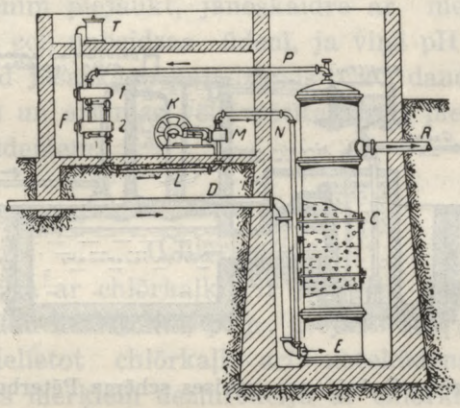


265. zīm. Emulsieris, Otto sist.

žektoru principa. Ūdens iztecēdams ar sparu caur sašaurinātu caurules galu, pie 4 m spiediena (ūdens staba), uzsūc ozonu un labi samaisās ar pēdējo. Ūdens un ozona maisījums nonāk sterilizātora apakšā pa cauruli, te izlijis ceļas uz augšu, un iztekot iz sterilizātora līst pa kaskādēm, tā atbrīvojoties no liekā ozona. Sterilizātora augšā sakrājušos gaisu, kas vēl satur

daļu neizmantota ozōna, novada pa cauruli uz ozōnātoru, iepriekš viņu izžāvējot.

Nelielas ūdens tīrīšanas un dezinfekcijas, ar ozōnu, ietaises novietojums sastāv no sekojošām ierīcēm (zīm. 226.). No ozōnātora (F) ozōnētais gaiss pa cauruli (L) pienāk kompresoram (M), un no šejienes pa cauruļu vadu (N) sastopas ar ūdensvadu (D) un kopā nonāk sterilizātora torņa apakšā. Caur sterilizātoru pacēlušos ūdeni novada pa cauruļu vadu (R) uz tīrūdens rezervuāru, kamēr liekais ozōns iet pa cauruli (P) atpakaļ uz ozōnātoru.

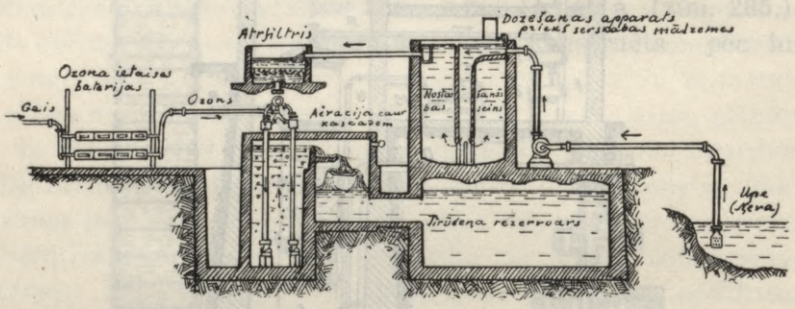


266. zīm. Ozōnstacijas schēma.

No 1 m³ gaisa var iegūt 3—4 g ozōna. Praktiski pielieto koncentrāciju 1,5 līdz 2,5, t. i. tādu gaisu, kas satur 1 m³ gaisa 1,5 līdz 2,5 g ozōna. Ozōnēšanai patērē 0,5 līdz 1 m³ ozōnēta gaisa uz 1 m³ ūdens, pie kam daudzumu nosaka ar tādu aprēķinu, lai izejot no torņa vēl ūdenī atrastos brīvs ozōns (tas viegli izgaiso ūdenim tekot pār kaskādēm, vai vienkārši iztekot rezervuārā). Kontaktam vajadzīgs 10 līdz 15 min., lai būtu pietiekoša garantija, ka patogēnās baktērijas būtu nonāvētas. Īsāks kontakta laiks, kā tas dažreiz praksē sastopams, vēl nedod pietiekošu garantiju. Pēc Erlweina 1 kg ozōna sagādāšanai vajadzētu 17—25 KWst. Pieņemot 20 KWst., pa 10 sant./KWst., un 2,5 g uz 1 m³ ūdens, elektrības maksa uz 1 m³ ūdens būtu $\frac{2{,}5 \times 10 \times 20}{1000} = 0{,}5$ sant. Faktiskie izdevumi, pieškaitot amortizāciju un ekspluatācijas izdevumus,

varētu būt ap 2 sant./1 m^3 ūdens. Chlorēšana, kā redzams, maksā daudz mazāk.

Vislielākā no agrāk izbūvētām (no Sīmens-Halske 1911. g.) ozonēšanas stacijām bija Pēterburgā (tg. Ļeņingradā) (zīm. 266a.) 50.000 m^3 ūdens tīrīšanai dienā. Ūdens nāk no Ņevas up. un pēc 30 g/1 m^3 aluminija sulfāta piejaukšanas nonāk nostād. bas. ar 2 st. caurteces laiku. Pēc tam ūdens nāk uz ātrfiltru (Hovatsona sist., kur smilts vietā pielietots Sileks materiāls, kas ir sadauzīts krams). Filtrātrums 4,5 m/st. Filtra biezums 1 m, ar graudiņu rupjumu 2 mm.



266a. zīm. Ozonēšanas ietaises schēma Pēterburgā.

Ozona ražošanas ietaise pastāvēja no 128 ozonaparātiem, katrs ar 6 elementiem. Aparāti Sīmens-Halske sist., strādā ar spriegumu 6.500 V pie 500 periodēm. Gaisu izžāvē saldēšanas ietaisēs. Ozonēto gaisu ievada caur emulsieriem sterilizācijas torņos d = 1 m, h = 6—7 m; to ir 5 un taisīti no betona. Katrā tornī maisījumu ievada ar 4 emulsieriem, ar katra jaudu 125 m^3/st., tā tad katrs tornis iztīra stundā 500 m^3. No torņiem ūdens tecēja par kaskādēm uz tīrūdens rezervuāru. Visa ietaise ievietota sevišķā mašīnu mājā, kuŗā novietotas arī darba un spēka mašīnas. Stacijas izdevumi bijuši ap 2 sant./1 m^3, bet pa revolūcijas laiku ietaise apstādināta un viņas vietā ievesta ūdens chlorēšana. Arī Paderbornā, kur bij ietaise līdzīga aprakstītai, atmainīta pret dezinfekciju ar chlorgāzi. Turpretim Francijā ozonēšana sāk attīstīties lielā mērā. Parīzē ar ozonu dezinficē 300.000 m^3/d., Nansi p. 100.000 m^3/d. un Tuluzē visu piegādāto ūdeni.

Ozōnstacijas ietaises būves izdevumi dažādi, atkarīgi no ūdens sastāva un no vietējām cenām uz mašīnām. Priekš kaŗa tāda izbūve varēja izmaksāt 50 līdz 100 L/1 m^3 diennaktī tīrāmā ūdens. Mazāka stacija dārgāka, ka liela.

d. Dezinfekcija ar kodīgo kaļķi.

Houston's ieteica Londonā piejaukt ūdenim kaļķpienu un tad to nostādināt lielos nostādināšanas bas., ar 12 st. ilgu ūdens uzturēšanos. Ar to panāk ūdens atkrāsošanu, kā arī diezgan plašu baktēriju iznīcināšanu un vispārīgi organisko vielu samazināšanos. Pēc tam ūdens jātīra ātrfiltros. Cik kaļķa vajadzīgs ūdenim piejaukt, jānoskaidro ar mēģinājumu. Ir atrasts, ka B. coli nobeidzas ūdenī, ja viņā pH ir lielāks par 9,5. Ar to tad jāsaskaņo vajadzīgais CaO daudzums. Metode pielietota maz un arī maz vēl izpētīta viņas pielietošana dažādas cietības ūdeņiem.

e. Chlōrēšana.

(Chlorination.)

Dezinfekcija ar chlōrkaļķi ir jau sen pazīstama, un to pielietoja dažādu atkritumu, p. p., atejas bedŗu dezinfekcijai. Vēlāk sāka pielietot chlōrkaļķi arī notekūdens dezinfekcijai. Ūdens apgādes mērķiem dezinfekciju ar chlōrkaļķi sāka lietot tikai šīgada simteņa sākumā (apm. 1907. g.) un šķidro chlōru tam mērķim sāka pielietot vēl vēlāk. Šobrīd no chlōra preparātiem pielieto dezinfekcijai chlōrkaļķi (Perchloron, kalcija hipochlōritu), vai natrija hipochlōritu (NaClO — elektrolitisko chlōru), vai jaunākā laikā chlōrgāzi (šķidro chlōru). Visi šie reaktīvi ir samērā diezgan lēti, izņemot varbūt uz elektriska ceļa ražoto natrija hipochlōritu, kas ir dārgāks kā citi minētie chlōra preparāti.

Chlōrēšanas metode dibināta uz dažādām ķīmiskām reakcijām, kas rodas ar hidrolizi vai ogļskābes iespaidu, chlōru ievedot ūdenī. Chlōrs pārvēršas tad sālsskābē un chlōrapskābē:

$$Cl_2 + H_2O = HCl + HOCl.$$

Tā, p. p., no kalcija hipochlōrita dabūjam reakciju:

$$\underset{\text{chlōrapskābais kaļķis}}{Ca(OCl)_2} + CO_2 + H_2O = 2\,\underset{\text{chlōrapskābe}}{HOCl} + CaCO_3$$

Chlōrapskābe (HOCl) ir ļoti nepastāvīga un disociācijas ceļā drīz pārvēršas par sālsskābi (HCl), atbrīvojot skābekli:

$$HOCl = HCl + O.$$

Skābeklis vispirms atdalās, kā 1 atoma skābeklis vai topošais (nascentais) skābeklis un domā, ka arī te tas ir tas, kas enerģiski apskābļo organiskās vielas un nonāvē baktērijas. Viņš pastāv neilgi un pārvēršas par parasto skābekļa gāzi (O_2). Šāda oksidācijas teōrija dibināta uz novērojuma, ka chlōra daudzums baktēriju nonāvēšanai ir vajadzīgs jo lielāks, jo lielāks daudzums atrodas ūdenī oksidējamu vielu un īstenībā baktēriju nonāvēšana sākas tad, kad citas oksidējamās vielas ir jau apskābļotas. Izteiktas arī citas domas par chlōra iedarbību, p. p., ka baktēriju nonāvēšana stāv sakarā ar chlōrapskābes iespaidu. Tāda hipotēze radusies no tā apstākļa, ka chlōrs kombinācijā ar ammōnjaku, savienojumā sauktā par chlōraminu (NH_2Cl) arī nonāvē baktērijas, gan lēnāk, bet par to stiprā mērā, un te nascentā skābekļa nav. Lai nu būtu kā būdams fakts paliek tas, ka chlōra iespaids uz baktērijām galīgā rezultātā ir pietiekoši konstatēts.

Pie chlōrēšanas attīstījusies sālsskābe savienojas ar baziskām vielām par inertiem sāļiem.

Chlōrkaļķis.

Chlōrkaļķis tirgū pazīstams arī zem nosaukuma balināmais pulveris. Viņu iegūst, piesātinājot sausu, dzēstu kaļķi ar chlōru:

$$Ca(OH)_2 + Cl_2 = CaOCl_2 + H_2O$$

tā tad kaļķī ūdens vietu ieņem chlōrs, kamēr ūdens atdalās. Kā redzams, chlōrkaļķa sastāvā var būt iekšā dažādas vielas, kas atrodas kaļķī, tāpat arī atkarīgi no chlōra reakcijas uz kaļķi, var būt arī vēl neaiztiktas kaļķa daļas.

Nākot ūdenī chlōrkaļķis sadalās chlōrkalcijā ($CaCl_2$) un chlōrapskābā kaļķī vai kalcija hipochlōritā [$Ca(OCl)_2$]:

$$2\,CaOCl_2 = CaCl_2 + Ca(OCl)_2$$

Chlōrkalcijs ir inerts un apskābļošanas procesā dalību nenem. Aktīvā daļa turpretim ir kalcija hipochlōrits [$Ca(OCl)_2$],

kas, kā tas jau minēts, ņem dalību apskābļošanā un dezinfekcijā, un kas ar ūdenī atrodošos ogļskābi pārvēršas, nodalot chlōrapskābi (HClO), kas tūliņ pārvēršas par sālsskābi (HCl), pie kam atdalās skābeklis, sākumā kā nascentais.

Teōrētiskā chlōrkaļķa sastāvā ir 49% chlōra, no kuŗa puse ir inerta, bet otrai pusei ir dubulta aktīvitātes spēja, tā tad teōrētiskā chlōrkaļķī varētu būt 49% aktīvā chlōra. Praktiski tirgū dabūjamā chlōrkaļķī ir aktīvā chlōra 25—38%. Stāvot zem brīva gaisa iespaida chlōrkaļķa aktīvā chlōra daudzums samazinās, uzņemot no gaisa ogļskābi un pārvēršoties pa daļai chlōrkalcijā:

$$2\,CaOCl_2 + CO_2 + H_2O = CaCO_3 + 2\,HOCl + CaCl_2$$

Tālāk pārvēršas:

$$2\,HOCl = 2\,HCl + 2\,O$$

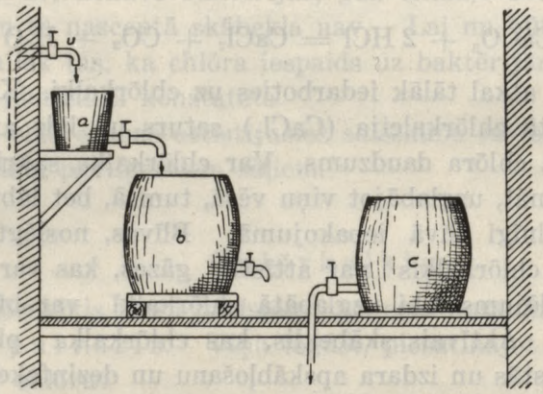
un turpmākā gājienā atkal:

$$CaCO_3 + 2\,HCl = CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

un CO_2 var atkal tālāk iedarboties uz chlōrkaļķi. Kā redzams, pieaug inertā chlōrkalcija ($CaCl_2$) saturs un līdz ar to samazinās aktīvā chlōra daudzums. Var chlōrkaļķa sakrišanas procesu samazināt, uzglabājot viņu vēsā, tumšā, bet labi vēdināmā vietā, ne pilnīgi blīvā iepakojumā. Blīvos, noslēgtos traukos uzglabātais chlōrkaļķis var attīstīt gāzes, kas var eksplodēt. Chlōra zaudējums labi uzglabātā chlōrkaļķī var būt 0,5 līdz 3% mēnesī. Aktīvais skābeklis, kas chlōrkaļķa pielietošanas procesā attīstās un izdara apskābļošanu un dezinfekciju, iztaisa ap 22,5% no aktīvā chlōra. No tā redzams, cik vajadzīgi izpētīt aktīvā chlōra saturu, un tas jādara pastāvīgi un visādā ziņā ar katru jaunu chlōrkaļķa porciju.

Sterilizācijai pielietojamā chlōrkaļķa daudzums jāpieskaņo ūdens raksturam. Ja pielietots pa daudz chlōra, tad pasliktinās ūdens garša un smaka (līdzīgi karbolskābei vai jodoformam), tādēļ katrā gadījumā jānoskaidro tieši vajadzīgā aktīvā chlōra daudzums. Jāņem vērā, ka reakcijas gaitā chlōrs vispirms patērējas ūdenī atrodošos organisku vielu un dzelzs sāļu apskābļošanai, un tad tikai pēc tam iedarbojas uz baktērijām. Tā tad redzams, lai samazinātu chlōra patēriņu, ūdens iepriekš jāatbrīvo no organiskiem un neorganiskiem piemaisījumiem ar

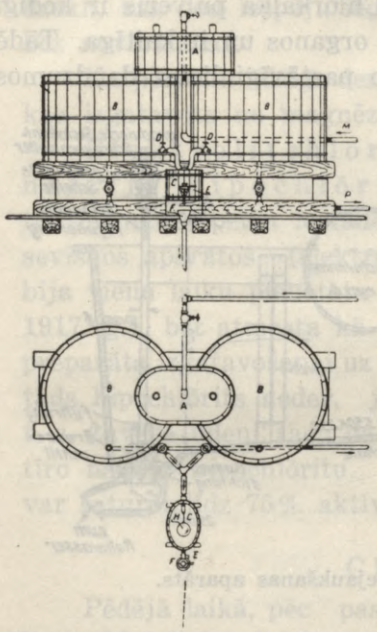
filtrāciju un tad tikai jādezinficē. Parasti to tā arī dara, un ja paredzēts ūdeni chlorēt, tad viņu iepriekš filtrē ātrfiltros. Ja ūdens iepriekš filtrēts, vai ja organisko vielu saturs nav liels, pietiek 1 līdz 2 g chlorkaļķa uz 1 m^3 ūdens (ja aktīvā chlora saturs ir 35%, ja mazāk, vajadzīgs attiecīgi vairāk chlorkaļķa). Ja turpretim ūdens nav filtrēts vai satur daudz organisku vielu vai dzelzi, šķīstošā un nepilnīgi apskābļotā veidā, tad vajadzīgs pielietot 3—4 g un pat vairāk chlorkaļķa uz 1 m^3. Lai iegūtu pilnīgu pārliecību, ka ūdens pietiekoši dezinficēts, paredz vēl nelielu chlora pārpalikumu dezinficētā ūdenī, kādus 0,1 līdz 0,2 mg/l pēc 30 min. ilga kontakta. Labākas chlora izmantošanas dēļ, un ņemot vērā, ka chlors iedarbojas ne visai ātri, kā to sasniedz, p. p., ar ozonu, un arī lai no chlora neceltos slikta smaka un garša, tā tad, lai viss chlors būtu izmantots, praksē kontakta laiku pūlas pēc iespējas dot 2—3 st. ilgu.



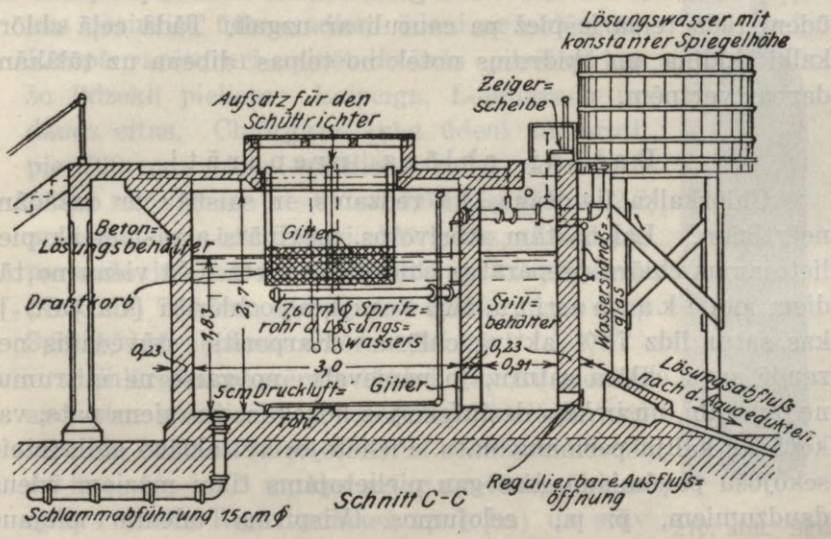
267. zīm. Chlorkaļķa sagatavošanas schēma.

Parasti chlorkaļķi ūdenim piejauc iepriekš viņa ielaišanas nostādināšanas bas. Dezinfekcijas mērķim chlorkaļķi sagatavo 1—2% šķīduma veidā sevišķos toveros, un tad attiecīgā daudzumā piejauc ūdenim. Sagatavošanas ietaišu vienkārša schēma domājama šāda (zīm. 267.). Nelielos toveros (a), p. p., 60—80 l, saberž ar ūdeni 50—80 kg chlorkaļķa. Biezo masu aizskalo ar ūdeni uz lielām nostādināšanas bākām ($2 \times 1\frac{1}{2} \times \times 2$ m) vai mucām (b) līdz 6 m^3 tilpuma, kuŗās maisījums paliek kādas 12 st., lai nostātos. Tādu bāku vajadzīgas 2. Noskaidrojies piesātinātais atšķaidījums (chlorūdens) satur

līdz 2% chlōrkaļķa vai 0,50 līdz 0,66% aktīvā chlōra. To pārlej vai pārpumpē uz darba bāku (c), no kuŗas reaktīvu novada uz tīrāmo ūdeni. Arī darba bākas taisa 2, lai vienu pildītu, kamēr otru iztukšo, bet var iztikt ar 1 darba bāku, ja dozēšana attiecīgi ierīkota. Pastāvīgas ietaises izveido vairāk vai mazāk ērtai rīcībai (zīm. 268., 269. un 269a.). Daļa chlōrkaļķa paliek toveŗa dibenā nešķīstoša, no kā sakrājas dūņas, kas jānovāc. Tā ir viena no neērtībām chlōrkaļķa pielietošanā. Chlōrkaļķa šķīdums arī saēd traukus, kā dzelzs, tā arī koka. Ieteicams koka traukus apmest iekšpusē ar stipru cementa apmetumu (uz dzelzs tīkla), labi nogludinātu. Dzelzsdaļas jāpārklāj ar asfalta laku. Noder arī dzelzsbetona bākas, iekšpusē ar labi noslīpētām virsmām. Kā izturīgākie materiāli pret chlōrkaļķa



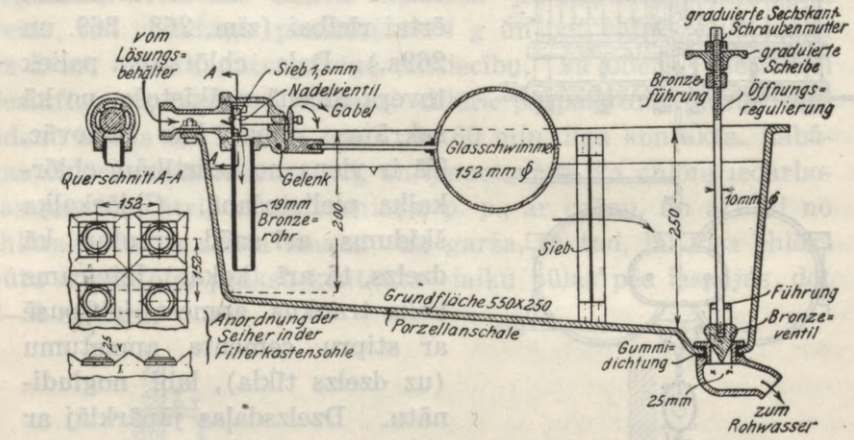
268. zīm. Chlōrūd. sagatavošanas toveris.



269. zīm. Chlōrkaļķa sagatavošanas aparāts.

šķīduma iespaidu minami ebonits, stikls, gumija, svins, labi asfaltēta dzelzs, gluds betons.

Ar chlōrkaļķi jāapietas uzmanīgi, sevišķi, ja ir darīšana ar lielu daudzumu un pastāvīgi. Chlōrkaļķa pulveris ir kodīga substance, kas iespiežas elpošanas organos un ir kaitīga. Tādēļ gadījumos, kad chlōrkaļķi pielieto pastāvīgi lielos daudzumos,



269a. zīm. Chlōrkaļķa piejaukšanas aparāts.

vēlams izdarīt atšķaidīšanu slēgtās, labi ventilētās telpas nodalījumā, kuŗā cilvēks iekšā neiet, bet, kuŗā ievietota, p. p., chlōrkaļķa muca ar attaisītu vienu galu, kas no ārienes pieejams un ūdeni tādā telpā iespiež pa cauruli ar uzgali. Tādā ceļā chlōrkaļķi šķīdina un šķidrums notek no telpas dibena uz tālākām darba tvertnēm.

Dažādi chlōra preparāti.

Chlōrkaļķa lietošana, kā redzams, ir saistīta ar dažādām neērtībām. Lai no tām atbrīvotos, mēģināts atrast ērtāk pielietojamus chlōra preparātus chlōrkaļķa vietā. Kā vienu no tādiem ieteic karporitu, tīru kalcija hipochlōritu [$Ca(OCl)_2$], kas satur līdz 75% aktīvā chlōra. Karporits stāvēdams nezaudē savu chlōra saturu, jo nepievelk no gaisa ne mitrumu, ne ogļskābi, un ir labs dezinfekcijas līdzeklis, vai viens pats, vai kopā ar kalija permanganātu. Pielietojot vēl aktīvo ogli, ieteic sekojošu paņēmienu, kas gan pielietojams tikai maziem ūdens daudzumiem, p. p., ceļojumos. Vispirms ūdenim piejauc pastiles veidā dozētu karporitu. Pēc ¼ st. iedarbības, ūdeni

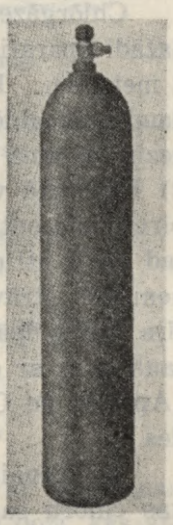
allaž samaisot, piejauc aktīvo ogli (Hidrofinu). Vēl pēc ¼ st. ūdeni nofiltrē sevišķā filtrācijas ietaisē. Firma nosaukusi šādu līdzekli dezinfekcijai par Karbosterilu, un slavē kā līdzekli, kas dod iespēju iegūt labu, garšīgu un veselīgu ūdeni bez novārīšanas.

Karporitam līdzīgs dezinfekcijas līdzeklis ir magnocids, kas izgatavots no magnēzijas savienojumiem.

Elektrolitchlōrs ir uz elektriska ceļa izgatavots natrija hipochlōrits, kas jaunākā laikā daudz vietās pielietots peldu iestādēs. Viņu izgatavo no vārāmā sāls sevišķos aparātos (elektrolizēros) uz elektriska ceļa. Metode bija vienu laiku pielietota Leņingradas ūdensvadiem (1916.—1917. g.), bet atmesta kā dārga, jo vajadzīgi dažādi aparāti preparāta izgatavošanai uz vietas. Transportam un uzglabāšanai tāds hipochlōrits neder, jo nav pastāvīgs. Francijā pielieto t. s. Žavēl'a ūdeni (aeu de Javelle), kā izgatavošanai nepielieto tīro natrija hipochlōritu. Tīrs natrija hipochlōrita preparāts var saturēt līdz 75% aktīvā chlōra.

Chlōrgāze.

Pēdējā laikā, pēc pasaules kaŗa, sāka dezinficēšanai pielietot šķidro chlōru vai, labāk sakot, chlōrgāzi. Amerikā gan pielietoja šo līdzekli arī priekš kaŗa, un šobrīd Amerikā ir vairāk kā 3.000 pilsētas, kas dezinficē ūdensvadiem ūdeni ar chlōrgāzi. Eiropā varētu arī minēt lielākās pilsētas, kas šo līdzekli pielieto: Leipciga, Leņingrada un daudz citas. Chlōrgāze šķīst ūdenī un proti, pie 760 mm gaisa spiediena vienā ūdens tilpumā var šķīst pie 0° — 4,6, pie 15° — 2,2 un pie 30° — 1,9 tilpumi chlōrgāzes, tā tad pie parastās istabas temperātūras ap 2,2 tilpuma. Pie 0° un 760 mm spiediena 1 l chlōrgāzes sveŗ 3,22 g, bet šķidrais chlōrs 1,56 kg.



270. zīm. Šķidra chlōra balons.

Chlōrgāze pārvērsta šķidrā stāvoklī pie 0°C ar 7 atm. spiedienu, un viņu tirgū izlaiž parasti tērauda balonos (zīm. 270.) d = 8″ = 20 cm un h = 5′ = 1,5 m, kas satur ap 45 kg šķidra chlōra (1 kg Rīgā izmaksā ap 1 Ls) un stāv zem spiediena 5 līdz 9 atm. Kamēr chlōrs at-

rodas šķidrā veidā, viņa spiediens uz balona sienām gandrīz līdzīgs nullei, bet ar temperātūras pieaugumu paceļas arī spiediens. Baloni izmēģināti uz 22 atm. spiediena, un pie lielāka spiediena viņi var pārplīst, tādēļ chlōra baloni jāuzglabā vēsā vietā, un nav jātur saulē. To ievērojot, siltās zemēs pielieto chlōra vietā perchlōronu, kas nav jūtīgs pret lielu karstumu.

Dezinficējošas īpašības chlōrgāzei ir ļoti stipras, un šai ziņā 1 svara vienība chlōra var jau līdzināties 3—5 chlōrkaļķa svara vienībām. Parastajiem ūdeņiem pietiek 0,1 līdz 0,3 g chlōra uz 1 m^3 ūdens. Protams, pie netīriem ūdeņiem chlōra daudzums jāņem attiecīgi lielāks.

Chlōra baloniem vajaga būt pilnīgi blīviem, lai gāze nevarētu izplūst ārā, jo tas varētu būt bīstams tuvākai apkārtnei, tā kā chlōrgāze ir indīga. Ļoti noderīgi turēt pretgāzes maskas chlōrēšanas aparātu tuvumā. Chlōrgāzes iedarbība pastāv ūdeņraža atvilkšanā no ūdens, ar ko izveidojas hipochlōriti, kas tad nodala aktīvo skābekli. Ķīmiskā formula būtu vispirms

$$Cl_2 + H_2O = \underset{\text{sālsskābe}}{HCl} + \underset{\text{hipochlōrits}}{OHCl}$$

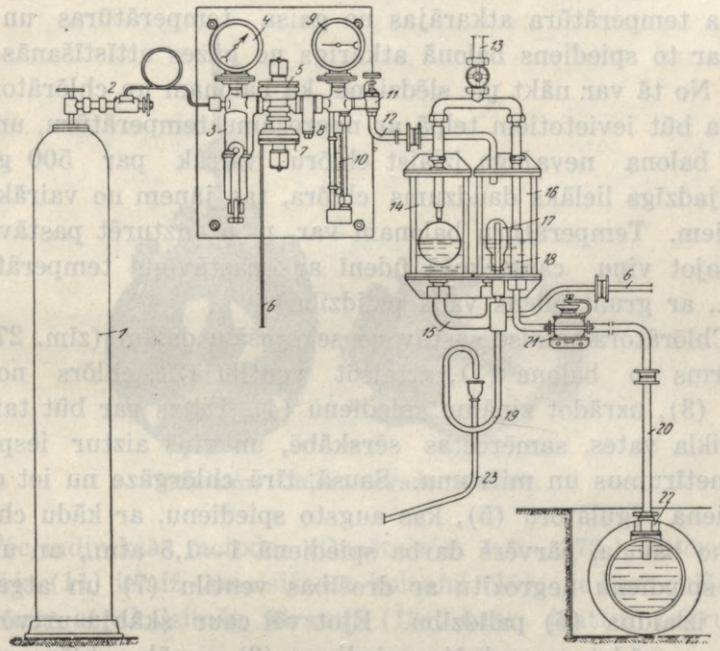
un tad:

$$OHCl = HCl + O.$$

Chlōrgāzes pievienošanai ūdenim konstruēti daudzi un dažādi aparāti, sevišķi Amerikā. Viņus var sagrupēt pēc 2 metodēm: 1) Direktā vai tiešā metodē, pie kuŗas noteiktu daudzumu chlōrgāzes vai izlaiž tieši, vai iespiež ar spiedūdeni dezinficējamā ūdenī (firmas Bamag-Meguin un citu aparāti), 2) Indirektā vai absorpcijas metodē, pēc kuŗas izgatavo vispirms koncentrētu chlōrūdeni ar 1 līdz 5 g chlōra 1 litrā, un to tad ielaiž attiecīgā daudzumā dezinficējamā ūdenī, tiešā un nemitīgā strāvā. Chlōrūdens īpatnējais svars līdzinās gandrīz tīra ūdens īpatnējam svaram, un tādēļ var sagaidīt labu sajaukšanos ar dezinficējamo ūdeni un arī labus rezultātus. (Aparāti no Chlōrātor s-bas Berlīnē pēc Ornsteina metodes.)

Kā vienai, tā otrai metodei vajadzīgi pirmā kārtā aparāti, kas chlōru sagatavo piejaukšanai vajadzīgā veidā un rēgulē piejaukšanas daudzumu. Tādus aparātus var nosaukt par chlōra dozetoriem, vai vienkāršāk chlōrātoriem.

No aparāta iztekošās gāzes daudzums vai piesātinātais ar gāzi ūdens daudzums atkarīgs no izteces cauruma lieluma un no spiediena lieluma. Kamēr spiediena un cauruma lielumi paliek negrozīti, chlōra doze paliek negrozīta. Tā tad daudzuma gro-



1. Chlōra balons.
2. Chlōrbalona ventils.
3. Chlōra filtrs.
4. Augstspiediena monometrs.
5. Chlōra spiediena rēgulātors.
6. Atgaisošanas caurule.
7. Drošības ventils.
8. Skābes uztvērējs.
9. Zemspiediena mērītājs.
10. Chlōra mērīšanas aparāts.
11. Chlōra rēgulēšanas ventils.
12. Chlōrgāzes vads.
13. Spiedūdens pievads.
14. Pludiņš.
15. Maisījumam ūdensvads.
16. Maisījuma trauks.
17. Drošības ietaise.
18. Inžektors.
19. Smakas noslēdzējs.
20. Chlōrūdens vads.
21. Māla aizgrieznis.
22. Chlōrievada pievienojums.
23. Pārteces vads.

271. zīm. Chlōrgāzes dezinfekcijas aparāts.

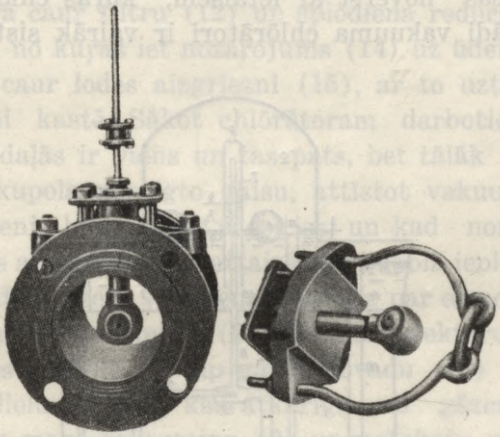
zījumi var notikt pie pastāvīga spiediena tikai ar izplūšanas cauruma lieluma grozīšanu, saskaņā ar vajadzīgo dozi, kas atkarīga no dezinficējamā ūdens daudzuma un labuma prasībām. Grūtības dozēšanai var celties no tā apstākļa, ka spiedienu, zem

kāda gāze ietiek chlōrātorā, grūti uzturēt pastāvīgu. Spiediens nav atkarīgs no chlōra daudzuma balonā (pa darba laiku gan samazinās chlōra daudzums balonā, bet spiediens negrozās, kamēr tikai chlōrs ir šķidrā veidā), bet gan no temperātūras. Tā, p. p., 20°C spiediens balonā var būt kādi 7—8 atm. Balona temperātūra atkarājas no gaisa temperātūras un sakarā ar to spiediens balonā atkarīgs no gāzes attīstīšanās balonā. No tā var nākt pie slēdziena, ka balonam un chlōrātoram vajaga būt ievietotiem telpā ar negrozāmu temperātūru, un no viena balona nevajaga izlaist chlōru vairāk par 500 g/st. Ja vajadzīgs lielāks daudzums chlōra, tas jāņem no vairākiem baloniem. Temperātūru balonam var, p. p., uzturēt pastāvīgu, ievietojot viņu caurtekošā ūdenī ar pastāvīgu temperātūru (p. p., ar gruntsūdens vada palīdzību).

Chlōrātora ietaise sastāv no sekojošām daļām (zīm. 271.). Vispirms no balona (1), attaisot ventilu (2), chlōrs nonāk filtrā (3), uzrādot zināmu spiedienu (4). Filtrs var būt taisīts no stikla vates, samērcētas sērskābē, un viņš aiztur iespējamos netīrumus un mitrumu. Sausā, tīrā chlōrgāze nu iet caur spiediena rēgulātoru (5), kas augsto spiedienu, ar kādu chlōrs nāk no balona, pārvērš darba spiedienā 1—1,5 atm., un uztur tādu spiedienu negrozītu ar drošības ventilu (7) un atgaisošanas izlaidņa (6) palīdzību. Ejot vēl caur skābju uztvērēju (8) un uzrādot pazemināto spiedienu (9) nonāk chlōra mērīšanas aparātā (10), kas konstruēts uz spiediena zaudējuma principa, ejot gāzei caur zināma lieluma cauruli. Izplūdušās gāzes daudzumu rēgulē ar ventilu (11) un tā sagatavoto chlōrgāzes daudzumu vada tālāk.

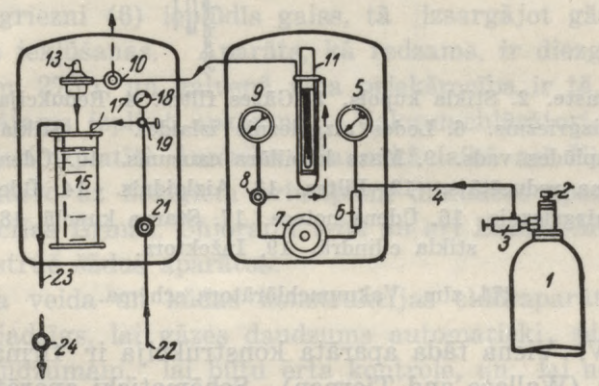
Pēc direktās metodes (zīm. 271.) chlōrgāzi ievada sevišķā kamerā, kur viņa tiek piesūkta no pievadītā spiedūdens (13) ar inžektora palīdzību, un tad maisījums tiek aizvadīts (20) uz pievienojuma vietu attiecīgā ūdensvadā. Ievadīšanu var pēc Bamaga metodes arī izdarīt ar sevišķu riņķveidīgu kameru (zīm. 272.), kuŗā ievadīts spiedūdens tangenciālā virzienā, ar ko kamerā izceļas ūdens virpuļošana un kameras centrā attīstās vakuums. Pa otru vadu nonāk kamerā chlōrgāze, un spiedūdens maisījums ar chlōru zem centrifugālspēka iespaida iziet no kameras ūdensvadā, labi sajaukdamies ar ūdeni. Ar tāda aparāta palīdzību var maisījumu viegli ievadīt kaut kuŗā ūdensvada vietā, izurbjot attiecīga lieluma caurumu un, pēc

maisījuma kameras iestiprināšanas, vietu attiecīgi noblīvējot. Parasti ieteicams aparātu ievietot uz pumpja sūcvada, bet var arī uz spiedvada, bet tad aparātam jāiztur zināms pretspiediens. Var arī ievietot uz vada, kas iet no filtra uz tīrūdens rezervuāru.



272. zīm. Chlōra ievada aparāts.

Pēc indirektās metodes (Ornštein'a) (zīm. 273.), chlōru no mērītāja (11) ielaiž samaisīšanas kolonnā (15), pie kam chlōram jāiet caur atpakaļsitošu vārstuli (13), kam jāattur mitruma

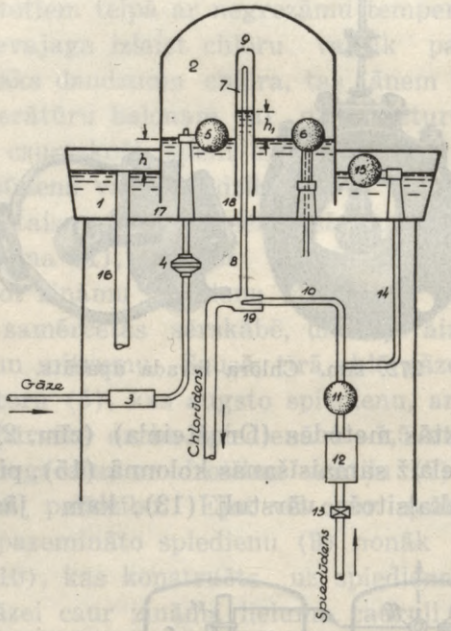


273. zīm. Chlōraparāts, Ornšteina met.

ieplūšana chlōra sagatavošanas aparātūrā. Chlōra izlaišanai no aparāta, kad aparāts nedarbojas, jāietaisa atsevišķa izlaide (10). Samaisīšanas kolonnā ielaiž arī spiedūdeni, kas iet caur rēgulējamu ventilu (19) un spiediena rādītāju (18). Samaisī-

šanas kolonnā tad rodas koncentrēts chlorūdens (1—5 g/l), un to tad pa cauruli no ebonita vai cita materiāla, ko chlors nebojā, ievada dezinficējamā ūdenī.

Neblīvumi dažādās aparātu daļās var būt par cēloni gāzes izplūšanai apkārtnē, kas ļauni atsauktos uz darbiniekiem. To ļaunumu cenšas novērst ar ietaisēm, kuŗās chlors stāv zem vakuuma. Tādi vakuuma chlorātori ir vairāk sistēmu, sevišķi



1. Ūdens kaste. 2. Stikla kupols. 3. Gāzes filtrs. 4. Redukcijas aparāts. 5. Lodes aizgrieznis. 6. Lodes aizgrieznis izlaidei. 7. Stikla cilindrs. 8. Gāzes izplūdes vads. 9. Mazs kapillārs caurums. 10. Ūdens pievads. 11. Spiediena reducētājs. 12. Filtrs. 13. Aizlaidnis. 14. Ūdens ievads. 15. Lodes aizgrieznis. 16. Ūdens notece. 17. Starpa kupolā. 18. Caurumi stikla cilindrā. 19. Inžektors.

274. zīm. Vakuumchlorātora schēma.

Z. A. S. V. Viena tāda aparāta konstrukcija ir firmas Uolles un Tīrnen (Wallace and Tiernen). Schēmatiski aparāts sastāv (zīm. 274.) no kastes (1), kas pildīta ar ūdeni līdz zināmam augstumam. Kastē no virsas ielaists apgāzts stikla kupols (2), kam apakšā ir caurumi (17), pa kuŗiem ūdens iekļūst kupolā. Tā tad kupola virsējā daļā ir noslēgta telpa gāzei, kuŗā chlorgāzi ievada caur lodes aizgriezni (5) pēc tam, kad viņa ir gāju-

si caur filtru (3) un redukcijas aparātu (4). Kupolā saceļas gāzes, kas tālāk pa nielielu caurumu (9) ieplūst caurulītē (8), kas ieslēgta lielāka diametra stikla caurulē (7), ar caurumiem apakšā (18) ūdens ieplūšanai. Gāze pa cauruli (8) nokļūst ežektorā (19), kas darbojas no spiedūdens. Spiedūdeni ievada (13) ežektorā caur filtru (12) un spiediena reducētāju (11) ar cauruli (10), no kuŗas iet nozarojums (14) uz ūdens kasti, kuŗā ūdens ietek caur lodes aizgriezni (15), ar to uzturot noteiktu ūdens līmeni kastē. Sākot chlorātoram darboties, ūdens līmenis visās daļās ir viens un tas pats, bet tālāk ežektors sāk izsūkt zem kupola noslēgto gaisu, attīstot vakuumu. Līdz ar to ūdens līmenis kupolā sāk pacelties, un kad nonāk pie gāzes ieplūdes lodes aizgriežņa, tas attaisās un kupolā ieplūst chlorgāze, kas tad atradīsies zem spiediena, mazāka par atmosfērisko (h). Gāze caur mazo caurumiņu (9) iztek uz ežektoru, līdz ar ko ūdens līmenis caurulē (7) ap gāzes novadu (8) būs augstāks par zināmu lielumu (h_1), kas atkarīgs no gāzes daudzuma, ietekoša caur mazo caurumiņu (9) un notekošu uz ežektoru.

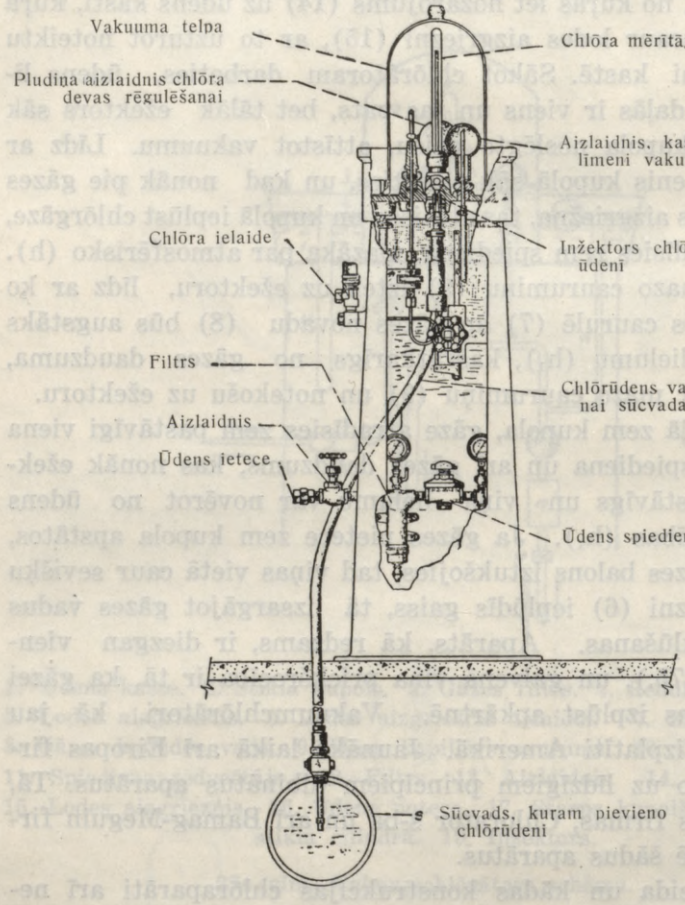
Tādā ceļā zem kupola, gāze atradīsies zem pastāvīgi viena un tā paša spiediena un arī gāzes daudzums, kas nonāk ežektorā, būs pastāvīgs un viņa lielumu var novērot no ūdens līmeņa starpības (h_1). Ja gāzes pietece zem kupola apstātos, p. p., kad gāzes balons iztukšojies, tad viņas vietā caur sevišķu lodes aizgriezni (6) ieplūdīs gaiss, tā izsargājot gāzes vadus no ūdens iekļūšanas. Aparāts, kā redzams, ir diezgan vienkārš (zīm. 275.), un galvenā viņa priekšrocība ir tā, ka gāzei nav iespējams izplūst apkārtnē. Vakuumchlorātori, kā jau minēts, ļoti izplatīti Amerikā. Jaunākā laikā arī Eiropas firmas izgatavo uz līdzīgiem principiem dibinātus aparātus. Tā, p. p., Vācijas firmas, Chlorator s-ba un arī Bamag-Meguin firmas konstruē šādus aparātus.

Kāda veida un kādas konstrukcijas chloraparāti arī nebūtu, vajadzīgs, lai gāzes daudzums automatiski pieskaņotos ūdens daudzumam, lai būtu ērta kontrole, un lai nebūtu apdraudēta strādnieku veselība.

Vajadzīgais dezinfekcijai chlorgāzes daudzums atkarājas no tīrāmā ūdens īpašībām (duļķainuma, organisko vielu daudzuma un rakstura un t. t.), bet vispārīgi viņš nav liels. Parasti pietiek jau 0,1 līdz 0,3 g chlorgāzes uz 1 m^3 ūdens, tā kā ar 1 balonu (45 kg) var dezinficēt 150.000 līdz 450.000 m^3

ūdens. Ierēķinot visus izdevumus, kā arī ierīces amortizāciju, izrādās, ka chlorēšana izmaksā pēc Amerikas datiem 1,5—5 sant./100 m^3, bet pēc Eiropas datiem 7,5—12,5 sant./100 m^3 ūdens.

Ja dezinficējamais ūdens spējīgs saistīt daudz chlōra, lai ierosinātu lielā daudzumā organisko vielu apskābļošanu, tad



275. zīm. Vakuumchlōrātors, Wallace & Tiernan.

var izrādīties par vēlamu piejaukt 3—5 reiz lielāku chlōra daudzumu, nekā tas noteicams ar chlōrsaistības skaitli. Tādā gadījumā notiek p ā r c h l ō r ē š a n a, kas iespaido arī ūdens garšu, jo ūdens pieņem chlōra garšu no liekā chlōra. Tad vajadzīgs ūdeni atbrīvot no chlōra garšas un smakas, a t c h l ō r ē t, ko izdara ar dažādiem paņēmieniem, vai piejaucot natrija

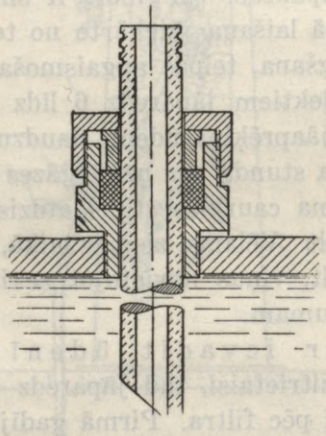
thiosulfātu (pretgāzi, fiksāžas sāli, $Na_2S_2O_3$) vai filtrējot caur aktīvētu ogļu filtru, par ko turpmāk būs runa (l. p. 430.), sakarā vispārīgi ar smakas un garšas uzlabošanu ūdenim (l. p. 427.).

Chlorātori novietojami atsevišķā telpā, kuŗā tomēr var ieiet no pumpētavas vai filtrietaises. Telpai vajadzīgas atsevišķas durvis uz āru, pa kuŗām var ienest pilnos balonus un iznest tukšos. Chlorātora telpai vajaga būt siltai, 15 līdz 20°C. Ja chlorātoru ir vairāk kā 1, p. p., 2, tad vajadzīgs trešais rezervē. Ja ietaise ir maza, tikai ar vienu komplektu, vajadzīgs vismaz paredzēt iespēju chlorēt ar chlorkaļķi, ja aparāti bojātos. Telpas apgaismošanai un tīra gaisa ievadīšanai jāietaisa logi. Vēdināšana vajadzīga mākslīga, pie kam jāparedz līdz 5 kārtīga gaisa apmaiņa 1 stundā. Gaiss jānosūc no telpas apakšas, jo chlors ir smaga gāze. Vēdināšanas aparāta darbā laišana jāiekārto no telpas ārpuses, tāpat arī elektrības ieslēgšana, telpas apgaismošanai. Telpas lielums 2 chlorātora komplektiem jāparedz 6 līdz 10 m^3. Ūdensvada caurules diametrs jāaprēķina ūdens daudzumam 1—2 l uz 1 g chlora. No 1 balona stundā var ņemt gāzes ne vairāk kā 500 g. Pie lielāka daudzuma caurules stipri atdzistu un pievadcaurules varētu pat aizsalt. Vēlams, ziemas laikā, ienestiem aukstiem baloniem ļaut apsilt, viņus novietojot sevišķā siltā telpā, kādam 2 dienu daudzumam.

Chloru var ievadīt ūdenī dažādās vietās. Ja ievada sakarā ar filtrietaisi, tad jāparedz iespēja ievadīt, kā priekš filtra, tā arī pēc filtra. Pirmā gadījumā chlorūdeni var ievadīt vai kopā ar koagulantu priekš nostādināšanas bas., vai starp pēdējo un filtru. Pēc amerikāņu novērojumiem ievadīšanai priekš filtra ir tas labums, ka chlors veicina koagulāciju, sevišķi tādu vielu, kas grūtāk padodas koagulācijai. Pie tam chlors kavē dažādu mikroorganismu attīstību filtrā un samazina arī baktēriju daudzumu, tā kā filtram atvieglo darbu baktēriju samazināšanai. Bet no otras puses, kā jau minēts, pilnīgi netīra ūdens dezinfekcijai vajadzīgs lielāks chlora daudzums, kas iziet organisko vielu apskābļošanai. To ievērojot, ieteic divkāršu chlorēšanu, sadalot chlora daudzumu uz 2 daļām, un 1 daļu ievadot priekš ūdens nostādināšanas, otru pēc filtrācijas. Tādā gadījumā varētu chlora daudzums būt pirmajā daļā 1—1,5 mg/l, otrā — 0,3—0,5 mg/l. Chlorējot

iepriekš nostādināšanas bas., var samazināt zināmā mērā koagulanta daudzumu.

Ja chlōru ievada pumpja sūcvadā, tad vajadzīga laba chlōrūdens sajaukšana ar pumpējamo ūdeni, lai nenodalītos gāze, kas bojātu vada caurules materiālu. Tāda gāzes nodalīšanās var notikt, ja viņa nav pietiekoši sajaukusies ar ūdeni, un pa chlōrūdens pievadu tad var nonākt sūcvadā. Tā novēršanai ietaisa nelielu rezervuāru, kuŗu ievieto tā, lai ūdens līmenis viņā līdzinātos ūdens līmenim chlōrātora maisītāja aparātā, un rezervuāru savieno ar cauruli, kas pievada chlōrūdeni, tā tad chlōrātors būtu nodrošināts ar ūdens piegādi. Gāzes atdalīšanās no dezinficētā ūdens, pašā sūcvadā, iespējama, un lai to novērstu, jāierīko pievienojumi pēc iespējas tuvu pumpim, un uz sūcvada nedrīkst būt nekādas paaugstinātas vietas, kuŗās varētu sakrāties gāze.



276. zīm. Chlōrūdens ievads sūcvadā.

Ievads sūcvadā notiek ar porcelāna, ebonita vai sudraba cauruli (zīm. 276.), kas iestiprināta blīvslēgā, novesta līdz sūcvada caurules vidum un apakšā nogriezta zem 45°. Uz pievada caurules vajaga būt aizlaidnim, kas vajadzīgs viņa noslēgšanai, ja ūdens kustība pa sūcvadu apstātos, p. p., ja pumpi apstādina.

Chlōrūdens ievadīšana spiedvadā tieši no chlōrātora nav iespējama, bet vajadzīgs viņu iespiest vai ar sevišķiem ežektoriem vai spiedpumpjiem. Visa ietaise ir grūti iekārtojama, un tādēļ šāds ievadīšanas veids reti sastopams.

Kontakta laiks, kas vajadzīgs chlōra iedarbībai uz dezinficējamām vielām, viņa reakcijai, aprēķināms ne ma-

zāks kā 30 min. = 1.800 sek. Pie tam jāgādā par labu chlōra samaisīšanos ar ūdeni. Lai reakcijai vajadzīgo kontakta laiku iegūtu, vajadzīgs pēc chlōra piemaisīšanas ūdeni ievadīt kādā baseinā un tikai pēc tam virzīt uz izdalīšanas tīklu. Tieši dezinficēto ūdeni ievadīt izdalīšanas tīklā var tikai tad, ja pirmais ūdens patērētājs atrodas pietiekošā attālumā, t. i., lai ūdens pie viņa pienāktu ne ātrāk, kā pusstundu pēc chlōra piemaisīšanas. Ja, p. p., ūdens tek ar ātrumu 0,8 m/sek., tad līdz pirmajam ūdens noņēmējam vajadzētu būt ne mazāk par 0,8 × 1.800 = 1.440 m. Ja attālums mazāks, tad patērēšanas vietā jāietaisa speciāli rezervuāri patērētājam, lai iegūtu vajadzīgo kontakta laikā. Pareizāk tomēr šādā gadījumā būtu kontaktam vajadzīgos rezervuārus ietaisīt ūdens sagādāšanas vietā.

Chlōrēšana jāvada rūpīgi un lietpratīgi. Kā jau minēts, uzstādāma prasība, lai 15 min. pēc chlōra piejaukšanas ūdenī atrastos vēl tikai apm. 0,1 mg/l chlōra, vai tikdaudz, cik pēc aprēķina vai mēģinājuma vajadzīgs, lai būtu garantija, ka paredzētais baktēriju daudzums patiešām nonāvēts. Izstrādātas metodes, kā to var viegli pārbaudīt. Olszewski un Sperlings konstruējuši sekojošu aparātu, kas daudz vietās pielietots. Zināmā laikā, vairāk reizes dienā, ielaiž ūdeni 3 blakām stāvošos stikla traukos. Kreisajā ietek automatiski jodcinka stērķeļu šķīdums, labajā bencidina šķīdums. Vidējā nepielej neko. Ja chlōra deva ir bijusi pareiza, tad kreisajā tāpat kā vidējā ūdens krāsa nemainīsies, bet labajā vajaga būt zilai nokrāsai.

Chlōramins.

Chlōramins ir maisījums no chlōra un ammōnjaka. Ja ūdenim piejaukts vairāk chlōra kā vēlams un viņam no tā radusies slikta smaka un garša, to var novērst, piejaucot ūdenim ammōnjaku. Tad, ammōnjakam un chlōram vienā laikā iedarbojoties uz ūdeni, rodas chlōramini, kam gan nav tik stipra dezinfekcijas spēja kā chlōram, bet par to tā pastāv ilgāk. Ammōnjaka daudzums attiecībā pret chlōra daudzumu atkarīgs no ūdens sastāva un svārstās starp 2—4 daļām ammōnjaka uz 1 d. chlōra. Pēc amerikāņu piedzīvojumiem pietiek 0,25 mg/l ammōnjaka (NH_3), lai novērstu smakas izcelšanos no vēlāk piejauktā chlōra. Tā tad ammōnjaks jāpiejauc iepriekš

chlōra un izrādījies, ka ammōnjaka piejaukšana pēc chlōrēšanas vairs nenoņem chlōra smaku, ja tāda jau ir attīstījusies. Ammōnjaks viegli šķīst ūdenī, tā tad viņu var viegli piejaukt vienkārši ielejot dezinficējamā ūdenī. Chlōramini pielietojami tādā gadījumā, ja iespējams dot vismaz 2 st. kontakta, pie kam tad viņu dezinfekcijas spēja ir pat lielāka kā vienādai porcijai chlōra, un viņa vēl palielinās pie pH vērtības zem 7,0. Pēc amerikāņu aprēķina 1 m^3 apstrādāšana ar chlōraminu izmaksā 0,04—0,06 sant./m^3.

Chlōraminu vietā, kas attīstās pašā ūdenī, ir no ķīmiskas fabrikas Heiden (Heyden) izgatavots gatavs chlōramina preparāts zem nosaukuma Chlōramin - Heyden, ar 24% aktīvā chlōra. Tas ir tikpat stiprs dezinfekcijas līdzeklis kā chlōrkaļķis, un labāks tai ziņā, ka chlōkaļķa chlōra saturs ar laiku samazinās, kamēr chlōramins ir pastāvīgs produkts. Pie tam vieglāk noteicams pielietojamais daudzums, un viņš arī nav kaitīgs, jo nekairina gļotādu. Arī vismazākā daudzumā viņam ir dezinfekcijas spēja. Jāpielieto dzeramā ūdens dezinfekcijai, p. p., 5 mg/l, bet virszemes ūdens tiešai dezinfekcijai ap 20 mg/l, kontakta laiku rēķinot 30 min. Pielietojot chlōraminu, var samazināt aluminija koagulanta daudzumu.

Chlōraminus lietderīgi lietot, kad vajadzīgs dezinfekcijai liels chlōra daudzums, vai kad ūdens satur fenolus.

Katadinmetode.

Jau no seniem laikiem bija pazīstams, ka dažiem metalliem, nākot sakarā ar ūdeni, ir dezinficējošas spējas. Tā, p. p., zināms, ka Aleksandram Lielajam viņa karaspēka gājienos veda līdzi ūdeni sudraba traukos, jo tā tas vislabāk uzglabājās. Biologs Negeli (Nägeli) savos pētījumos 1893. g. novēroja, ka ūdens, kas bijis sakarā ar kādiem metalliem: varu, dzīvsudrabu vai ar slāpekļskābu sudrabu, ir no zināma iespaida uz mikroorganismiem, tos nonāvējot. Tā kā metalla, p. p., sudraba daudzums ūdenī bija vajadzīgs ļoti mazs, tad tā iedarbību Negeli apzīmēja par oligodinamisku (oligos — mazs), un pašu iedarbības spēku par oligodinamiju. Vēlākie pētnieki atrada, ka tādam mazam sudraba daudzumam ir dezinficējošas īpašības. Noskaidrojās, ka iedarbība dibinās uz ļoti maza daudzuma metalliōnu atrašanos ūdenī. Tā, p. p., Bakterium Koli no sudraba nobeidzas, ja viņa atrodas ūdenī 0,040 mg/l.

Procesa būtību domā notiekam šādi. Pozitīvie sudrabiōni, sastopoties ar negātīviem baktērijas iōniem, iespiežas baktērijas olbaltumā un ierosina ķīmiskus savienojumus, kas nobeidz baktēriju. Noskaidrojies, ka tīra sudraba iōni nav tik darbīgi kā sudraba savienojumu iōni, p. p., chlōriska sudraba, vai slāpekļskābā sudraba.

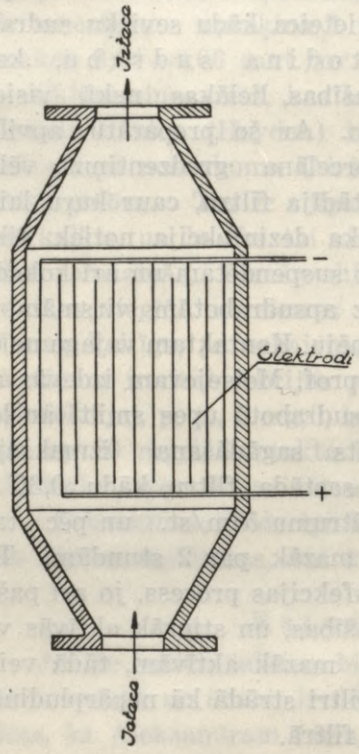
Novērojumus mēģināja pielietot ūdens dezinfekcijai. G. K r a u s e, 1928. g., Minchenē ieteica kādu sevišķu sudraba preparātu, kuŗu nosauca par k a t o d i n a s u d r a b u, kam esot ļoti lielas oligodinamiskas īpašības, lielākas nekā visiem līdz šim pazīstamiem preparātiem. Ar šo preparātu apvilka ar sevišķu uzpūšanas metodi porcelāna gredzentiņus, vēlāk smilts graudiņus, un no tiem sastādīja filtru, caur kuŗu laida dezinficējamo ūdeni. Izrādījās, ka dezinfekcija notiek tikai tad, ja ūdens iepriekš atbrīvots no suspendētām un arī koloidālām vielām, jo tās nogulstas uz apsudrabotām virsmām un pēdējās zaudē savu dezinficējošo spēju. Kontaktam vajaga ne divas, bet 6 stundas. Ļeņingradas prof. Moisejevam izdevās atrast metodi, kā viegli sagatavot sudrabotu upes smilti ar ļoti aktīvām īpašībām. Tādas smilts sagādāšana izmaksājot 1 kg — 66 kap. No tādas smilts sastāda filtru, kādu 0,30 m biezu, caur kuŗu ūdens iet ar ātrumu 5 m/st. un pēc tam vēl ūdenim jāuzturas baseinā ne mazāk par 2 stundām. Tas vajadzīgs tādēļ, lai noslēgtos dezinfekcijas process, jo arī pašas ūdens daļiņas iegūst aktīvētas īpašības, un stiprāk aktīvās var vēl kontakta laikā iedarboties uz mazāk aktīvām, tādā veidā veicinot dezinfekcijas procesu. Filtri strādā kā nepārpludināti filtri, jo vēlama gaisa cirkulācija filtrā.

Kā liekas, ķīmiski ūdens sastāvs, kas filtrēts caur apsudrabotu smilti, negrozās. Ūdens garša varbūt pat uzlabojas, jo ūdens piesātinās ar skābekli. Tik mazā daudzumā (1 litrā 0,015 mg), cik ūdenī ietiek sudraba, viņš cilvēka veselībai nav kaitīgs. Tomēr lielā mērogā metodi pielietot nāktos grūti, tādēļ ka viņa ir dārga, sevišķi no tā, ka vajadzīga ļoti rūpīga priekštīrīšana, jo citādi sudrabotā smilts pārklātos ar vielām, kas aktīvitāti traucētu, sevišķi ar koloidālām vielām organiskas dabas. Cietība un pH vērtība procesu neiespaido, turpretim sulfidi bojā sudraba darba spēju, ar sudraba sulfidu attīstību.

Filtrāciju caur apsudrabotu smilti mēģināts atvietot ar

tiešu sudraba sāļu, p. p., slāpekļskāba sudraba, piemaisīšanu ūdenim. Bet tas paņēmiens izrādījies dārgāks un vajadzīgs pieskaņot attiecīgu preparāta daudzumu ūdens sastāvam un daudzumam, kamēr filtrācija notiek automatiski.

Līdzīgi sudraba iōniem arī dažu citu metallu iōniem ir dezinficējošas īpašības. Tā, p. p., vara un dzīvsudraba iōniem, bet tos metallus nepielieto, jo viņi ir indīgi.



277. zīm. Aktīvātora schēma.

Dezinfekcijas metode ar sudraba iōniem ir jauns paņēmiens, jo praktiska pielietošana sākās ar 1928. g. Ievērojot grūtības, ar kādām bija jāsastopas, it īpaši apsudrabotas smilts sagādāšanā, mēģināja atrast jaunus ceļus metodes praktiskai pielietošanai. Tādā ceļā radās jauns veids, elektrokatadinmetode, pēc kuŗas ūdenī attīsta sudraba iōnus ar vājas līdzstāvas palīdzību no masīviem, attiecīgi veidotiem sudraba elektrodiem, pie tam var iegūt vairāk vai mazāk stiprus iōnus, atkarīgi no izlietotās strāvas. Ietaises svarīgākā daļa ir t. s. aktīvātors (zīm. 277.), kuŗā atrodas elektrodi, un caur kuŗu ūdenim tekot viņš uzņem sudraba iōnus uz elektrolitiska ceļa. Aktīvātors sastāv no stipra dzelzs rezervuāra, kas izoderēts ar sevišķu izolējošu masu. Aktīvātorā ieliktas sudraba plātnes, vairāk vai mazāk stipras, pēc vēlamā darbības ilguma, gar kuŗām tad tek dezinficējamais ūdens. Elektrodu polāritāti maina noteiktos laikos, lai nepieķertos kaut kur vielas, kas parasti virzās pie anoda caur polārizāciju. Šāda elektrokatadina ietaise strādā ar līdzstrāvu, ar spriegumu ne vairāk par 1,6 V, lai nenotiktu ūdens saskaldīšana. Kā strāvas avots noder 2 V akumulātori. Ja rīcībā ir maiņstrāva, var dabūt attiecīgo līdzstrāvu ar transformātora un taisnotāja palī-

dzību. Strāvas stiprums, atkarīgi no ietaises lieluma, atsevišķām vienībām var būt 0,02 līdz 10 A. Vispārīgi kā strāvas, tā arī sudraba patēriņš ir ļoti mazs, un ekspluatācijas izdevumus, ieskaitot 10 gadu amortizāciju, pie vācu ietaisēm rēķina ar 0,6 līdz 6 sant./m^3, atkarīgi no ūdens baktēriālā satura. Vispārīgi uz ietaises izdevumiem ir no svara sekojošie apstākļi:

1) Ūdens elektriskā vadītspēja, kas atkarājas no ūdens sastāvā atrodošamies šķīdinātiem sāļiem, brīvām skābēm un no temperātūras. Atkarīgi no šiem apstākļiem jāaprēķina ietaises lielums. Katram ūdenim ir zināma elektrības uzņemšanas spēja, ko nosaka ar A/m^2 (amperi uz m^2) anodlaukuma. Tā, p. p., atrasts, ka Minchenes ūdensvada ūdens dezinfekcijai būtu vajadzīgs 1 A/m^2 anoda pie 10°C.

2) Iespējamā strāvas izmantošana, kas, attiecinot uz elektroķīmisku ekvivalentu, jārēķina ar 50% uz teōrētiskā skaitļa.

3) Zināms iespaids ir pH vērtībai. Neutrālā (pH = 7) un vēl jo vairāk alkaliskā (pH > 7) reakcija paātrina dezinfekcijas darbību, kamēr skābā (pH < 7) to palēnina. Abos gadījumos var panākt izlīdzināšanos, attiecīgi noskaņojot aktīvēšanu un pēcdarbību (attiecīgi lielu kontaktlaiku).

4) Ūdens temperātūra: siltāks ūdens paātrina, aukstāks palēnina dezinfekciju. Noteicot ietaises lielumu, jāpieņem vismazākā pēc dotiem apstākļiem ūdens temperātūra.

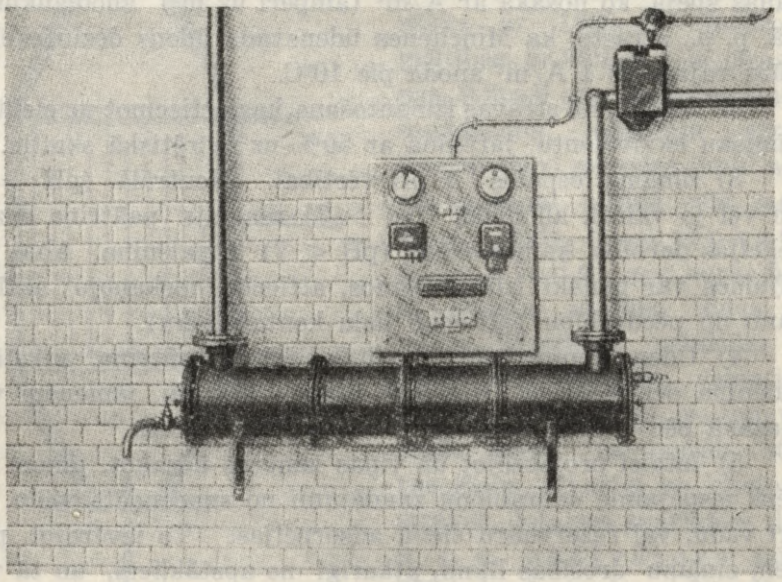
5) Ietaisi projektējot un viņas izmērus nosakot, jāņem arī vērā iespējamie sudrabiōnu zaudējumi no suspendēto vielu, kā arī vadu, vai rezervuāru sienu adsorpcijas. To ievērojot, pieņem zināmu drošības līkmi, atkarīgi no apstākļiem, un tā var arī dezinficēt ūdeni, kas nav pilnīgi atbrīvots no suspendētām vielām, kas ar kontaktmetodi nebija iespējams.

Dažādiem mērķiem ieteikti aktīvēšanas lielumi, ieskaitot arī iespējamo adsorpcijas patēriņu, izteicot vajadzīgo katodinsudraba daudzumu mg/l:

dzeramam ūdenim	0,025—0,100	mg/l
mazgāšanas ūdenim	0,150—0,200	„
ledus izgatavošanai	0,400	„
minerālūdeņiem	0,025—0,100	„
dažādiem ēdamu un dzeramu lietu rūpniecības mērķiem (p. p., pienotavām, desu fabrikām, alus brūvētavām un t. t.)	0,025—0,600	„

Elektrokatadin metodes pielietošanai vajadzīgie aparāti ir samērā vienkārši, neprasa lielu telpu novietnei un jādomā, ka atsevišķiem mērķiem viņi atradīs pielietošanu plašā mērā. Arī ūdens piegādē atsevišķām saimniecībām un ietaisēm metode pielietojama.

Maza elektrokatadin ietaise Heidelbergas tuvumā (pils. ogļu noliktavas rajonā) var noderēt piemēram (zīm. 278.). Ietaise strādā no 1931. g. Ūdeni pievada no avota 5 m^3/st., bet



278. zīm. Elektro-katadinietaise ar horizontālu aktīvātoru.

tas satur daudz baktēriju un, atkarīgi no meteoroloģiskiem apstākļiem, dažreiz arī daudz bakt. coli. Ūdens ļoti mīksts, viņa elektrības uzņemšanas spēja 0,25 A/m^2 anodes laukuma, pH vērtība 6,7, strāvas izmantošana ap 40%. Krājbaseins un spiedrez. dod iespēju ieturēt kontaktu ne mazāk par 10 st. Aktīvēšanai pietiek sudraba 30—50 mg/m^3, neskatoties uz to, ka daļu no šā sudraba absorbē rezervuāra sienas un vadu caurules. Ietaise strādā ar pārtraukumiem, un kad krājbaseins piepildījies, ar pludiņa palīdzību izslēdzas ūdens pietece un strāva uz

katadinaparātu automatiski. No krājbas. sevišķs pumpis ūdeni paceļ uz spiedrezervuāru dažas stundas dienā, un kamēr pumpis strādā aktīvātors ir izslēgts.

27. Smakas un garšas uzlabošana.

(Elimination of taste and odor in water.)

No laba dzeramā ūdens, kā zināms, prasa, lai viņš būtu bez smakas un ar patīkamu garšu. Pēdējo ūdenim sagādā ogļskābe un daži sāļi. Bet, diemžēl, ne arvien ūdens apgādei iespējams iegūt tādu labu ūdeni, un jāapmierinās ar mazāk labu, bet tad viņš jāuzlabo, lai būtu lietojams. Sliktas smakas cēloņi var būt ļoti dažādi. Varētu viņus ierindot divās grupās: dabiskos un rūpnieciskos. Pēdējos var novērst, vai vismaz samazināt ar rūpīgu uzraudzību un ielaižamo notekūdens kontroli. Tas pats arī attiecināms uz netīru kanālizācijas notekūdens ielaišanu ūdens tvertnēs, kas varētu noderēt ūdens apgādei. Dabiskie smakas un garšas cēloņi meklējami dažādu mikroorganismu dzīves nosacījumos, pūšanas procesu ierosinātājos un t. t. Arī dažas neorganiskas vielas var iespaidot ūdens smaku un garšu: dzelzs, sērūdeņradis, mangāns un c. Bet arī ķīmiskām vielām ūdeni tīrot, viņš var iegūt nepiederošu smaku un garšu. Lietojot, p. p., kā koagulantu kaļķi (dezinfekcijas vai atmīkstināšanas nolūkā), ūdens pieņem vieglu kaļķa smaku, kuŗas novēršanai ūdenim jāpiejauc ogļskābe, lai samazinātu viņa pH, kā to dažās Amerikas tīrīšanas ietaisēs arī dara.

Vislielāko iespaidu smakas ziņā tomēr ūdens iegūst no chlōra, ko lieto viņa dezinfekcijai. Pats par sevi jau chlōrs lielākā daudzumā ūdenim dod nepatīkamu smaku, bet jo lielāks iespaids vēl ir, ja ūdens satur fenolus, tad attīstās ļoti nepatīkama smaka, līdzīga jodoformam. To ievērojot, visos gadījumos, kad ūdeni chlōrē ar dezinfekcijas nolūku vajadzīga arī dechlōrēšana, ar līdzekļiem, kādi turpmāk būs minēti.

S ē r ū d e ņ r a d i s sastopams gruntsūdenī, it īpaši no dziļām arteziskām akām. Bet sērūdeņradis var arī attīstīties no organisku vielu pūšanas procesiem, no sulfātus reducējošu

baktēriju darbības. Sērūdeņradi, kā jau minēts, var tāpat kā ogļskābi, no ūdens izdabūt laukā ar labu aerāciju, tā tad ar metodēm, pie kuŗām viņš tiek apskābļots.

Dzelzs lielā daudzumā dod ūdenim tintes veidīgu garšu, bet to var novērst ar atdzelžošanu.

Smaka, kas ceļas no organiskiem savienojumiem, jau ir novēršama uz sarežģītāka ceļa. Virszemes ūdeņos, sevišķi seklos ezeros un lēni tekošās upēs, it īpaši mākslīgos ezeros, bet arī gruntsūdens krātuvēs, ja tajās ūdens uzglabāts ilgāku laiku, — ūdens var pieņemt nepatīkamu smaku un garšu, kas ceļas no mikroorganismiem un viņu atkritumu produktiem. Tādai parādībai par cēloni ir sevišķas šķiras organismi, it īpaši algas (glīvas), kas attīstās periodiski zem zināmiem un nezināmiem apstākļiem. Ja šādi organismi attīstās lielā mērā, ūdens var būt duļķains, vai pieņemt kādu nokrāsu, dažreiz uz ūdens virsas. Nevēlamo parādību apkaŗošanai ieteikti un pielietoti dažādi līdzekļi. Lielākās ūdens krātuvēs pielieto vaŗa sulfātu (vaŗa vitriolu) ($CuSO_4$), kuŗu ūdenī ielej tādā ceļā, ka pie laivas piestiprina maisu vai kurvi ar preparātu, un tad ātri velk pa ūdeni ar to aprēķinu, lai stundā izkustu ūdenī ne vairāk par 45 kg, un lai vienā vietā nesakrātos tik daudz sulfāta, kas nonāvētu zivis, jo zivīm nāvīgi jau ir 1,2 mg/l (forelēm 1,2, karpām 2,8, līdakām 3,5 mg/l). Vajadzīgā porcija vaŗa vitriola jānosaka ar laborātorijas mēģinājumiem, jo viņa atkarājas no organismu šķirnēm un daudzuma un no ūdens sastāva un temperātūras. Lielākai daļai organismu pietiek 0,1 līdz 1,0 mg/l, bet ir arī gadījumi, kad vajadzīgs vairāk, pat līdz 15 mg/l vitriola. Vaŗa sulfāta pielietošana ūdens tvertnēs tomēr nav vēlama tādēļ, kā kaitīga zivīm, un arī vispārīgi viņu tagad reti pielieto. Algu un sēnīšu apkaŗošanai izrādījies par noderīgu pielietot chlōru kopā ar vaŗu. Tam mērķim pielieto aparātus līdzīgus Ornsteina chlōrgāzes aparātiem. Sagatavotā aparātā chlōrūdeni sadala 2 strāvās, no kuŗām vienu ievada tieši tīrāmā ūdenī, kamēr otru laiž caur trauku, kas pildīts ar vaŗa atkritumiem un pēc tam ievada tīrīmā ūdenī. Chlōrūdens, ejot caur vaŗa atkritumiem, šķīdina daļu metalla, sastādot vaŗa chlōridu. Nobeigušies organismi un algas no ūdens jāatdala (p. p., ar filtrāciju), jo citādi tie sāktu pūt un smaka celtos par jaunu.

Nepatīkamu garšu un smaku virszemes ūdens iegūst no notekūdens, ko ielaiž no mājsaimniecībām vai rūpniecībām. Visnepatīkamākie šai ziņā ir izrādījušies notekūdeņi no gāzes fabrikām, koksa dedzinātavām, naftas pārstrādāšanas fabrikām, darvas tecinātavām un t. l., jo viņi satur fenolu, vai fenolveidīgas vielas. Tāpat satur fenolu atmosfēriskie nokrišņi minēto fabriku tuvumā un darvotu ielu noskalojumi. Ja šādu vielu daudzums ir mazs, tad ūdens pašiztīrīšanās spēja ar viņām tiek galā, sevišķi vasaras laikā. Arī fenols tādā gadījumā stipri atšķaidīts ļaunumu neatnesīs, jo viņam pašam nav stipri sajūtama garša. Bet nu lielāks ļaunums ceļas, ja ūdens jāchlorē ar dezinfekcijas nolūku. Chlōrs ar fenolu savienojas par chlōrfenolu, kas, pat ļoti lielā atšķaidījumā, ūdenim piešķir stipri sajūtamu nepatīkamo jodoforma garšu un smaku. Kamēr atsevišķa fenola vai atsevišķa chlōra garša šķīdumu koncentrācijā pat vēl 1 mg/l nav sajūtama, maisījumā no abiem, chlōrfenolā jau var garšu sajust atšķaidījumā 0,002 mg/l (pēc Gross'a). Chlōrfenola garšu var izbēgt, ja dezinfekciju izdara nevis ar chlōru, bet ar kādu citu dezinfekcijas līdzekli. Ja tas nav iespējams, dārguma vai citu apstākļu dēļ, tad var pielietot chlōraminus, par kuŗiem jau bija minēts (l. p. 421.). Kā redzējām, chlōramini attīstās, ja ūdenim piejauc iepriekš ammōnjaku un tad chlōru, vai ammōnjaku un chlōru kopā sajauktus. Chlōramini ir ķīmisks savienojums, chlōra ar ammōnjaku un mēdz izšķirt monochlōraminus (NH_2Cl), dichlōraminus ($NHCl_2$) un trichlōraminus (NCl_3). Tīru, ķīmisku chlōraminu īpašības vēl nav pietiekoši izpētītas. Amerikā ir ar vairāk vai mazāk panākumiem pielietoti ammōnjaks ar chlōru, ar nolūku noņemt ūdenim chlōrfenola un citas garšas un smakas. Novērots, ka chlōramini vājina chlōra aktīvitāti, tā tad samazina viņa spējas ātri savienoties ar fenoliem, un reakcijai vajadzīgs ilgāks laiks. Piejaucot ūdenim pietiekošā daudzumā ammōnjaku, var noņemt chlōra garšu un smaku, un tāpat chlōrfenola smaku, tomēr citu smaku, sevišķi to, kas ceļas no mikroorganismiem, nevar novērst.

Pēc jaunākiem paņēmieniem, kā chlōrfenola, tā arī cita veida garšu un smaku ūdenim noņem ar lielākas porcijas chlōra piejaukšanu, 3 līdz 4 reiz vairāk, nekā vajadzīgs tikai baktē-

riju nonāvēšanai. To apzīmē ar jēdzienu «p ā r c h l ō r ē š a n a» (superchlorination). Ar pārchlōrēšanu pārvērš chlōrfenolus un citas smakas un garšas vielas tādās vielās, kas vairs nav sajūtamas mūsu jūtu organiem, t. i., ko nevaram vairs saost vai sasmeķēt, bet paliek pāri tikai stipri sajūtama chlōra garša un smaka. Chlōrfenols pāriet p o l i c h l ō r f e n o l o s, kuŗiem piegarša mazāk sajūtama. Tādu lielu chlōra daudzumu var ūdenim piejaukt kaut kuŗā tīrīšanas pakāpē, parasti pēc ātrfiltrācijas. Bet nu liels chlōra piejaukums piedod ūdenim nepatīkamu chlōra smaku un garšu, un tādēļ ir pēc ½ līdz 7 st. iedarbības (ilgums jānosaka ar mēģinājumu) atkal jāatbrīvo.

A t c h l ō r ē š a n a i (dechlorination), kā jau aizrādīts, pielieto sekojošus paņēmienus: a) ķīmiskus līdzekļus: natrija thiosulfātu (fiksāžas sāli), vai sērdioksidu un b) filtrāciju uz aktīvas ogles filtra.

N a t r i j a t h i o s u l f ā t a (pretgāzes) reakcija ir:

$$Na_2S_2O_3 + 8\,Cl + 5\,H_2O = \underset{\text{sērsk. natrijs vai glaubersāls}}{Na_2SO_4} + \underset{\text{sērskābe}}{H_2SO_4} + \underset{\text{sālsskābe}}{8\,HCl}$$

Attīstījušās skābes savienojas ar bazēm par neutrāliem sāļiem. Lai neutrālizētu 1 mg aktīva chlōra, jāpiejauc antichlōra 0,87—1,58 mg/l, atkarīgi no ūdens sastāva, kas jānoteic ar laborātorijas mēģinājumiem.

S ē r d i o k s i d s vai sērpaskābe (SO_2) nāk tirgū tāpat kā chlōrs tērauda balonos šķidrā veidā, un viņu piejauc ūdenim gāzes veidā ar līdzīgiem aparātiem, kā to pielieto chlōrēšanai. Dechlōrēšanai vajadzīgs kontakts 10—15 min. Attiecības starp chlōru un sērdioksidu, pirmā neutrālizēšanai, ir kā 1 d. chlōra pret 1,2 d. sērdioksida, t. i. ap 25% vairāk pret teōrētisko. Metodes pielietošanai vajaga atrasties lietpratīgā uzraudzībā. Sevišķi grūti ir sērdioksidu dozēt, jo viņa spiediens balonā mainās ar temperātūru un pastāvīgi jāseko, lai būtu tāds spiediens, kāds vajadzīgs dozēšanas aparāta prasībām. Vēlams, lai balonā spiediens būtu 5 atm. Sērdioksida gāze viegli šķīst ūdenī, un pie 0° viens tilpums ūdens var uzņemt līdz 80 tilpumu gāzes. Šķidrais SO_2 sasalst pie —73°C, bet pārvēršas gāzē (vārās) pie 8°C.

Kā vislabākā jaunlaikā atzīta dechlōrēšanas metode ir aktīvo ogļu filtri, ar ko ūdenim atņem pat mazākos daudzumos fenolu resp. chlōrfenolu.

Koka ogles, kā arī dzīvnieku (kaulu) ogles ūdens tīrīšanai pielieto jau no seniem laikiem, un ir literātūrā atzīmes, ka ogļu filtri jau pielietoti priekš 1800. g. Tādus filtrus pielietoja galvenā kārtā māju filtriem, parasti kombinācijā ar

a — ūdens ietece.

b — kaulu ogļu filtrs starp 2 porainiem keramikas cilindriem.

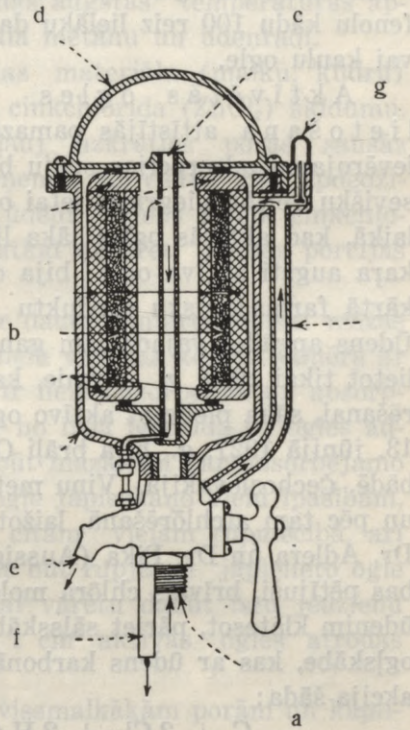
c — izteces caurule.

d — gaisa kupols.

e — filtrētā ūdens saņemšanas aizgrieznis.

f — liekā ūdens notece.

g — gaisa vārstulis.



279. zīm. Māju filtri no 1899. g.

smilti, un ir daudz patentētu mājas filtru konstrukciju no pagājušā gadu simteņa, kas dibinātas uz tīrīšanas principa ar ogli. Tā, p. p., viens tāds filtrs, kas bija izplatīts (Amerikā vēl ap 1900. g.) dzeŗama mājūdens sagatavošanai vietā, kur nebija ūdensvada ar labu ūdeni, sastādīts (zīm. 279.) no kaulu ogļu slāņa, kas ieslēgts starp 2 poraina māla cilindriem. Pēdējo uzdevums bija ūdeni filtrēt, kamēr oglei bija jānoņem ūdenim nepatīkamā garša un smaka. Lai gan mazā mērogā bija apmierināti ar ogļu filtru panākumiem, tomēr lielākām ietaisēm, pilsētu apgādei, atrada metodi par nepielietojamu.

Ogli ūdens dechlorēšanai sāka lietot Anglijā jau no 1910. g. Bet arī tam mērķim ogle izrādījās par nenoderīgu materiālu, jo, kā tagad mēs to teiktu, viņai ir maza adsorpcijas spēja. Ogle drīz piesērēja ar uzņemtajām vielām, sevišķi, ja nebija iepriekš no ūdens atdalītas suspendētās vielas. Domāja, ka notikuši ķīmiski procesi, bet izdarot piesērējušā materiāla reģenerāciju, tāda doma izrādījās par nedibinātu. Tagad pazīstamā aktīvētā ogle var adsorbēt daudz vairāk vielu, tā, p. p., fenolu kādu 100 reiz lielāku daudzumu, nekā vienkāršā koka vai kaulu ogle.

Aktīvētās ogles izgatavošana un pielietošana attīstījās pamazām, pakāpeniski. Materiāli ar ievērojamu adsorpcijas spēju bija pazīstami jau senāk, bet sevišķu vērību piegrieza lētai ogles aktīvizēšanai pasaules kara laikā, kad aktīvās ogles sāka lietot pretgāzes maskām. Priekš kara augsti aktīva ogle bija dārga un viņu lietoja galvenā kārtā farmaceitisku produktu un baudāmo eļļu izgatavošanā. Ūdens apgādes vajadzībām gan laikam, aktīvēto ogli sāka pielietot tikai 1928. g. Pirmie, kas lielākā mērogā, ūdens dechlorēšanai, sāka pielietot aktīvo ogli, iegūstot arī attiecīgo patenti 13. jūnijā 1927. g., bija brāļi Oskars un Rūdolfs Adleri, Karlsbādē, Čechoslovakijā. Viņu metode pastāv ūdens pārchlorēšanā un pēc tam atchlorēšanā, laižot caur aktīvētu ogļu filtru. Pēc Dr. Adleŗa un Dr. Pika (Aussig'a), kas šo jautājumu pēc būtības pētījuši, brīvais chlora molekuls, sastopoties ar aktīvo ogli, ūdenim klātesot, pāriet sālsskābē un gala rezultātā paliek brīva ogļskābe, kas ar ūdens karbonātcietību tiek neutrālizēta. Reakcija šāda:

$$C + 2\,Cl_2 + 2\,H_2O = 4\,HCl + CO_2.$$

Kā redzams pēc šī uzskata, aktīvā ogle adsorbē ūdenī šķīdinātas vielas, un iedarbojas uz viņām tādā ziņā, ka ķīmiski izveido cita sastāva produktus, kas līdz ar ūdeni tiek izskaloti. To parādību sauc par mutāciju un aktīvās ogles filtru tad nosauc par mutātoru. Tā tad process chlora uzsūkšanā vai dechlorizācija ar aktīvās ogles palīdzību ir ne tikai adsorpcija, bet arī mutācija. Chlors sastopoties ar aktīvēto ogli, sadalās jonos, kas savienojas ar ūdens ūdeņradi par sālsskābi, atbrīvojot skābekli, kas ar ogli attīsta ogļskābi.

Aktīvētā vai aktīvā ogle ir sevišķs, augstvērtīgs produkts, ko izgatavo no koka, kūdras, oglēm vai cita

tam mērķim derīga materiāla, ar dažādiem patentētiem paņēmieniem, ar karsēšanas un atsārmošanas procesiem. Tā, p. p., malku vai kūdru sadedzina retortēs pie 400°C, bez gaisa pietiekšanas. Tādā oglē vēl nav pilnīgi visas organiskās vielas saskaldījušās, un viņā ir poras vēl pildītas ar sausās destillācijas produktiem — ogļūdeņraža vielām. Turpmākā apstrādāšana notiek ar nolūku minētās vielas izvilkt vai iznīcināt. Ar to mērķi, tādu nepilnīgu ogli apstrādā ar ūdens tvaikiem pie temperatūras 850°C. Tvaiki pie tādas augstas temperatūras apskābļo organiskās vielas un nodala metānu un ūdeņradi.

Pēc vienas citas metodes izejas materiālu (malku, kūdru) piesātina iepriekš ar koncentrēta cinkchlorida ($ZnCl_2$) šķīdumu. Pie apdedzināšanas pēdējais neļauj uzkrāties porās sausās destillācijas produktiem, pats ieņemot to vietu. Pēc apdedzināšanas iegūto ogli atsārmo ar ūdeni. Ūdens izvelk cinkchlōridu, un iegūtais šķīdums var atkal noderēt jaunas porcijas piesātināšanai.

Tādā ceļā iegūtā ogle satur daudz mikroskopiski mazas poras un kapillāres, kas sagādā lielu virsmas kopību samērā ar masu, tā tad tādam ķermenim ir liela adsorpcijas un absorpcijas spēja. Kapillāru lielums ir no liela iespaida uz ogles adsorpcijas spēju un kapillārēm jābūt mazākām par adsorbējamo vielu molekulu lielumu. Tā tad ogle jāpieskaņo vielu īpašībām, un ūdenim (aktīvo ogli lieto arī citām vielām rūpniecībā, arī pretgāzes maskām, kur viņa var būt rupjāka) jāpielieto ogle ar vissmalkākām kapillārēm. Lai varētu dabūt īstu jēdzienu par šādām prasībām, jāmin, ka 1 cm^3 aktīvās ogles atrodas vairāk kā 100 m^2 virsmu.

Kā noprotams, tāda ogle ar vissmalkākām porām un kapillārēm var viegli piesērēt, kā no vielām, kas atrodas ūdenī, tā arī no procesā ražotiem produktiem. Ūdenī atrodošās vielas var viegli aizsprostot kapillāres, un ar tām var apķerties no ārpuses ogļu graudiņi. No tā redzams, ka ūdenim vajaga būt iepriekš tīrītam, filtrētam, iekam viņu laiž caur aktīvo ogli. Bet arī no labi priekštīrīta ūdens, no paša procesa sarodas vielas (mellogēni), ar kuŗām poras un kapillāres piepildās. No visa tā aktīvā ogle ar laiku zaudē savu aktīvitāti, un viņa *jāreaktīvē*, vai kā to arī saka *jāremutonē*. Vispirms filtru skalo no apakšas ar ūdeni, kā to dara pie parastajiem ātrfiltriem, atskalojot tādā ceļā vielas, kas apķērušās ap filtra

graudiņiem. Galvenais reģenerācijas paņēmiens tomēr ir ar karstu sodas šķīdumu. Soda neutrālizē sālsskābi, attīstot vārāmo sāli, kas viegli no filtra izskalojama. Sodas šķīdumu iespiež no apakšas, no pumpja spiedvada, pa ceļam viņu sasildot ar tvaiku līdz 80—100°C. Šķīdumu, kas savu uzdevumu izpildījis, var atkal izlietot atkārtoti, un tādā veidā viens un tas pats sodas šķīdums pielietojams vairākkārtīgi, un atsārmošanai ar sodu ir galvenā kārtā uzdevums, atjaunot ķīmisko līdzsvara stāvokli ogļu masā. Pēc Adlera reģenerācija jāizved ar sarežģītākiem paņēmieniem. Pēc izskalošanas ar ūdeni ogli vēl skalo ar maisījumu no 1—2% sodas atšķaidījumu ar chlorūdeni, pēc tam ar kalcija chlorida 0,5—2% atšķaidījumu un beidzot vēlreiz ar ūdeni. Chlorūdens piemaisīšanai uzdevums saskaldīt un apskābļot organiskās vielas, kas filtrā varētu būt uzkrājušās, bet ar kalcija chlōridu grib neutrālizēt sārmainību. Ar laiku aprakstītā reģenerācija tomēr vairs nepalīdz un ogle ir pamatīgi jāatjauno, viņu karsējot speciālās krāsnīs, kapillāres iztvaicējot, un tā atjaunojot ogles sūkļveidīgo struktūru. Firmas, kas piegādājušas aktīvo ogli, parasti izmantoto ogli apmaina pret jaunu porciju.

Ogles darbības ilgums atkarājas no ūdens priekštīrīšanas rūpības un jo labāka tā ir, jo ilgāk ogle piepatur savu aktīvitāti. Ogles apmaiņa var būt vajadzīga ik 1 līdz 2 gados. Pēc dažiem novērojumiem 1 kg t. s. hidrodarko ogles pie 6 m filtra biezuma un filtrātruma 6 m/st., atchlorē ūdeni, kas satur 1,0 mg/l chlōra, līdz chlōra saturam ne vairāk par 0,1 mg/l, un var iztīrīt bez reģenerācijas 300 m^3 ūdens. Pie pareizas reģenerācijas var līdz pilnīgai atjaunošanai iztīrīt 2.000 līdz 5.000 m^3 ūdens uz 1 kg ogles.

Aktīvās ogles adsorpcijas spēju var izteikt ar formulu $K = a \cdot c^b$, kuŗā apzīmē: K — no viena grama aktīvās ogles absorbēto vielu daudzumu gramos, c — šādu vielu atlikumu ūdenī, un a un b — konstantes, kas ar mēģinājumiem jānosaka. Vēl no praktiskiem piedzīvojumiem varētu minēt, ka Hamm p. uzbūvēts aktīvo ogļu filtrs 20 m^3 (=5 t) no graudainām aktīvām oglēm, kas dienā apstrādā 25.000 m^3 labi priekštīrīta ūdens, pie kam filtrs, kā izrādījies, pilnīgi attaisno cerētos panākumus. Filtram aktīvo ogļu graudiņu lielums ņemts 1,5—2 mm.

Aktīvo ogļu filtra lieluma projektēšanai vajadzīgs iepriekš iegūt skaidrību par filtrātrumu un filtra dziļumu. Pēc amerikāņu piedzīvojumiem lielākais filtrātrums, filtrējot no apakšas uz augšu (pie hidrodarko ogles), var būt līdz 12 m/st.; filtrējot no augšas uz apakšu iespējami vēl lielāki ātrumi, bet tad ogle ātrāk piesērē. Izdevīgākais filtrātrums atkarīgs no filtraugstuma, ogles vecuma un ūdens koncentrācijas ar atšķiramām vielām. Tā tad arī filtrātrums jāpieskaņo tīrāmā ūdens īpašībām, t. i., cik daudz chlōra vajadzīgs, lai attiecīgās vielas un baktērijas droši būtu apskābļotas. Lai varētu dažādu ogļu atchlōrēšanas spējas salīdzināt, Dr. Piks (Pick) ievedis jēdzienu: «pusvērtības gaŗums», zem kuŗa saprot tādu ogļu filtra biezumu centimetros, ar kuŗu sākumā ūdenī atrodošais chlōra daudzums samazinās uz pusi pie filtrātruma $v_0 = 1$ cm/sek. (ātrumu attiecinot uz visu šķērsgriezumu). Apzīmējot ar:

Cl_a — chlōra koncentrāciju ūdenī sākumā, pirms atchlōrēšanas.

Cl_b — chlōra koncentrāciju, pēc slāņa biezuma h iziešanas.

v — filtrātrumu.

k — konstanti, kas svārstās ar v.

tad pēc Dr. Picka, pie v = 1 cm/sek.:

$$\log \frac{Cl_a}{Cl_b} = k \,.\, h.$$

Samazinot Cl_a uz pusi, dabūjam pusvērtības gaŗumu h_1:

$$\log \frac{2}{1} = k \,.\, h_1 \text{ un}$$

$$h_1 = \frac{1}{k} \,.\, \log \frac{2}{1} = \frac{0{,}301}{k}.$$

Pie kaut kuŗa cita ātruma v pusvērtības gaŗums tad ir:

$$h_v = h_1 \,.\, \sqrt{v}.$$

Ja nu vēlamies ar ogli, kuŗas h_1 esam atraduši, pie zināma filtrātruma v chlōra sākuma koncentrāciju Cl_a samazināt uz Cl_1, tad vajadzīgais ogļu filtra biezums būtu:

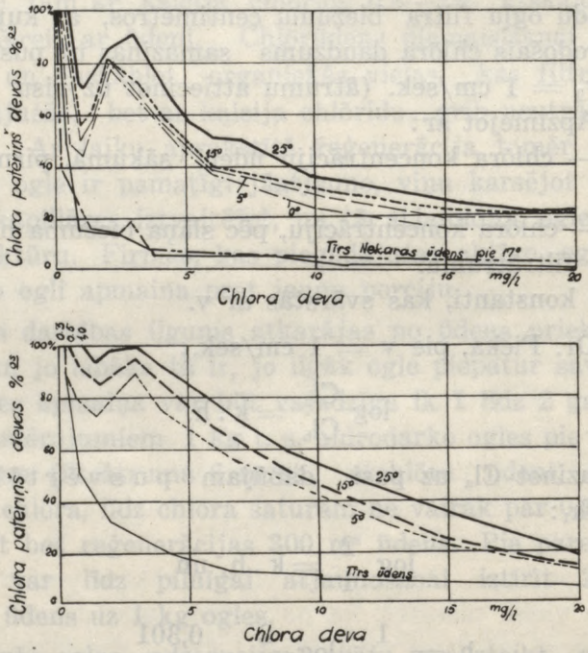
$$h = \frac{h_1 \,.\, \sqrt{v}}{0{,}301} \,.\, \log \frac{Cl_a}{Cl_1}.$$

P. p., ja vēlētos, ka vēl būtu Cl = 0,01 mg/l, kas praktiski līdzinās 0, tad filtrbiezums būtu vajadzīgs

$$h = \frac{h_1 \sqrt{v}}{0{,}301} [\log Cl_a + 2]$$

Novērojot pa ekspluatācijas laiku pusvērtības gaŗuma pieaugumu, var nākt pie atzinuma par ogles labumu, un ogles ar ātru pusvērtības gaŗuma pieaugumu nav lietojamas.

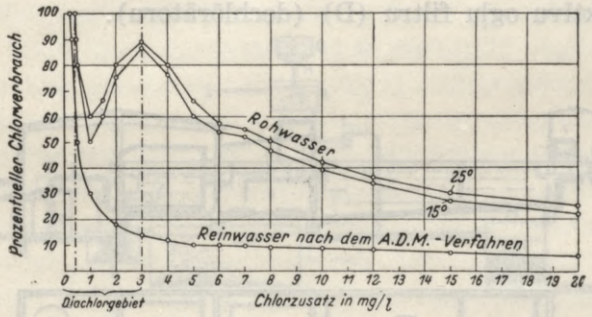
Vajadzīgais chlōra daudzums apskābļošanas procesiem katrā gadījumā jānoskaidro ar mēģinājumu, saskaņā ar tīrāmā



280. zīm. Chlōrdiagrammas.

ūdens raksturu, jo chlōru patērē apskābļošanai dažādas vielas (dzelzs, mangāns, organiskas vielas, baktērijas). Paredz vēl zināmu chlōra pārpalikumu, parasti 0,5—1,0 mg/l, kas tad ir jāatšķiŗ no ūdens ar aktīvēto ogļu filtru. Uz izmēģinājuma pamata sastāda t. s. chlōrdiagrammu, atrodot chlōrskaitli (vajadzīgo chlōra daudzumu) pie dažādas temperātūras (zīm. 280.) un chlōra iedarbības laika (diagr. zīm. 280.

sastādīta pēc iedarbības laika 30 min.). Vispārīgi netīra ūdens chlōra saistības spēja svārstās ar temperatūru, ūdens sastāvā atrodošos chlōrsaistošu vielu daudzumu, chlōra koncentrāciju un chlōra iedarbības laiku (zīm. 281.). Visi šie apstākļi ir jānoskaidro ar vietējiem izmēģinājumiem, un uz to pamata tad jāsastāda katrā gadījumā attiecīgas diagrammas. Ar tādu diagrammu palīdzību var vajadzīgo chlōrdaudzumu noteikt atkarībā no tiem faktoriem, kas pastāvīgi svārstās, p. p., ūdens sastāvs un temperatūra.

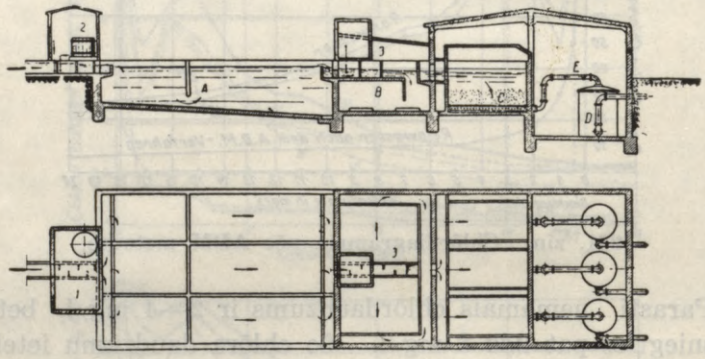


281. zīm. Chlōrdiagramma pēc ADM metodes.

Parasti ņemamais chlōrdaudzums ir 2—4 mg/l, bet viņš var sniegties pat līdz 8 mg/l. Šo chlōra daudzumu ieteic sadalīt 2 porcijās, attiecībās 1:2 līdz 1:3, pie kam pirmo porciju piejauc priekš nostādināšanas bas. un otru pēc (zīm. 282.). Aktīvo ogļu filtra biezumu pieņem līdz 2,5 m, ko ieteic tādēļ, ka te nav filtrādiņas, kas veicina vienādāku ūdens sadalīšanos filtrā, un tādēļ lielāks dziļums atbalsta vienādāku sadalīšanos. Filtrs bez reģenerācijas var strādāt ap 1 mēnesi, reģenerācija izdarāma ar skalošanu un atsārmošanu 25—50 min. Aktīvo ogļu zaudējums ir ap 15% gadā.

Ūdens tīrīšanas un atsmakošanas paņēmiens ar pārchlōrēšanu un atchlōrēšanu izveidots no brāļiem Adler, Karlsbādē, un viņam piešķirts nosaukums ADM m e t o d e (no sākuma burtiem Adler, Diachlor, Mutonit). Metodes paņēmieni ir patentēti un nodrošināti kādai Holandes firmai (N. V. Standard Water Maatschappij, Amsterdamā), protams, ka atchlōrēšanas princips ar aktīvo ogli nav patentēts. Techniskie pamati metodei raksturoti sekojoši. D i a c h l ō r ē š a n a nozīmē: noteikt vajadzīgo chlōra daudzumu uz attiecīgam ūdenim sastā-

dīto chlōrdiagrammu pamata. Mutonēšana nozīmē: brīvā chlōra pārvēršanu chlōriōnos (chlōridā), kas notiek, sastopoties ar aktīvo ogli vai oglekli saturošu vielu (Mutonitu). Adlera ietaises schēma sekojoša (zīm. 282.). Ūdens iet vispirms caur piejaukšanas ietaisi (1), kur viņam piejauc sērskābo aluminiju un pirmo porciju chlōra. Tālāk ūdens iet caur nostādināšanas bas. (A), ar cauriešanas laiku 2½—3 st. Noskaidrotais ūdens nāk otrā piemaisītājā, kur viņam piejauc otru porciju chlōra, un tad iet caur otru baseinu (B) 30 min. ilgi. Pēc tam ūdens iet caur smilšu ātrfiltru (C), un beidzot aktīvu ogļu filtru (D) (dechlōrātoru).



282. zīm. Ietaise ūdens dezinfekcijai un dechlōrēšanai pēc ADM metodes.

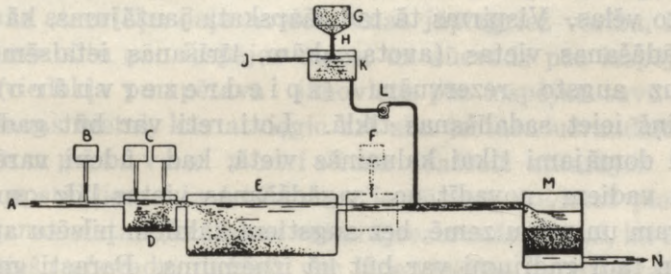
Adlera metode pielietota daudz vietās, it īpaši Vācijā, p. p., Stutgartē.

Amerikā jaunākā laikā pielieto aktīvēto ogli pulveŗa veidā, bet arī Eiropā šādam materiālam piegriezta vērība. Pulverizēto aktīvo ogli vai iekaisa vai ieskalo ūdenī priekš koagulēšanas un kontakta, ar to samazinot koagulanta daudzumu, vai pēc nostādināšanas bas., ejot ūdenim uz filtru. Pēdējo paņēmienu atzīst par labāku, jo ūdens jau ir tīrāks (zīm. 283.). Vispārīgi pulverizētās ogles uziet vairāk kā graudainās, bet viņa ir lētāka. Jāpiejauc atkarīgi no ūdens rakstura 0,5—20 g/m³.

Izmēģināta arī metode, smilšu ātrfiltram uzskalot zināmu daudzumu pulverizētas ogles.

Pulverizētā ogle absorbē ne tikai vielas ar nevēlamu smaku un garšu, bet arī lielāko daļu mikroorganismu, tā tad pabalsta chlorēšanu un bioloģiska filtra darbību.

No principiālā viedokļa ar pārchlorēšanu un atchlorēšanu var vissliktāko virszemes ūdeni, pat, kā jau arī izteiktas domas, kanālizācijas notekūdeni pārvērst par veselīgu dzeramūdeni. Bet tam tomēr var būt tikai teorētiska nozīme, un praktiski ceļas daudz grūtības. Vispirms tāda ūdens sagādāšanas metode no notekūdens ir dārga, otrkārt, viņa ļoti sarežģīta un prasa īstu sarežģītu fabrikveidīgu iekārtu un rīcību. Vajadzīga



A — Ūdens pietece.
B — Chlorēšana.
C — Koagulēšana.
D — Kontaktrez.
E — Nostādināš. b.
F — Otrreizējā chlorēšana.
G — Aktīvās ogles rez.
H — Dozēšanas ierīce.
J — Tīrūdens.
K — Maisītājs.
L — Pumpis.
M — Ātrs smilšfiltrs.
N — Tīrūdens.

283. zīm. Pulverizētas akt. ogles pielietošanas schēma.

arī no zinātniskās puses sadarbība, dažādu augsti kvalificētu speciālistu: inženieŗu, ķīmiķu, higiēnistu. Tā tad viņa domājama tikai lielās galvas pilsētās, vai tādās, kur atrodas universitāte vai techniska augstskola. Mazās pilsētās, nespeciālistu rokās, tik sarežģīta metode nav ieteicama, jo viņa atnestu vairāk ļaunuma nekā labuma. Arī jau upes ūdens vienkārša chlorēšana bez speciālistu uzraudzības nav iespējama. Mazās pilsētās pirmā vietā ūdens apgādei jāmeklē gruntsūdens, un ja tādu neizdotos atrast ar iespējamiem līdzekļiem, vēlamā labumā un pietiekošā daudzumā, tad gan jāapmierinās ar virszemes ūdeni, ar tādu ietaisi, kas ar vienkāršiem paņēmieniem var sagādāt labu, veselīgu ūdeni.

VI. Ūdens pumpēšana.
(Pumping stations)

28. Vispārējie ieskati.

Ūdens piegādes ietaise patērētājiem no vienas centrālās ūdens sagādāšanas vietas, kā zināms, sastāv no ūdens ievadīšanas kādā tik augstu novietotā rezervuārā, lai no tā ūdens pats no sevis varētu pietecēt patērētājam vistālākā pilsētas vietā, visaugstāk gulošās mājas visaugstākā stāvā, un te izlīt ar vajadzīgo ātrumu un vajadzīgā daudzumā, kad patērētājs to vēlas. Vispirms tā tad jāapskata jautājums, kā ūdeni no sagādāšanas vietas (avota, akām, tīrīšanas ietaisēm) aizgādāt uz augsto rezervuāru (spiedrezervuāru), no kuŗa viņš ieiet sadalīšanas tīklā. Ļoti reti var būt gadījumi, un tādi domājami tikai kalnainās vietā, kad ūdeni varētu ar pašteču vadiem novadīt no sagādāšanas vietas līdz spiedrezervuāram un mūsu zemē, bez augstiem kalniem pilsētu apkārtnēs, gan tādi gadījumi var būt kā izņēmums. Parasti gan būs arvien vajadzīga ūdens pumpēšana vienā vai otrā vietā. Par pašteču vadu konstrukciju būs runa vēlāk (l. p. 603.). Vēl jāpiezīmē, ka visi vadi sadalīšanas tīklā pa pilsētu ir spiedvadi un arī par to aprēķinu un būvi būs runa vēlāk (l. p. 629.). Šai vietā piegriezīsim vērību ūdens celtuvei, pumpētavai, līdz ar visiem viņas piederumiem, un pirmā vietā mašīnām.

Mašīnu ietaise ūdens pacelšanai sastāv no pumpjiem (sūkņiem) un motoriem (dzinējiem). Agregātu no pumpja un motora nosauksim par pumpju ietaisi. Tādu agregātu parasti vajadzīgs vairāk kā viens, un viņi var būt arī tā kombinēti, ka katrs no motoriem var dzīt kaut kuŗu no pumpjiem. Visu ietaisi kopā ar mašīnām, piederumiem, ēkām un t. t. sauc par pumpju staciju vai pumpētavu (Pumping station and equipment).

Vadus, kas vajadzīgi ūdens pievadīšanai no ieņemšanas vietas līdz pumpjiem, sauc par sūcvadiem (sūcējvadiem) un no pumpjiem līdz spiedrezervuāram par spiedvadiem (spiedējvadiem), pie kam spiedrezervuāra uzdevums ir kārtot ūdens izdalīšanu patērēšanas vietā. Pēc būtības arī vadi sadalīšanas tīklā ir spiedvadi, lai gan ūdens viņos ietek ne no pumpja, bet no rezervuāra, zem jau uzstādinātā spiediena.

Sūcaugstums teorētiski līdzinās 1 atm. (ap 10 m ūdensstaba), bet praktiski viņš ir daudz mazāks, jo nav iespējams sagādāt pilnīgi bezgaisa telpu pumpī un vadā un otrkārt, jāņem vērā berzes pretestības pie ieteces vadā un no ūdens kustības pa vadu. Iespējamais sūcaugstums atkarājas arī no pumpju sistēmas un konstrukcijas. Virzuļu pumpjiem sūcaugstums pie ļoti labām konstrukcijām var būt pielaižams līdz 7,5 m, bet centrifugālpumpjiem pat tikai 4 m praktiski, bet arī pat labiem virzuļu pumpjiem sūcaugstumu praktiski nerēķina vairāk par 5—6 m. Protams, jāņem vēl vērā vada gaŗums un berzes pretestības. Pie pumpētavas pašas, kā arī viņas atsevišķu daļu novietošanas jāpiegriež vērība, lai sūcaugstums būtu pēc iespējas mazs, un sūcvads pēc iespējas īss. No šī viedokļa pumpētava jānovieto pēc iespējas tuvu ūdens ieņemšanas vietai, kas atvieglo arī abu iestāžu uzraudzību.

Pumpētavas novietne dažreiz atkarājas vēl no citiem apstākļiem. Ja ietaisi nav iespējams novietot pie ūdens ieņemšanas vietas (krājakas vai krājrezervuāra), tad, lai izbēgtu gaŗu, tiešu sūcvadu, dažreiz var izpalīdzēties ar sifonvadu, kas tad no krājrez. ūdens sagādāšanas vietā ūdeni ievada krājakā pie mašīnu mājas. Jāņem vērā arī topografiskie apstākļi, gruntsīpašuma iegūšanas iespēja, kā arī satiksmes ceļi, kurināmā un citu materiālu ērtai piegādāšanai. Var būt vēlams arī apdzīvotu vietu tuvums, kas dotu iespēju dabūt gadījuma strādniekus, un no otras puses dotu arī iespēju dabūt dzīvokļus saviem darbiniekiem.

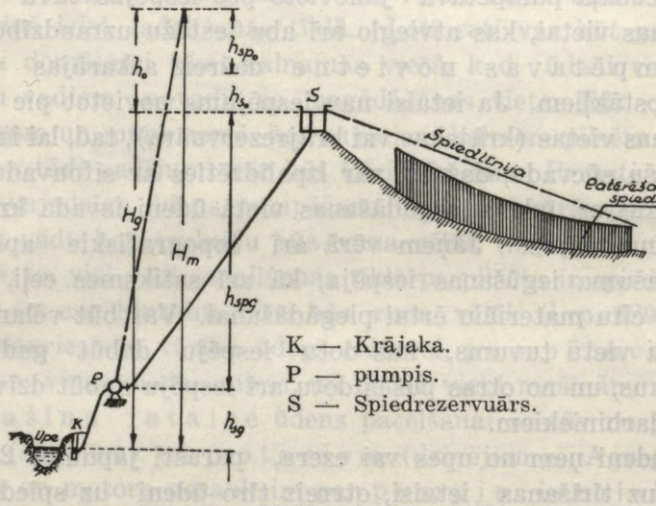
Ja ūdeni ņem no upes vai ezera, parasti jāpumpē 2 reiz: vienreiz uz tīrīšanas ietaisi, otrreiz tīro ūdeni uz spiedrezervuāru. Šādā gadījumā tīrīšanas iestādes vietas izvēlei ir vairāk brīvības, tomēr jāturas pēc iespējas pumpētavas tuvumā, jo tā varēs labāk saskaņot abu iestāžu kopdarbību un palētināt ekspluatācijas izdevumus. Pumpjus, kas ceļ netīrīto ūdeni uz tīrīšanas ietaisēm, var nosaukt par priekšpumpjiem vai pirmās pakāpes pumpjiem, kamēr tos, kas pumpē tīrūdeni uz apgādājamās vietas spiedrezervuāru, sauksim par tīrūdens vai otrās pakāpes pumpjiem. Priekšpumpjus, ja izrādās par izdevīgu, var novietot zemākā līmenī, dažreiz, pie mazākām ietaisēm, sevišķā šachtā. Mazākās stacijās dzinējietaise var būt abām pakāpēm viena kopīga, tomēr labāk, un lielās ietaisēs tas parasti tā ir, ka katrai pumpju

pakāpei ir arī savi dzinēji, ņemot vērā to, ka celšanas augstumā abās pakāpēs ir liela starpība.

Ūdens pacelšana var būt vajadzīga arī pašā apgādes vietā. Ja pilsētā ir kāda ārkārtīgi augsta vieta, kas jāapgādā ar ūdeni, tad, lai nebūtu viss ūdens jāceļ uz lielu augstumu, ietaisa pumpētavu, kas tikai šim sevišķam gadījumam vajadzīgo ūdens daudzumu paceļ uz vēlamo augstumu.

Mašīnu jauda.

Mašīnu jauda teōrētiski ir produkts no pumpējamā ūdens daudzuma resp. svara un manometriskā pumpēšanas augstuma. Praktiski šis produkts vēl jāpareizina ar zināmu i z-



K — Krājaka.
P — pumpis.
S — Spiedrezervuārs.

284. zīm. Mašīnu jaudas aprēķinam.

mantošanas vai lietderības reizuli (koeficientu) η, kuŗa lielums atkarīgs no berzes pašā pumpja konstrukcijā: cilindrā, blīvslēgos un citās kustošās daļās pie virzuļu pumpjiem, vai no ātruma, ejot caur pumpi pie centrifugālpumpjiem, vai no kustības pretestībām dzinējmašīnu kustošās daļās un t. t.

Manometriskais celšanas augstums H_m (zīm. 284.) sastādās no ūdens līmeņu ģeodēzisko atzīmju starpības starp pumpja (krāj-) akas viszemāko pielaižamo līmeni un uzpumpētā ūdens visaugstāko līmeni H_g, pieskaitot spie-

diena zaudējumus sūc- (hs_0) un spied- (hsp_0) caurulēs. Manometriskais augstums sastāv no sūcaugstuma un spiedaugstuma:

$$H_m = (hs_g + hs_0) + (hsp_g + hsp_0)$$

S ū c a u g s t u m s ($h_s = hs_g + hs_0$) ir starpība starp viszemāko ūdens līmeni pumpja ieņemšanas akā (krājakā) un spiedvārstuļa (ventila) apakšmalu pie virzuļu pumpjiem, vai centrālo vārpstu (asi) pie centrifugālpumpjiem, pieskaitot spiediena zaudējumus no berzes pie ūdens kustības.

S p i e d a u g s t u m s ($hsp = hsp_g + hsp_0$) ir starpība starp minēto sūcaugstuma visaugstāko līmeni un spiedrezervuāra vai cita uzpumpēta ūdens visaugstāko līmeni, pieskaitot spiediena zaudējumus spiedvadā.

Apzīmēsim ar:

Q — pumpējamā ūdens daudzumu 1 dienā — m^3.

s — pumpja darba stundu skaitu diennaktī.

q — pumpējamo ūdens daudzumu 1 sek. — m^3/sek.,

pie kam tad $q = \frac{Q}{s \cdot 60 \cdot 60} = \frac{Q}{3600 \cdot s} = \frac{Q \cdot 1000}{3600 \cdot s}$ (kg).

H_m — manometrisko celšanas augstumu — m:

$$H_m = H_g + h_0 = h_s + hsp.$$

N — mašīnu jaudu, zirgspēkos (ZS vai HP), pie kam teorētiski:

$$N = \frac{q \cdot H_m}{75} = \frac{Q \cdot 1000}{3600 \cdot s} \cdot \frac{H_m}{75}$$

un praktiski:

$$N_p = \eta \cdot \frac{q \cdot H_m}{75} = \frac{Q \cdot 1000}{3600 \cdot 75 \cdot s} \cdot H_m \cdot \eta = \eta \cdot \frac{Q \cdot H_m}{270 \cdot s}.$$

$\frac{QH_m}{s}$ izsaka darbu metrtonnās — mt 1 stundā un 1 ZSst. = 270 mt (metrtonnās).

Kas attiecas uz l i e t d e r ī b a s r e i z u ļ a η skaitlisko lielumu, tad pie labiem virzuļu pumpjiem viņš var būt līdz 0,80 un pie labiem centrifugālpumpjiem līdz 0,50 un reti vairāk, pat pie sevišķi labām konstrukcjām.

Praktiski, sevišķi pie mazām pumpētavām, dzinēja jaudas lielumu noteic kā divkārtīgu līdz 2½ kārtīgu no teorētiski aprēķinātās jaudas lieluma:

$$N_p = 2 \text{ līdz } 2{,}5 \text{ N}.$$

Kā no jaudas aprēķina redzams, jo lielu lomu spēlē celšanas augstuma pareiza noteikšana, un tas stāv sakarā ar visizdevīgāko sūc- un spiedvada cauruļu lieluma noteikšanu.

Saimnieciski visizdevīgā cauruļu diametra aprēķināšana.

Sūcvadi parasti ir īsi un saimnieciskā aprēķinā viņi lielu lomu nespēlē. Citādi tas ir ar spiedvadiem, kas ūdeni novada no pumpētavas ūdens sagādāšanas vietā uz spiedrezervuāru, kas atrodas pēc iespējas tuvāk pilsētai, un ir dažreiz vairāk desmit km garš. Vadu lielums pirmā vietā atkarīgs no pieņemtā ūdens tecēšanas ātruma. Pielaižot vados lielāku ātrumu, vadi var būt mazāki un tā tad lētāki. Bet lielāka ātruma sagādāšanai, pie tā paša novadāmā ūdens daudzuma, vajadzīgs lielāks spiediens, tā tad vajadzīgas stiprākas mašīnas kustības pretestību pārvarēšanai. Bez tam ātrumam ir arī savas robežas, jo pie liela ātruma berze ir lielāka un var bojāties asfaltējums. To ievērojot, ātrumu lielāku par 2 m nepielaiž, izņemot varbūt īsus vada gabalus, kuŗus tad ietaisa stiprāk un rūpīgāk uzrauga. No otras puses visai mazs ātrums var būt par cēloni smilšu vai zemes daļiņu, vai dzelzs un mangāna duļķu nogulšanai. Vismazāko ātrumu spiedvados pieņem 0,4 m, bet pa lielākais daļai viņš svārstās starp 0,6 līdz 0,8 m/sek., pie sevišķi labvēlīgiem apstākļiem, kad var izmantot dabiskus kritumus, var būt līdz 1,0 m/sek.

Pie spiedvada diametra aprēķināšanas minēto ātrumu robežās nu jāizšķiŗ jautājums, kas ir izdevīgāk, vai 1) izvēlēties mazāku diametru, kas pie zināma ūdens daudzuma prasītu lielāku ātrumu, tā tad lielākas pretestības un stiprākas mašīnas, vai 2) lielāku diametru, kas gan prasītu mazāk stipru mašīnu, bet pats vads būtu dārgāks. Arī ekspluatācijas izdevumi vienā un otrā gadījumā jāņem vērā. Tā tad katrā atsevišķā gadījumā, saskaņojoties ar vietējām cenām, vajadzīgs atrast diametru, pie kuŗa būves izdevumi un mašīnu ietaise no vienas puses un kapitālizēti ekspluatācijas izdevumi no otras puses

būtu vismazāki. Šādu diametru nosauksim par s a i m n i e c i s k i v i s i z d e v ī g ā k o. Kā viņu aprēķina var redzēt no sekojošā parauga.

Apzīmēsim ar:

Q — visu dienas ūdens patēriņu . . . . . m^3

s — mašīnu darba stundu skaitu diennaktī . . . st.

q — ūdens daudzumu, kas jāpumpē 1 sek.:

$$q = \frac{Q}{s \times 60 \times 60} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad m^3/sek.$$

L — spiedvada garumu . . . . . m

d — vada diametru . . . . . m

(iepriekšējam aprēķinam var pieņemt $d = 1{,}6 \sqrt{q}$).

h — spiediena zaudējumu no kustības pretestībām. Pēc zināmas formulas (l. p. 708.) $h = k \cdot \frac{q^2}{d^5} \cdot L$, kur pēc Dipī (Duipuit) $k = \left(\frac{1}{20}\right)^2 = 0{,}0025$.

G — ģeodēzisko celšanas augstumu.

M_m — gada izdevumus, kas saistīti ar procentu nomaksu, amortizāciju un uzturēšanu, procentos (p_m%) no vienreizīga izdevuma par mašīnu ietaisi [parasti p_m ir 8—12%].

M_v — tas pats cauruļu vadiem [p_v — vidēji 5—7%].

M_e — gada ekspluatācijas izdevumus (degvielas, smērvielas vai elektriskās strāvas izmaksa) uz 1 ZS/st.

m — mašīnu agregāta maksu uz 1 ZS/sek. (75 mkg).

e — ekspluatācijas izdevumus 1 ZS/st.

K — visus gada izdevumus kopā:

$$K = M_m + M_v + M_e.$$

Izdevumu atsevišķās sastāvdaļas var aprēķināt sekojoši:

1) M a š ī n u g a d a i z d e v u m i:

Manometriskais celšanas augstums

$$G + h = G + k \cdot \frac{q^2 \cdot L}{d^5}.$$

Vajadzīgā mašīnu jauda tad ir

$$q \cdot \left(G + k \cdot \frac{q^2 \cdot L}{d^5}\right) \cdot \frac{1000}{75} \frac{1}{\eta} — ZS.$$

Mašīnu agregāta iegāde:

$$m \cdot q \cdot \left(G + k \cdot \frac{q^2 \cdot L}{d^5}\right) \cdot \frac{1000}{75} \cdot \frac{1}{\eta} — Ls.$$

Gada izdevumi:

$$M_m = \frac{p_m}{100} \cdot m \cdot q \left(G + k \cdot \frac{q^2 \cdot L}{d^5}\right) \cdot \frac{1000}{75} \cdot \frac{1}{\eta}$$

un pieņemot $\eta = 0{,}5$, un absolutos skaitļus izrēķinot, dabūjam:

$$M_m = m \cdot q \left(G + k \cdot \frac{q^2 \cdot L}{d^5}\right) \cdot p_m \cdot 0{,}27 — Ls \ (1).$$

2) Vadu izdevumi:

Vadu būves izdevumi, kā arī visi citi, atkarājas no pašreizējām tirgus cenām. Pēc Vācijā pastāvošām cenām 1930. g. Gross uzstādījis šādu formulu:

$$v = n \cdot d^{1{,}5} \cdot L,$$

kur n svārstās starp 170—180.

Vietējās cenas tik lielā mērā atšķiras no pieņemtām citās vietās, vēl jo vairāk citās valstīs, ka katrā atsevišķā gadījumā jāizkalkulē formula koeficientam n, pie kam vislabāk n jāizteic tādā veidā, lai ar viņu varētu pareizināt tieši d (bet ne d kādā pakāpē) un tā dabūt 1 m vada izmaksu, ieslēdzot visus izdevumus: cauruļu maksu ar piegādāšanu, cauruļu nolikšanu ar noblīvēšanu un zemes un bruģa darbus. Tā, p. p., priekš kaŗa mēdza uzstādīt n noteikšanai šāda veida formulu: $n = ad + b$, kur a un b koeficienti, kas bija jānoskaidro no vietējām cenām, un d iepriekš jāpieņem pēc jau norādītā paņēmiena $d = 1{,}6 \sqrt{q}$. Piemēri n noteikšanai uz šāda ceļa uzrādīti tab. 7. Kā redzams, visiem tādiem pieņēmumiem ir tikai vietējs un laika raksturs, un viņi dod vadu maksu, kas atšķiras viena no otras plašās robežās.

Tab. 7. n lielums pēc H. d. J. III un attīstīts no Maskavas normu grāmatas un pēc Grossa.

n koef., ar kuŗu pareizinot d — dabū vadu būves maksu (diam. lielākiem par 0,30 m).

Vadu maksa uz 1 tek. m.

d (m)	Pēc H. d. J. III, 3. l. p. 214 (1 vāc. M = 1,25 Ls) n = 88,75 d + 43,75	Attīstīts no Mask. normu grāmatas (1 zelta rubl. = 2,50 Ls) n = 130 d + 107	Pēc Grossa H. d. W. 1930. l. p. 369 ($n . d^{1,5}$) n = 170 līdz 180
1,00	132,5 Ls	237 Ls	170 līdz 180 Ls
0,90	123,6 „	224 „	145 „ 154 „
0,80	114,8 „	211 „	121 „ 128 „
0,70	105,9 „	198 „	100 „ 105 „
0,60	97,0 „	185 „	79 „ 84 „
0,50	88,1 „	172 „	60 „ 64 „
0,40	79,3 „	159 „	43 „ 46 „
0,30	70,4 „	146 „	28 „ 30 „

Gada izdevumus cauruļu vadam var izteikt ar lielumu:

$$M_v = n . d . L . p_v . 0{,}01. \quad (2)$$

3) Gada ekspluatācijas izdevumus M_e var izteikt ar formulu:

$$M_e = q\,(G + h) . \frac{1000}{\eta . 75} . s . 365 . e = 9700 . q \left((G + k . \frac{q^2 . L}{d^5}\right) . s . e \quad (3)$$

(pieņemot $\eta = 0{,}5$).

Gada kopizdevumi tad ir:

$$K = 0{,}27 . m . q \left(G + k . \frac{q^2 . L}{d^5}\right) .$$

$$. p_m + n . d . L . p_v . 0{,}01 + 9700 . q \left(G + k . \frac{q^2 . L}{d^5}\right) . s . e \quad (4)$$

Jāatrod, pie kuŗa d ir K vismazākais. Formulā (4) visi dati ir noteikti, un arī k var ar pietiekošu noteiktību pieņemt kā konstantu, pēc Dipī $k = \left(\frac{1}{20}\right)^2 = 0{,}0025$. Tad varam uzstādīt diferenciālnolīdzinājumu, kuŗā vismazāko d dabūjam, pirmo atvasinājumu ņemot = 0.

$$\frac{dK}{dd} = 0{,}01 \,.\, n \,.\, L \,.\, p_v - 5 \,.\, 0{,}0025 \,.\, \frac{q^3 \,.\, L}{d^6} \,.$$

$$. \,(0{,}27\ m \,.\, p_m + 9700 \,.\, s \,.\, e) = 0.$$

un tad:

$$d = \sqrt{q} \,.\, \sqrt[6]{\frac{0{,}34 \,.\, m \,.\, p_m + 12125 \,.\, s \,.\, e}{n \,.\, p_v}} \,. \qquad (5)$$

No formulas redzams, ka saimnieciski visizdevīgākais d ir neatkarīgs no L.

Formulas (5) pielietošanai vēl varētu piegriezt vērību sekojošiem datiem:

1) s — mašīnu darba stundu skaits, jāņem vidējais no tā, kas bija pie mašīnu atklāšanas, un kāds būs pie pilnas slodzes. Ņemot vērā vajadzīgo laiku mašīnu apskatei un tīrīšanai, darba laiku s varētu pieņemt pie vienas apkalpotāju maiņas 5 līdz 6 st., pie 2 maiņām — 10 līdz 14 st. un 3 maiņām — 18 līdz 22 st.

2) m — mašīnu iekārtas būves izdevumi uz 1 ZS. Jāņem vērā arī rezerves mašīnas, tā tad ja, p. p., viena mašīna ir darbā, otra rezervē, katra izmaksā m', tad jārēķina ar m = 2 m'. Arī te jāsastāda no pašreizējām cenām dažāda sistēma mašīnām kalkulācija tabulas veidā (p. p., kā tab. 8.), un jāizvēl visizdevīgākā mašīnu iekārta.

3) e — ekspluatācijas izdevumos uz 1 ZSst. ietilpst ogļu resp. strāvas izmaksa, kā arī smēreļļas un tīrīšanas materiāli (tab. 9.).

Tabula 8.

Mašīnu iekārtas izmaksa m uz 1 ZS, neierēķinot ēku maksu, pēc Weyrauch'a, (Wasserversorgung d. Städte II. S. 514). Cenas priekškaŗa. (Rēķināta 1 v. M = 1,25 Ls.) Pierēķināta 1 rezerves mašīna un 1 darba, tā tad m = 2 m'; procentu norma rēķināta p = 12%, ar amortizāciju.

Efektīva dzinēja jauda = ZS	10	20	40	50	80	100	150	200
1. Viencilindru mašīnas bez kondensācijas ar katliem, bez ēkām . .	6750	9750	15250	17250	—	—	—	—
Pumpis	2500	4500	7500	7500	—	—	—	—
Kopā	9250	14250	22750	24750	—	—	—	—
uz 1 ZS. = m' =	925	715	569	495	—	—	—	—
2 m' = **m** =	1850	1430	1138	990	—	—	—	—
2. Divcilindru kondensācijas mašīnas ar katliem, bez ēkām . . .	—	—	—	22400	30250	36400	47600	55000
Pumpis	—	—	—	7500	9150	9150	11300	17400
Kopā	—	—	—	29900	39400	45550	58900	72400
m =	—	—	—	598	493	456	393	362
2 m' = **m**	—	—	—	1196	986	912	786	724
3. Tvaika turbīne ar katliem bez ēkām . . .	7500	11800	18200	21200	32000	37500	49000	57500
Augstspiediena centrifugālpumpis	1000	1300	1800	2000	2500	3300	4400	6300
Visa ietaise kopā .	8500	13100	20000	23200	34500	40800	53400	63800
m' =	850	655	500	464	433	408	356	319
2 m' = **m**	1700	1310	1000	928	866	816	712	638
4. Sūcgāzes ietaise, bez ēkām	6900	9500	13300	19200	23800	27500	35000	41900
Pumpis	2500	4500	7500	7500	9200	9200	11300	17400
Visa ietaise kopā .	9400	14000	20800	26700	33000	36700	46300	59300
m'	940	700	520	534	413	367	309	297
2 m' = **m**	1880	1400	1040	1068	826	734	618	594
5. Dīzeļmotoru ietaise, bez ēkām	6000	8500	13300	23200	30500	32800	46900	55400
Pumpis	2500	4500	7500	7500	9200	9200	11300	17400
Ietaise kopā . .	8500	13000	20800	30700	39700	42000	58200	72800
m' =	850	650	520	614	496	420	390	364
2 m' = **m**	1700	1300	1040	1228	992	840	780	728

Tabula 9.

e = ekspluatācijas izdevumi uz 1 ZS st. (Pēc Weyrauch, Wasserversorgung d. Städte II, S. 513).

Pieņemts, ka ogles maksā 100 kg — 5 Ls
antracits „ 100 „ — 6 „

Mašīna strādā 12 stundas dienā un 300 dienas gadā.

1. Viencilindra mašīnām no 10 līdz 40 ZS e = 0,34 līdz 0,22 Ls
2. Divcilindru kondensācijas mašīnām no 50 līdz 200 ZS . . . . . e = 0,11 „ 0,08 „
3. Tvaiku turbīnām un sūcgāzes motoriem:

	20	60	100	200 ZS
e =	0,11	0,09	0,08	0,078 Ls

4. Dīzelmotoriem:

	10	60	125	200 ZS
e =	0,12	0,078	0,073	0,068 Ls

Skaitļi e — ir 1 ZS st.; ja rēķina sekundes darbu, tad jāizdala ar 3.600.

Piemērs. Pieņemts, ka jāaprēķina visizdevīgākais d pie sekojošiem datiem:

$s = 12.$

$n = 100.$

$e = 0{,}05$ Ls/1 ZS st. vai $\frac{0{,}05}{3600} = \frac{1}{72000}$ uz 1 ZS sek.

$m = 1000.$

$p_v = 7\%.$

$p_m = 12\%.$

tad ar formulu (5) dabūjam:

$$d = \sqrt{q} \cdot \sqrt[6]{\frac{0{,}34 \cdot 1000 \cdot 12 + 12125 \cdot 12 \cdot 0{,}05}{100 \cdot 7}}$$

$$= \sqrt{q} \cdot \sqrt[6]{\frac{4080 + 7275}{700}} = 1{,}6 \sqrt{q}.$$

Iepriekšējā saimnieciskā d kalkulācijā var šo formulu pielietot, lai dabūtu izejas d turpmākai kalkulācijai. Bet galīgi tomēr vajadzīgs ņemt vērā vietējās, pašreizējās cenas.

Pie ļoti lielām ietaisēm, ar lielām un vairākām spiedvadu līnijām, vadu diametrus pieņem uz praktisku piedzīvojumu pamata; ņemot arī vērā iespējamo pilsētas paplašināšanas gaitu. Visizdevīgākie saimnieciskā ziņā vadu diametri parasti ir, ja ātrumu pieņem 0,6 līdz 0,8 m.

Principi mašīnu iekārtas izvēlei.

Pumpju sistēma un dzinējspēka ierīce jāizvēl, vadoties no principa, lai ūdens apgāde būtu vislabāk nodrošināta, jo pārtraukumi ūdens apgādē varētu atnest visļaunākās sekas, kā higiēniskā, tā saimnieciskā ziņā. No šī viedokļa vispirms paceļas jautājums, cik pumpju komplektu, un cik stipras mašīnas ir jāuzstāda. Vienu pašu mašīnu agregātu varētu pielaist tikai pie mazākām ietaisēm, un arī tikai tādā gadījumā, ja ir paredzēta krātuve vairāku dienu tilpumam. Ja lielas krātuves nav, tad jāparedz 2 pumpju komplekti, no kuŗiem katram jābūt spējīgam piegādāt visu vidējo patēriņa daudzumu, un katram arī jābūt spējīgam zināmās robežās palielināt jaudu. Vēl labāk ūdens apgāde ir nodrošināta, ja katram no pumpjiem ir arī sava patstāvīga dzinējsistēma. Jāņem vērā, ka nav tādas mašīnas, kas varētu strādāt ilgu laiku bez kāda remonta.

Lielās ietaisēs (pilsētās) parasti darbs sadalīts starp vairākiem komplektiem, kas tad arī dos iespēju vieglāk nokārtot svārstības. Jo lielāks agregātu skaits, jo labāk ietaise ir nodrošināta, bet saimnieciskāk tomēr ir, ja mašīnas ir stiprākas, un tad viņu skaits mazāks. To ievērojot, jāapsveŗ visi apstākļi, un lielāks skaits komplektu jāizvēl sevišķi tad, ja ūdens patēriņa svārstības ir ļoti lielas, un lielus izlīdzināšanas rezervuārus ietaisīt būtu neizdevīgi. Apstākļus apsveŗot un uzstādot attiecīgos projekta un saimniecisko aprēķinu variantus, varēs arī nākt pie pareizas izvēles. Visādā ziņā arī lielākās ietaisēs vajadzīgi rezerves komplekti, lai labāk nodrošinātu ūdens apgādi. Tāpat vajadzīgs apgādāties un turēt krājumā rezerves daļas no tām mašīnu daļām, kas visvieglāk var bojāties. No tā arī redzams labums, kāds ir, ja mašīnas ir vienas sistēmas un viena lieluma.

Mašīnu izvēlē lomu spēlē nevien apgādes drošība, bet arī mašīnu darbā laišanas laiks, pārslogošanas iespējamība un apkalpošanas ērtība. Tā, p. p., tvaiku spēka ietaises darbā laišanai vajadzīgs 1 līdz 1½ st., sūcgāzes 30 līdz 40 min., ūdensspēku, iekšdegu un gaismas gāzes mašīnu — 5 līdz 10 min., turpretim elektriskās ietaises var iedarbināt bez kavēšanās. Pārslogošanas iespējamība ir pie gāzes motoriem tikai līdz 12%, dīzelmotorus uz īsu laiku var pārslogot ar 15—20%, kamēr tvaika spēka ietaises var pārslogot visvairāk.

Apkalpošanas veids atkarīgs no darba stundu skaita diennaktī, kas atkal atkarājas no stacijas lieluma un viņas iekārtas. Nemitīgi dienu un nakti skrejošām mašīnām vajadzīgs liels apkalpošanas personāls, un lai gan pie tādā veidā iekārtota darba būtu vajadzīgas mazākas mašīnas, tā tad ietaise būtu lētāka iegādē, tomēr izdevumi uz personāla uzturēšanu var izšķirt jautājumu par labu lielākām un periodiski strādājošām mašīnām. Pēdējā gadījumā, īsu laiku diennaktī strādājošām mašīnām vajadzīgi lielāki vienreizīgi izdevumi, kā par pašām mašīnām, tā arī par lielākiem rezervuāriem patēriņa svārstību rēgulēšanai, bet par to atkal mašīnu apkalpošana ir lētāka. Kā redzams, jautājuma izšķiršanai jāsastāda maksas aprēķini vienas un otras ietaises salīdzināšanai. V i s i z d e v ī g ā k a i s d a r b a l a i k s ir tas, ar kuŗu visi gada kopizdevumi, ieskaitot arī procentus un amortizāciju no ieguldītā kapitāla, ir vismazākie. Mazās ietaisēs būs vēlēšanās iztikt ar vienu maiņu visnepieciešamākā darba spēka, bet mazās ietaises ir labākas, ja viņas ir iekārtotas ar a u t o m a t i s k i i e d a r b i n ā t ā m m a š ī n ā m, kas viegli iespējams, ja elektrība ir pieejama vai ērti sagādājama.

Vēl var būt jautājums, c i k s t i p r a s m a š ī n a s jāuzstāda tūliņ no sākuma, ievērojot to, ka ūdensvada ietaises aprēķina ilgākam laikam uz priekšu, bet patēriņa pieaugums notiek pakāpeniski. Daudz gadījumos būtu nelietderīgi uzstādīt mašīnas visam tālā nākotnē paredzētam ūdens daudzumam, ja viņas nevarētu pietiekošā mērā izmantot. Ņemot vērā, ka jaunu mašīnu komplektu uzstādīšana nerada grūtības, ja vieta viņām paredzēta, no otras puses, mazāki mašīnu komplekti padara ietaisi elastīgāku, nav nepieciešama vajadzība uzstādīt uz reiz visas nākotnes ūdens apgādei paredzētās mašīnas, bet uzstādīt tikai tik daudz, cik tuvākā nākotnē var paredzēt vajadzību. Ja, p. p., ūdensvads aprēķināts 25 g. vajadzībām, tad varētu visu mašīnu daudzuma uzstādīšanu paredzēt 2 paņēmienos: tagad uzstādīt tik daudz, cik vajadzīgs tuvākiem 12—15 g., un tad papildināt pēc vajadzības. Tai laikā arī noskaidrosies labāk turpmākās vajadzības un arī mašīnas varēs uzstādīt visjaunākās konstrukcijas.

Mašīnas ievieto m a š ī n u m ā j ā, kas tā jāiekārto, lai visa ietaise būtu viegli pārredzama un varētu viegli pietikt pie visām mašīnu daļām. Pašām telpām jābūt gaišām, siltām,

sausām, un labi vēdinātām. Mājā vajaga arī novietoties biroja telpām, ar mērīšanas aparātu reģistrācijas ietaisēm. Tālāk vajaga būt telpai,kur personālam uzturēties brīvā laikā un jāparedz neliela darbnīca, visvajadzīgāko mašīnu daļu labošanai un sakārtošanai. Protams, vajaga arī visur, kur cilvēki uzturas, ietaisīt visnepieciešamākās labierīcības: skalojamos klozetus, dušas un nomazgāšanās ietaises. Dzīvojamām telpām vajaga atrasties atsevišķā mājā, lai gan vēlams pēc iespējas mašīnu mājas tuvumā, lai apkalpotāju personāls būtu katrā laikā viegli piesniedzams. Pie dzīvojamās mājas jāparedz dārzs.

Mašīnu izvēle mūslaikos ir diezgan plaša. Kamēr senāk pielietoja parasti tvaika mašīnas ar virzuļu pumpjiem, šobrīd ūdens apgādei pielieto gan arī tvaika mašīnas, tvaika turbīnu veidā, bet visvairāk sastopamas ietaises ar centrbēg- (centrifugāl) pumpjiem un kā dzinējspēku dīzelmotorus vai elektromotorus. Mazām ietaisēm pielieto mašīnas, kur dzinējspēks iedarbojas tieši, bez motoru palīdzības.

Neiedziļinoties mašīnu būves jautājumos, turpmāk būs vērība piegriezta galvenā kārtā mašīnu pielietošanas iespējamībām un mašīnu īpašībām, tā atvieglojot mašīnu izvēli attiecīgam gadījumam.

29. Pumpji (sūkņi).

(Pumps.)

No pumpju sistēmām centrālai ūdens apgādei lieto vienu no šādām 2 sistēmām:

a) Virzuļu pumpji (Pistonpumps).
b) Centrbēg (centrifugāl) pumpji (Centrifugalpumps).

a. Virzuļu pumpji.

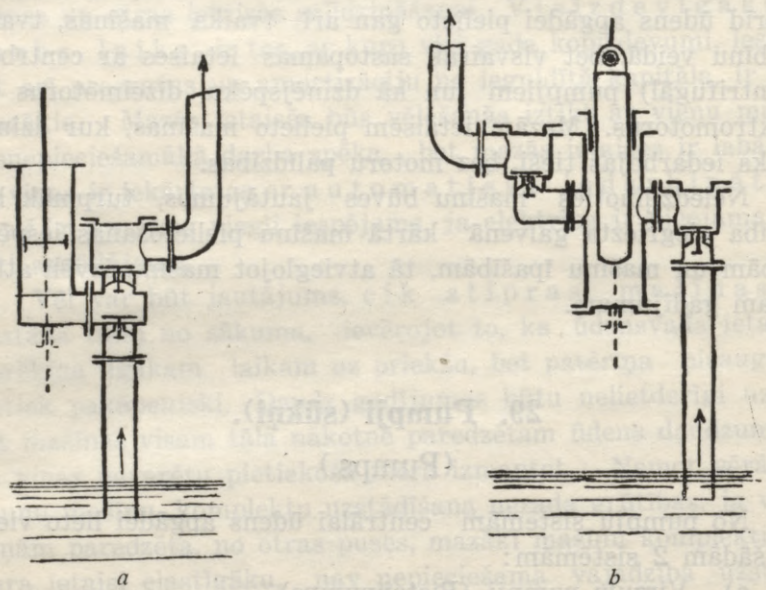
Virzuļu pumpji var būt vai stāvoši, pie kuŗiem virzulis kustas vertikālā virzienā, vai guloši, ar horizontālu virzuļa kustību. Pēdējā gadījumā sūcaugstums var būt ne lielāks par 6 m.

Pumpja virzulis var būt vai ripas veidīgs, kas strādā ar vienu no savām virsmām, vai cilindrisks — plunžera

virzulis, kas ūdeni spiež ar virzuļa tilpumu. Tā tad izšķir vai vienkāršus virzuļa pumpjus (Pistonpumps), vai plunžerpumpjus (Plungerpumps). Vienkāršie ripas veidīgie virzuļi lietojami pie celšanas augstuma līdz 30 m, bet viņi var ar laiku palikt neblīvi. Plunžervirzuļi šai ziņā labāki, jo blīvējumi viegli pieejami un izlabojami.

Attiecībā uz pumpja darbību izšķir: vienkārši, dubulti, trīskārtīgi, četrkārtīgi darbojošos pumpjus un vēl diferenciālpumpjus.

Vienkārši darbojošies pumpji (zīm. 285.) lietojami mazākām ietaisēm ar mazu celšanas augstumu un mazu ūdens daudzumu. Viņi tā iekārtoti, ka, virzulim uz augšu

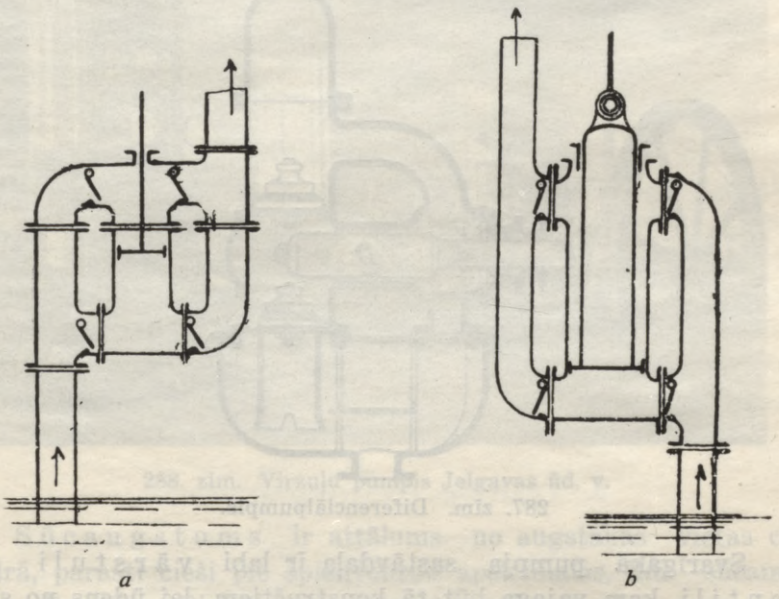


285. zīm. Vienkārši darbojošos pumpju schēma.

ejot, cilindrā attaisās sūcventils un ūdens tiek iesūkts pumpja cilindrā, turpretim atpakaļejot aizstaisās sūcventils un attaisās spiedventils un ūdens tiek iespiests spiedvadā. Tādā ceļā notiek nevienāda spēka izmantošana virzulim uz augšu un apakšu, vai uz priekšu un atpakaļ (pie gulošiem pumpjiem) ejot. Lai spēka darbību izlīdzinātu, vajadzīgs pie lielākiem ūdens daudzumiem un augstākas ūdens celšanas iekārtot spara ratu vai pievienot vairāk pumpjus pie vienas vārpstas ar kloķiem, kas

viens pret otru pārlikti pie 2 pumpjiem par 180°, 3 pumpjiem — 120° un 4 pumpjiem — 90°.

Dubultdarbojošies pumpji (zīm. 286.) tā iekārtoti, ka ejot vienā virzienā virzulis iesūc ūdeni vienā cilindrā un otrā spiež tai pašā laikā. Bet tāda ietaise noder tikai pie maziem vai vidējiem celšanas augstumiem. Pie lieliem spiedieniem būtu vajadzīga resnāka virzuļa stanga un līdz ar to abas darbojošās virzuļa virsmas būtu nevienādākas.

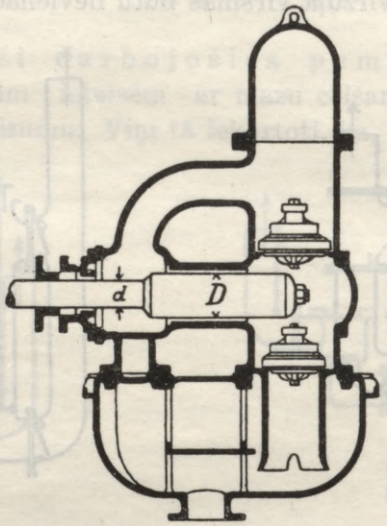


286. zīm. Dubulti darbojošos pumpju schēma.

Maziem ūdens daudzumiem, bet pie liela celšanas augstuma noder diferenciālpumpji (zīm. 287.). Viņi sūc vienkārši, bet spiež dubulti. Virzulis pie viņiem ir divu šķērsgriezumu (d un D), viena lielāka, otra mazāka, un katram virzulim ir sava darba telpa. Virzulim ejot uz priekšu, attaisās spiedventils un ūdens spiežas pa lielākai daļai spiedvadā, bet daļa ietiek arī mazā virzuļa telpā. Ejot virzulim atpakaļ, aiztaisās spiedventils un attaisās sūcventils, bet ūdens no mazās virzuļa telpas tiek spiests spiedvadā. Tādai ietaisei tas labums, ka spēku izmanto vienādāk virzulim ejot kā uz priekšu, tā atpakaļ, un pumpī ir tikai divi vārstuļi (ventili), viens uz sūcvada, otrs spiedvada, kā tas arī būtu vēlams pie dubultstrādā-

jošiem pumpjiem. Diferenciālpumpji labi noder maza ūdens daudzuma pacelšanai uz lielu augstumu.

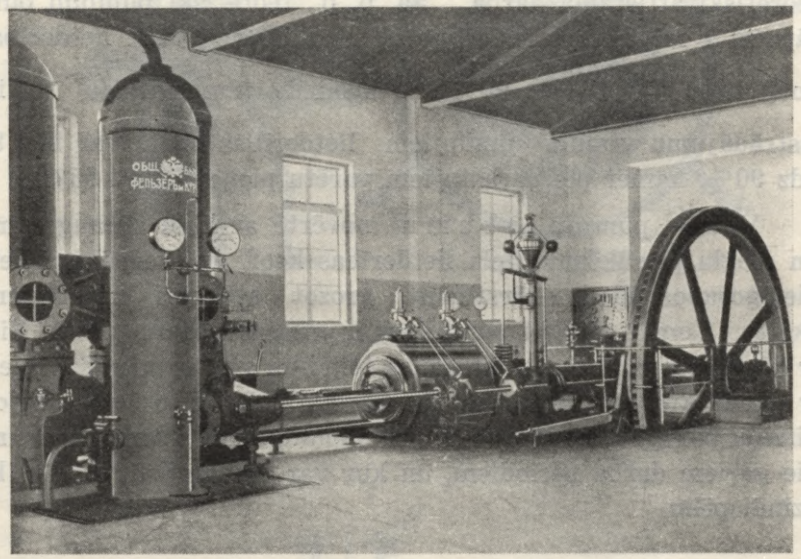
Virzuļa kustības ātrums ir pie maziem pumpjiem līdz 0,5 m/sek., pie lielākiem un vidējiem — 1 līdz 1,5 m/sek. un pie labas konstrukcijas pumpjiem pat līdz 2 m/sek. Tādēļ arī virzuļa apgriezienu skaits ir 60 līdz 160 katrā minūtē, bet pie ātri ejošiem, jaunas konstrukcijas pumpjiem pat līdz 350 apgr./1 min.



287. zīm. Diferenciālpumpis.

Svarīgākā pumpja sastāvdaļa ir labi v ā r s t u ļ i vai v e n t i l i, kam vajaga būt tā konstruētiem, lai ūdens no sūcvada varētu pāriet spiedvadā rāmi bez triecieniem, tā tad ūdenim tekot caur vārstuļiem nedrīkst pacelties caurteces ātrums. Pie maziem ūdens daudzumiem pielieto šķīvju ventiļus, pie lielākiem gredzenu vai grupu ventiļus. Ātrejošiem pumpjiem pielieto atsperu ventiļus. Tāpat, lai ūdens tecētu caur pumpi un vadiem rāmi, bez triecieniem, nepalielinot sūc- un spiedpiepūles, ierīko g a i s a- vai v ē j k a t l u s zem sūcventiļa (sūcgaiskatls) un pāri pār spiedventilu (spiedējgaiskatls). Gaisa katla lielums ir parasti 10—20 kārtīgs no pumpja ūdens tilpuma. Jo lielāks ūdens daudzums jāpumpē, jo lielāki sūc- un spiedaugstumi, jo lielākiem jābūt gaisa katliem. Ja vairāki pumpji izlej ūdeni k o p ī g ā s p i e d v a d ā, tad jāierīko tā, lai visi atsevišķu pumpju spiedvadi būtu pievienoti pie kopīga spiedgaiskatla, no kuŗa tad noiet kopīgais spiedvads.

Virzuļu pumpju ietaisei (zīm. 288.) vajadzīgas dažādas palīgietaises: sūcvada pildīšanai, monometri, vakuummetri, ūdensrādītājs pie gaisa katliem, apgriezienu skaitītājs, smērietaises un t. t., kas mašīnas uzraudzībai un nevainojamai darbībai vajadzīgi.



288. zīm. Virzuļu pumpis Jelgavas ūd. v.

S ū c a u g s t u m s ir attālums no augstākās vietas cilindrā, parasti cieši pie spiedventilu apakšmalas, līdz sūcamā ūdens līmenim. Pielaižamais resp. iespējamais sūcaugstums ir jo lielāks, jo augstāks ir atmosfēras spiediens, (tā tad jo zemāk pumpis uzstādīts ģeodēziskā augstuma ziņā), jo zemāka ūdens temperātūra, jo tuvāk sūcvējkatls pie cilindra, un jo mazāka berzes pretestība ūdenim ejot caur sūcvadu un sūcventilu. Pēc G r o s s a pie atmosfēras spiediena 10 m (ūdensstaba), pie nevisai gaŗa sūcvada un pareiza sūcventila lieluma, lielākais pielaižamais sūcaugstums atkarībā no ūdens temperātūras ir sekojošs:

Ūdens temperātūra C	5	10	20	30	40	60	80	100
Sūcaugstums m	7,00	6,97	6,85	6,66	6,34	5,07	2,27	3,24

Ja jāpumpē šķidrumi ar lielāku īpatnējo svaru kā ūdenim, tad sūcaugstums ir attiecīgi mazāks, un otrādi pie šķidrumiem

ar mazāku īpatnēju svaru (p. p., benzīnam) sūcaugstums būs attiecīgi lielāks.

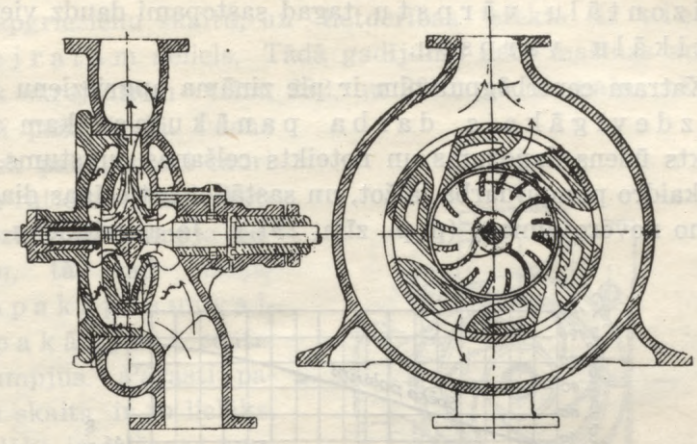
Virzuļu pumpjiem ir l i e l ā k s l i e t d e r ī b a s k o e f. kā centrifugālpumpjiem. Zem lietderības koef. saprot kvocientu no patiesi izdarīta darba dalīta ar no motora šim mērķim teorētiski attīstāmā darba. Ja, p. p., teorētiski pumpim būtu jāpaceļ 1 m^3, bet patiesībā paceļ tikai 0,9 m^3, tad lietderības koef. būtu $\frac{0{,}9 \times 100}{100} = 90\%$. Pie labāko konstrukciju un izizstrādājumu virzuļu pumpjiem lietderības koef. var būt 85 līdz 90%, kamēr pie parastajiem varētu pieņemt 80—85%.

Virzuļu pumpju l a b u m u novērtē ar lielu sūcaugstumu un vieglu piesūkšanu, lielu lietderības keof. un iespējami lielu pielāgošanos ūdens svārstībām, grozot attiecīgi apgriezienu skaitu. Tomēr virzuļu pumpjiem ir arī savi ļ a u n u m i. Viņi ir dārgi, prasa plašu ievietošanas telpu un viņi ir smagi; viņiem ir daudz kustošu daļu, kas jāuztur kārtībā. Visu to ievērojot, virzuļu pumpji būs vietā tur, kur jāpumpē lieli ūdens daudzumi pie gaŗiem darba periodiem, un kur var pielietot t v a i k u kā dzinējspēku.

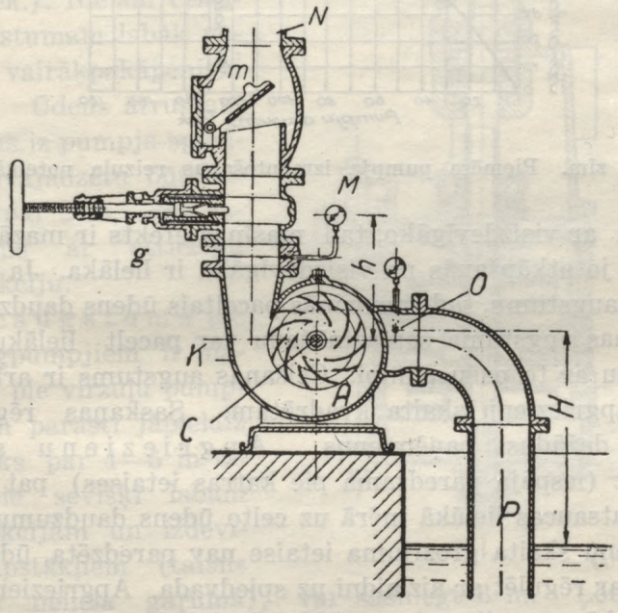
b. Centrbēg- (centrifugāl) pumpji.

Centrbēgpumpju (Centrifugāl-, arī rotācijas pumpju) galvenā sastāvdaļa ir ātri griezošais rats ar lāpstām (skrejrats), ievietots sevišķā čaulā vai apvalkā. Ūdens ietek pie rata ass, tad viņš ar centrifugālspēku tiek spiests uz rata malu un, no lāpstām dzīts, atstāj čaulu ar zināmu ātrumu un zināmu spiedienu. Lai izmantotu radušos ātruma augstumu spiediena palielināšanai, no skrejrata izsviestais ūdens iet vēl caur nekustīgiem uz ārpusi paplašinātiem vedkanāļiem, kas kopā sastāda t. s. v e d r a t u (zīm. 289.). Pēdējais nav visās ietaisēs, un tādā gadījumā, tad telpa ārpus skrejrata ir gluda, dažreiz ar spirālveidīgu iekārtu.

Centrbēgpumpis tā tad visumā sastāv no gliemežveidīgas čaulas (zīm. 290.), kuŗā ievietots skrejrats (A), kas saķeŗ ūdeni no sūcvada (P) un izsviež spiedvadā (N). Uz spiedvada ir vārstulis (m) un noslēgšanai aizlaidnis (g). Uz sūcvada un spiedvada ievietoti vakuummetrs un manometrs.



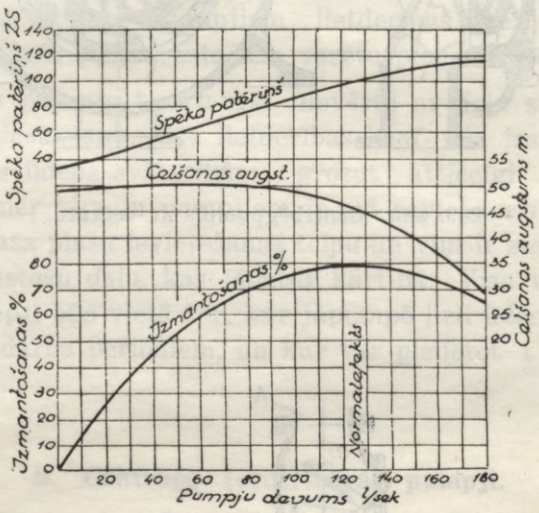
289. zīm. Centrbēgpumpis ar vedratu.



290. zīm. Schēmatisks centrbēgpumpis.

Centrbēgpumpjus vēl nesen taisīja gandrīz vienīgi ar horizontālu vārpstu, tagad sastopami daudz vietās ar vertikālu vārpstu.

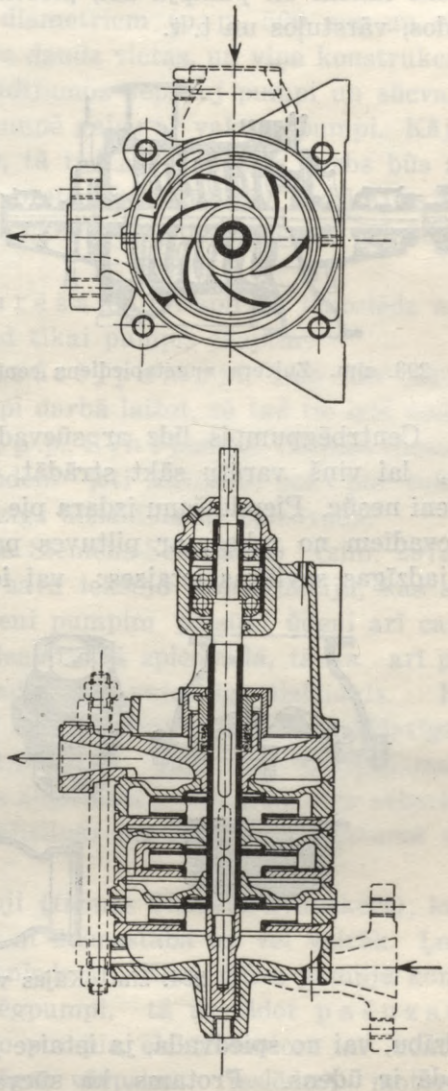
Katram centrbēgpumpim ir pie zināma apgriezienu skaita visizdevīgākais darba panākums, kam atbilst noteikts ūdens daudzums un noteikts celšanas augstums. Tas jānoskaidro pumpi darbā laižot, un sastādot attiecīgas diagrammas no novērojumiem (p. p., zīm. 291.). Ja apgriezienu skaits



291. zīm. Piemērs pumpja izmantošanas reizuļa noteikšanai.

nesaskan ar visizdevīgāko, tad mašīnas efekts ir mazāks un jo sliktāks, jo atkāpšanās no visizdevīgākā ir lielāka. Ja palielina celšanas augstumu, tad samazinās paceltais ūdens daudzums, bet ar celšanas augstuma samazināšanu var pacelt lielāku ūdens daudzumu ar to pašu pumpi. Celšanas augstums ir arī proporcionāls apgriezienu skaita kvadrātam. Saskaņas rēgulēšanai pielieto dažādus paņēmienus. Apgriezienu skaitu grozot (iespēja paredzama pie katras ietaises) pat nedaudz tas jau atsaucas lielākā mērā uz celto ūdens daudzumu. Ja arī apgriezienu skaita grozījuma ietaise nav paredzēta, ūdens daudzumu var rēgulēt ar aizlaidni uz spiedvada. Apgriezienu skaits pie centrbēgpumpjiem ir ap 500 līdz 3.000 1 minūtē un tādēļ viņi labi piemēroti ātri kustošiem dzinējiem: elektromotoriem, dīzelmotoriem, gāzes, petrolejas un t. l. motoriem.

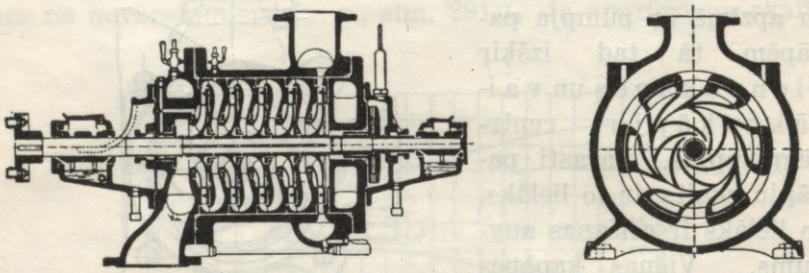
Mazi ūdens daudzumi, pie liela celšanas augstuma, prasa lielu apgriezienu skaitu, un lietderības efekts ir vienam skrejratam neliels. Tādā gadījumā lieto mašīnas ar 2 un vairāk skrejratiem (zīm. 292. un 293.) uz tās pašas vārpstas un tai pašā čaulā. Ūdens tad tek pakāpeniski cauri abiem ratiem. Ratu skaitu apzīmē ar pumpja pakāpēm, tā tad izšķir vienpakāpes un vairākpakāpju centrbēgpumpjus. Parasti pakāpju skaits ir jo lielāks, jo lielāks ir celšanas augstums. Vienas kapāpes pumpjos var sasniegt gan spiedaugstumu līdz 70—80 m, bet tikai pie liela apgriezienu skaita (32—35 m/sek.). iLelam celšanas augstumam labāk noderīgi vairākpakāpeniski pumpji. Ūdens ātrumam pie izejas iz pumpja spiedvadā nevajadzētu būt lielākam par 2 m, kas sasniedzams ar attiecīgu konstrukciju.



292. zīm. Centrbēgpumpis.

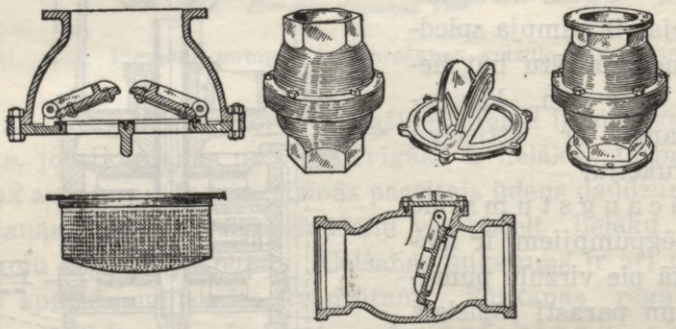
Sūcaugstums pie centrbēgpumpjiem ir mazāks kā pie virzuļu pumpjiem, un parasti jāpielaiž ne lielāks par 4—5 m un tikai pie sevišķi labām konstrukcijām un izdevīgiem apstākļiem (taisns sūcvads neliela gaŗuma), var sasniegt 6 m. Ļoti svarīgi ir sevišķi pie centrbēgpumpjiem, lai sūcvads un blīvslēgs sūcējpusē būtu pilnīgi blīvi, un nevarētu sūcvadā attīstīties gaisa maki. No piedzīvojumiem novērots arī, ka pie lieliem

celšanas augstumiem centrbēgpumpji ar mazu skaitu pakāpju sūc slikti, sevišķi tie, kuŗos ūdens ietek aksiāli (ass virzienā), un tādā gadījumā vajadzīgs lielāks pakāpju skaits. Sūcaugstums centrbēgpumpjiem ir starpība starp viszemāko nosūkto ūdens līmeni un pumpja asi, piestaitot klāt visus zaudējumus vados, vārstuļos un t. t.



293. zīm. Zulcera augstspiediena centrbēgpumpis ar 5 pakāpēm.

Centrbēgpumpis līdz ar sūcvadu jāpiepilda ar ūdeni, lai viņš varētu sākt strādāt, jo pie tukša sūcvada viņš ūdeni nesūc. Piepildīšanu izdara pie maziem pumpjiem un īsiem sūcvadiem no rokas, ar piltuves palīdzību, bet pie lielākiem vajadzīgas sevišķas ietaises: vai ielaiž ūdeni ar ežektora pa-



294. zīm. Kājas vārstulis.

līdzību, vai no spiedvada, ja ietaise jau ir darbojusies un spiedvadā ir ūdens. Protams, ka sūcvadu var piepildīt ar ūdeni tikai tad, ja viņa apakšējais gals ir noslēgts ar sevišķu kājas vārstuli (sūcējvārstuli) (zīm. 294.). Pumpja visās pakāpēs vajaga būt gaisa aizgriežņiem, kas paliek vaļā tik ilgi, kamēr no viņiem nesāk izlīt ūdens pumpjiem piepildoties, un tā tad

nav izgājis viss gaiss. Tad aiztaisa gaisa aizgriežņus un aizlaidni uz spiedvadu un, ieslēdzot motoru, laiž pumpi vaļā. Kad sasniegts pilns apgriezienu skaits un spiediens pumpī pietiekoši pacēlies, attaisa lēnām aizlaidni uz spiedvadu un pumpis sāk strādāt pilnā gaitā.

Pie lielākiem sūcvada diametriem (p. p., 500 mm un vairāk) kājas vārstulis ieņemtu daudz vietas, un viņa konstrukcija arī būtu grūtāka. Tādos gadījumos nepielej pumpi un sūcvadu ar ūdeni, bet no viņiem izpumpē gaisu ar vakuumpumpi. Kājas vārstulis tad nav vajadzīgs, tā tad arī sūkšanas darbs būs atvieglots, jo nebūs jāpārvar pretestība vārstulī. Izrādījies, ka vakuums sūcvadā tādā ceļā labāk sasniedzams kā pie ūdens iepildīšanas.

Pie pumpja apturēšanas vispirms jānoslēdz aizlaidnis uz spiedvada, un tad tikai pumpis jāaptur.

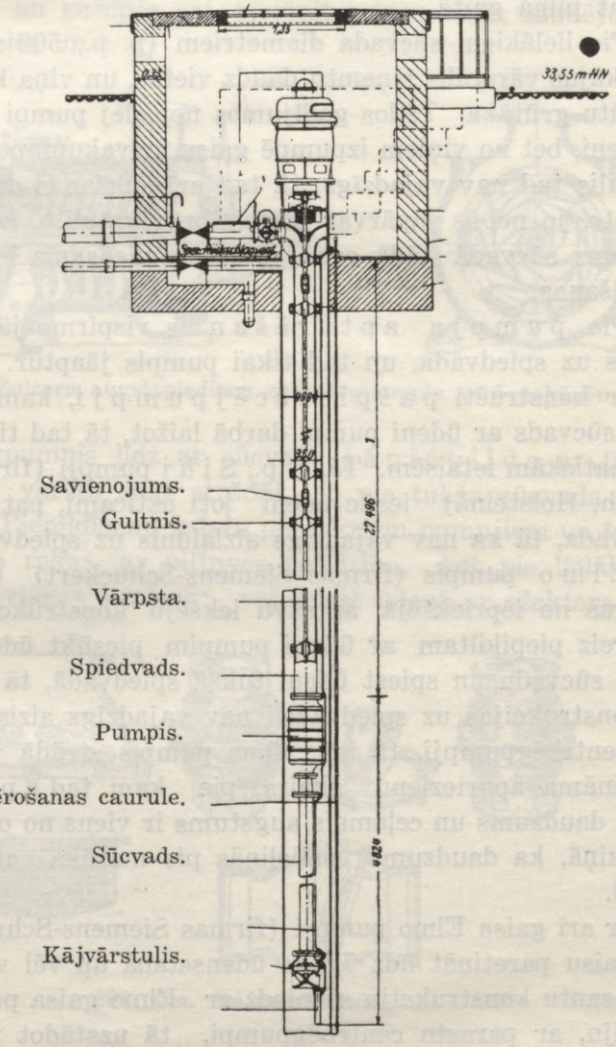
Ir konstruēti pašpiesūcējpumpji, kam nav jāpiepilda sūcvads ar ūdeni pumpi darbā laižot, tā tad tie labi noder automatiskām ietaisēm. Tā, p.p., Sihi pumpji (firmas Siemen Hinsch, Holsteinā) iesūc ūdeni ļoti uzticami, pat pie tukša spiedvada, tā ka nav vajadzīgs aizlaidnis uz spiedvada.

Elmo pumpis (firmas Siemens-Schuckert) (zīm. 297a.) atšķiras no iepriekšējā ar savu iekšējo konstrukciju, kas atļauj reiz piepildītam ar ūdeni pumpim piesūkt ūdeni arī caur tukšu sūcvadu un spiest ūdeni tukšā spiedvadā, tā ka arī pie šīs konstrukcijas uz spiedvada nav vajadzīgs aizlaidnis. Kā visi centrbēgpumpji, tā arī Elmo pumpis strādā visizdevīgāk pie zināma apgriezienu skaita, pie kam tad pumpējamais ūdens daudzums un ceļamais augstums ir viens no otra atkarīgi tādā ziņā, ka daudzums palielinās pie mazāka augstuma un otrādi.

Ir arī gaisa Elmo pumpji (firmas Siemens-Schuckert), kas var gaisu paretināt līdz 7,5 m ūdensstaba un vēl vairāk. Ļoti interesantu konstrukciju sasniedz ar Elmo gaisa pumpja kombināciju, ar parasto centrbēgpumpi, tā uzstādot pašuzsūcēju agregātu. Elmo pumpis, elektromotors un centrbēgpumpis uzstādīti uz kopīgas vārpstas. Ieslēdzot motoru, iedarbina arī abus pumpjus, pie kam tad Elmo pumpis izsūc gaisu iz ūdens pumpja, un pēdējais var netraucēti darboties.

Centrbēgpumpjus, kā jau minēts, parasti taisa ar horizontālu asi. Bet apstākļi var būt tādi, ka pumpji jāie-

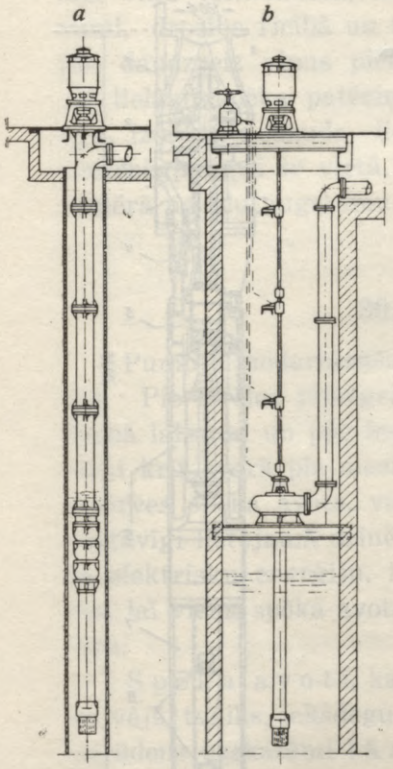
vieto dziļi zem zemes virsas un pat zem ūdens līmeņa akā. Tādā gadījumā pumpjiem jābūt ar vertikālu asi, un viņus savieno ar motoru ar gaŗu vārpstu, jo motoru var uzstādīt līmenī daudz augstāk par pumpi un pat virs zemes. Vārpsta var būt ievietota



295. zīm. Dziļpumpja ietaise.

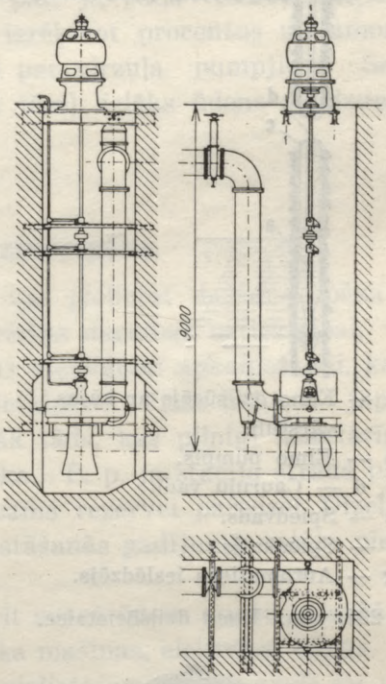
vai blakus ar spiedvadu, vai iet caur spiedvadu (zīm. 295. un 296.). Pumpis iegremdēts dziļi akā un zem viņa atrodošais sūcvads ar kājas vārstuli var būt tik gaŗš, cik to pielaiž ūdens uzsūkšanas iespējamība (4—5 m). Līdzīgā kārtā var arī Elmo

pumpjus izmantot kā dziļpumpjus (zīm. 297.). Pats pumpis var atrasties virs zemes un var būt kombinēts ar motoru. Akā ir ielaists Elmo dziļsūcējs, kas ir ūdens strāvas pumpis (ežektors), savienots ar īsto pumpi ar 2 cauruļu vadiem. Viena caurule ved ūdeni, piesūktu no ežektora uz pumpi. Te tad daļa ūdens nodalās un to pievada ar otru vadu ežektoram, kamēr pārējais



a — Vārpsta, sūcvada.
b — Vārpsta, atsevišķi.

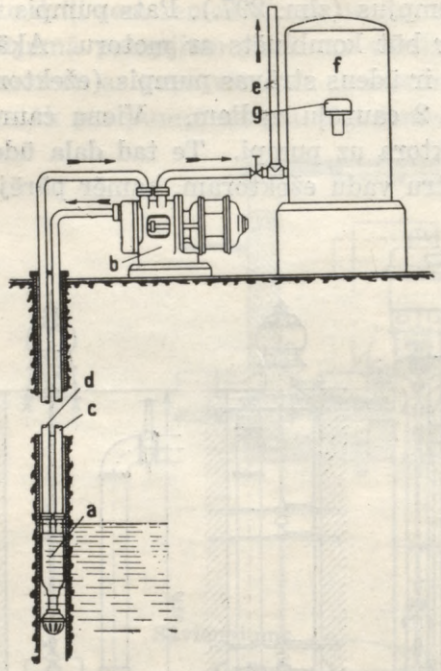
295a. zīm. Dziļpumpja iebūve.



296. zīm. Centrbēgpumpis ar vertikālu asi.

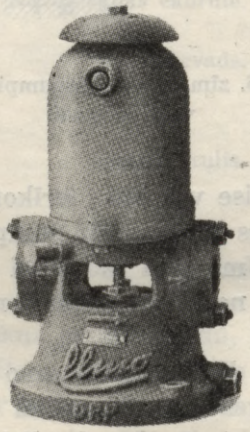
ūdens iet no pumpja spiedvadā. Ietaise var būt ierīkota līdz 30 m augstumam, no nopumpētā ūdens līmeņa līdz pumpja vidum, un ūdens daudzumiem līdz 20 l/min., tā tad tikai mazākām ietaisēm (atsevišķām mājām vai nelieliem māju kompleksiem).

Ir arī dziļpumpji, kas kopā ar motoru tiek iegremdēti akā (zīm. 298.). Jaunākā laikā tādas konstrukcijas sāk ieviesties. Protams, ka aku lielumam

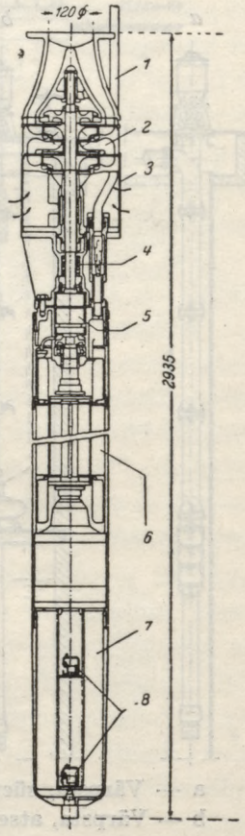


a — Elmo dziļsūcējs ar kājas vārstuli.
b — Elmo pumpis.
c, d — Cauruļu vadi.
e — Spiedvads.
f — Spiedkatls.
g — Automatisks ieslēdzējs.

297. zīm. Elmo dziļsūcietaise.



297a. zīm. Mazais Elmo pumpis.



1. Elektrības un spiestā gaisa pievadi.
2. Pumpis.
3. Skārda filtrapvalks.
4. Blīvslēgs.
5. Savienojums.
6. Motors.
7. Motora ūd. reģ.
8. Pludiņa kontakts.

298. zīm. Dziļpumpis kopā ar motoru Frankfurt a/M.

vajaga būt pietiekošam, lai varētu šādus pumpjus nogremdēt, p. p., d = 250—300 mm, attiecīgi no pumpja konstrukcijas.

Salīdzinot virzuļu pumpjus ar centrbēgpumpjiem, pirmajiem nāk par labu viņiem iespējamais lielāks sūcaugstums un lielāks lietderības koeficients, tā tad mazāks spēka patēriņš. Turpretim centrbēgpumpjiem par labu nāk viņu vienkāršība, lētums, maza telpa, mazi rīcības izdevumi, drošība rīcībā un nav ūdens triecienu vados. To ievērojot, daudzreiz viņus pielieto pat, ja gada izdevumi (ievērojot lielāku spēka patēriņu), ierēķinot procentus un amortizāciju, iznāktu nedaudz lielāki par virzuļa pumpjiem. Sevišķi centrbēgpumpji ir vietā, kad jāceļ lielāks ūdens daudzums uz samērā nelielu augstumu.

30. Dzinējspēks.

Pumpju nodarbināšanai var pielietot dažādus spēka avotus. Pie izvēles jāpiegriež vērība darbības uzticamībai, ātrai darbā laišanai un pēc iespējas vienkāršai apkalpošanai, kas sevišķi krīt svarā pie mazām ietaisēm. Visās ietaisēs jāparedz rezerves spēka avots, vislabāk tāds, kas pilnīgi neatkarīgs no pastāvīgi lietojamā dzinējspēka. P. p. ja stacija strādā parasti ar elektrisku enerģiju, ieteicams rezervei paredzēt Dīzelmotorus, lai viena spēka avota apstāšanās gadījumā varētu pielietot otru.

Spēka avoti, kas krīt svarā ūdens apgādes jautājumā, ir: vējš, tvaiks, iekšdegu spēka mašīnas, elektrība, ūdens. Vējš un ūdens uzskatāmi kā reti pielietojami spēka avoti un vairāk gan tikai mazām ietaisēm; kamēr lielām ietaisēm pielieto tvaiku, elektrību un iekšdegu spēka mašīnas.

a. Vēja motori.

Vēja motorus pielieto atsevišķām saimniecībām, it īpaši uz laukiem. Viņus uzstāda uz augstiem jumtiem, vai sevišķām augstām sastatnēm, tā ka rata apakšmala lai nebūtu mazāk kā 2 līdz 3 m augstāk pāri par visām ēkām, kokiem, kā arī pakalniem līdz 300 m attālumā. Motoram vajaga būt tā ierīkotam, lai viņš pie vēja ātruma, lielāka par 10 m/sek. automatiski izslēgtos. Visizdevīgāk var strādāt ar

vēja ātrumu 5 līdz 8 m/sek., un tādu var mūsu klimatā sagaidīt varbūt kādas 1000 līdz 1500 st. gadā. Galvenais ļaunums vēja spēka pielietošanā ir tas, ka nevar noderīgo vēju paredzēt, tas neatkārtojas periodiski, un tādēļ ietaisi grūti pieskaņot vajadzībām. Lai nebūtu jācieš no ūdens trūkuma laikā, kad vēja nav, vajadzīgas l i e l a s ū d e n s k r ā t u v e s, varbūt 2 nedēļu un vēl lielākam patēriņam. No higiēniskā viedokļa nevarētu celt iebildumus pret tādu lielu krātuvju ierīkošanu, ja ūdens avots ir tāds, kas dod tīru ūdeni. Sevišķi labi ūdens uzglabājas krātuvēs, kas izbūvētas pēc cisternu parauga, ar smilšu pildījumu (l. p. 245.).

Jāparedz arī kāds r e z e r v e s s p ē k s, ja negaidīti ilgi uzturētos bezvēja laiks. Lauku saimniecībā dažreiz tam mērķim var noderēt zirgu ģēpelis. Vislabākais nodrošinājums var būt, ja saimniecībā ievesta elektrība. Arī lokomobīle vai kāds iekšdegu motors noder, ja tādi saimniecībā ir.

b. Ūdensspēka mašīnas.

Ūdensspēka tieša izmantošana lielākām ūdens apgādes ietaisēm reti sastopama, un sastopama vairāk gan atsevišķās saimniecībās. Bet gan ūdens spēku izmanto e l e k t r i s k ā m c e n t r ā l ē m, kas ražo strāvu, daļu no kuŗas var izmantot arī ūdens apgādē pumpju nodarbināšanai, jo elektrību, ražotu centrālē, pievada kā pilsētām, tā atsevišķām lauku saimniecībām. Centrālēs ražojamā ūdensspēka jauda atkarīga no ūdens caurteces daudzuma upē un no krituma. Ūdens daudzums upē jāizpētī ar sistēmatiskiem mērījumiem vairāk gadu no vietas, pēc kam lielās upēs ūdens daudzumu aprēķina no upes dzīvgriezuma, t. i. tās šķērsgriezuma daļas, kas ieņemta no ūdens, un no ūdens tecēšanas ātruma. Dzīvgriezuma noteikšanai vajadzīgs novērot sistēmatiski ūdens līmeni upē, pie uzstādītām mērīšanas latēm. Ūdens ātrumu izmērī uz dažāda ceļa, ar sevišķiem instrumentiem (p. p. Voltmaņa hidrometriskā spārna aparātu). Tā tad ūdens daudzums Q upē ir līdzīgs dzīvgriezumam F, pareizinātam ar vidēju tecēšanas ātrumu v caur dzīvgriezumu:

$$Q = F \cdot v.$$

Izmantojamo kritumu H var dabūt ar tiešu līmetņošanu. Lai iegūtu lielāku izmantojamu kritumu, ūdens līmeni augšpus centrāles vietas paceļ upē, iebūvējot aizsprostu, līdz ar to arī

uzkrājot augšpus aizsprosta zināmu ūdens daudzumu, kas atvieglo centrāles vienmērīgu darbību.

Zinot izmantojamo ūdens daudzumu Q — m^3/sek. un izmantojamo kritumu H — m, var aprēķināt iegūstamo jaudu ZS:

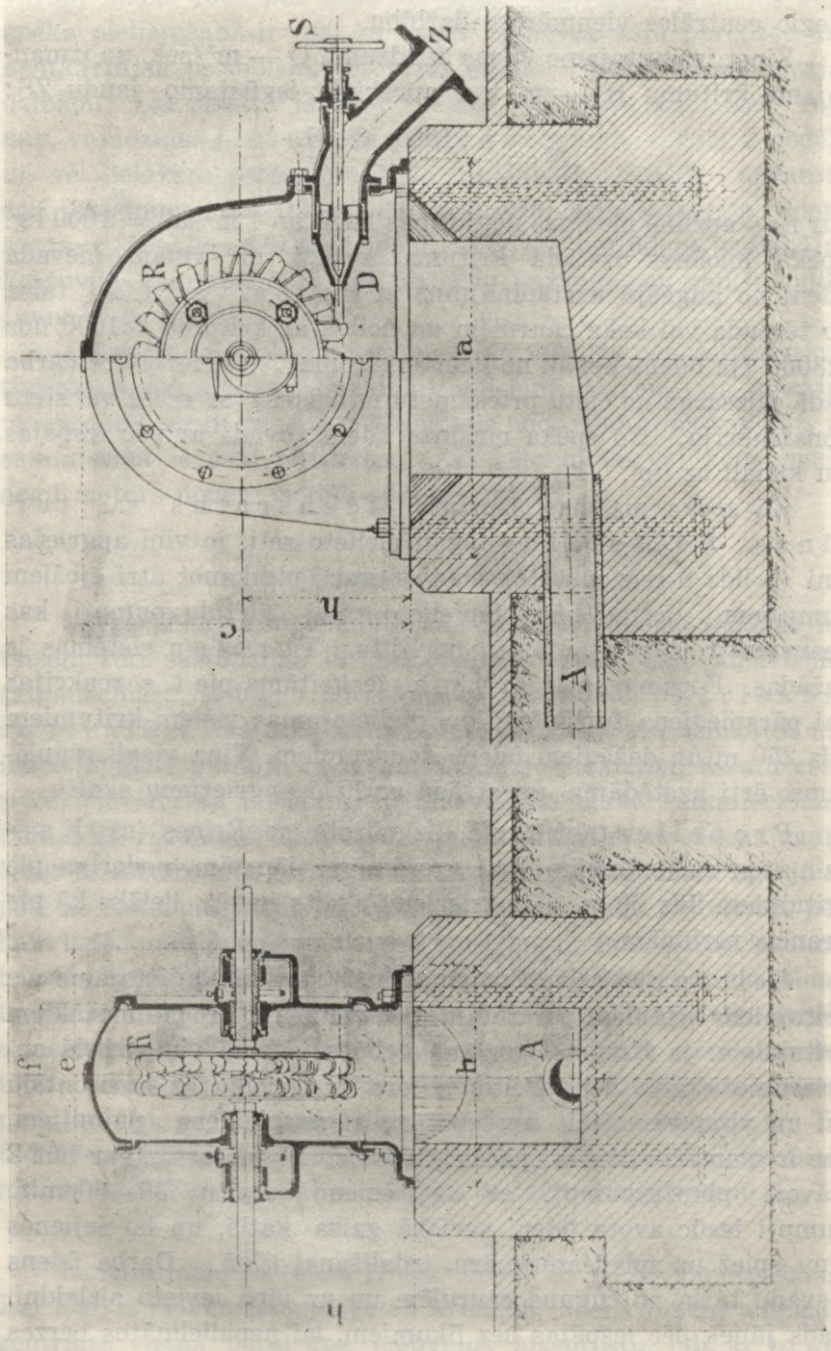
$$N = \frac{n \,.\, 1000 \,.\, Q \,.\, H.}{75}$$

kur n — apzīmē mašīnas lietderības koef. un 1 m^3 ūd. = 1000 kg. Spēka mašīnas uzstāda krituma apakšā un viņām pievada ūdeni no augšējā uzstādinājuma ar darba vadu, ko taisa no tērauda vai koka caurulēm un noliek ar kritumu 1:1000 līdz 1:3000 (ja ūdens nenāk no liela augstuma). Ūdens ietece darba vadā jāizsargā no cietu priekšmetu ietikšanas ar restu vai sietu konstrukciju. No spēka mašīnas ūdeni novada ar pēc iespējas īsu kanāli uz upi.

Kā spēka mašīnas izmanto ūdensratus vai turbīnas. Ūdensratus tagad pielieto reti, jo viņi apgriežas lēni (3 līdz 8 reiz minūtē) un to nevar pieskaņot ātri ejošiem pumpjiem, tā tad būtu jāpielieto tikai virzuļu pumpji, kas nearvien ir izdevīgi, kā jau norādīts. Turbīnu sistēmas ir dažādas. Francis turbīna pieskaitāma pie t. s. reakcijas vai pārspiediena turbīnām, kas pielietojamas visiem kritumiem līdz 250 m un dažādiem ūdens daudzumiem. Viņa viegli rēgulējama, ērti uzstādāma un strādā ar lielu apgriezienu skaitu.

Propellerturbīna, izgudrota no Brines inž. Kaplana, ar nekustamām vai grozāmām lāpstām, noderīga pie kritumiem līdz 20 m. Apgriezienu skaits ir vēl lielāks kā pie Francis turbīnām.

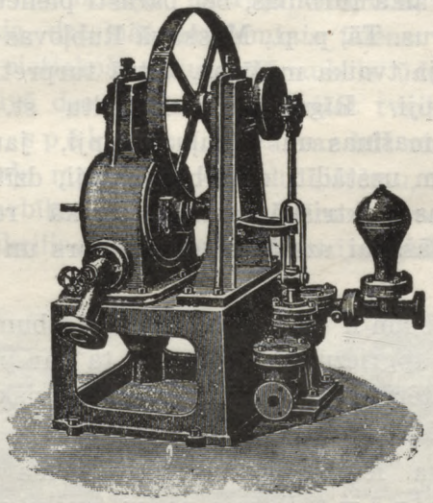
Peltonrats vai kausiņu rats (zīm. 299.) lietojams pie kritumiem lielākiem par 250 m, bet var lietot arī pie mazākiem kritumiem, ja Francis turbīna nebūtu vēlama viņas lielā apgriezumu skaita dēļ. Peltonmotors ir turbīna ar horizontālu asi un viņu var tieši apvienot ar augstspiediena pumpjiem, kas ir montēti uz tās pašas vārpstas kā motors. Var būt 2 stāvoši plunžerpumpji ar apgriezienu skaitu 50—60/min. Pumpji iesūc avota ūdeni sevišķā gaisa katlā, un no šejienes viņu spiež uz spiedrezervuāru, izdalīšanai tīklā. Darba ūdens pievadu taisa no čuguna caurulēm un uz viņa ievieto aizlaidni. Vads jāliek pēc iespējas bez līkumiem, lai nepalielinātos berzes pretestības un nesamazinātos darba spiediens. Darba ūdeni var



299. zīm. Peltonrats.

ņemt vai no tā paša ūdens avota, no kuŗa ņem ūdeni apgādei, vai var ņemt no cita avota, ja tas izdevīgāk. Ja apzīmējam ar:

Q — vajadzīgo darba ūdens daudzumu.
q — pumpējamo ūdeni apgādei.
H — celšanas augstumu.
h — darba vada kritumu.
η — lietderības koef.,



299a. zīm. Peltonmotora skats.

tad pirmā gadījumā, ja abi ūdens daudzumi nāk no tā paša avota, ieteic rēķināt ar formulu:

$$q = \frac{\eta \cdot Q \cdot h}{H-(1-\eta) \cdot h}$$

Otrā gadījumā, kad ūdens avoti ir dažādi:

$$q = \eta \cdot \frac{Q \cdot h}{H}.$$

Darba ūdens var būt higiēniski mazāk labs, un arī gadījumi būs reti tādi, kad varētu visu ūdeni ņemt no viena un tā paša avota. Peltonrata lietderības koef. ir 75 līdz 80%, un ja arī pumpja lietderības koef. ir 70%, tad visas ietaises kopā η = ap 50%. Koef. η — pieaug līdz ar pievadcaurules krituma palielināšanos.

c. Tvaika mašīnas.

Lielām ūdens apgādes ietaisēm vēl samērā nesen (priekš pasaules kaŗa) tvaiks bija parastais spēka avots, un tagad ietaises ūdens apgādei ar tvaika spēku sastopamas gan vairāk tur, kur viņas jau agrāk bija taisītas; jaunākās ietaises reti ierīko ar tvaika mašīnām. Pielietojot ātrejošus pumpjus (centrbēg p.), arī dzinējmašīnām jāattīsta liels ātrums. Tam mērķim gan noder arī tvaika turbīnas, bet parasti pielieto dīzelmotorus vai elektromotorus. Tā, p. p., Maskavā Rubļovas ūdens iestādes pirmā izbūvē bija tvaika mašīnas, otrā turpretim dīzelmotori un centrbēgpumpji. Rīgas vecajā Bukultu st. strādā jau no 1904. g. tvaika mašīnas un virzuļu pumpji, jaunajā Zaķu m. iestādē turpretim uzstādīti centrbēgpumpji, dzīti ar elektrību, ko piegādā Rīgas elektriskā centrāle, un kā rezerves mašīna elektrības sagādāšanai uzstādīts dīzelmotors un atsevišķs ģenerātors.

Tvaika mašīnām ir viens nenoliedzams labums tas, ka viņas var grozīt savu apgriezumu skaitu un tā var pieskaņoties lielākam ūdens patēriņa gadījumam, kas sevišķi no svara pie mazākām ietaisēm ar nedaudz agregātiem.

Tvaika spēka ietaise sastāv no *tvaika katlīem* un *tvaika mašīnām*. Pirmie noder tvaika ražošanai, otrie tvaiku izmantošanai spēka ražošanai. *Tvaika katli* var būt dažādas konstrukcijas. Izšķir, p. p., katlus ar lielu ūdens tilpumu (vien- un divliesmu cauruļu katli), kas lietojami mazās un vidējās ietaisēs, un *ūdens cauruļu katli* ar lielu sildvirsmu uz mazas pamata virsmas, kas tā tad labi telpas izmantošanas ziņā. Pārvietojamās lokomobiles, kuŗās katls un mašīna apvienoti vienā komplektā, lieto reti, un tikai provizoriskos gadījumos. Stacionārās lokomobiles senāk pielietoja daudzos gadījumos, pie kam tādas lokomobiles bija pat līdz 1.000 ZS.

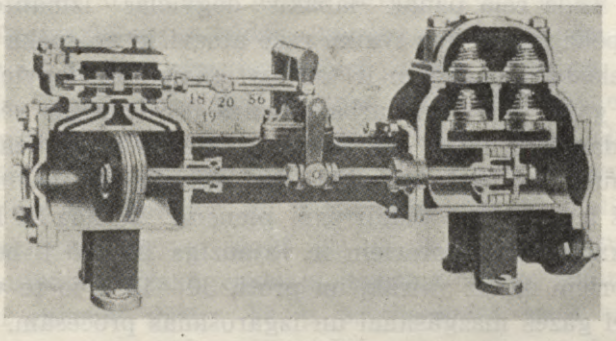
Pie tvaika katlu sistēmas izvēles katrreiz jāpūlas izvēlēt tādu, kas dod iespēju izdevīgāk izmantot vietējos kurināmos materiālus un iegūt tvaiku ar vismazākiem izdevumiem. Tvaika katli padoti fabrikas inspektora uzraudzībai.

Šobrīd katra tvaika spēka ietaise strādā ar pārkarsētu tvaiku, kas ir sauss un nedod zaudējumus pie kondensācijas. Parastais tvaika spriegums ir 10 līdz 12 atm., bet modernās karst-

tvaika mašīnās pat līdz 100 atm., ar mašīnas apgriezienu skaitu 80—150/min. No piedzīvojumiem izrādījies, ka pārkarsēšanas robeža pie karsttvaika mašīnām ir 350—400°C pie katla un 320—350°C pie mašīnas.

Kondensācija notiek ar aukstu ūdeni, pie kam pie virzuļu mašīnām tvaiku ielaiž dzesināmā ūdenī, kamēr pie tvaika turbīnas pielieto parasti virsmas kondensāciju, kur tvaiks atdziest pie misiņa cauruļu virsmām, un pa caurulēm cirkulē aukstais, dzesināšanai lemtais ūdens. Ja dzesināšanai nav pieejams pietiekošā daudzumā auksts ūdens, tvaika kondensācijai izbūvē dzesināmu torni, laižot tvaiku caur gaisu.

Tvaika spēka mašīna var būt virzuļu mašīna vai turbīna. Virzuļu mašīnas ir dažādu sistēmu, atkarīgi no viņu uzbūves vai darbības veida. Ir mašīnas stāvošas vai gulošas, vien- vai vairākcilindru, vienas ekspansijas pakāpes vai vairāk



300. zīm. Tvaika pumpja griezums.

pakāpju, ar vai bez kondensācijas. Apgriezienu skaits, kā jau minēts, var būt 80 līdz 150 vienā minūtē. Pie mašīnu jaudas līdz 100 ZS, reti vairāk, parasti pielieto viencilindru mašīnas. Pie lielākas jaudas dodama priekšroka divpakāpeniskai ekspansijai, iekārtojot augst- un zemsprieguma cilindrus vienu aiz otra. Pie ļoti lielas jaudas pielieto trīskārtīgas ekspansijas mašīnas. Virzuļu tvaika mašīna parasti apvienota ar virzuļa pumpi uz 1 vārpstas, tādēļ arī nosaukums tvaika pumpis (zīm. 300.).

Tvaika turbīnas pielieto pie lielas jaudas, un tās jau pie 500 ZS patērē mazāk tvaika kā virzuļa tvaika mašīnas. Tvaika turbīnām apgriezienu skaits ir 1.000 līdz 9.000 (min.)

un tā tad viņas dabiski kombinējamas ar ātrskrejošām mašīnām: centrbēgpumpjiem, sastādot agregātu, kuŗu nosauc par turbopumpi. Tvaika turbīnes ieņem maz vietas, ērtas un lētas apkalpošanā, un arī smērmateriālu patēriņš ir mazs, jo pašās turbīnās nav tādu daļu, kas būtu jāsmērē, un tā tad arī tvaiks nesajaucas ar eļļu un kondensāts praktiski ir bez eļļas un viņu var pielietot tieši atkal katla baŗošanai.

Turbīnu ar pumpi savieno ar zobratu transmisiju. Ja turbīnas apgriezumu skaits minūtē ir, teiksim, 5.000—8.000, tad pumpja apgriezienu skaits var būt 600—800. Turbopumpju slodze var būt 2.000 līdz 5.000 m^3/st. un vairāk.

d. Iekšdegu spēka mašīnas.

Zem iekšdegu spēka mašīnām saprot tādas mašīnas, kur kurināmās vielas pārvēršana mēchaniskā enerģijā notiek pašā mašīnā. Tādā ceļā panāk labāku degvielas izmantošanu kā tvaiku spēka ierīcē, kur tvaiku ražo atsevišķi no spēka mašīnas. Visām iekšdegu mašīnām ir tas īpatnējais, ka degvielu maisījums ar gaisu jāievada darba cilindrā pēc iespējas vēsā veidā. Tā tad darba cilindrs jādzesina. Dzesināšanai vajadzīgais ūdens daudzums ir diezgan liels, bet atkarīgi no mašīnas sistēmas viņš ir dažāds. Vidēji var pieņemt 20 līdz 30 l uz 1 ef. ZS st., kamēr dīzelmotoriem ir vajadzīgs 10—15 l, bet sūcgāzes motoriem daudz vairāk, un proti, 30—45 l, jo te vajadzīgs ūdens arī gāzes mazgāšanai un izgarošanas procesam. Lielākie skaitļi attiecināmi uz mazākām mašīnām.

Iekšdegu mašīnas izšķiŗ kā eksplozijas motorus un līdzspiediena motorus. Pie eksplozijas motoriem degvielu (gāzes, garaiņu vai miglas veidā) kopā ar attiecīgu gaisa daudzumu ievada darba cilindrā, kuŗā maisījums eksplodē. Pie līdzspiediena motoriem degvielu ievada cilindrā tā, lai viņas sadegšana notiktu pamazām.

Atkarīgi no darbības iekārtas izšķiŗ divtaktu mašīnas (divas virzuļa dažāda virziena kustības, kas kopā dod 1 apgriezienu) un četrtaktu mašīnas (divreiz dažāda virziena virzuļa kustība, tā tad virzuļa 2 apgriezieni).

Iekšdegu mašīnu darbības sākums jāierosina ar sevišķiem līdzekļiem (tvaika mašīna sāk strādāt pati no sevis, tiklīdz viņā sāk ieplūst tvaiks). Mazākas mašīnas iedarbina no rokas,

ar kloķa vai sparrata griešanu. Pie lielākām mašīnām, vairāk par 15 ZS, iedarbināšanai pielieto spiestu gaisu.

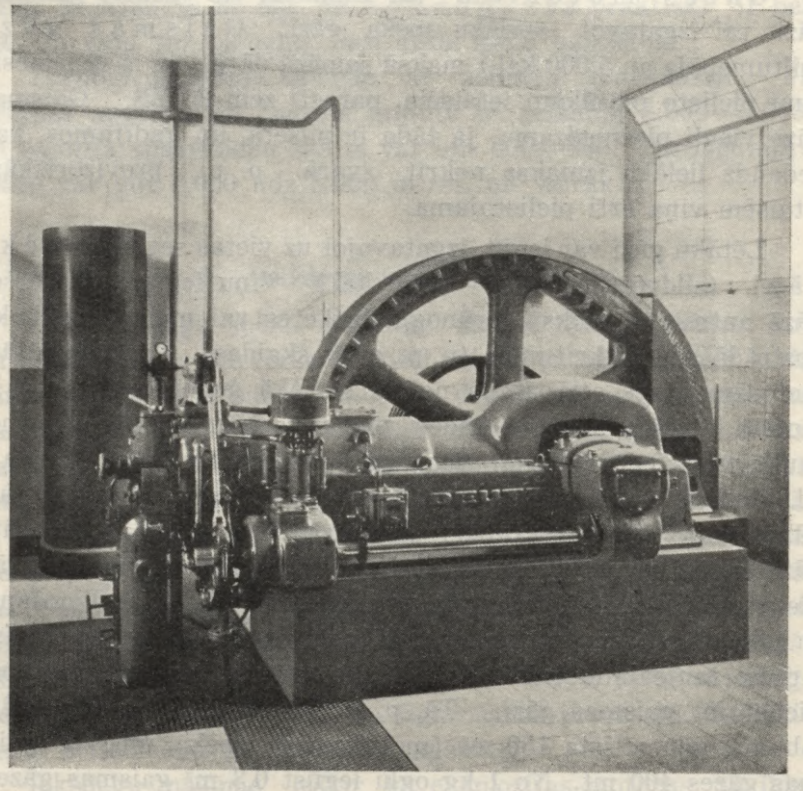
Iekšdegu motori ir dažādu sistēmu, atkarīgi no tā, kādas degvielas pielieto un kādā veidā viņas pielieto.

Gāzes motoriem var izmantot vai parasto gaismas gāzi, vai izgatavot sevišķu spēka gāzi. Gaismas gāze (siltumspēja ap 5.000 kal.) maksā samērā dārgi, un iz tā iemesla viņu pielieto mazākām ietaisēm, parasti zem 25 ZS. Gaismas gāze viegli piesniedzama, ja tāda ir pilsētā, un gadījumos, kad nedaudz lielāka izmaksa nekrīt svarā, p. p., provizoriskām ietaisēm viņa ērti pielietojama.

Lētāku gāzi var iegūt, izgatavojot uz vietas sevišķu spēka gāzi (sildvērtība 1.000—1.300 kal.) Viņu iegūst, pārvēršot gāzē antracitu, koksu, brūnogļu briketes vai malkas un koku apstrādāšanas atkritumus (p. p., zāģu skaidas). Pēc tagadējām metodēm gāzes attīstīšana notiek sevišķā ģenerātorā, ar paša motora sūcējdarbību, un tādēļ pieņemts šādu spēka gāzi nosaukt par sūcgāzi, un visu ietaisi par sūcgāzes ietaisi. Ietaise sastāv no sadedzināšanas rezervuāra (ģenerātora), gāzes slapjtīrītāja (skruber) un saustīrītāja. Tādā ceļā iegūtā gāze ir lētāka par gaismas gāzi, un viņa iegūst arvien vairāk pielietotāju. Arī metodes kā gāzes ražošanai, tā pielietošanai ir labi attīstītas, un var iegūt lēti un droši strādājošu ietaisi. Arī no tautsaimnieciskā viedokļa iegūst zināmus labumus, pat pielietojot gaismas gāzi. Tā, p. p., pieņemot, ka 1 kg vidēja labuma ogļu attīsta 150 mt (metrtonnas) spēka, un 1 m^3 gaismas gāzes 400 mt. No 1 kg ogļu iegūst 0,3 m^3 gaismas gāzes, tā tad 120 mt spēka un bez tam 0,45 kg koksa, kas arī var vēl dot $0{,}45 \times 150 = 67{,}5$ mt. Tā tad, ražojot gaismas gāzi, iegūst $120 + 67{,}5 = 187{,}5$ mt spēka, t. i. $187{,}5 - 150 = 37{,}5$ mt vairāk, kā attīstot tvaiku. Bez tam vēl iegūst 0,04 kg darvas un 0,006 kg ammōnjaka, kam arī ir sava vērtība. Pielietojot spēka gāzes ražošanai mazvērtīgu ogļu un koku atkritumus, gāzes ražošana iznāk vēl daudz izdevīgāka (izdevumu ziņā).

Gāzes motorus savieno ar pumpjiem ar siksnu transmisiju (ja neražo iepriekš elektrību). Tā kā motori strādā parasti pie noteiktas jaudas, tad ūdens patēriņa svārstības jārēgulē ar motora darba laiku un krājrezervuāra lielumu. Mašīnai ir tas labums, ka viņu var viegli darbā laist.

Sūcgāzes motori uzstādīti daudz vietās, arī pie mums Latvijā, vairāk gan citiem mērķiem nekā ūdens apgādes vajadzībām. Tā, p. p., ar sūcgāzi iekārtota elektriskā centrāle Valmierā. Piemēru gāzes motoram redzam zīm. 301.



301. zīm. Gāzes motors.

Ar šķidrām degvielām darbojas benzola, benzīna, petrolejas, naftas, darvas eļļas un spirta motori. Šīs vielas, motoram strādājot, pārvēršas gāzveidīgā stāvoklī un, gāzēm eksplodējot, vai sadegot, attīstās vajadzīgais spiediens motora virzuļa dzīšanai.

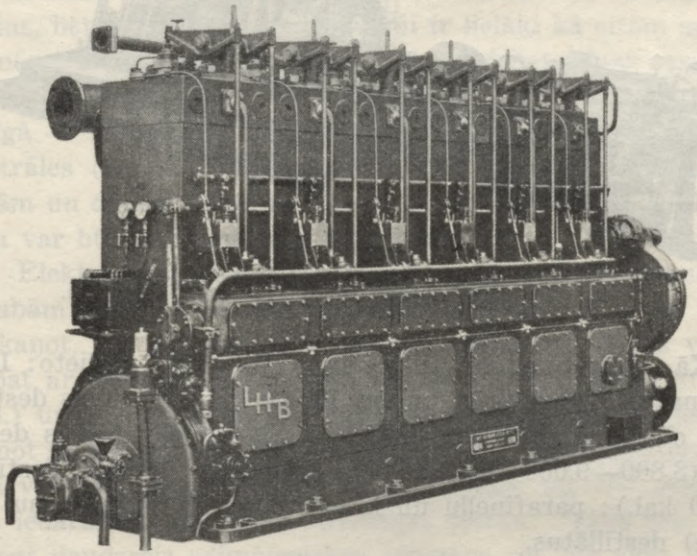
Benzīnu (sildvērtība 10.300 kal.) pielieto visizdevīgāk tādu, ar īpatnējo svaru 0,73—0,74. Benzīna motori strādā tīrāk un ar mazāku smakas izplatīšanu kā petrolejas (arī 10.300 kal.) motori un arī lētāki. To ievērojot, petrolejas motorus sastop vēl reti, bet arī benzīna motoru pielietošana samazinājusies, kamēr pirmā vietā tagad minami benzola

(sildvērtība 9.500 kal.) motori. Benzols pielaiž lielāku spiedienu motorā, ar to labāk izmantojot degvielu un darbs iznāk izdevīgāks kā ar benzīnu. Benzolam tomēr ir tas ļaunums, ka viņš tīrā veidā jau pie 0° iesalst, tā tad jāuzglabā siltā telpā un arī mašīnu telpai jābūt siltai.

Spirta motori (spirta sildvērtība 5.500 kal.) darbā gan dārgāki kā iepriekšējie, tomēr viņiem ir tas labums, ka viņi mazāk bīstami uguns ziņā. Spirta motori reti sastopami darba dārguma dēļ.

Naftalīnam (9.600 kal.), izgatavotam no darvas eļļas, ir tas labums, ka viņš parasti atrodas cietā veidā un rīcība ar viņu ir ērtāka.

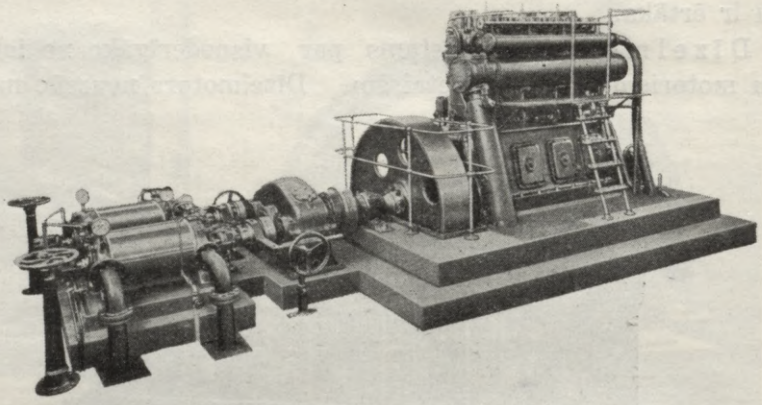
Dīzelmotors atzīstams par visnoderīgāko no iekšdegu motoriem lielākām ietaisēm. Dīzelmotors neuzsūc mai-



302. zīm. Dīzelmotors.

sījumu no degvielas ar gaisu, bet iesūc tikai gaisu, ko saspiež darba cilindrā līdz 30—32 atm. Pie tam tad attīstās darba cilindrā no liela spiediena temperātūra 600—800°C, vienā laikā iešļircina smalki sadalītu putekļveidā degvielu, kas pati no sevis karstā gaisā aizdegas un pārvēršas gāzē, kas spiež uz virzuli un tā darbina mašīnu. Dīzelmotors ir četrtaktu mašīna: virzulim uz leju ejot tiek cilindrā iesūkts gaiss, atpakaļ

ejot gaiss saspiests un sakarsēts, tad iešķircinātā degviela, kas sadeg un attīsta gāzes, spiež atkal virzuli uz leju, un viņam atpakaļ ejot gāzes maisījums ar gaisu tiek izspiests ārā. Pēc tam sākas jauns cikls. Kā redzams, dīzelmotora degviela aizdegas pati no sevis un nav vajadzīgs kāds cits aizdegšanās ierosinātājs, kā tas ir pie citām iekšdegu mašīnām. Konstruktīvā ziņā jāmin, ka sevišķa vērība piegriežama vārīgākām mašīnas daļām, pie kuŗām pieskaitāmi degvielas ielaides ietaise un gaisa pumpis, jo no šīm daļām atkarājas visa mašīnas darbība.



302a. zīm. Dīzelmotors saslēgts ar centrbēgpumpi.

Kā degvielas dīzelmotoriem pielieto: 1) jēleļļu (naftu) (ar sildvērtību ap 10.000 kal.) un viņas destillātu gāzes eļļu (arī ap 10.000 kal.); 2) akmeņogļu darvas destillātus (8.800—9.000 kal.); 3) brūnogļu darvas destillātus (9.800 kal.): parafineļļu un kreozoteļļu; 4) degakmeņu (eļļas šiferu) destillātus.

Dīzelmotori patērē mazāk degvielas kā citas iekšdegu mašīnas, pateicoties augstai kompresijai un ar to labākai degvielas izmantošanai (vajadzīgs degvielas ap 1 l uz 4—5 ZS st.). Dīzelmotorus būvē stāvošus, ja vajadzīgs ar vairākiem parallēli uzstādītiem darba cilindriem, katru ne vairāk par 200 ZS. Viencilindra mašīnas būve līdz 30—35 ZS, tā tad, p. p., 4 cilindru mašīna var dot līdz $4 \times 200 = 800$ ZS. Lielākas par 250 ZS mašīnas ar cilindru būvē gulošas. Amerikā dīzelmotori būvēti līdz 6.000 ZS jaudas.

Dīzelmotora darbā laišanai vajadzīgas tikai dažas minūtes, un to dara ar spiestu gaisu, kas uzkrāts balonos ar gaisa pumpja palīdzību pa mašīnas darba laiku. Gaiss balonos atrodas ar mašīnas darba spiedienu (ap 35 atm.). Atstrādājušās gāzes izlaiž gaisā pēc iespējas augstāk, lai netraucētu apkārtni. Trokšņa samazināšanai, kas ceļas no atstrādājušo gāzu izplūšanas, jāierīko sevišķs skaņas samazinātājs, kuŗa lielumu var pieņemt ne mazāku par 5 kārtīgu darba cilindra tilpumu.

Dīzelmašīnas labi noder kā rezerves mašīnas, ja pumpētavā pastāvīgi darbojošās mašīnas ir elektriskas, kā jau minēts.

e. Elektromotori.

Elektromotori iegādāšanā lēti, darbībā ērti un ieņem maz vietas, bet ekspluatācijas izdevumi ir lielāki kā citām mašīnām. Tomēr, ievērojot elektriskā spēka pielietošanas patīkamās īpašības, elektromotori arī ūdens apgādei ir pietiekoši izplatīti (Rīgā — Zaķu m.). Elektrisko strāvu sagādā lielākas spēka centrāles (hidrauliskās vai termiskās) un viņu izvada pa pilsētām un daudz vietās arī lauku mājām, tā kā elektriskā enerģija var būt ērti pieejama un pielietojama.

Elektromotorus pielieto sevišķi kopā ar centrbēgpumpjiem, jo abām mašīnām ir liels apgriezienu skaits un viņas var labi saskaņot, var pat pumpi un motoru taisīt uz vienas vārpstas. Tāpat ar elektromotoru iespējams dzīt dziļpumpjus (zīm. 295., 298.) un arī atsevišķu aku pumpjus, ja akas nav iespējams apvienot ar kopēju sūcvadu vai sifonvadu. Pēdējā gadījumā katrā akā var būt ielaists elektrisks dziļpumpis, un visi pumpji var būt iedarbināti no kādas centrālas vietas. Tādā ceļā var sasniegt daudzreiz saimnieciskus labumus, jo var akas labāk izmantot, pazeminot dziļaku ūdens līmeni, nekā tas būtu iespējams ar kopīgu sūcvadu resp. sifonvadu, tā palielinot aku dèvību un samazinot aku skaitu.

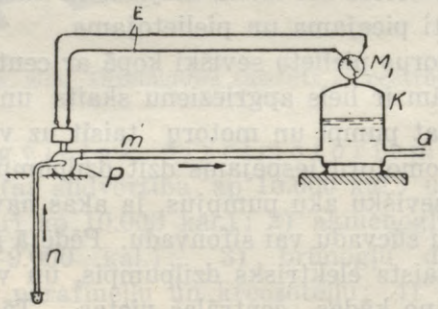
Jāmin, ka elektromotori jāsargā no mitruma, tādēļ gadījumos, kad viņi jāuzstāda mitrās telpās vai aku šachtās, jāpielieto iekapselētie motori, kas aizsargāti no mitruma.

Elektromotori var būt līdzstrāvas vai maiņstrāvas (trijfazu) motori. No līdzstrāvas motoriem

jāpielieto tā sistēma, kas pie dažādas slodzes tomēr uzrāda gandrīz vienu un to pašu apgriezienu skaitu. Pēdējiem vajaga būt saskaņotiem ar mašīnas jaudu. Mazi motori dod līdz 1.500 apgriezienus minūtē un dažreiz vēl vairāk, kamēr pie lielākiem var būt līdz 900 apgriezieniem minūtē un pat vēl mazāk. Līdzstrāvas motoriem ir tā priekšrocība, ka viņus var tūliņ iedarbināt ar pilnu jaudu. Tādus motorus būvē jaudai līdz 400 ZS, spriegums parasti 200—380 V, bet sastopami līdz 500 V, un vispārīgi jāpieskaņojas tīklā esošam spriegumam.

Maiņstrāvas motori var būt vienfazu vai trijfazu motori, un divfazu motori sastopami reti.

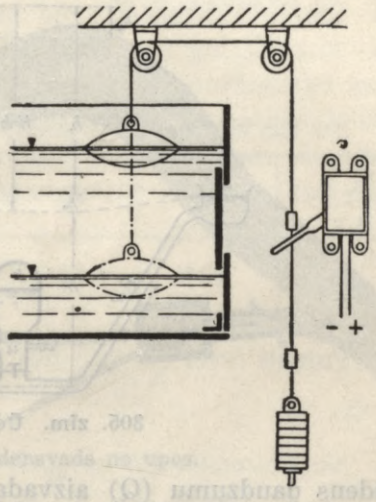
Vienfazu motors lētāk ierīkojams, jo vajadzīgi tikai 2 vadi, un arī transformātori var būt vienkāršāki un lētāki. Ļaunums tas, ka viņi pielietojami tikai mazai jaudai. Atsevišķās saimniecībās var ūdens apgādei pieslēgt šādus mazus pumpjus, pat pie apgaismošanas tīkla (mazie «Elmo» pumpji Sīmens'a). Parasti lielāka ūdens daudzuma pumpju iekārtas dzīšanai pielieto trijfazu motorus. Tādi motori ir ļoti vienkārši savā uzbūvē, prasa vienkāršu apkalpošanu un pielaiž zināmu pārslogojumu.



303. zīm. Automatiska pumpju ietaise.

Elektriski dzītus pumpjus var tā ietaisīt, ka viņi automatiski ieslēdzas vai izslēdzas (zīm. 303.), tiklīdz ūdensvadā ir radies vismazākais vai vislielākais paredzētais spiediens, vai kādā rezervuārā sasniegts vismazākais vai vislielākais līmenis. Tādos gadījumos tad nav vajadzīgi lieli spiedrezervuāri. Tāda ietaise ir sevišķi ērta atsevišķām saimniecībām. Automatiskas ieslēdzēj- un izslēdzj- ietaises ir dažādas. Visvienkāršākā schēma sekojoša (zīm. 303.). Elektrisks pumpis

(P) dzen ūdeni spiedvadā caur gaisa katlu (K). Ja pēdējā spiediens sasniedzis zināmu lielumu, slēdzējs (M) izslēdz pa elektriskiem vadiem (E) motoru, tā tad arī pumpi. Otrādi, ja spiediens katlā (K) nokrīt līdz mazākajam lielumam, tāpat automatiski motors ieslēdzas, un pumpis sāk strādāt. Vaļējā rezervuārā slēdzējs var būt iedarbināts no pludiņa (zīm. 304.) ar pretsvaru. Uz ķēdes, savienojošas pludiņu ar pretsvaru, ietaisītas attiecīgā attālumā 2 lodes, kas, atduŗoties pret slēdzēja kloķi izdara izslēgšanu vai ieslēgšanu.



304. zīm. Pludiņa automatisks slēdzējs.

Automatiskas ietaises šobrīd ierīko arī lielām ūdens pumpētavām, pat savienojot vairāk pumpētavas automatiskai kopdarbībai. Tā, p. p., Rīgā automatiski apvienotas Bukultu un Zaķu m. stacijas, kas papildina viena otru, ja viena nespētu piegādāt maksimālo, viņai paredzēto ūdens daudzumu. Līdzīgas ietaises ir arī citur.

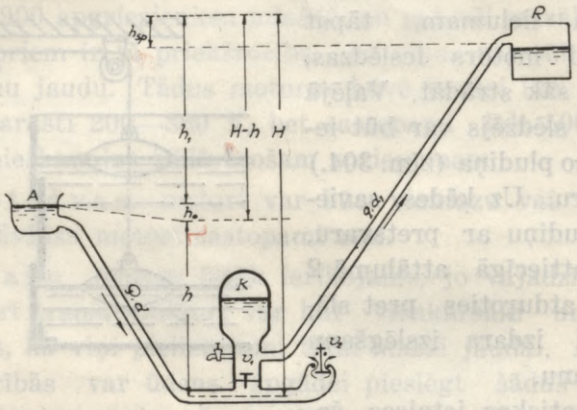
31. Sevišķas pumpju ietaises.

Mazākām ūdens apgādes ietaisēm kā, p. p., vasarnīcām, sanātorijām, dzelzceļstacijām un t. l. pielieto dažreiz mašīnas, kas tieši paceļ ūdeni ar pašu dzinējspēku, pie kam tad motors un pumpis kopā ir viena mašīna. Kā tādi dzinējspēki krīt svarā ūdens, tad arī gaiss, tvaiks un gāze. No šā veida mašīnām turpmāk būs minētas tikai visbiežāk sastopamās.

a. Ūdens triecis.
(Water ram.)

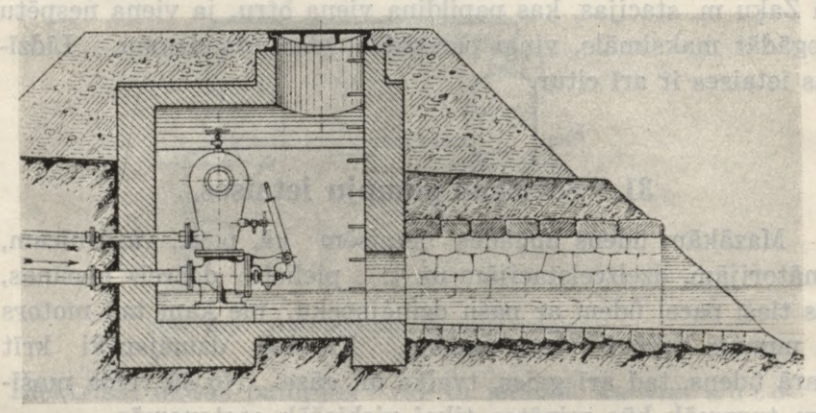
Ūdens triecis izgudrots no Montgolfiera 1797. g. Viņu parasti pielieto gadījumos, kad ir stiprs, devīgs avots, kuŗa ūdens pietiek kā mašīnas dzīšanai, tā arī apgādes krājumam.

Lielākā daļa ūdens vajadzīga spēka ražošanai, lai varētu mazāku daudzumu ūdens pacelt uz lielāku augstumu. Ietaises shēma ir sekojoša (zīm. 305.). Avota baseinā (A) uzkrājušos



305. zīm. Ūdenstrieča shēma.

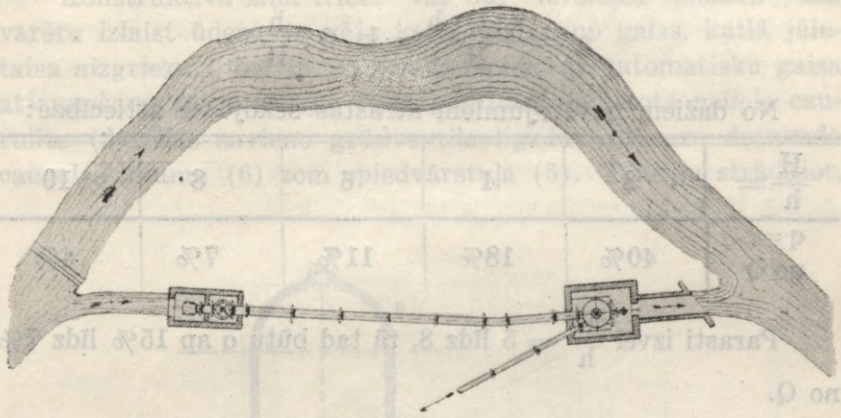
ūdens daudzumu (Q) aizvada pa cauruļu vadu (d) uz mašīnu māju, kuŗā ievietots triecis. Mašīna uzstādīta zemāk par ūdens līmeni rezervuārā, par lielumu h (ierēķinot zaudējumus



305a. zīm. Ūdens trieča novietnes piemērs.

vadā). Uz pievedcaurules ievietots grūdvārstulis (v_2), kas attaisās uz caurules iekšpusi, bet zem ūdens spiediena var noslēgt izteci no pievedcaurules. Nelielā attālumā no grūdvārstuļa (v_2) atrodas nozarojums, uz kuŗa novietots gaisa katls (K), kas apakšā noslēgts ar spiedvārstuli (v_1), kas attaisās uz

katla iekšpusi. No gaisa katla noiet spiedcaurule (d_1), kas ūdeni aizvada uz spiedrezervuāru (R). Pēdējais atrodas par lielumu H (ieskaitot zaudējumus vadā) augstāk par trieci, vai par augstumu h_1 augstāk par avota rezervuāra ūdens līmeni.



305b. zīm. Trieča ūdensvads no upes.

Trieča darbība notiek sekojošā veidā. Līdzsvara stāvoklī, kad mašīna nestrādā, vārstuļi (v_1 un v_2) ar savu svaru gulstas uz leju, un tā tad spiedvārstulis (v_1) ir ciet un grūdvārstulis (v_2) vaļā. Ja tagad pa cauruli (d) tek ūdens no avota rezervuāra zem spiediena h, tad no sākuma viņš iztek caur vaļējo grūdvārstuli (v_2), bet zem ūdens spiediena tas pēkšņi aiztaisās, no kā rodas hidraulisks trieciens (līdz 35 reiz lielāks par spiedienu statiskā stāvoklī), kas atgrūž spiedvārstuli (v_1) un izgrūž zināmu daudzumu ūdens katlā (K). Pēdējā atrodošais gaiss no iegrūstā ūdens saspiežas, bet tad gaisa spiediens izlīdzinās un izdara pretspiedienu, no kuŗa tad spiedvārstulis (v_1) aiztaisās un ūdens no katla tiek spiests pa spiedcauruli (d_1) uz spiedrezervuāru R). Pa to laiku spiediens pie grūdvārstuļa (v_2) ir samazinājies, viņš ir attaisījies un viss process sākas no jauna.

Attiecības var izteikt ar sekojošu formulu:

$$q \cdot H = k \cdot Q \cdot h,$$

kur k — izsaka mašīnas lietderības koef., kas pie normāliem (vidējiem) apstākļiem 0,6 līdz 0,8, vai pēc Eitelveina:

$$k = 1{,}12 - 0{,}2 \sqrt{\frac{H}{h}}$$

pie kam k nav atkarīgs no $\frac{H}{h}$ vien, bet arī no citiem faktoriem, starp kuŗiem minami grūdvārstuļa svars un veids.

No formulas izriet:

$$q = \frac{k \cdot Q \cdot h}{H} = k \cdot Q \cdot \frac{h}{H}.$$

No dažiem novērojumiem atrastas sekojošas attiecības:

$\frac{H}{h} =$	2	4	6	8	10
$q =$ no Q	40%	18%	11%	7%	4%

Parasti izvēl $\frac{H}{h} = 5$ līdz 8, tā tad būtu q ap 15% līdz 7% no Q.

No Veiraucha (Weyrauch'a) uzstādīta empīriska formula:

$$q = \left(0{,}9 \times \frac{h}{H} - 0{,}16 \sqrt{\frac{h}{H}}\right) \cdot Q,$$

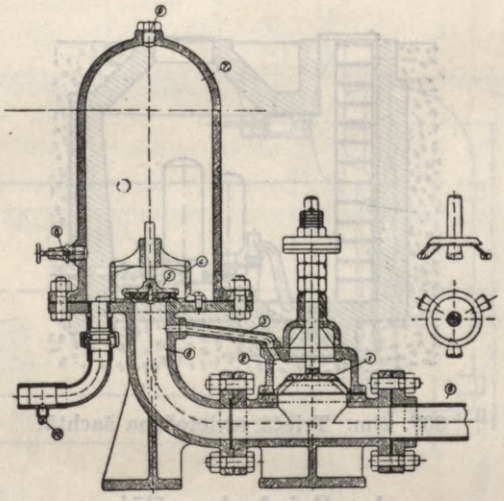
pēc kuŗas pie $\frac{h}{H} = \frac{1}{5}$ līdz $\frac{1}{8}$ dabūtu q = 0,11 Q līdz 0,06 Q, t. i. mazliet mazākus lielumus, nekā pēc augšā pievestās tabulas.

Trieci lieto atsevišķās saimniecībās, kad jāpaceļ nedaudz ūdens 0,1—0,2 sl., tā tad vajadzīgais darba ūdens daudzums pie $\frac{H}{h} = 5$ līdz 8 būtu pēc augšējās tabulas 0,8 līdz 3,5 sl., pēc Veiraucha vēl vairāk. Bet ir arī trieči lielākiem ceļamiem ūdens daudzumiem. Dzenspiedienu pieņem 2—8 m, reti līdz 15 m, bet sastopami arī līdz 30 m. Pie liela dzenspiediena grūdieni jau top tik stipri, ka no tā var ciest cauruļu vadi. Vispārīgi, ievērojot to, ka vados ir pastāvīgi mainīgi triecieni, viņiem jābūt taisītiem no visstiprākām tērauda caurulēm.

Dzenvada (d) diametru var aprēķināt pēc Eitelveina: $d = 300 \sqrt{Q}$, kur d jāizsaka mm un Q — m^3/min. Dzenvada gaŗumu (l) pieņem $l = H + 0{,}3 \frac{H}{h}$, kur l izteikts metros. No novērojumiem atrasts, ka visizdevīgākās attiecības h : l = = 1 : 3 līdz 1 : 4, un praktiski l nepieņem mazāku par 15 m.

Spiedvada diametru pieņem d_1 = ap 0,5 d. Gaisa katla tilpumu ņem līdzīgu spiedvada tilpumam. Ja vajadzīgs pacelt lielāku ūdens daudzumu nekā var veikt 1 triecis, tad uzstāda vairāk triečus, ja tikai Q ir pietiekošs.

Konstruktīvā ziņā trieči var būt izveidoti dažādi. Lai varētu izlaist ūdeni, ja vēja katlā jāatjauno gaiss, katlā jāietaisa aizgrieznis, bet ir arī konstrukcijas ar automatisku gaisa atjaunošanu (zīm. 306.). Tādā gadījumā ievietota neliela caurulīte (3), kas savieno grūdventila ligzdu (2) ar dzenvada caurules līkumu (6) zem spiedvārstuļa (5). Triecim strādājot,



306. zīm. Trieča konstrukcijas piemērs ar automatisku gaisa atjaunošanu.

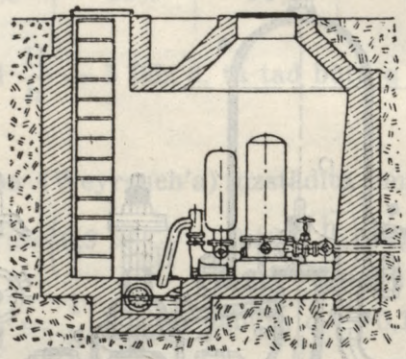
kad iedarbojas grūdvārstulis, daļa gaisa no viņa ligzdas paplašinātā tilpumā iziet ārā, bet daļa iespiežas pa minēto caurulīti vadā un līdz ar to nonāk caur spiedvārstuli katlā. Gaisa daudzuma rēgulēšanai ietaisīta rēgulējoša skrūve, savienojošās caurulītes (3) ieteces galā.

Lai izsargātu trieci no iesalšanas un no bojājumiem, viņu ievieto sevišķā mājiņā vai šachtā (zīm. 307.).

Ieteicams dzenvadu pie paša trieča uz neliela gabala nolikt horizontāli, lai viņā paliktu nedaudz ūdens, kad mašīna nestrādā. Vadi jāliek pēc iespējas taisni un bez nozarojumiem.

Ir arī konstruēti trieči, ko iedarbina cits ūdens nekā tas, ko paceļ ūdens apgādei, piepaturot trieča principus. Tāda

ietaise ir ierīkota no Liepājas firmas «A. Jaunzems» Aizputes p. apgādei ar ūdeni (zīm. 308.). Dzenūdens nāk no dzirnavu dīķa, kuŗā ūdens līmenis atrodas 3,6 m augstāk par grūdventilu trieci. Trieča gaisa balonā iebūvēts speciāls sūcēj- spiedējpumpis, kuŗa virzuli iedarbina vakuums, kas rodas tādā ceļā, ka ietekošais triecī dīķa ūdens, strauji aizsitoties grūdvārstulim, dodamies atpakaļ, spiež uz virzuli ar atsperi, zem kuŗa iespaida iedarbojas pumpja virzulis, iesūkdams un otrā virzienā ejot spiezdams no avotiem sakrājušos krājakā ūdeni uz spiedrezervuāriem, kas atrodas 28 m virs trieča. Pie labas uzraudzības tāda ietaise darbosies pietiekoši labi.

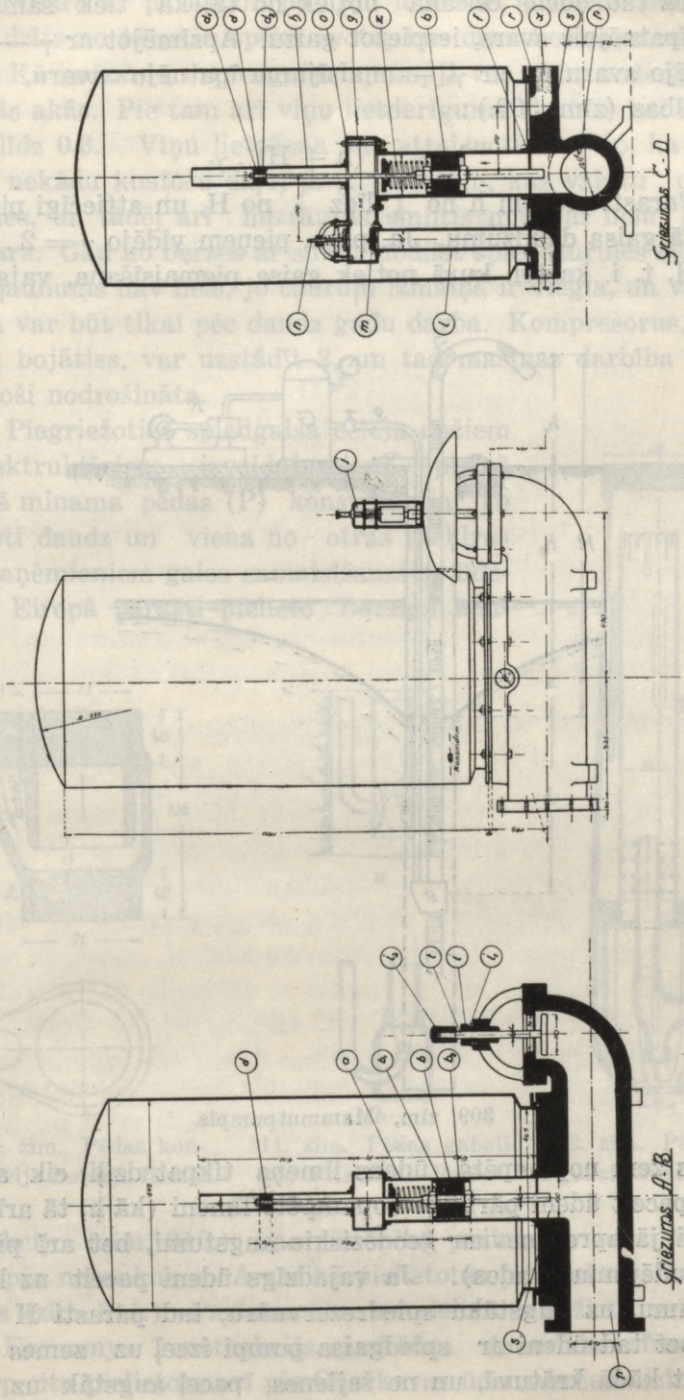


307. zīm. Trieča ievietošana šachtā.

b. Spiedgaisa cēlējs.

(Airlift.)

Spiedgaisa cēlējs, saukts arī Mammutpumpis, ceļ ūdeni ar iespiestu ūdenī gaisu. Viņš sastāv (zīm. 309.) no spiedcaurules (S), kuŗas apakšējā daļā pietaisīta paplašināta kaste vai pēda (P), kuŗā iespiež gaisu pa cauruli (g), kas nāk no spiedgaisa rezervuāra, pēdējā spiedienu uztur ar kompresoru (K). Visu ietaisi iegremdē akā līdz vēlamam dziļumam. No gaisa vada (g) gaiss iespiežas kastē (P), kur viņš samaisās ar ūdeni, pie kam maisījums tad ir vieglāks par ūdeni un zem zināma spiediena akā h kāpj pa spiedcauruli (S) uz augšu. Īstenībā pilnīgs maisījums nebūs, bet gaiss, kāpjot uz augšu, vilks sev līdzi ūdeni, un spiedcaurulē būs pārmaiņus ūdens un gaiss.

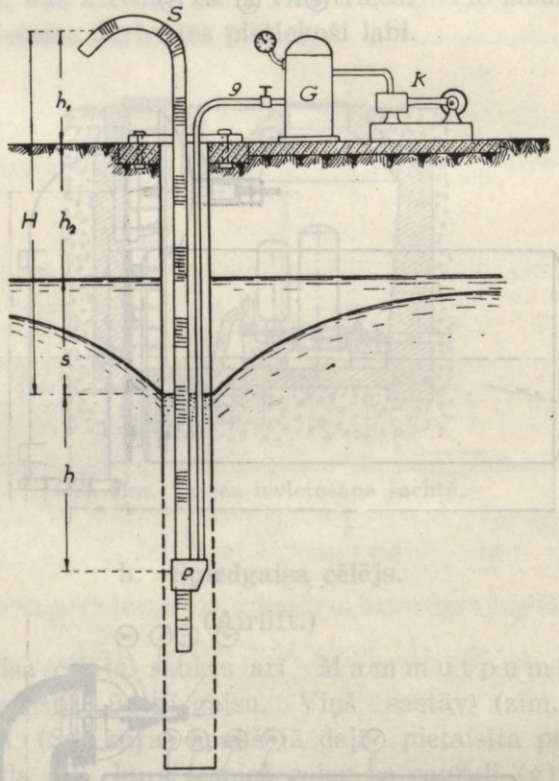


308. zīm. Dubulttriecis «Gauja» (uzstādīts Aizputē no firmas A. Jaunzems, Liepājā).

Tā tad ūdens celšana notiek no tā, ka tiek samazināts viņa īpatnējais svars, iespiežot gaisu. Apzīmējot ar γ — ūdens īpatnējo svaru un ar γ_1 — maisījuma īpatnējo svaru, pastāv attiecības (zīm. 309.):

$$h \cdot \gamma = (h + H) \cdot \gamma_1$$

Parasti pieņem h no $\frac{1}{3}$ līdz $\frac{2}{3}$ no H, un attiecīgi pieskaņo spiestā gaisa daudzumu. Ja, p. p., pieņem vidējo $\gamma = 2 \cdot \gamma_1$, tad h = H, t. i. kastei, kurā notiek gaisa piemaisīšana, vajaga at-



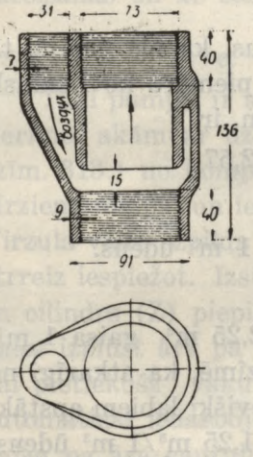
309. zīm. Mammutpumpis.

rasties zem nopumpētā ūdens līmeņa tikpat dziļi, cik augstu vēlas pacelt ūdeni pāri pār nopumpēto līmeni (kā h, tā arī H — lielumi jāsaprot nevien ģeodēziskie augstumi, bet arī pieskaitot zaudējumus vados). Ja vajadzīgs ūdeni pacelt uz lielāku augstumu, uz augstāku spiedrezervuāru, tad parasti H nepietiks, bet tad ūdeni ar spiedgaisa pumpi izceļ uz zemes virsu, ielaižot kādā krātuvē, un no šejienes paceļ augstāk uz spied-

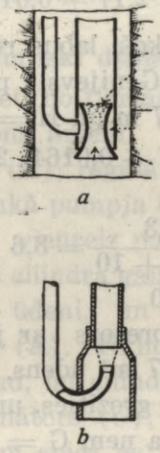
rezervuāru ar parastām pumpju ietaisēm, pie kam pumpis var būt dzīts no tā paša spēka avota, kas dzen kompresoru.

Kā redzams, spiedgaisa pumpji var būt noderīgi tikai dziļās akās. Pie tam arī viņu lietderīguma koef. ir ļoti mazs, no 0,1 līdz 0,3. Viņu lietošana var attaisnoties ar to, ka ietaisei nav nekādu kustošu daļu, p. p., vārstuļu, kas varētu nodilt no berzes, un tādēļ arī līdzrautās smiltis mašīnai lielu ļaunumu nedara. Gan no berzes ar smilti nodilst spiedcaurules sienas, bet tas ļaunums nav liels, jo cauruļu izmaiņa ir viegla, un vajadzīga viņa var būt tikai pēc daudz gadu darba. Kompresorus, kas varētu bojāties, var uzstādīt 2, un tad mašīnas darbība būs pietiekoši nodrošināta.

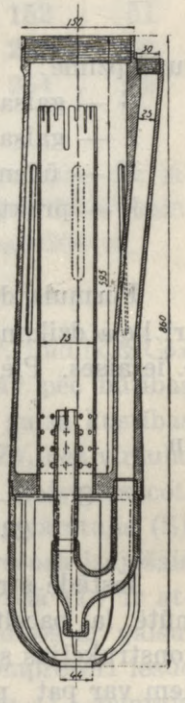
Piegriežoties spiedgaisa cēlēja dažiem konsktruktīviem izveidojumiem, pirmā vietā minama pēdas (P) konstrukcija. To ir ļoti daudz un viena no otras atšķiras ar paņēmieniem gaisa samaisīšanai ar ūdeni. Eiropā parasti pielieto Borsiga kon-



310. zīm. Pēdas konstrukcija Borsiga firmas.



311. zīm. Pēdas gabali pēc Frisell un Pohle.



312. zīm. Pēdas konstrukcijas «Economy».

strukciju (zīm. 310.), kas īstenībā pazīstama zem Mammutpumpja nosaukuma. Amerikā pielietotas ļoti dažādas konstrukcijas (zīm. 311.). Pazīstamākā, un pielietota dažkārt arī Eiropā, ir «Economy» konstrukcija no kādas Amerikas firmas, kas starp citu pielietota arī pie Charkovas ūdensvadiem (zīm. 312.).

Ir arī tādas konstrukcijas, kuŗās gaisa vads nav ievietots blakām spiedvadam, bet iet pašā spiedvadā, kas principiāli ir viens un tas pats, tikai gaisa izplūšana var būt vienkāršāka, ar caurumainu gaisa caurules galu. Labums pēdējā ierīcē saskatāms tai apstāklī, ka akas diametrs var būt mazāks.

Cits svarīgs jautājums spiedgaisa cēlēju konstrukcijā ir gaisa daudzuma attiecības ar pēdas iegremdēšanas dziļumu. Jāmin, ka spiedgaisa cēlēju teōrija vēl maz ir pētīta, un tādēļ gaisa daudzuma noteikšanai pielieto empīriskas formulas. Ļoti populāra ir prof. Andersona formula:

$$G = \frac{k \,.\, H}{23 \,.\, \log \frac{h + 10}{10}}$$

kur apzīmē:

G — gaisa tilpums — m^3, vajadzīgs 1 m^3 ūdens pacelšanai.
h — gaisa caurules iegremdēšanas dziļums — m.
H — ūdens pacelšanas augstums — m.
k — praktisks koef., kuŗa lielumu noteic ar formulu:

$$k = 2{,}17 + 0{,}0164 \,.\, H.$$

Formula dod pietiekoši labus rezultātus, kā pie vidējā, tā arī liela dziļuma akām. Genijevs[1]) pieved piemēru no Leņinsk p. ietaises. Pie h = 41,7 m un H = 24,3 m, ir

$$k = 2{,}17 + 0{,}0164 \,.\, 24{,}3 = 2{,}57$$

un

$$G = \frac{2{,}57 \,.\, 24{,}3}{23 \,.\, \log \frac{41{,}7 + 10}{10}} = 3{,}6 \text{ m}^3 \text{ uz } 1 \text{ m}^3 \text{ ūdens.}$$

Iestādē strādā kompresors ar jaudu 2,25 m^3 gaisa 1 mimūtē, lai paceltu 1 st. 37 m^3 ūdens. Jāatzīmē, ka atkarīgi no konstrukcijas skaitļi var grozīties, un pie sevišķi labiem apstākļiem var pat pietikt, ja ņem G = 1 līdz 1,25 m^3/1 m^3 ūdens. Kā vidēju lielumu pie labām ietaisēm varētu pieņemt 2,5 līdz 3,5 m^3, pie H = 15 līdz 25.

Cauruļu vadu diametrus izteikt formulā nav iespējams, jo pietiekošu pētījumu nav. Jāpieturas pie datiem, kādi iegūti no novērojumiem dažās, it īpaši, Amerikas ietaisēs un kas izteikti tabulās (tab. 10.).

[1]) Гениев — водоснабжение городов 1931 стр. 677.

Tabula 10.

Spiedgaisa cēlēju cauruļu vadu diametri.

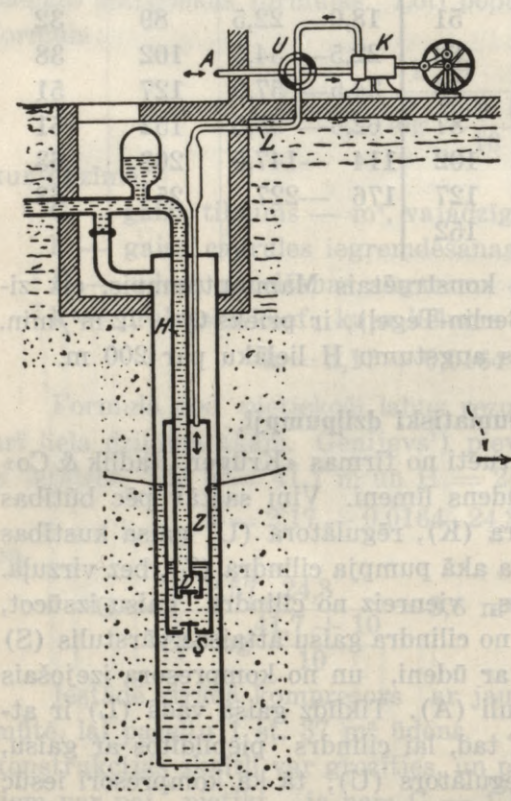
Gaisa un ceļcaurule parallēli				Gaisa caurule ceļcaurules iekšpusē		
Paceltā ūdens tilpums m^3/st.	Akas diam. mm	Gaisa caurules diam. mm	Ceļ-caurules diam. mm	Paceltā ūdens tilpums m^3/st.	Ceļ-caurules diam. mm	Gaisa caurules diam. mm
8,0	114	25	51	18,0— 22,5	89	32
14,5	127	25	63	22,5— 34,5	102	38
20,0	152	32	76	34,5— 57,0	127	51
26,5	178	38	87	62,5— 85,5	152	51
44,0	203	38	102	114 —147,5	203	63
58,0	229	38	127	176 —227	254	63
81,0	254	51	152			

Vislielākais līdz šim konstruētais Mammutpumpis, cik zināms (no firmas Barsig-Berlin-Tegel), ir priekš $Q = 72$ m^3/min. pacelšanas un ar celšanas augstumu H lielāku par 200 m.

c. Pneumatiski dziļpumpji.

Tādi pumpji ir konstruēti no firmas «Krüger, Radlik & Co» Berlīnē, akām ar dziļu ūdens līmeni. Viņi sastāv pēc būtības (zīm. 313.) no kompresora (K), rēgulātora (U) gaisa kustības virziena maiņai un ielaista akā pumpja cilindra (Z), bez virzuļa. Virzula vietu izpilda gaiss, vienreiz no cilindra gaisu izsūcot, otrreiz iespiežot. Izsūcot no cilindra gaisu attaisās vārstulis (S) un cilindrs (Z) piepildās ar ūdeni, un no kompresora izejošais gaiss izplūst ārā pa cauruli (A). Tiklīdz gaisa vadā (L) ir atkal pietiekošs vakuums, tad, lai cilindrs piepildītos ar gaisu, automatiski iedarbojas rēgulātors (U), tā kā kompresori iesūc gaisu pa āra cauruli (A) un spiež pa gaisa vadu (L) pumpja cilindrā. Līdz ar to aiztaisās sūcējvārstulis (S) un attaisās spiedējvārstulis (D), un iespiestais gaiss dzen ūdeni pa spiedvadu (H) uz vēlamo un iespējamo augstumu. Tiklīdz gaisa vadā ir pietiekošs spiediens, lai varētu izdzīt no cilindra visu ūdeni spiedvadā, automatiski rēgulātors pagriežas atkal tā, lai gaiss tiktu no cilindra izsūkts un viss process atkārtojas no jauna.

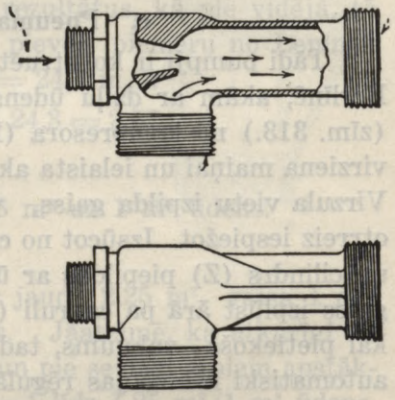
Pneumatiskajam dziļpumpim arī nav citu kustošu daļu, kā tikai vārstuļi un viņa lietderības koef. ir lielāks kā pie Mammutpumpjiem. Sevišķi labi ir, ja ietaisa vēl trešo ventilu, tā kā no vienas daļas gaisu izsūcot, tas tiek spiests otrā daļā (divpakāpeniski, pneumatiski dziļpumpji). Tāpat labu darbības gradu var iegūt, ja jāpumpē ar 2 pumpjiem, p. p., no 2 akām, tad no viena pumpja izsūktais gaiss var tikt spiests otrā pumpī. Lietderības koef. pie aprakstītājiem dziļpumpjiem ir 0,3 līdz 0,6, atkarīgi no konstrukcijas un ūdens dziļuma.



313. zīm. Pneumatiska dziļpumpja shēma.

d. Ežektori.
(Jetpumps.)

Ežektorus iedarbina vai ar spiedūdeni, vai spiedgaisu, vai spiedtvaiku. Šādu darbojošos vielu izspiež caur caurules sašaurinātu kō-



314. zīm. Hidraulisks ežektors.

nisku uzgali, kōniski paplašinātā ceļcaurules galā. Ejot caur sašaurināto vietu un pēc tam iztekot paplašinātā, izveidojas vakuums, kas ierosina ūdens iesūkšanu no sūcējvada; iesūktais ūdens samaisās ar iespiestu vielu un kāpj ceļcaurulē uz augšu. Ja pielieto spiedūdeni (zīm. 314.), vajadzīgs ap 1 m^3

spiediena 1 m^3 iesūktā ūdens pacelšanai pa 2,4 m. Spiediens vajadzīgs 1—1,2 atm., ūdens pacelšanai 1 m augstu. Vispārīgi celšanas augstums ar ežektoru var būt 3,5—5 m, un vislabāk, ja visu celšanas augstumu iekārto sūcējvadā.

Ežektoru laba īpašība ir tā, ka viņi nemaksā dārgi, viegli uzstādāmi, viegli darbā laižami, nav kustošu daļu. Tomēr pielietojami viņi ir tikai gadījumos, kad spiedūdens vai cita spiedviela ir ērti un lēti pieejama. Viņu lietderības koef. ir mazs (0,1 līdz 0,2) un maza celšanas augstuma dēļ viņus var pielietot, kad neliels daudzums ūdens jāpaceļ uz neliela augstuma, p. p., no māju pagrabiem.

e. Pulsometri.

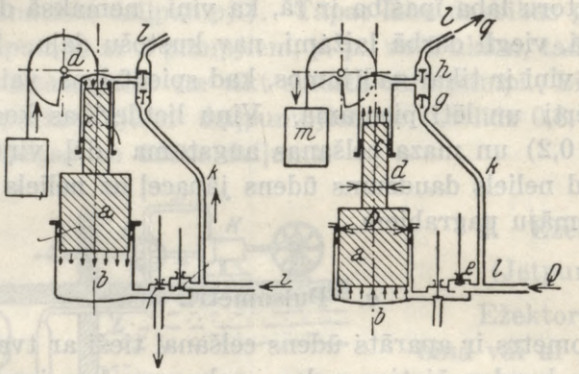
Pulsometrs ir aparāts ūdens celšanai tieši ar tvaiku. Ūdens garaiņiem kondensējoties rodas vakuums, kas ierosina ūdens iesūkšanu. Pulsometrs parasti sastāv no dubultstrādājoša bezvirzuļu pumpja, pie kam tvaiks pārmaiņus ieiet kamerās, virzienu mainot automatiski ar attiecīgiem vārstuļiem. Ūdeni izspiež caur spiedvārstuli.

Pulsometrus pielieto pie maziem celšanas augstumiem un ar tvaika spiedienu ap 1,5 atm. Pie lielākiem celšanas augstumiem tvaika spiedienam jābūt 2—3 atm. lielākam nekā celšanas augstums atm. Tvaika patēriņš ir ļoti liels un lietderības koef. mazs. Sūcaugstums 2—4 m. Tvaiks sajaucas ar ūdeni, tā tad viņu sasilda pie 10 m celšanas augstuma pa 2°C un pie lielāka celšanas augstuma par 1,5°C uz katriem tālākiem 10 m augstuma. Labumu pulsometros saskata viņu lētumā, vienkāršībā; viņi ieņem maz telpas. Ūdens apgādei pulsometrus gan reti pielieto, tāpat kā arī tvaika ežektorus.

f. Lambachpumpis.

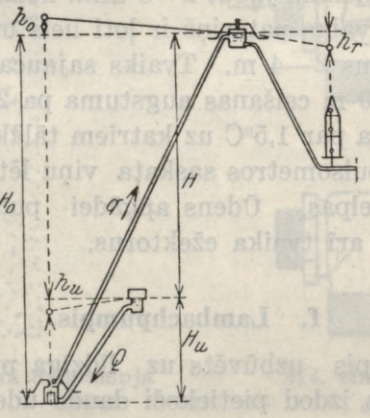
Lambachpumpis uzbūvēts uz līdzīga principa kā ūdens triecis. Ja avots izdod pietiekoši daudz ūdens, daļu no viņa izmanto pumpja dzīšanai. Ietaises schēma, ja ūdens avots pietiekošs, ir sekojoša (zīm. 315. un 316.). Pumpis sastāv no 2 virzuļiem: viena lielāka — dzenvirzuļa un otra mazāka — cēlējvirzuļa. Abi savienoti vienā ķermenī, un viņu kustības atvieglošanai ir pretsvars, gandrīz līdzīgs virzuļu svaram. Pietekošais no avota ūdens spiež uz augšu dzenvirzuli (a), kas stumj

uz priekšu cēlējvirzuli (c), līdz ar to aiztaisās vārstulis (g) uz pietekvadu un attaisās vārstulis (h) uz kāpjvadu. Kad virzuļi sasnieguši savu visaugstāko stāvokli, uz ūdens pievada virzuļu



315. zīm. «Lambach» pumpja schēma.

kamerai aiztaisās ieteces vārstulis (e), noslēdzot pieteci kamerā un attaisās vārstulis (f), kas ļauj darba ūdenim iekļūt notecē. Tai pašā laikā attaisās vārstulis (g) uz savienojuma ar virzuļu kameras virsu un aiztaisās spiedvārstulis (h). Ūdens tad tek



316. zīm. «Lambach» pumpja uzstādīšanas schēma.

virs vārstuļiem, spiež viņus uz leju un izspiež no kameras darba ūdeni. Kad vārstuļi nonākuši savā viszemākajā stāvoklī, viņi atkal automatiski pārslēdzas, un visa darbība atkārtojas. Ja pumpis jāaptur, jānoslēdz pievads no avota ar aizlaidni

kaut kuŗā vietā uz pievada. Aizlaidni attaisot, pumpis tūliņ sāk strādāt.

Ūdens pieteces Q un ceļamā ūdens q daudzumi atrodas šādās attiecībās:

$$q = \eta \cdot \frac{H_u - h_u}{H_0 + h_0} \cdot Q,$$

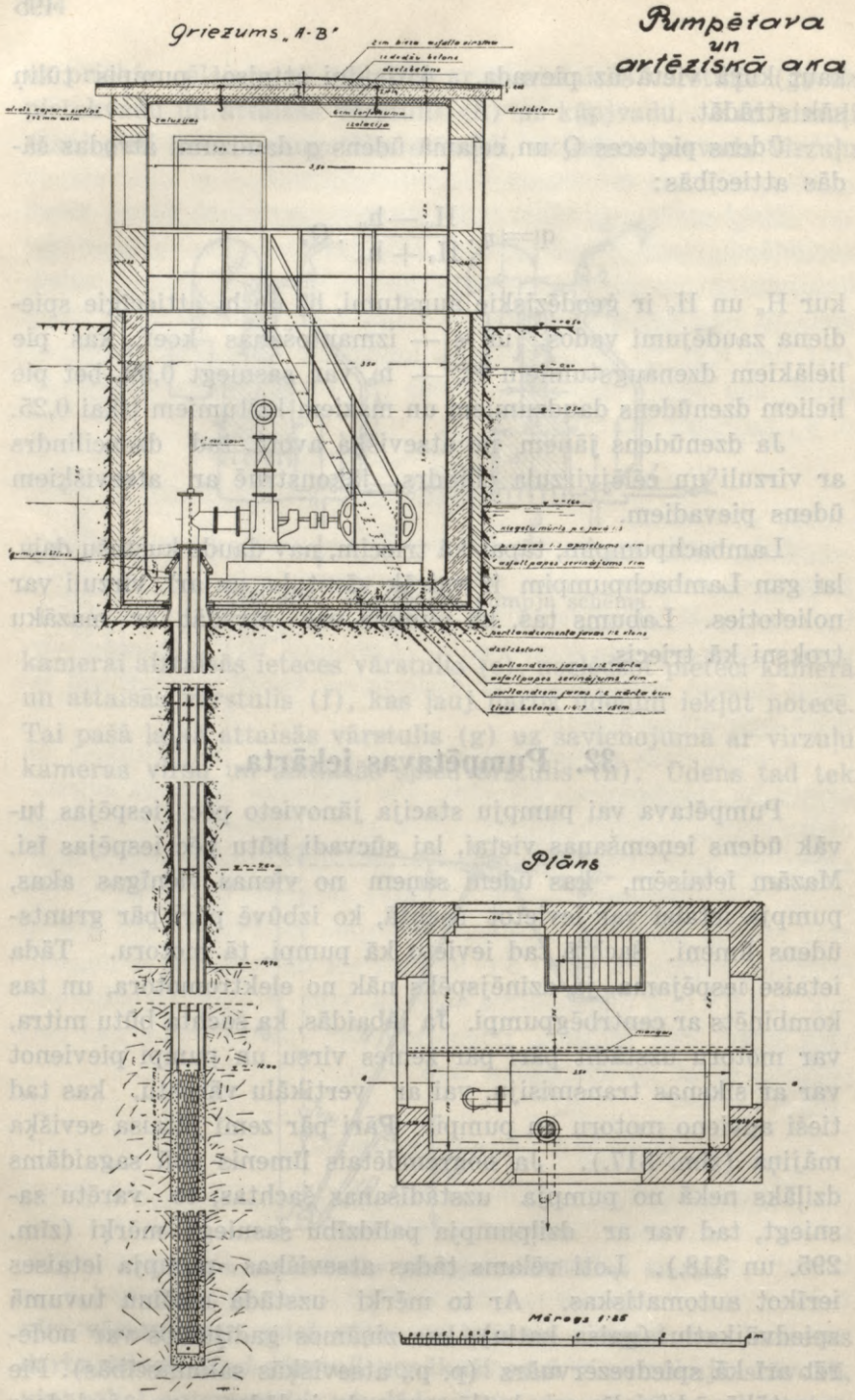
kur H_u un H_0 ir ģeodēziskie augstumi, h_u un h_0 attiecīgie spiediena zaudējumi vados, un η — izmantošanas koef., kas pie lielākiem dzenaugstumiem $H_u - h_u$ var sasniegt 0,90, bet pie lieliem dzenūdens daudzumiem un maziem kritumiem tikai 0,25.

Ja dzenūdens jāņem no atsevišķa avota, tad dzencilindrs ar virzuli un cēlējvirzuļa cilindrs jākonstruē ar atsevišķiem ūdens pievadiem.

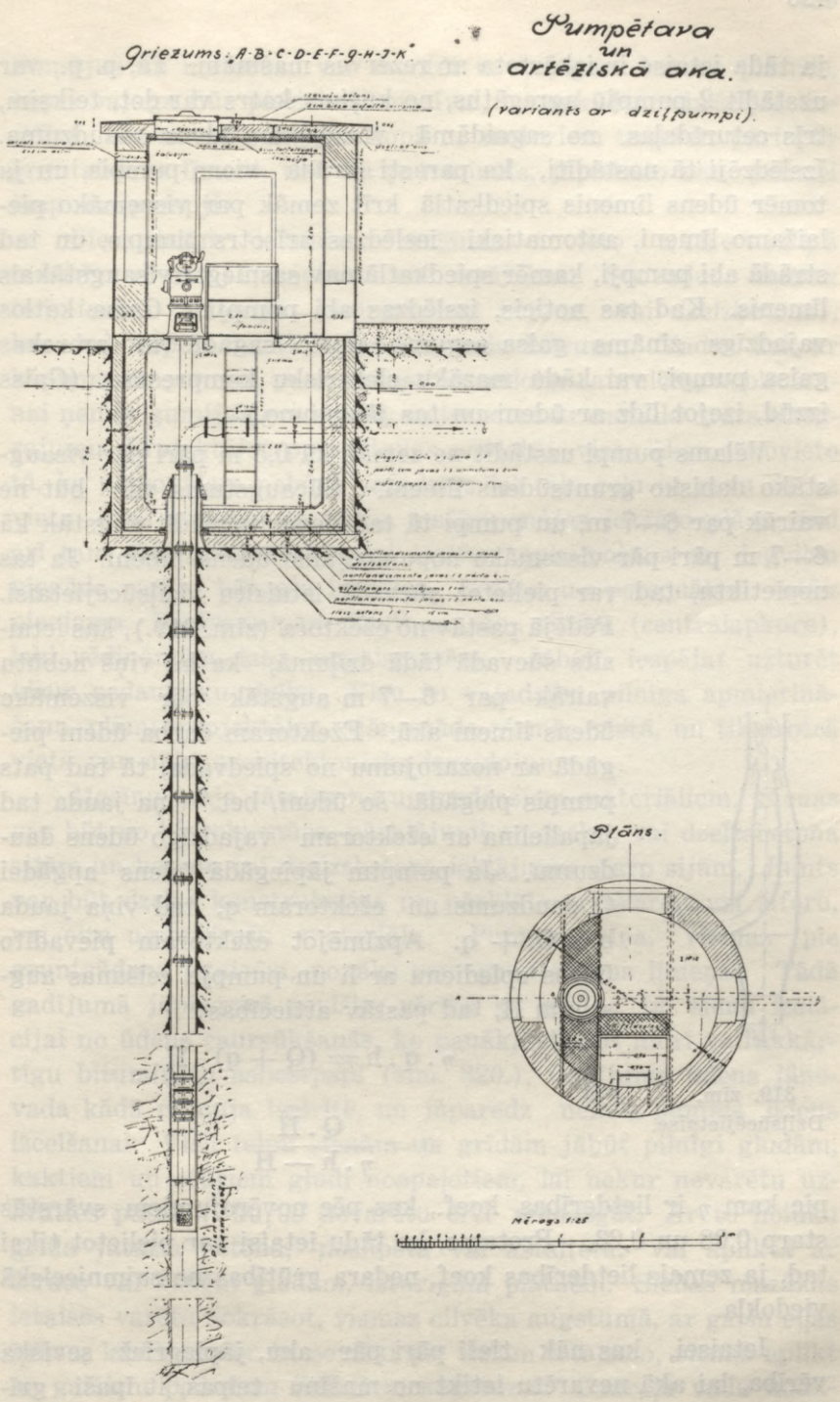
Lambachpumpim, tāpat kā triecim, nav daudz kustošu daļu, lai gan Lambachpumpim ir vairāk vārstuļu, un arī virzuļi var nolietoties. Labums tas, ka pumpis var strādāt ar mazāku troksni kā triecis.

32. Pumpētavas iekārta.

Pumpētava vai pumpju stacija jānovieto pēc iespējas tuvāk ūdens ieņemšanas vietai, lai sūcvadi būtu pēc iespējas īsi. Mazām ietaisēm, kas ūdeni saņem no vienas vienīgas akas, pumpja ietaisi var ievietot šachtā, ko izbūvē pāri pār gruntsūdens līmeni. Šachtā tad ievieto kā pumpi, tā motoru. Tāda ietaise iespējama, ja dzinējspēks nāk no elektromotora, un tas kombinēts ar centrbēgpumpi. Ja jābaidās, ka šachta būtu mitra, var motoru uzstādīt pāri pār zemes virsu un pumpi pievienot var ar siksnas transmisiju, vai ar vertikālu vārpstu, kas tad tieši apvieno motoru un pumpi. Pāri pār zemi jātaisa sevišķa mājiņa (zīm. 317.). Ja nogremdētais līmenis akā sagaidāms dziļāks nekā no pumpja uzstādīšanas šachtas, to varētu sasniegt, tad var ar dziļpumpja palīdzību sasniegt mērķi (zīm. 295. un 318.). Ļoti vēlams tādas atsevišķas pumpja ietaises ierīkot automatiskas. Ar to mērķi uzstāda mašīnu tuvumā spiedvējkatlu (gaisa katlu), kas zināmos gadījumos var noderēt arī kā spiedrezervuārs (p. p., atsevišķās saimniecībās). Pie augstākā ūdens līmeņa katlā pumpis izslēdzas un ieslēdzas atkal, kad līmenis nokritis viszemākajā stāvoklī. Ļoti lietderīgi,



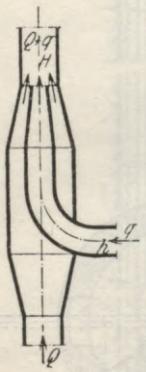
317. zīm. Pumpja ietaise šachtā pāri pār aku.



318. zīm. Dziļpumpja ietaise.

ja tāda ietaise ir iekārtota ar rezerves mašīnām. Tā, p. p., var uzstādīt 2 pumpju agregātus, no kuŗiem katrs var dot, teiksim, trīs ceturtdaļas no sagaidāmā vislielākā ūdens daudzuma. Izslēdzēji tā nostādīti, ka parasti strādā viens pumpis, un ja tomēr ūdens līmenis spiedkatlā krīt zemāk par viszemāko pielaižamo līmeni, automatiski ieslēdzas arī otrs pumpis, un tad strādā abi pumpji, kamēr spiedkatlā nav sasniegts visaugstākais līmenis. Kad tas noticis, izslēdzas abi pumpji. Gaisa katlos vajadzīgs zināms gaisa segums un to sagādā vai ar rokas gaisa pumpi, vai kādu mazāku elektrisku kompresoru. (Gaiss izzūd, izejot līdz ar ūdeni un tas jāatjauno.)

Vēlams pumpi uzstādīt ne zemāk kā 0,5 m pāri pār visaugstāko dabisko gruntsūdens līmeni. Sūcaugstums var būt ne vairāk par 6—7 m, un pumpi tā tad nevar uzstādīt augstāk kā 6—7 m pāri pār viszemāko nopumpējamo ūdens līmeni. Ja tas nepietiktu, tad var pielietot sūcvadā ietaisītu dziļsūcējietaisi. Pēdējā pastāv no ežektora (zīm. 319.), kas ietaisīts sūcvadā tādā dziļumā, ka lai viņš nebūtu vairāk par 6—7 m augstāk pār viszemāko ūdens līmeni akā. Ežektoram darba ūdeni piegādā ar nozarojumu no spiedvada, tā tad pats pumpis piegādā šo ūdeni, bet viņa jauda tad jāpalielina ar ežektoram vajadzīgo ūdens daudzumu. Ja pumpim jāpiegādā ūdens apgādei Q daudzums un ežektoram q, tad viņa jauda būs Q + q. Apzīmējot ežektoram pievadīto ūdens spiedienu ar h un pumpja celšanas augstumu H, tad pastāv attiecības:



319. zīm. Dziļsūcējietaise.

$$\eta \cdot q \cdot h = (Q + q) \cdot H$$

vai

$$q = \frac{Q \cdot H}{\eta \cdot h - H}$$

pie kam η ir lietderības koef., kas pēc novērojumiem svārstās starp 0,08 un 0,23. Protams, ka tādu ietaisi var pielietot tikai tad, ja zemais lietderības koef. nedara grūtības no saimnieciskā viedokļa.

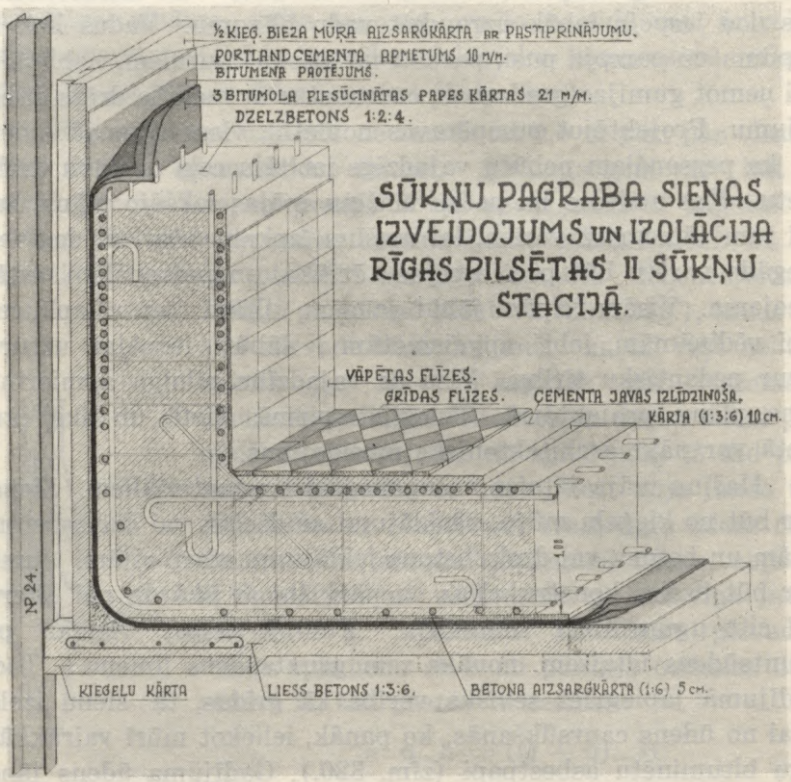
Ietaisei, kas nāk tieši pāri pār aku, jāpiegriež sevišķa vērība, lai akā nevarētu ietikt no mašīnu telpas, it īpaši grīdas, nekādi netīrumi. Arī smēreļļas pilieni rūpīgi jāuzķeŗ.

Pumpjus un motorus var montēt uz kopīgas betona plātnes, kuŗai vajaga būt pietiekoši masīvai, lai nekādas vibrācijas neceltos. Ja nevar pumpjus kopā ar motoriem uzstādīt pāri pār gruntsūdens līmeni, tad, kā jau minēts, jāpielieto aku pumpji resp. dziļpumpji.

Pie lielām ietaisēm mašīnas novieto atsevišķā mašīnu mājā, netālu no krājakas. Sūcvadus dažreiz tad ievieto galerijā (mūrētā, vai betona, vai dzelzbetona), kas dod iespēju labāk uzraudzīt vadu blīvumu. Vadus liek ar kāpumu uz pumpja pusi, parasti no atloku caurulēm, noblīvēšanai ņemot gumijas gredzenus, cauraustus ar metalla drāts stiegrojumu. Projektējot pumpētavas novietni, visas ēkas jānovieto tā, ka personālam nebūtu vajadzīgs iet tālu ceļu uz savu darba vietu. Kas attiecas uz pašas mašīnu mājas iekšējo plānu, tad arī tam jāpiegriež vērība, lai mašīnu apkalpošana un degvielu piegāde varētu būt pēc iespējas ērtāka, un personālam ērtāk pieejama. Visām telpām jābūt sausām, siltām (centrālapkure), labi vēdināmām, labi apgaismotām. Jābūt iespējai uzturēt visur pedantisku tīrību. Visu šo vajadzību pilnīga apmierināšana, plānu projektējot, jānostāda pirmā vietā, un tikai otrā vietā var nākt architektonisks izveidojums.

Mašīnu māja jātaisa no ugunsdrošiem materiāliem. Sienas var būt no ķieģeļu mūŗa, pārklājumi ar dzelzs, vai dzelzsbetona sijām un betona vai dzelzsbetona ieklājumu starp sijām. Jumts var būt dzelzs konstrukcijas un pārklāts ar skārdu vai šīferu, vai citu ugunsdrošu materiālu. Pumpju telpa, vismaz pie gruntsūdens ietaisēm, nonāks zem gruntsūdens līmeņa. Tādā gadījumā jāpiegriež sevišķa vērība kā grīdas, tā sienu izolācijai no ūdens caursūkšanās, ko panāk, ieliekot mūrī vairākkārtīgu bituminētu asbestpapi (zīm. 320.). Gadījuma ūdens jānovada kādā pumpja bedrītē, un jāparedz neliels pumpis ūdens izcelšanai. Visu telpu sienām un grīdām jābūt pilnīgi gludām, kaktiem un stūŗiem gludi noapaļotiem, lai nekur nevarētu uzkrāties putekļi, kuŗus nevarētu ērti nomazgāt. Ar to nolūku grīda jātaisa betona, noslīpēta vai asfaltēta, vai aplikta ar teraco vai kādām gludām, izturīgām plātnēm. Sienas mazākās ietaisēs varētu nokrāsot, vismaz cilvēka augstumā, ar gaišu eļļas krāsu, labāk tomēr ir, sevišķi pie lielām ietaisēm, sienas aplikt ar gaišiem podiņiem līdz 2 m augstumā. Cauruļu vadu nolikšanai jāierīko grīdā kanāļi, kas jāpārsedz ar rūtaini štancētu

skārdu. Durvis mašīnu mājā jātaisa tik platas, kā var ienest visplašākos priekšmetus. Ļoti platas durvis jātaisa vārtu veidīgas, kuŗās jāietaisa šauras durvis parastai iešanai. Pie griestiem jāparedz ietaise, kas dotu iespēju viegli pārvietot smagas mašīnu daļas. Lielākās ietaisēs vajadzīgs bīdāmais krāns, kamēr mazākās var iztikt ar skrituļu trici, paredzot pie griestiem viņa pārvietošanai sevišķu siju. Logi jātaisa pēc



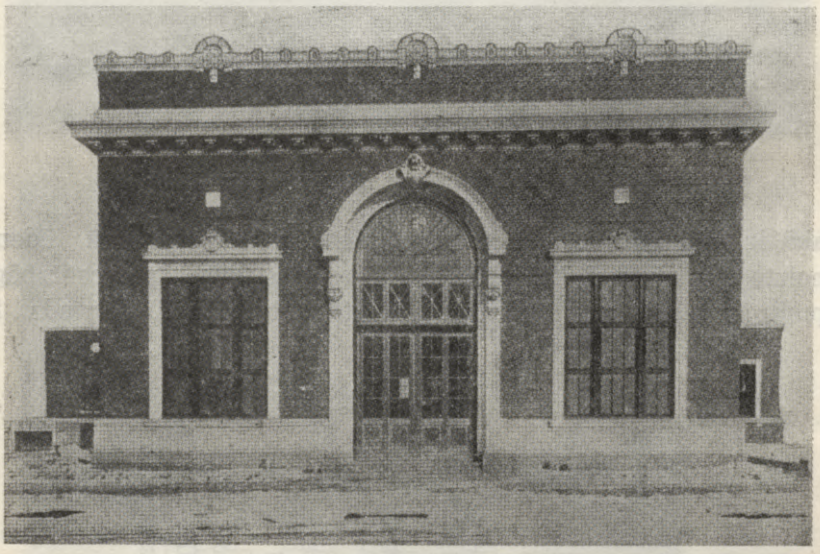
320. zīm. Pumpju telpas izolācija pret ūdeni.

iespējas lieli, lai telpa būtu gaiša. Sleņģes un rāmji jātaisa no metalla vai dzelzsbetona, lai viņi būtu ugunsdroši. Logu rāmji jāparedz dubulti, un rūtis no dubulta stikla, labi caurredzamas.

Mašīnu telpai vajaga būt augstai kādi 4 m un tik plašai, lai ap iebūvētām mašīnām būtu brīva neaizsprostota eja vismaz 1 m plata. Jāparedz arī rezervē telpa turpmāk uzstādāmām mašīnām, vai jāparedz iespēja pašu telpu paplašināt, ja rastos vajadzība turpmāk pēc lielākas paplašināšanas.

Visi novērošanas aparāti, kā: manometri, vakuummetri, apgriezienu skaitītāji, ūdens līmeņa rādītāji, kā krājakā, tā arī rezervuāros, elektrības aparātu novietošanas un strāvas sadalīšanas dēlis, kā arī galvenā ūdens mērītāja rādītāji — jānovieto ērti pieejami un viegli nolasāmi. Arī tēlefōnaparātam vajaga būt stacijas dežūranta tuvumā.

Ēku ārējais izskats jāpieskaņo apkārtnei, kas dod architektam gadījumu ielikt formās pieskaņojumu ēkas nozīmei, un izveidot objektu apkārtnei un visai pilsētai par lepnumu. Pum-

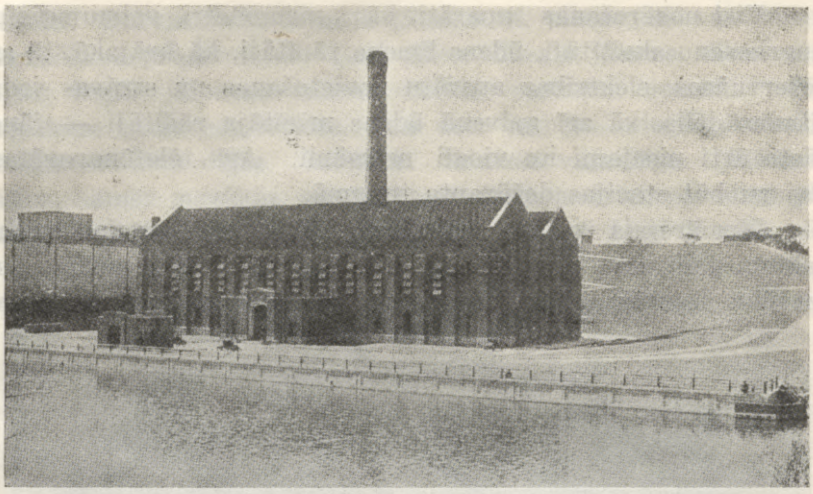


321. zīm. Pumpētava apdzīvotā rajonā.

pētava, kas novietojama apdzīvotā vietā, jāizveido citādi (zīm. 321.) nekā tāda, kas atrodas mežā, neapdzīvotā vietā, vai atrodas rūpniecības rajonā (zīm. 322.), kad apkārtnē ir fabrikas ēkas, noliktavas un t. t.

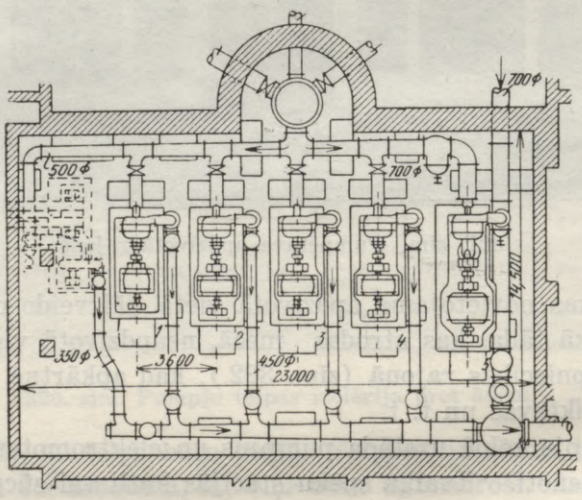
Pumpju telpā uzstāda pumpjus un elektromotorus, ja viņi tieši savienoti. Tvaika spēku stacijās katli vai sūcgāzes ietaisēs ģenerātori nāk novietoti atsevišķā telpā, bet pēc iespējas tuvu pie pumpju telpas. Pēdējā tad ievieto arī tvaika mašīnas vai turbīnas un sūc- un spiedvējkatlus.

Pumpjus savieno ar krājaku katru atsevišķi ar sūcvadu. Ja tas nebūtu iespējams telpas trūkuma dēļ, pumpjus pieslēdz pie kopīga sūcvada, grupveidīgi (zīm. 323.). Sūcvadam krāj-



322. zīm. Pumpētava fabrikas rajonā.

akā ir kājvārstulis, lai pumpja apstāšanās gadījumā ūdens neiztecētu atpakaļ krājakā, kas sevišķi svarīgi pie centrbēg-pumpjiem, kuŗi var sākt strādāt tikai tad, kad sūcvads ir

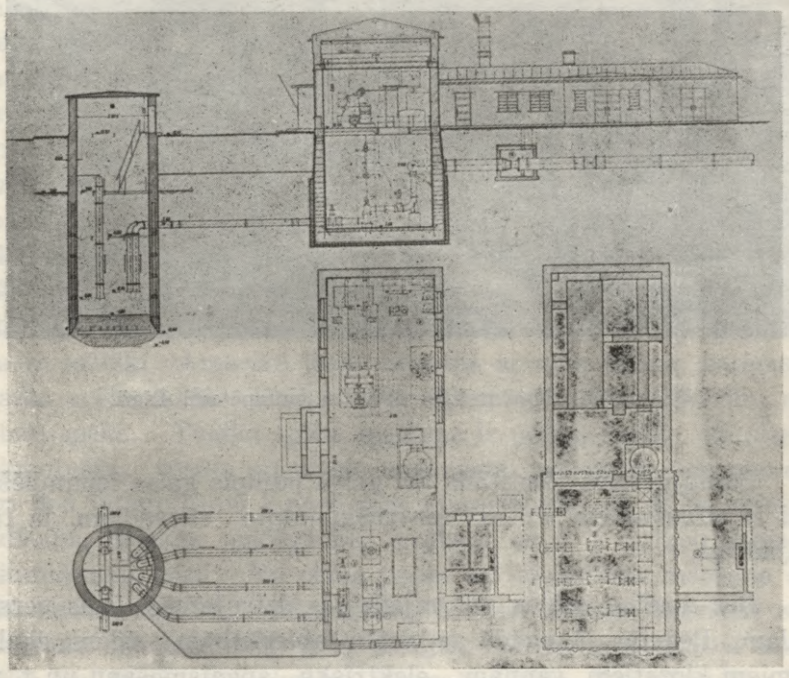


323. zīm. Pumpju novietnes piemērs.

pilns ar ūdeni. Ja pumpis uzstādīts zemāk par visaugstāko ūdens līmeni krājakā, tad uz sūcvada jāietaisa aizlaidnis, jo citādi varētu pumpju telpā iztecēt ūdens gadījumā, ja, p. p., pumpis jānoņem. Ja vairāk pumpji ir pie viena kopīga sūc-



324. zīm. Rīgas pumpētava Zaķu m., fotografisks uzņēmums.



1) un 2) Gaisa sūkņi. 3) Atgaisošanas vads d = 75 mm no sifonvadu kupola uz gaisa sūkņiem. 4) Vakuuma katls. 5) Gaisa spiedkatls. 6) Dīzelmašīna. 7) Naftas tvertnes. 8) Katli ar saspiestu gaisu. 9) Kompresors. 10) Sadalīšanas iekārta. 11) Signālizācijas un automatizācijas iekārta. 12) Venturi mērītājs. 13) Centrālas apkures katli.

324a. zīm. Pumpju mājas plāni un griezums.

vada, tad uz katra pumpja pievienojuma jāietaisa aizlaidnis. Visus spiedvadus no pumpjiem pievieno pie viena (vai vairāk, ja jāvada daudz ūdens) kopīga krājvada (spiedvada), kas ūdeni vada tālāk uz apgādājamo vietu. Arī ūdeni atpakaļnelaidošs vārstulis uzstādāms uz katra spiedvada nozarojuma pie pumpjiem. Uz kopīga spiedvada sākumā jāievieto galvenais ūdensmērītājs.



324b. zīm. Mašīntelpas Zaķu m. pumpētavā Rīgā.

Pumpju telpā jāuzstāda arī gaisa pumpis gaisa izpumpēšanai iz sifonvadiem, un arī centrbēgpumpju sūcvadiem, ja tas vajadzīgs.

Bez mašīnu mājas vēl vajadzīgas dzīvojamās ēkas personālam. Pēdējās jāapgādā ar visām labierīcībām: ūdeni, skalojamiem klozetiem, vannām, elektrisku apgaismošanu un t. t., lai būtu iespējams no apdzīvotājiem prasīt pedantisku tīrības ievērošanu.

Vajadzīgas arī dažas saimniecības ēkas: noliktavas, varbūt arī zirgu stallis un novietne mazlopiem un putniem (dzīvnieku novietošana apdzīvotāju pumpētavas nometnē gan nebūtu vē-

lama). Jāparedz arī dārzs (parks) un pēc iespējas ģimenes dārziņi personālam.

Netīrie notekūdeņi jānovada tālāk nost no iestādes un attiecīgi jātīra un jānovieto.

33. Saimnieciski ieskati mašīnu izvēlē.

Kā jau minēts, pie mašīnu izvēles pirmo lomu spēlē apgādes nodrošināšana. Jāizvēl tādi mašīnu komplekti, kas vislabāk nodrošina nepārtrauktu ūdens apgādi. Starp mašīnām, kas atbilst šādai prasībai, tad jāizvēl tādas, kas izdevīgākas arī izdevumu ziņā. Izdevīgāks ir tāds mašīnu komplekts, kas prasa vismazākos gada izdevumus apkalpošanai un darbībai, kā arī procentu nomaksai un būvkapitāla deldēšanai. Šāda uzdevuma aprēķināšana ir diezgan grūta, jo pamati ir atkarīgi no vietējiem apstākļiem, kas pie pašreizējās saimnieciskās konjunktūras ir ļoti svārstīgi. Arī mašīnu konstrukcija pastāvīgi uzlabojas. Šobrīd Eiropā priekšroku dod centrbēgpumpjiem, dzītiem ar elektrību vai ar dīzelmotoriem. Jautājums jāizšķir, kas pie vietējiem apstākļiem kā dzinējspēks iznāk lētāk: elektrība vai dīzelmotors. Lētākais tad ir ņemams kā pastāvīgi strādājošs spēka avots, kamēr otrs, mazāk izdevīgais, pielietojams kā patstāvīgs un ieteicams rezerves spēks. Izrādās tomēr, ka lielām ietaisēm, kā tas ir sevišķi Amerikā lielās pilsētās ar lielu ūdens patēriņu, tvaika spēks iznāk lētāks kā ar dīzelmotoru vai elektrību ražotais spēks. Tvaika spēka mašīnas ir pēdējā laikā arī stipri uzlabojušās: tvaika spiediens ievērojami palielināts, ekonomeiseri dod ietaupījumu kurināmam materiālam; arī gaisa priekšsildīšana, labākas sadegšanas ietaises un t. t. uzlabo ietaises saimniecisko pusi. No otras puses arī elektrības ražošana ar ūdensspēku dod lētu spēka avotu, bet arī lētākas degvielas sagādāšana dīzelmašīnām izceļ pēdējās. Kā redzams, katrā atsevišķā gadījumā jānoskaidro pēc pašreizējās konjunktūras ar salīdzināmiem aprēķiniem, kāda ietaise iznāktu lētāk.

Turpmāk pievestie skaitļi, kas pa lielākai daļai ņemti no «Gross'a — Handbuch d. Wasserversorgung» uzskatāmi kā piemērs, kā pie saimnieciskiem aprēķiniem var pieiet. Vispirms jānoskaidro procentu lielums būvkapitālam. Šobrīd to

var rēķināt ar 6—8% gadā, bet ar valsts piepalīdzību tas var būt 4% un pat vēl mazāk.

Deldēšanai varētu pieņemt (rēķinot ar 4% būvkapitālu).

Cauruļu vadiem — 1 līdz 2% (28—41 gadu).
Rezervuāriem — 1% (ap 40 g.).
Mašīnu mājām — 2% (28 g.).
Mašīnām — 5—8% (10—15 g.).

Ekspluatācijai un remontam parasti pietiek summas, izrēķināmas ar sekojošiem % no būvkapitāla:

Cauruļu vadiem	0,05 līdz 0,1%
Rezervuāriem	0,1%
Mašīnu mājām	0,5%
Ceļmašīnām, ierēķinot smēreļļas un tīrīšanas materiālus	2 līdz 4%

Pie tā jāpieskaita vēl apkalpošana, t. i. personāla izmaksa un spēka ražošanas vai īstie ekspluatācijas izdevumi. Apkalpošanas izdevumi var būt ļoti dažādi, atkarīgi no mašīnu nodarbināšanas. Automatiskās mašīnas prasa ļoti mazus izdevumus apkalpošanai, kamēr citas atkal prasa pastāvīgu uzraudzību un vadīšanu.

Īstie ekspluatācijas izdevumi atkarīgi no tā, cik ar mašīnas spēka vienību var sasniegt jaudu mt (metrtonnās), vai mkg (metrkilogramos) ceļamam ūdenim. Skaitļi jāgarantē mašīnu piegādātājai firmai. Kā zināmu pieturas punktu var pēc Grossa un Smrekera ievērot sekojošus skaitļus:

pie ūdensspēka ietaisēm ar 1 mkg dzen-ūdens var celt	0,6 līdz 0,7	mkg	ūdens
„ tvaika mašīnām ar 1 kg akmeņogļu vidējās un mazās ietaisēs	100 „ 200	mt	„
lielās	200 „ 400	„	„
„ benzīnu motoriem ar 1 kg benzīna	800 „ 850	„	„
„ spēka gāzes motoriem ar 1 kg antracitogles	450	„	„
„ dīzelmotoriem ar 1 kg jēleļļas . .	1200 „ 1500	„	„
„ elektriski dzītām virzuļu mašīnām ar 1 KWst	250 „ 270	„	„
„ elektriski dzītiem centrbēgpumpjiem 1 KWst.	180 „ 220	„	„

Cenas minētiem ekspluatācijas materiāliem vidēji pieņemts:

1 kg	akmeņogles	5 sant.
1 „	antracitogles	7 „
1 „	benzīna	70 „
1 „	jēleļļas (naftas)	30 „
1 KWst	. . . . .	5 līdz 10 „

Pārrēķinot ar šādiem skaitļiem 1 mt izmaksu ar dažādām mašīnām, iznāktu, ka dīzelmašīnas ir lētākas ekspluatācijas ziņā. Bet rēķins jāpapildina ar būvkapitāla % un amortizāciju, tad starpība starp dīzeli un tvaiku jau samazinās, un, kā jau minēts, var pat grozīties par labu tvaika mašīnai. Tāpat arī katrā gadījumā jāpārbauda starpība starp elektrību un dīzelmašīnas spēku.

Pie mašīnu pasūtīšanas līgumā jāparedz, kā jaudas, tā arī degvielu patēriņam zināma garantija, kas jāiegūst nevien pie mašīnu izmēģināšanas pieņemšanai no piegādātāja, bet arī vēl vismaz pēc gada līdz 2 gadu mašīnas praktiskas darbības. Piedzīvojumi rāda, ka pie izmēģinājumiem mašīnas nodošanai lietošanai rezultāti ir labāki nekā vēlāk tas izrādās ekspluatācijā, tādēļ vajadzīgs arī noskaidrot mašīnas darbību ilgākā praktiskā darbā. Līgumā ar piegādātāju arī jāparedz, ka visādas nepilnības vai bojājumi mašīnu daļās, kas varēja celties no nepietiekoši labas konstrukcijas vai nepietiekoši rūpīgas nostrādāšanas, piegādātājs pārmaina ar labām daļām, bez kādas atlīdzības, līdz garantijas notecēšanai.

Protams, ka arī pēc garantijas notecēšanas jāseko rūpīgi mašīnas darbībai. Katru dienu jāieraksta darba žurnālā patērēto degvielu daudzums, kā arī smēr- un tīrīšanas materiālu daudzums, darbības laiks, celtā ūdens daudzums vai pēc ūdensmērītāja vai apgriezienu skaita norādījuma. Tāpat arī jāreģistrē ar pašuzrakstītājiem ūdens līmeņa svārstības krājakā un spiedrezervuārā. Darba žurnālā arī jāieraksta visi remonti, kādi varēja celties mašīnas darbībā, remonta darba laiks un eventuālā izmaksa.

Kopsummā (pēc Brix, Heyd un Gerlach — Die Wasserversorgung) vienreizīgi izdevumi ūdens celšanas ietaisēm iz-

taisa uz 1 iedzīvotāja ap 10 līdz 25 Ls; vai uz 1 m^3 stundas jaudas ap 800 līdz 1.500 Ls. No šīm summām jārēķina ⅓ līdz ¼ uz ēku būvi, pārējais attiecināms uz mašīnām. Mašīnu izmaksas iepriekšējai kalkulācijai var pieņemt šādus norādījumus (minēto autoru un Eigenbrodt'a[1])):

a) Centrbēgpumpji, apzīmējot ar Q — jaudu sl. Izmaksa K (Ls) ir pie ceļaugstuma < 100 m: $K\ (Ls) = 200 \cdot Q^{0,63}$
„ „ „ > 100 m: $K\ (Ls) = 350 \cdot Q^{0,63}$

b) Virzuļu pumpji:

pie Q mazāka par 10 sl. — 600 Ls/sl.
„ Q lielāka „ 10 „ K (Ls) $= 4000 + 200 \cdot Q$.

Kā a), tā b) ir domāta tikai pumpja maksa. Piederumiem, kā atsitvārstuļiem, aizlaidņiem, manometriem, uzstādīšanai un t. t. jāpierēķina 140%.

c) Elektromotoriem var pie parastiem lielumiem (5—150 ZS) izdevumus rēķināt ar:

$$K\ (Ls) = 600 + 40 \cdot N,$$

kur N = jauda ZS.

Elektriskiem piederumiem, montāžai un t. t. jāpierēķina 20 līdz 30%.

d) Augstbūvēm, kas vajadzīgas pumpju ietaisei, Eigenbrodt's aprēķina apbūvēto tilpumu ar $b = 4750 \cdot Q^{0,8}$. Rēķinot 1 m^3 apbūvēta tilpuma izmaksu ar 50 Ls, var noderēt (pie tilpumiem no 1.000 m^3) izmaksas aprēķinam sekojoša formula:

$$K\ (Ls) = 200.000 \cdot Q^{0,7},$$

kur Q = jauda m^3/sek.

Jāatgādina, ka šādi skaitļi ir ņemti pie zināmiem vietējiem apstākļiem. Pie citiem apstākļiem viņi jāpārbauda un jāpieskaņo.

---

[1]) Eigenbrodt, A., Betrachtungen über die Jahresausgaben von Gruppen wasserwerken. Dissertation. Berlin 1931., Verlag Oldenbourg.

VII. Ūdens krātuves.
(Reservoirs.)

34. Krātuvju uzdevumi un lielumi.

a. Mērķis.

Ūdens apgādes uzdevumos sastopamas dažādas krātuves. Ja ūdens apgādei izmanto avotu, no kuŗa ūdens pietek pastāvīgi vienmērīgā daudzumā, un vienmērīga pumpēšana nav paredzēta, tad vajadzīgas krātuves, kuŗās ūdens uzkrājas tai laikā, kad nepumpē. Tāpat tas ir, ja ūdeni filtrē, jo nepieciešams filtra darbību ieturēt pastāvīgu, vienmērīgu, turpretim pumpēšana notiek daudzreiz periodiski. Arī vēlams rezervē turēt zināmu daudzumu filtrēta ūdens. Vispārīgi rezervē turamie ūdens daudzumi dažreiz var būt ļoti lieli. Vislielākās krātuves ar ūdens daudzumu vairāk dienām un pat nedēļām, neskaitot dabiskos ezerus, ir upju uzstādinājumi, uzkrājot upes ūdeni pa lielūdens laiku, vai arī uzkrājot ūdeni garākam laika periodam, ja ūdens avots, upe nes ļoti netīru ūdeni, kuŗa tīrīšanai būtu vajadzīgas komplicētas un dārgas ierīces. Tā, p. p., Vīnē uzkrāj krājrezervuāros ap 1 nedēļas patēriņu, Parīzē St. Klū (Cloud) rez. ap 3 d. daudzuma, Ņujorkā līdz 72 d. un Losanželosā pat līdz 180 d. daudzuma. No jaunākā laika ietaisēm varētu minēt Karalaučus, kur ietaisīti 2 krājbaseini, katrs 35.000 m^3 tilpuma, kas uzkrāj 7 līdz 8 d. patēriņu tam laikam, kad zināmi jūŗas vēji aizsprosto Pregel upes izteci, un upē tad uzkrājas pa daļai netīrais ostas ūdens, pa daļai sālīgais jūŗas ūdens. Maskavā izvesti pēdējos gados lieli ūdens būvju darbi, savienojot Volgu ar Maskavas upi ar kuģojamu kanāli un līdz ar to Maskavas tuvumā ierīkotas lielas ūdens krātuves, kas spētu Maskavai nodrošināt ūdens patēriņu ilgākam laikam. Tādām lielām ūdens krātuvēm, bez uzdevuma sagādāt ūdens rezerves, piemīt vēl arī tas labums, ka ūdens viņās var nostāties, t. i. iztīrīties no suspendētām vielām un zem apstākļiem arī bioloģiski, apskābļojoties organiskām vielām.

Par tādām ūdens krātuvēm jau bija minēts agrāk. Šai nodaļā būs apskatīti ūdens rezervuāri, kas īstenībā ietilpst ūdens izdalīšanas sistēmā. No ūdens sagādāšanas vietas tīro ūdeni aizgādā parasti ar pumpēšanu uz ūdens krātuvi, kas atrodas apgādājamās vietas tuvumā vai pašas ap-

gādājamās vietas robežās. No šādas ūdens krātuves ūdens tālāk ar paša spēku, ar izdalīšanas tīkla palīdzību, pietek patērētājiem. Pie tam uzstādāma prasība, lai krātuve būtu tā iekārtota, ka ūdens varētu iztecēt visaugstākā un vistālākā no krātuves vietā, tur atrodošos visaugstāko namu augšējos stāvos, pie tam ar pietiekošu ātrumu pietiekošā daudzumā. Dažreiz vēl uzstāda prasību, lai ūdens tādos visneizdevīgākos piegādes ziņā namos vēl izlītu pāri pār jumtu, ja viņu ņemtu ugunsgrēka dzēšanai ar šļūteni tieši no hidranta. Atkarīgi no šādām prasībām, tīklam vajaga būt ieliktam no attiecīga lieluma vadiem, un ūdens krātuvei vajaga ieņemt zināmu augstumu, lai uzturētu izdalīšanas vadu tīklā vajadzīgo spiedienu. To ievērojot, ūdens krātuvi, kas būs turpmāk apcerējuma priekšmets, nosauksim par spiedrezervuāru vai izdalīšanas krātuvi.

No visa minētā var nākt pie slēdziena, ka spiedrezervuāram ir sekojoši mērķi un uzdevumi:

1) Izlīdzināt ar uzkrāto ūdens daudzumu patēriņa svārstības dažādās diennakts stundās. Tādā ceļā ūdens pietece vadā no ūdens sagādāšanas vietas līdz spiedrezervuāram būtu vienmērīgāka un arī pumpēšana vienmērīgāka. Ar to arī, kā vada lielums, tā arī mašīnu jauda samazinās līdz iespējamībai, kas nevarētu būt, ja ūdens būtu jāpumpē bez šāda rezervuāra tieši tīklā ar tādu daudzumu, kāds pēc svārstību prasībām vajadzīgs. Arī pumpju celšanas augstums un spiediens izdalīšanas vados var uzturēties vienādāks, kas vienkāršo visu ietaisi.

2) Sagādāt vajadzīgo spiedienu tīklā vai tikai māju un rūpniecības ūdens vajadzību apmierināšanai, vai arī ugunsgrēka dzēšanai.

3) Uzkrāt zināmu rezerves ūdens daudzumu ārkārtīgām vajadzībām, p. p., ugunsgrēka dzēšanai, vadu un mašīnu bojājumu gadījumam, neparedzētām rūpniecības prasībām un t. t. Jo lielāks rezervuārs, jo drošāk var apmierināt šāda veida prasības.

Kā redzams, rezervuāra izbūves novērtēšanai jāpieiet no dažādiem viedokļiem un jāpūlas sagādāt tādu ietaisi, kas pilnā mērā attaisnotu visas uzstādītās prasības, pie tam vislabāk atbilstu saimnieciskiem ieskatiem. Gada izdevumi, ieslēdzot procentus no izbūves kapitāla ar deldēšanu un remontu, jāsa-

skaņo ar tiem ietaupījumiem vadu un mašīnu iekārtā, kas stāv sakarā ar rezervuāra pielietošanu. Jāņem vērā arī kādi saimnieciski zaudējumi var celties, ja rezervuārs nav spējīgs izpildīt savu uzdevumu. Bet nedrīkst izlaist iz viedokļa arī higiēniskas prasības un to ļaunumu higiēniskā ziņā, kas varētu celties, ja notiktu traucējumi ūdens piegādē nepietiekoši iekārtota rezervuāra dēļ. Arī pašam rezervuāram ir zināmā mērā higiēniska nozīme, jo ūdens labums izlīdzinās, kas sevišķi no svara lielos rezervuāros. Ja ūdenim no nejauši iekļuvušas cietas vielas, tās paspēj rezervuārā nogulties.

b. Krātuves lielums.

Apskatot tuvāk minētos rezervuāru uzdevumus, varēs nākt pie slēdziena par rezervuāra lielumu. Vispārīgi jo rezervuārs lielāks, jo labāk nodrošināta ūdens apgāde. Ja rezervuāru taisa zemē, vai pāri pār zemes virsu, tad viņa tilpumu pieņem lielu, vismaz 1 līdz 3 dienu patēriņam līdzīgu. Bet ja krātuve jātaisa pāri par zemes virsu, uz lielāka vai mazāka augstuma apakšbūves, t. i. jānovieto uz ūdens torņa, tad izdevumu samazināšanās nolūkā lielumu izvēl tikai tādu, kāds ir visnepieciešamākais. Tāda vismazākā lieluma noteikšanai pirmā vietā krīt svarā svārstīgais ūdens daudzums, kas jau minēts šī sacerējuma sākumā (l. p. 24.—27.). Uz novērojumu pamata pilsētās ar ūdensvadiem var aprēķinam pieņemt zināmus lielumus (tab. 1.), un zinot projektējamai pilsētai iespējamos ūdens pieteces nosacījumus, var atrisināt krātuves tilpumu (tab. 11.). Tā, p. p., ja ūdens pietek nemitīgi un vienmērīgi, vai ar pašteču vadu, vai no vienmērīgas pumpēšanas, tad rezervuāra tilpums svārstību uzņemšanai būtu 20,2% no visa diennakts patēriņa. Mazāk izdevīgi būtu apstākļi, ja ar 1 pumpi ūdeni padod vienmērīgi 14 st. laikā, no p. 6—20. Pieskaņojot ūdens pumpēšanu patēriņa svārstībām, var atrisināt vēl mazāku rezervuāru tilpumu. P. p., pumpējot ūdeni ar 1 pumpi no p. 24—6 un p. 20—24, bet ar 2 pumpjiem vislielākā patēriņa laikā, no p. 6—20, rezervuāra tilpums pat būtu vajadzīgs tikai 8%. Lielākās stacijās ar lielāku skaitu pumpju agregātu varētu atvasināt vēl mazākus tilpumus.

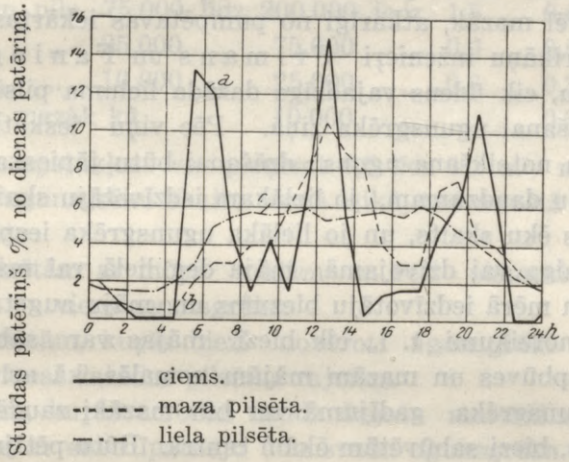
Pie pietiekoši lielas krātuves arī vada diametrs no ūdens sagādāšanas vietas līdz krātuvei var būt mazāks, nekā kad

Tabula 11.

Spiedrezervuāra tilpums, atkarīgi no ūdens pieteces.

Stundas		Pieņemts patēriņš (tab. 26. 1. p.) %	Vienmērīga pietece $\frac{100}{24} = 4{,}167\%$			1 pumpis 24—6 un 20—24 2 pumpji 6—20			1 pumpis 6—20		
			Pumpēš. daudzums %	Uzkrājas rez. +	Ņem no krājuma —	Pumpē %	+	—	Pumpē %	+	—
Rīts	0—1	1,5	4,17	2,67	—	2,63	1,13	—	—	—	1,5
	1—2	1,5	„	2,67	—	2,63	1,13	—	—	—	1,5
	2—3	1,5	„	2,67	—	2,63	1,13	—	—	—	1,5
	3—4	1,7	„	2,47	—	2,64	0,94	—	—	—	1,7
	4—5	1,8	„	2,37	—	2,64	0,84	—	—	—	1,8
	5—6	2,5	„	1,67	—	2,64	0,14	—	—	—	2,5
Priekšpusdiena	6—7	4,5	4,16	—	0,34	5,26	0,76	—	7,14	2,64	—
	7—8	5,5	„	—	1,34	5,26	—	0,24	7,14	1,64	—
	8—9	6,0	„	—	1,84	5,26	—	0,74	7,14	1,14	—
	9—10	6,0	„	—	1,84	5,26	—	0,74	7,15	1,15	—
	10—11	6,0	„	—	1,84	5,26	—	0,74	7,15	1,15	—
	11—12	5,5	„	—	1,34	5,26	—	0,24	7,15	1,65	—
Pēcpusdiena	12—13	5,5	„	—	1,34	2,26	—	0,24	7,15	1,65	—
	13—14	5,8	„	—	1,64	5,26	—	0,54	7,14	1,34	—
	14—15	6,0	4,17	—	1,83	5,26	—	0,74	7,14	1,14	—
	15—16	6,0	„	—	1,83	5,26	—	0,74	7,14	1,14	—
	16—17	5,8	„	—	1,63	5,26	—	0,54	7,14	1,34	—
	17—18	6,0	„	—	1,83	5,26	—	0,74	7,14	1,14	—
Vakars	18—19	5,3	„	—	1,13	5,26	—	0,04	7,14	1,84	—
	19—20	4,6	„	—	0,43	5,26	0,66	—	7,14	2,54	—
	20—21	4,0	„	0,17	—	2,64	—	1,36	—	—	4,0
	21—22	3,0	„	1,17	—	2,64	—	0,36	—	—	3,0
	22—23	2,5	„	1,67	—	2,64	0,14	—	—	—	2,5
	23—24	1,5	„	2,67	—	2,63	1,13	—	—	—	1,5
		100%	100%	20,2%	20,2%	100%	8%	8%	100%	21,5%	21,5%

pievadāmais ūdens daudzums jāpieskaņo tieši patēriņam. Kā zināms, lielākais dienas daudzums ir 1,5 līdz 2 reiz lielāks par vidējo dienas daudzumu (diagr. 1. l. p. 27.). Šīs attiecības ir arī dienās ar vislielāko dienas patēriņu. Bet arī vislielākais sekundes daudzums visgrūtākajā stundā ir vēl lielāks nekā aprēķinātais pēc vislielākā dienas patēriņa. Ja rezervuārs ir pietiekoša tilpuma, tad vadus no ūdens sagādāšanas vietas līdz krātuvei var aprēķināt pēc vislielākā dienas daudzuma, resp. no tā aprēķinātā sekundes daudzuma (Q: 24 . 60 . 60). Ja rezervuāra nebūtu, tad vadi būtu jārēķina 1,5 līdz 2 reiz lielākam daudzumam. No tā redzams, ka rezervuārs arī tīri no saimnieciskā viedokļa var attaisnoties un ne vien no lielāka rīcības drošības viedokļa.



325. zīm. Patēriņa svārstības dažāda lieluma pilsētās.

Izvēlot stundas patēriņus no pilsētām, kuŗas stundas patēriņi ir novēroti (tab. 1. l. p. 26.), jāņem vērā, ka patēriņš atkarīgs no apdzīvotās vietas lieluma, viņas iedzīvotāju nodarbošanās veida un no vispārīgā kultūras stāvokļa. Jo mazāka ir pilsēta, jo lielākas ir stundas patēriņa svārstības (zīm. 325.) un jo lielākam tad vajaga būt izlīdzinošam rezervuāram.

Ar augšminēto kalkulāciju var noteikt rezervuāra p a m a t t i l p u m u. Tas tad nu vēl jāpalielina ar vēlamām rezervēm. Pirmā vietā jāņem vērā ūdens vajadzība u g u n s g r ē k a d z ē š a n a i. Spiedrezervuārā vajaga atrasties zināmam daudzumam ūdens, ar ko var ugunsgrēku dzēst vismaz tik ilgi,

kamēr nav vēl iedarbinātas rezerves mašīnas, ar ko tad radīsies iespēja ūdeni tīklā papildināt. Ūdens daudzums šim mērķim atkarājas no iespējamām ugunsgrēka vietām, un no ūdens daudzuma viena ugunsgrēka dzēšanai. Krīt svarā arī vērtības, kādas uguns varētu iznīcināt. Mazās pilsētās var pieņemt vienu ugunsgrēku, kuŗa dzēšanu izdara ar 1 līdz 2 hidrantu strāvām, katru ar 5 sl. ūdens, kas stundā atbilst ūdens patēriņam vismaz 18 m³. Tāda arī būtu vismazākā rezerve, kam vajadzētu atrasties krātuvē. Lielākās pilsētās jau jārēķina, ka ugunsgrēka dzēšanai vajadzīgas kādas 4 strāvas (p. p., 2 vietās) à 5 sl., kas stundas patēriņu palielinātu par $\frac{4 \times 5 \times 60 \,.\, 60}{1000} = 72$ m³. Ja rezerves mašīnas ir tādas, ko var laist darbā ātri (elektriski pumpji), tad varētu pietikt arī ar ½ st. ūdens rezervi un var būt pat vēl mazāk, atkarīgi no pumpētavas iekārtas.

Amerikāņu inženieŗi Frimans un Faningss pētījuši jautājumu, cik ūdens vajadzīgs dažāda lieluma pilsētu pilnīgai nodrošināšanai ugunsgrēka ziņā. Pēc viņu ieskatiem ūdens daudzuma noteikšana uguns dzēšanai būtu jāpieskaņo pilsētas iedzīvotāju daudzumam, jo lielākam iedzīvotāju skaitam atbilst arī lielāks ēku skaits, un jo lielāka ugunsgrēka iespējamība. Ir gan vienalga vai dzīvojamā māja deg lielā vai mazā pilsētā, bet jāņem mērā iedzīvotāju biezums un māju augstums, kā arī apbūves noteikumi, t. i., cik biezi mājas var sabūvēt. Pie retākas apbūves un mazām mājām nomalēs, kā arī mazās pilsētās ugunsgrēka gadījumā var būt mazāki zaudējumi nekā pie lielām, biezi sabūvētām ēkām centrā. Būtu pētījumi jāizved šai virzienā. Pēc Frimaņa vajadzīgo ūdens daudzumu, atkarīgi no iedzīvotāju skaita pilsētā, varētu izteikt ar formulu:

$$Q = \left(\frac{P}{5} + 10\right),$$

kur Q — izteikts m³/min. un P — iedzīvotāju skaits tūkstošos.

Tā, p. p., pie 10.000 iedzīvotājiem $Q = \frac{10}{5} + 10 = 12$ m³/min.

„ 100.000 „ $Q = \frac{100}{5} + 10 = 30$ „

Pēc Frimaņa pat mazākās pilsētās vajadzētu paredzēt 10 šļūteņu strāvas, kas minūtē prasītu $Q = \frac{10 \,.\, 5 \,.\, 60}{1000} = 3$ m³. No praktiskiem novērojumiem tādas prasības ir pārspīlētas un

tikai sadārdzina bez vajadzības vadu tīklu. Savā laikā krievu apvienoto apdrošināšanas biedrību komiteja bija uzstādījusi formulu:

$$Q = 1{,}25 \sqrt{P}.$$

Tas dotu pie 10.000 iedz.: $Q = 1{,}25 \sqrt{10} =$ ap 4 m³/min.

100.000 „ : $Q = 1{,}25 \sqrt{100} = 12{,}5$ „

Šie skaitļi gan ir daudz mazāki par Frimaņa, tomēr arī viņi vēl uzskatāmi par lieliem.

Krievijas ūdensvadu 2. kongress bija pieņēmis sekojošus skaitļus 1 ugunsgrēka dzēšanai:

lielpilsētām vairāk par	200.000	iedz.	. . .	2,4	līdz	0,9	m³/min.
vidēji lielām pils.	75.000	līdz	200.000	iedz.	1,5 „	0,6	„
vidējām „	25.000	„	75.000	„	0,9 „	0,6	„
mazām „	10.000	„	25.000	„	0,6 „	0,3	„
ciemiem ar mazāk kā			10.000	„		0,3	„

Vidējos apstākļos var pieņemt 0,6 līdz 1,2 m³/ min. Kas attiecas uz ugunsgrēku skaitu vienā laikā, tad minētā kongresā bija pieņemts:

1) Pilsētām ar mūŗa mājām un reti piemeklētām no ugunsgrēka — viens ugunsgrēks.

2) pilsētām, kuŗās bieži novēroti ugunsgrēki — divās vietās, pa vienai dažādos pilsētas rajonos.

Iestādēm, kuŗās atrodas daudz degoša materiāla, jāapgādājas vai nu ar savu īpatnēju ūdensvadu ugunsgrēka dzēšanai, vai jāsagādā sevišķas krātuves attiecīga lieluma, kuŗas var pildīt laikā, kad ūdens patēriņš pilsētā mazs, vai kas piepildās no kāda patstāvīga ūdens avota.

Lielāka rezerve ieteicama arī tanīs gadījumos, kad ūdens sagādāšanas vieta atrodas tālu nost no patērēšanas vietas, tā ka vajadzīgs gaŗš pievads, ar ko bojājumu iespējamība ir lielāka. Tāpat arī, ja ūdens sagatavošanai ir sevišķas ietaises, kas var bojāties un ko savešanai kārtībā vajadzīgs ilgāks laiks (p. p., chlorēšanas ietaises un t. l.).

Apsveŗot visus minētos apstākļus jāizvēl piemērotākais krātuves tilpums. Ja apstākļi ir tādi, ka jāpietiek ar vismazāko nepieciešamo tilpumu, tad krātuves tilpuma aprēķinam jāņem vismaz vērā vislielākais dienas daudzums, kas, kā jau

minēts, ir 1,5 līdz 2 reiz lielāks par vidējo. Apzīmējot ar Q_v — vidējo vai parasto dienas daudzumu, un ar Q_r — rezerves daudzumu, un ar p — tilpuma procentu, pieskaņotu svārstīgam diennakts daudzumam, tad rezervuāra tilpums ir (pie maksimālā patēriņa 2 reiz lielāks par vidējo):

$$V = 2 \cdot Q_v \cdot p + Q_r.$$

Piemērs: Pie vienmērīgas pieteces pilsētai ar 5.000 iedz., pie 100 l/iedz. vidējā patēriņa, un ņemot rezervei tikai 50 m³, pie p = 20,2% (tab. 11.), vēlamais tilpums būtu:

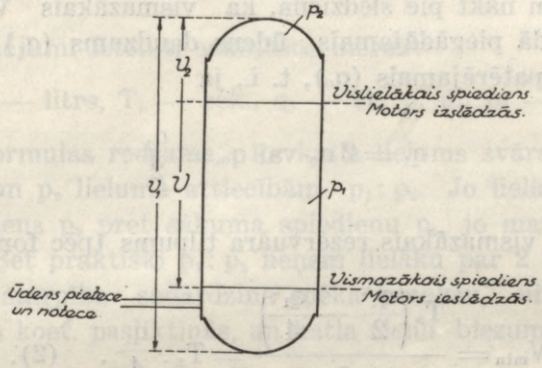
$$V = 2 \cdot 5000 \cdot \frac{100}{1000} \cdot \frac{20{,}2}{100} + 50 = 252 \text{ m}^3.$$

c. Rezervuāru atvietotāji.

Lieli rezervuāri, it īpaši uz apakšbūves, ūdens torņi, maksā dārgi, un praktiski tilpumus izvēl vēl mazākus, nekā pēc minētā aprēķina būtu vajadzīgs, iekārtojot attiecīgi mašīnas. Te nu var pacelties jautājums vai nevar iztikt pavisam bez krāj- un spiedrezervuāriem, attiecīgi iekārtojot pumpju sistēmu. Jaunākā laikā mazākām ietaisēm tāds princips daudz vietās praktiski izvests dzīvē. Populārākā ietaise ir t. s. hidrofori vai spiedgaisa ūdens rezervuāri. Viņi sastāv no lielāka gaisa katla, kurā sākumā atrodas nedaudz ūdens, pie kam gaisa spiedienam katlā vajaga būt līdzīgam vajadzīgam spiedienam vadu tīklā (zīm. 326.). Pumpējot katlā ūdeni, gaiss viņā saspiežas, un, pumpim apstājoties, ūdens tiek spiests vadu tīklā ar palielinātu gaisa spiedienu tik ilgi, līdz gaisa spiediens nesasniedz atkal savu zemāko stāvokli. Tad ieslēdzas atkal pumpis un process atkārtojas. Ietaise strādā automatiski, bet saistīta ar elektrisku strāvu, un, pēdējai apstājoties, arī ūdens apgāde apstāsies, tādēļ ietaise pielietojama tikai tādā gadījumā, ja elektrības piegāde ir pilnīgi droša. Bet arī tad vajadzīga simtprocentīga rezerve pumpju agregātā.

Hidroforā ir tikai mazs ūdens krājums un tas pats nav uzskatāms kā kāda rezerve, ko uzkrāj tai laikā, kad patēriņš mazāks. Hidroforā ir tikai tāds ūdens daudzums, kas atbilst pumpja darbības periodam (zīm. 327.) un ko rēgulē pumpja ieslēgšanās un izslēgšanās. Ja patēriņš liels, darbības periods atkārtosies ļoti bieži un ir tādas ierīces, kas pielaiž stundā līdz

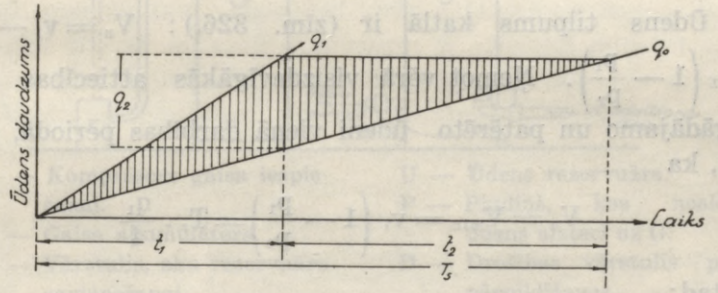
30 periodiem un pat vairāk. Bet tāda tik bieža ieslēgšanās un izslēgšanās, kā to piedzīvojumi rāda, motoram labumu neatnes, sevišķi, ja motori ir lieli, vairāk ZS. Vēlami stundā 6, ne vairāk par 10 slēgumiem. Ja pielaižam, p. p., 6 slēgumus stundā, tad



326. zīm. Hidrofora schēma.

ierīces darbības periods būs 10 min. Izejot no darbības perioda (T_s zīm. 327.), var aprēķināt hidrofora rezervuāra tilpumu (V zīm. 326.). Rezervuāra pildīšanas laiks ir:

$$t_1 = \frac{V}{q_1 - q_0}, \text{ un iztukšošanās laiks: } t_2 = \frac{V}{q_0}.$$



Rezerv. lielums (v) līdzinās lielākai starpībai (q_2) starp patērējamā (q_0) un piegādājamā (q_1) ūdens daudzumiem.

327. zīm. Hidrofora darbības periods.

Tā tad viss darbības periods ir:

$$T_s = t_1 + t_2 = V \cdot \frac{q_1}{q_1 \cdot q_0 - q^2_0}$$

un tilpums:

$$V = \frac{T_s\,(q_1 \cdot q_0 - q_0^2)}{q_1} \quad (1).$$

Lai aprēķinātu vismazāko V, jādiferencē pēc q_0 un diferenciāls jāņem = 0, tad dabūjam:

$$0 = T_s\,(q_1 - 2\,q_0)$$

no kā varam nākt pie slēdziena, ka vismazākais V ir tad, ja katrā periodā piegādājamais ūdens daudzums (q_1) ir divreiz tik liels kā patērējamais (q_0), t. i., ja

$$q_1 = 2\,q_0 \text{ vai } q_0 = \frac{q_1}{2}.$$

Tā tad vismazākais rezervuāra tilpums (pēc formulas 1):

$$V_{min} = \frac{T_s\left(\frac{q_1^2}{2} - \frac{q_1^2}{4}\right)}{q_1} = T_s \cdot \frac{q_1}{4}. \quad (2).$$

Spiedienu attiecības hidroforā var izteikt pēc Mariotta likuma, pēc kuŗa pie gāzēm (šai gadījumā gaisa) produkts no tilpuma un spiediena vienai un tai pašai gāzei ir arvien vienāds. Tā tad (zīm. 326.):

$$v_1 \cdot p_1 = v_2 \cdot p_2.$$

Ūdens tilpums katlā ir (zīm. 326.): $V_u = v_1 - v_2 = v_1\left(1 - \frac{p_1}{p_2}\right)$. Ņemot vērā visizdevīgākās attiecības starp piegādājamo un patērēto ūdeni vienā darbības periodā, dabūjam, ka

$$V_u = V_{min} = v_1\left(1 - \frac{p_1}{p_2}\right) = T_s \cdot \frac{q_1}{4}$$

un tad:

$$v_1 = T_s \cdot \frac{p_1}{4\left(1 - \frac{p_1}{p_2}\right)}.$$

Tas tad būtu hidrofora katla tilpums. Bet jāņem vērā, ka visu tilpumu izmantot darbības periodam nevar, jo pie tukša katla arī varētu iziet gaiss, tādēļ iekārto tā, ka apakšējā daļā arvien paliek zināms ūdens daudzums $[V_1 - (V + v_2)]$, kas līdzinājas 20—30% no visa katla tilpuma. Tā tad īstajam katla

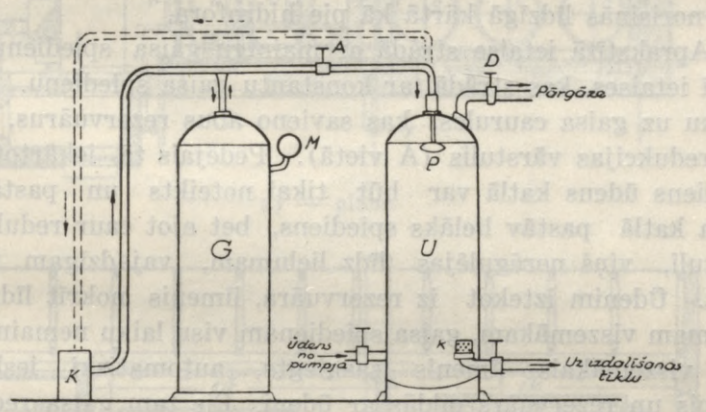
tilpumam V_0 vajadzētu līdzināties $V_0 = V_1 + (0{,}2 - 0{,}3$, vidēji $0{,}25) \cdot V_1$, t. i.

$$V_0 = T_s \cdot \frac{1{,}25 \cdot q_1}{4\left(1 - \frac{p_1}{p_2}\right)},$$

kur apzīmējumi izteikti sekojošos mēros:

V_0 — litrs, T_s — sek., q_1 — sl., p_1 un p_2 — atm.

No formulas redzams, ka katla lielums svārstās ar spiediena p_1 un p_2 lieluma attiecībām $p_1 : p_2$. Jo lielāks maksimālais spiediens p_2 pret sākuma spiedienu p_1, jo mazāks ir katla lielums. Bet praktiski $p_1 : p_2$ neņem lielāku par 2 atm., jo liela spiediena starpība sadārdzina spēka izmaksu, un arī pumpju lietderības koef. pasliktinās, un katla sienu biezums jāpalielina.



K — Kompresors gaisa iespiešanai.
G — Gaisa akumulātors.
A — Vārstulis, abu rezervuāru savienošanai.
U — Ūdens rezervuārs.
P — Pludiņš, kas noslēdz ūdens aizteci uz G.
D — Drošības vārstulis pret pārpildīšanos.

328. zīm. Pneumatiskas ūd. piegādes schēma.

Automatiska ietaise plašāku apmēru ir t. s. pneumatiskā ūdens apgāde, kas sastāv no 2 rezervuāriem: spiestam gaisam un spiestam ūdenim (zīm. 328.). Dzelzs rezervuārs (G) noder kā spiesta gaisa akumulātors, kuŗā iespiež gaisu ar kompresoru (K). Otrā dzelzs rezervuārā (U) pumpē ūdeni. Abi rezervuāri savienoti ar gaisa vadu, uz kuŗa atrodas aizlaidnis (A). Spiests gaiss no akumulātora, pie vaļējā aiz-

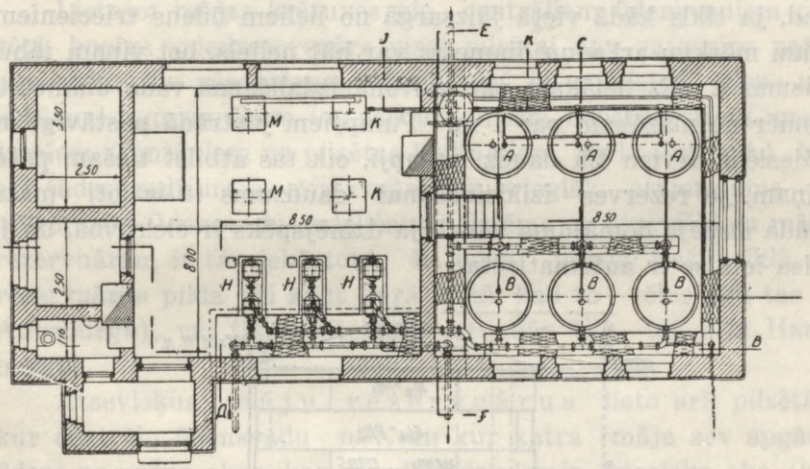
laidņa (A), ieplūst ūdens rezervuārā (U) un izspiež iz viņa ūdeni pa cauruli uz izdalīšanas tīklu. Lai neizietu viss ūdens un neizvilktu gaisu, caurules galā iebūvēts automatisks vārstulis (k), kas aiztaisās, tiklīdz ūdens līmenis nokrīt gandrīz līdz izteces caurumam. Lai rezervuāram piepildoties ar ūdeni, tas neaiztecētu uz gaisa rezervuāru, ir uzstādīts automatisks vārstulis, iedarbināts no pludiņa (P). Katla (U) pārpildīšanu novērš ar pārgāzes vadu (D).

Ūdenim iztekot iz rezervuāra, gaisa spiediens viņā samazinās, kamēr nesasniedz vismazāko pielaižamo lielumu (apmēram pusi no sākuma spiediena), tad automatiski aiztaisās vārstulis (k) uz izteces caurules, ieslēdzas pumpis, un rezervuārs atkal piepildās ar ūdeni, izspiezdams gaisu gaisa rezervuārā (G). Kad spiediens pēdējā sasniedzis vajadzīgo lielumu, izslēdzas pumpis, un ūdens iztek izdalīšanas tīklā. Kā redzams, darbība norisinās līdzīgā kārtā kā pie hidrofora.

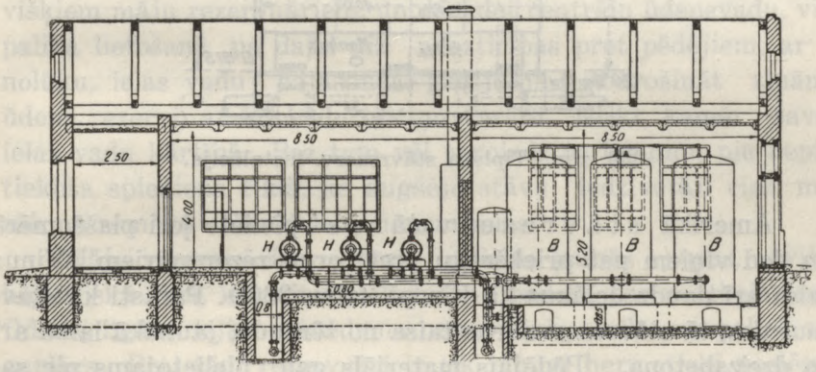
Aprakstītā ietaise strādā ar mainīgu gaisa spiedienu, bet ir arī ietaises, kas strādā ar konstantu gaisa spiedienu. Ar to nolūku uz gaisa caurules, kas savieno abus rezervuārus, ietaisīts redukcijas vārstulis (A vietā). Pēdējais tā iekārtots, ka spiediens ūdens katlā var būt tikai noteikts un pastāvīgs. Gaisa katlā pastāv lielāks spiediens, bet ejot caur redukcijas vārstuli, viņš norēgulējas līdz lielumam, vajadzīgam ūdens katlā. Ūdenim iztekot iz rezervuāra, līmenis nokrīt līdz pielaižamam viszemākam, gaisa spiedienam visu laiku nemainoties. Kad viszemākais līmenis sasniegts, automatiski ieslēdzas pumpis un rezervuārs pildās ar ūdeni. Pie tam gaisa redukcijas vārstulis aiztaisās, un ūdens līmenim ceļoties, gaiss tiek izspiests iz ūdens katla un vadīts atpakaļ uz kompresoru (zīm. 328., vads no raustītām līnijām), tā ietaupot spēku uz gaisa saspiešanu.

Pneumatiska ūdens apgādes ietaise uzrāda dažas labas īpašības. Tā, p. p., no militārā viedokļa viņu var viegli noslēpt, kamēr ūdens torņi saredzami tālu. Sevišķi te vietā ir horizontāli rezervuāri. Ietaises pielietojamas arī priekšpilsētās, fabriku rajoniem un t. t. Kā piemēru kādai nelielai fabriku pilsētiņai (zīm. 329.) uzrādīti šādi ietaises dati. Vidējs diennakts ūdens patēriņš 300 m^3. Vislielākais sekundes patēriņš 17 sl. Ūdens no arteziskas akas satek apakšzemes rezervuārā, no kuŗa viņu ievada izdalīšanas tīklā ar pneumatisku ietaisi.

Mašīnu majā (zīm. 329.) uzstādīti 2 centrbēgpumpji, katrs ar slodzi 10,3 sl., ar motoru 20 ZS. Ūdeni pumpē 3 ūdens katlos (B), katrs 9,8 m³ tilpuma. Katliem pretim uzstādīti 3 gaisa akumulātori tāda pat tilpuma. Spiediens no 4 līdz 2 atm. Uzstādīts sevišķs ugunsgrēka pumpis ar motoru 30 ZS. Kompresori 2, dod 2,25 m³ gaisa minūtē zem 6 atm.; elektromotors 25 ZS.



a) — plāns.

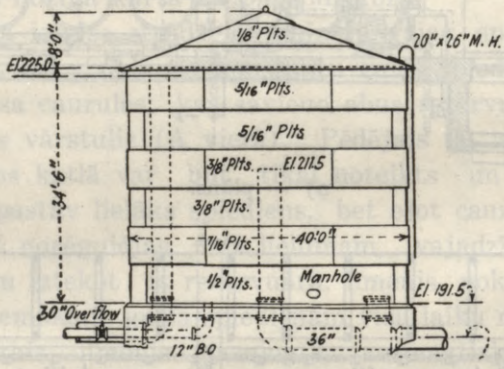


b) — garengriezums.

329. zīm. Pneumatiska ūd. apg. nelielai fabr. pils.

Stāvcaurules (Standpipes) vai spiedkolonnas dažreiz atvieto spiedrezervuārus. Ietaise ir īstenībā mazs rezervuārs, uzstādīts vertikāli uz spiedvada, liela diametra caurules veidā. Stāvcaurules dibens atrodas apmēram zemes

līmenī, un viņa paceļas ar nemainītu diametru tik augstu, ka augstākais ūdens līmenis viņā varētu būt 8 līdz 10 m pāri par līmeni, kas vajadzīgs ūdens sadalīšanai apgādājamā rajonā. Visa kolonna gan ir pilna ar ūdeni, bet ūdens spiediena rēgulēšanai izdalīšanas tīklā noder tikai tas ūdens daudzums, kas atrodas augstāk par visnepieciešamāko spiedienu tīklā, un kas ir samērā neliels. Eiropā tādas stāvcaurules pielieto reti un tikai tad, ja tīkls kādā vietā jāizsargā no lieliem ūdens triecieniem. Tam mērķim arī viņu diametrs var būt neliels, bet viņam jābūt vismaz 2 reiz lielākam par galvenā izdalīšanas vada diametru, tomēr ne mazākam par 1 m. Pumpjiem jāstrādā pastāvīgi un jāieslēdz arvien tik daudz pumpji, cik tas atbilst tiešam patēriņam, jo rezerves izlīdzināšanai daudzums te ir ļoti mazs. Tāda iespēja domājama tikai, ja dzinējspēks ir elektrība, un ja visa ietaise ir automatizēta.



330. zīm. Tipiska stāvrezerv. instalācija.

Amerikā stāvrezervuārus pielieto ļoti plašā mērā un dod viņiem pat priekšroku pret torņu rezervuāriem. Viņus taisa arī daudz lielākus kā Eiropā (zīm. 330.). Parasti kā stāvcaurules, tā stāvrezervuārus taisa no tērauda, jaunākā laikā arī no dzelzsbetona. Pēdējais materiāls gan pielietojams pie samērā nelieliem augstumiem, ne vairāk par 15 m, jo pie liela ūdens spiediena grūti betonu turēt ūdensblīvu. Dzelzsbetons tomēr ir dažreiz lētāks materiāls, sevišķi, ja ņem vērā, ka tērauds rūsē un ir ļoti rūpīgi jākrāso un jāaizsargā pret bojājumiem. Bez tam tādi strāvrezervuāri parasti uzstādīti apdzīvotās vietās, un betona būvi ir viegli architektoniski izveidot, lai to pieskaņotu apkārtnei.

Māju ūdens krātuves. Bija senāk un ir dažās vietās vēl tagad tādas ietaises, pie kuŗām ūdens no ielu vada vispirms izlīst sevišķos rezervuāros, kas ietaisīti katrā mājā un novietoti parasti bēniņos, bet ir arī tādas mājas, kur viņi novietoti katrā mājas stāvā, vai pat katrā dzīvoklī. Pēdējā gadījumā viņus dažreiz ievieto pieliekamā kambarī, vai vannas istabā, vai, diemžēl, klozeta telpā.

Lietojot mājas krātuves pie centrāliem ūdensvadiem pilsētā, kopīgs spiedrezervuārs visai pilsētai nav vajadzīgs patēriņa svārstību rēgulēšanai, tomēr viņš ir vajadzīgs ūdens uzkrāšanai ugunsgrēkam un varbūt citiem neparedzētiem gadījumiem (fontāniem uz pilsētas laukumiem, parkos un t. t.), bet arī šādos gadījumos rezervuārs ir vieglāk atvietojams ar hidroforu. Ūdensvadu sadalīšanas sistēma ar atsevišķiem māju rezervuāram ir tā iekārtota, ka ūdeni pumpē tieši tīklā un rezervuārus pilda vai kaut kuŗā laikā, kad to vēlas (kā tas ir Augsburgā), vai tikai noteiktās stundās (kā tas bija Hamburgā).

Atsevišķus māju rezervuārus lieto arī pilsētās, kur centrālu ūdensvadu nav, un kur katra māja sev apgādā ūdeni no savas akas, kas var būt daudzreiz arteziska aka (kā, p. p., Liepājā). Tas gan arī bija vispārīgi pirmsākums atsevišķiem māju rezervuāriem, un, ievedot centrālu ūdensvadu, viņi palika lietošanā pa daļai aiz neuzticības pret pēdējiem, ar to nolūku, ielas vadu bojāšanās gadījumā, nodrošināt zināmu ūdens rezervi, ar ko kādu laiciņu varētu iztikt, kamēr saved ielas vadu kārtībā. Bez tam vēl sasniedz to labumu, pie nepietiekoša spiediena tīklā, ka augšējo stāvu iedzīvotāji cieš mazāk no zemāko stāvu ūdens noņemšanas.

Māju rezervuāriem tomēr ir lielas ļaunās puses, sevišķi higiēniskā ziņā, kas viņu pielietošanu padara par neatbalstāmu. Ūdens, ilgāku laiku stāvēdams rezervuārā, sasilst un paliek negaršīgs. Reti tādi rezervuāri ir tik pilnīgi hermetiski noslēgti. ka viņos nevarētu ietikt putekļi, dažādi netīrumi un pat slimību dīgļi. Novērots, ka mikroorganismi tādos rezervuāros savairojas ļoti lielā daudzumā. Pastāv arī iespēja, ka rezervuāra un pievadu bojāšanās gadījumā izlīst ūdens, kas var mājā nodarit lielus zaudējumus. Tāpat arī, ja signālierīces rezervuāra pildīšanas laikā nefunkcionē un ūdens var pārlīt pār malu, tas var applūdināt māju un nodarīt zināmus zaudējumus. Arī citādi no

saimnieciskā viedokļa ir maz labuma, jo ūdens pumpēšana katrā mājā bez šaubām maksā dārgāk nekā vienā centrālā vietā, ar pilnīgākām un ekonomiskāk strādājošām mašīnām.

Kā redzams, domātie labumi no atsevišķiem māju rezervuāriem tiek tik lielā mērā pārspēti no viņu ļaunām pusēm, ka viņu pielietošana nav ieteicama.

Ūdens krātuves ārkārtīgiem gadījumiem.

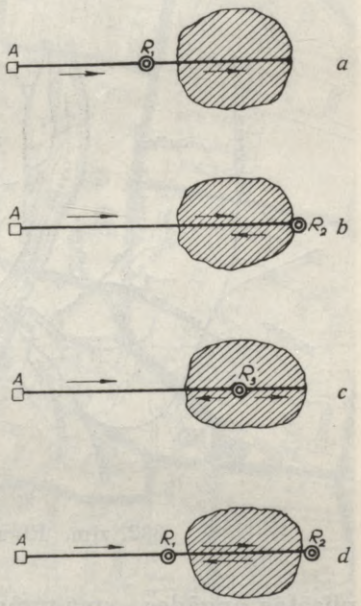
Kā jau minēts (l. p. 509.), dažas pilsētas, ņemot vērā ārkārtīgas ūdens vajadzības, ietaisa krātuves, kas pilsētai nodrošināt ūdens piegādi sevišķi grūtos gadījumos. P. p., ja jāparedz pilsētas ielenkšanas iespējamība kaŗa vai nemieru gadījumos, un parastais ūdens avots atrodas tālu ārpus pilsētas, tad rezerves krātuvēm ir sevišķi liela nozīme. Tāpat arī, ja pilsēta ir padota dabas katastrofām, p. p., zemes trīcei, kas var starp citu arī būt par cēloni lieliem ugunsgrēkiem, jāparedz sevišķas ūdens rezerves. Jaunākā laikā dažās Amerikas pilsētās ir uzbūvēti sevišķi spiedrezervuāri ar augstu spiedienu un sevišķs augstspiediena tīkls ugunsgrēka dzēšanai. Tā, p. p., San Francisko p. ir tāds ūdensvads ar 21,5 atm. spiedienu, t. i. ūdens var pacelties pāri par 200 m (40 stāvu ēkām). Tādu sevišķu ugunsgrēka vadu kopgaŗums ir 148 km un viņos ievada jūŗas ūdeni. Ūdens uzkrāšanai izbūvēti 2 baseini, kopā 19.000 m^3 un vēl 2 baseini, katrs pa 3.000 m^3. Lai arī zemes trīces gadījumā būtu nodrošināta ūdens apgāde, ir vēl zem ielām ietaisīti 100 dzelzsbetona apaļi rezervuāri, katrs $d = 9{,}15$ m, dziļumā 5,5 m un ūdens tilpumā 280 m^3. No tāda ugunsgrēka ūdensvada San Francisko p. varot ņemt ugunsgrēka dzēšanai līdz 950 sl., nodarbinot vienā laikā ap 100 šļūteņu strāvas, kas dod iespēju vienā laikā apliet ar ūdeni 9.300 m^2 (ap 1 ha).

Ja tādu sevišķu ūdensvadu ar sevišķām krātuvēm nav, tad attiecīgai rezervei, kā minēts, vajaga atrasties spiedrezervuārā. Ja rezervuārs ir uz torņa, tad pie mazas ietaises nebūtu saimnieciski izbūvēt tādu parasti nevajadzīgi lielu rezervuāru. Tādos gadījumos izbūvē zemē lielākas krātuves, ūdens uzkrāšanai ugunsgrēka gadījumam. Ja tādi rezervuāri iekārtoti tā, ka viņi arvien ir pilni, un ūdens tek viņiem cauri, tā kā ūdens ap-

maiņa pietiekoša, tad arī no higiēniskā viedokļa nebūtu ko iebilst, ja pa ugunsgrēka laiku tāds ūdens no lielāka rezervuāra ienāk parastajā ielu tīklā. Pēdējais nebūtu vēlams, ja rezervuāra ūdens būtu sastāvējies ilgāku laiku bez apmaiņas, tā ka viņā varēja jau attīstīties dažādi mikroorganismi lielākā daudzumā.

35. Krātuvju novietne un augstums.

Ūdens krātuves novieto tā, ka viņas vislabāk varētu atbilst savam mērķim. Tomēr spiedrezervuāru novietnei jāievēro daži priekšnosacījumi, kas viņus padara vislabāk atbilstošus mērķim. Visizdevīgāk ir spiedrezervuāru novietot apgādājamās vietas s m a g u m a p u n k t ā, vai vismaz tā tuvumā, jo tad spiediena sadalījums un līdz ar to viss vadu tīkls būs vislabāk saimnieciski izmantots. Vadi no rezervuāra tad iznāk visīsāki un spiediena zaudējumi mazāki, un arī pats rezervuārs var būt zemāks. Ļoti vēlams rezervuāru tā novietot, ka spiediens tīklā iznāktu vienādāks. Ne arvien tomēr izdodas atrast pilsētas centrā noderīgu vietu rezervuāram, arī grunts iegūšanas iespējamība un vietas kopaina var būt no svara, un tādos gadījumos jāapmierinās ar mazāk izdevīgiem noteikumiem. No saimnieciskā viedokļa rezervuārs tad jāizvēl augstākā vietā, un ja tādu pilsētā ir vairāk, tad, sastādot projektu dažādiem variantiem, jāizvēl visizdevīgākais variants.

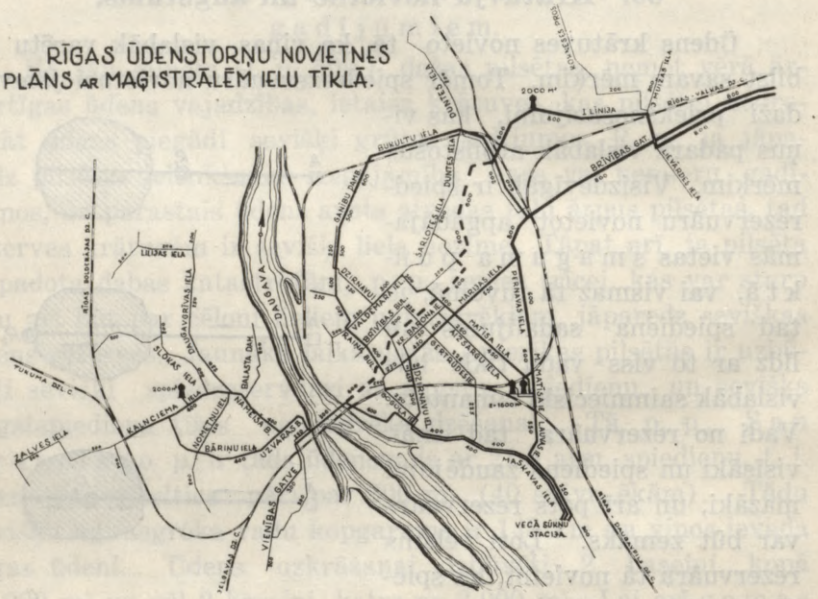


a — Caurteces rezervuārs R_1.
b — Gala rezervuārs R_2.
c — Vidus rezervuārs R_3.
d — Caurteces un gala rez. R un R_2.

331. zīm. Spiedrezervuāra novietne.

Attiecīgi uz ūdens sagādes vietu, pilsētu, spiedrezervuārs var ieņemt vienu no sekojošām 3 vietām (zīm. 331.). Viņš var būt ievietots vai starp ūdens sagādes vietu un pilsētu (a), tad

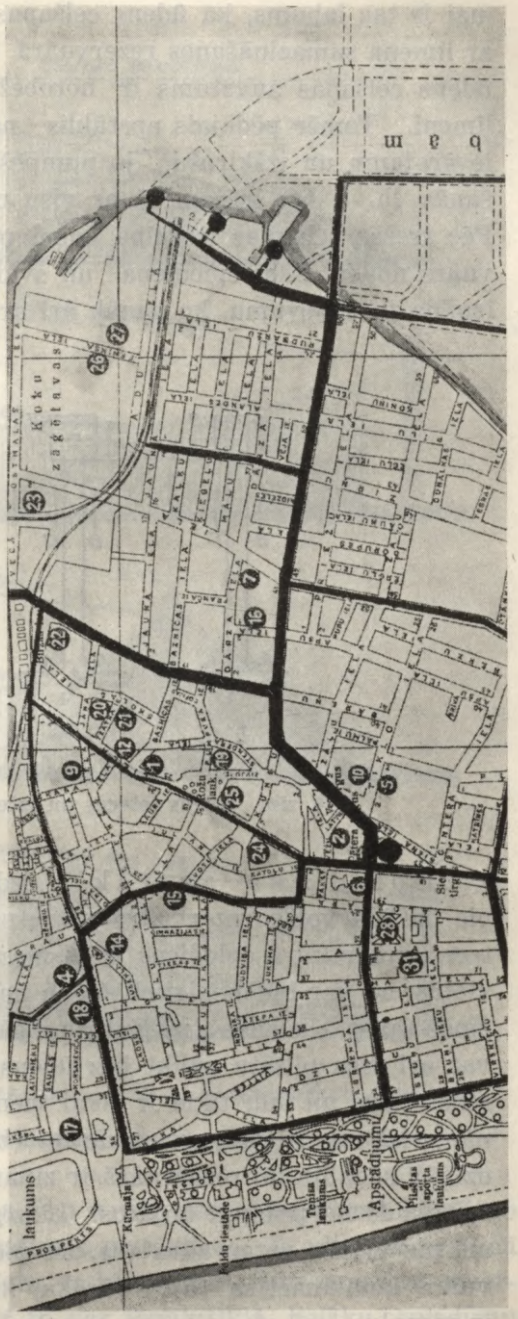
viņu sauc par caurteces rezervuāru (R_1), vai otrā pilsētas malā (b), ar nosaukumu gala rezervuārs (R_2), vai pilsētas vidū (c), kā vidus rezervuārs (R_3), bet var būt arī vairāk kā viens rezervuārs, kas novietoti dažādās pilsētas vietās, p. p., caurteces un gala rezervuārs (d). Arī Rīgā ir vairāk kā 1 rezervuārs dažādās pilsētas vietās (zīm. 332.), turpretim Liepājas pilsētā ir projektēts 1 rezervuārs tuvu



332. zīm. Rīgas rezerv. novietnes plāns.

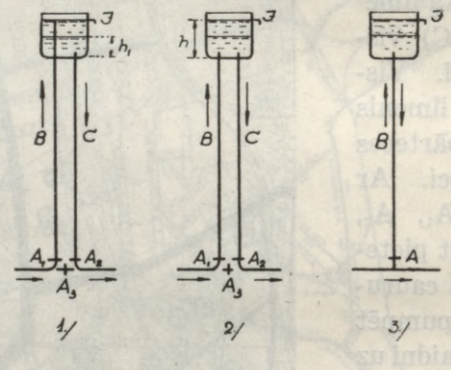
pilsētas apgādes smaguma centram (zīm. 333.). Caurteces rezervuāram tek cauri viss ūdens daudzums, iekām viņš nonāk izdalīšanas tīklā, kamēr pie gala rezervuāra un tāpat arī vidus rezervuāra daļa pumpējamā ūdens nonāk tieši izdalīšanas tīklā, un tikai tad, ja tieši pumpētā ūdens nepietiek, pienāk papildinājums no spiedrezervuāra. Ja rezervuārs ir caurteces rez., tad ūdens no viņa tek vienā virzienā, kamēr pie gala un vidus rezervuāra zināmā tīkla daļā ūdens tecēšanas virziens mainās vairāk reiz dienā. Virziena maiņai ļaunas sekas nav, ja vadi ir tīrī un dūņas nenogulstas (p. p., dzelzs dūņas). Tomēr jādomā, ka no higiēniskā viedokļa gala un vidus rezervuāri nav tik labi kā caurteces rez., jo pašos rezervuāros pie zināmiem apstākļiem

ūdens var nostāvēt ilgāku laiku bez kustības un tā zaudēt savu svaigumu. Daudz kas atkarājas arī no tā, kā ierīkota ūdens ievadīšana rezervuārā un notecēšana izdalīšanas tīklā (zīm. 334.). Vislabāk ir, ja ūdens ietek pa cauruli (B) visaugstākā līmenī un notek (C) vismazākā līmenī. Visaugstākais līmenis raksturots ar pārteces (J) vada izteci. Ar aizlaidņiem (A_1, A_2, A_3) var noslēgt pieteces un noteces cauruļes un ūdeni pumpēt tieši tīklā, aizlaidni uz spiedvada (A_3) turot vaļā. Pēc šādas schēmas viss ūdens atrodas pastāvīgā kustībā. Pēc otras schēmas (2), kad pieteces un izteces vadu gali atrodas tuvu pie rezervuāra dibena, pilnīga ūdens maiņa nav garantēta un virsējā ūdens daļa var arī sastāvēties ilgāku laiku. Tas pats ir pēc trešās schēmas (3), kad pieteces un ieteces vads ir viens un tas pats. Otrai un trešai schē-



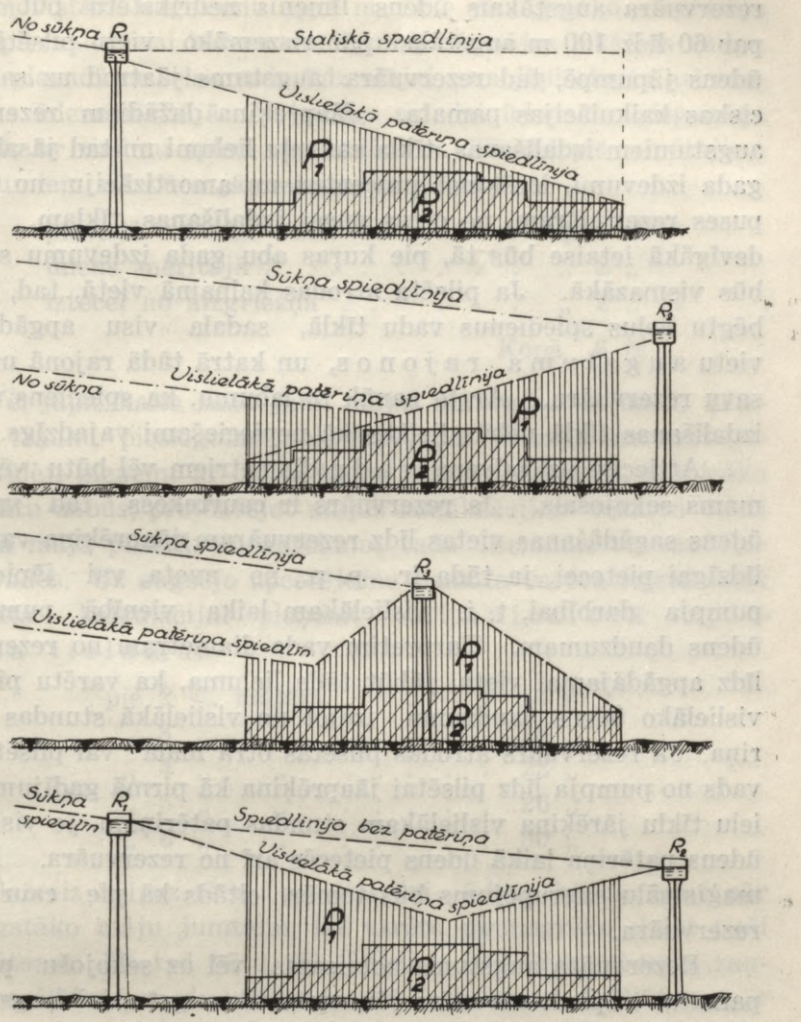
333. zīm. Liepājas rezerv. novietne.

mai ir tas labums, ka ūdens celšanas augstums samazinās līdz ar līmeņa samazināšanos rezervuārā, kamēr pie pirmās schēmas ūdens celšanas augstums ir norobežots ar konstantu celšanas līmeni. Tomēr pēdējais apstāklis nav uzskatāms par sevišķi ievērojamu un izšķirošu, jo pumpēšanas augstuma samazināšanās ($h - h_1$) ir samērā ar visu celšanas augstumu niecīga. Pēc trešās schēmas īstenībā ūdeni pumpē tieši tīklā un rezervuārs noder tikai spiediena un svārstību rēgulēšanai, tā tad izpilda to uzdevumu, ko panāk arī ar stāvcaurulēm (l. p. 521.).



334. zīm. Ūdens ieteces un izteces iekārta rezerv.

Spiediena apstākļi izdalīšanas tīklā ir dažādi pie dažāda veida rezervuāru novietnes (zīm. 335.). Pie caurteces rezervuāra spiediens ir vismazākais visattālākās pilsētas vietās, un var būt nepietiekošs, ja nejauši tīklā spiediens samazinās (p. p., lielākas maģistrāles pārplīšanas gadījumā), un var arī visa pilsēta palikt bez ūdens, ja galvenais vads starp rezervuāru un ielu tīklu ir tikai viens un iet bojā. Šai ziņā zināms labums ir gala rezervuāram (b), jo spiediens ir vienlīdzīgāk sadalīts un rezervuārā ir zināma rezerve gaidījumam, ja spiedvads no pumpja bojātos. Līdzīgus apstākļus var saskatīt arī pie vidus rezervuāra (c), un pie caurteces un gala rezervuāra kombinācijas (d). Jāsaka, ka rezervuāra tilpuma ziņā ir vienalga, vai viss tilpums atrodas vienā vietā, vai viņš sadalīts pa vairākiem rezervuāriem. Pēdējā gadījumā ir lielāka drošība apgādē, un arī spiediena apstākļi ir izdevīgāki.



P_1 — Spiediens izdališanas tīklā. P_2 — Saimnieciskais spiediens.

335. zīm. Rezerv. novietnes iespaids uz spiediena apstākļiem.

Rezervuāra augstums atkarājas pirmā kārtā no novietnes ģeodēziskā augstuma apstākļiem. Ja pilsētas tuvumā ir kāda sevišķi augsta vieta, tad lietderīgi tādu izmantot rezervuāra novietošanai, jo ar to var iegūt tīklā lielāku spiedienu un līdz ar to iespēju pielietot vadus ar mazāku šķērsgriezumu. Tomēr te jāievēro zināma robeža, un spiedienu vados un instalācijās nepielaiž parasti lielāku par 6 līdz 10 atm. Tā tad spied-

rezervuāra augstākais ūdens līmenis nedrīkstētu būt vairāk par 60 līdz 100 m augstāks par viszemāko vietu pilsētā. Ja ūdens jāpumpē, tad rezervuāra augstums jāatrod uz saimnieciskas kalkulācijas pamata. Jāaprēķina dažādiem rezervuāra augstumiem izdalīšanas tīkla cauruļu lielumi un tad jāsalīdzina gada izdevumi, ierēķinot procentus un amortizāciju, no vienas puses rezervuāram, no otras puses izdalīšanas tīklam. Visizdevīgākā ietaise būs tā, pie kuŗas abu gada izdevumu summa būs vismazākā. Ja pilsēta atrodas kalnainā vietā, tad, lai izbēgtu lielus spiedienus vadu tīklā, sadala visu apgādājamo vietu augstuma rajonos, un katrā tādā rajonā uzstāda savu rezervuāru. Ar to panāk to labumu, ka spiediens rajona izdalīšanas tīklā nebūs lielāks kā nepieciešami vajadzīgs.

Attiecīgi uz galveno vadu diametriem vēl būtu vērā ņemams sekojošais. Ja rezervuārs ir caurtekošs, tad vads no ūdens sagādāšanas vietas līdz rezervuāram jāaprēķina vai vienlīdzīgai pietecei, ja tāda ir, p. p., no avota, vai jāpieskaņo pumpja darbībai, t. i. vislielākam laika vienībā pumpētam ūdens daudzumam. Turpretim vada diametram no rezervuāra līdz apgādājamai vietai jābūt tāda lieluma, ka varētu pievadīt vislielāko ūdens daudzumu, izejot no vislielākā stundas patēriņa. Ja rezervuārs atrodas pilsētas otrā malā vai pilsētā, tad vads no pumpja līdz pilsētai jāaprēķina kā pirmā gadījumā, bet ielu tīklu jārēķina vislielākam stundas patēriņam, jo vislielākā ūdens patēriņa laikā ūdens pietecēs arī no rezervuāra. Izvadu maģistrālu sagrupējums būs tomēr citāds kā pie caurtekoša rezervuāra.

Rezervuāra augstums noteicams vēl uz sekojošu prasību pamata. Spiedrezervuārs jānovieto tik augstu, lai augstākajā visattālākajā pilsētas vietā pie vislielākā patēriņa, ieskaitot arī ugunsgrēka dzēšanai vajadzīgo daudzumu, ūdens vēl izlītu vēlamā daudzumā visaugstākā stāva dzīvokļos. Dzīvojamu māju augstums pilsētās dažādos rajonos rēgulēts ar būvnoteikumiem. Var pieņemt augstumu no zemes līdz augstākajam aizgrieznim (p. p., izlietnes):

2	stāvu	mājā	6 m
3	„	„	10 „
4	„	„	14 „
5	„	„	18 „
6	„	„	22 „

pieņemot stāva augstumu ap 4 m. Pie visaugstākā aizgriežņa vēl jāpieskaita visi berzes zaudējumi, kā mājas iekšējos vados, tā arī pievadā no ielas vada līdz mājai, un jāpieskaita arī zaudējums ūdensmērītājā. Vajadzīgs arī, lai ūdens no aizgriežņa iztecētu ar zināmu spiedienu, kādi 2 m. Tā tad pie minētajiem augstumiem vēl būtu jāpieskaita zaudējumi:

pievadā no ielas vada	ap	2 m
ūdens mērītājā	„	2 „
iztecei no aizgriežņa	„	2 „
Kopā		6 m

Vēl jāpieskaita zaudējumi mājas stāvvados un ūdens ņemšanas trauku pieslēgumos pie stāvvada. Varētu šos zaudējumus vidēji pieņemt ar 0,5 m katrā stāvā. Protams, pareizāku rezultātu dabūs, projektējot mājas kanālizācijas iekārtu kādā tipiskā mājā pilsētā, un aprēķinot vadu lielumus un zaudējumus vados. Uz augšējo apcerējumu pamata varētu iepriekšējai projekta kalkulācijai pieņemt saimnieciskā spiediena lielumu:

pie 2 st. mājām		13 m
„ 3 „ „		18 „
„ 4 „ „		22 „
„ 5 „ „		26 „
„ 6 „ „		30 „

Dažreiz vēl uzstāda prasību, lai ūdens kāptu pāri pār visaugstāko māju jumtiem, lai varētu ugunsgrēku dzēst tieši no šļūtenes. Tā tad būtu vēl jāpieliek 10—12 m (berzes zaudējums šļūtenē ar d = 60 cm, pie 6 sl. izteces iz šļūtenes, ir 10%, t. i. zaudējums h = 0,1 l un pie l = 100 m, h būtu 10 m). Tādas prasības tomēr nebūtu parasti jāuzstāda, jo tās sadārdzina lielā mērā torņa izbūvi. Arī tīkls būtu pastāvīgi jātur zem lielāka spiediena, kā tas saimnieciski vajadzīgs, un pumpēšanas augstums būtu lielāks, jo viņš jāpiemēro tad ugunsgrēka dzēšanai vajadzīgam spiedienam. Praktiskāk ir tikai tīklā paredzēt vajadzīgo ūdens daudzumu ugunsgrēka dzēšanai, un ūdeni ņemt no ielas hidrantiem, bet uguns dzēšanai pielietot parastās augstspiediena mašīnas-šļirces.

Torņa augstuma resp. ūdens spiediena lieluma noteikšanai tīklā neņem vērā mājas, augstākas par 5—6 stāviem, ja tādu

pilsētā ir maz, jo būtu dārgi pieskaņot visu ietaisi tādu atsevišķu māju vajadzībām. Lai ūdeni tādās mājās varētu pacelt uz augstākajiem stāviem, ir jāietaisa pārpumpēšanas ietaise (neliela krātuve un pumpja ietaise). Amerikā, kur sastopamas lielpilsētā mājas 50—60 stāvu un vēl vairāk, vajadzīga pat vairākkārtīga ūdens pacelšana (ik pa 50—60 m). Pielietojot elektrību un automatiskas ietaises, tāda pakāpeniska ūdens pumpēšana techniskas grūtības nerada.

Izejot no visneizdevīgākās vietas, jāaprēķina spiediena zaudējumi tīklā līdz krātuvei, un tad dabūs vajadzīgo torņa krātuves augstuma atzīmi (zīm. 335.).

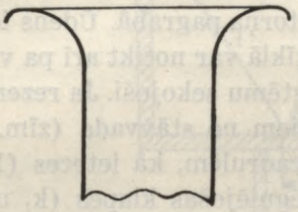
36. Krātuves iekārta.

Mazām krātuvēm iekārta parasti ir vienkārša, pastāv no ūdens ievada un novada, un pārteces un dibens nolaides vadiem. Lielākas krātuves prasa sarežģītākas ietaises, kas labāk var nodrošināt viņu nepārtrauktu darbību. Ieteicams tādas taisīt no 2 n o d a ļ ā m, lai remonta vai tīrīšanas, krāsošanas un. t. l. gadījumā nebūtu jāpārtrauc kārtīga ūdens piegāde. Tāda prasība viegli sasniedzama pie rezervuāriem iebūvētiem zemē, jo te var konstrukciju tā iekārtot, ka sadalījuma sienu var ietilpināt nesošā konstrukcijā rezervuāra pārklājumam, tā tad viņa var izmaksāt ļoti maz. Grūtāk ir iekonstruēt nodalījumu pie torņa rezervuāriem, kas gan iespējams ar koncentriskiem, cilindriskiem nodalījumiem, bet tas nav sevišķi konstruktīvi un tādēļ tāda iekārta reti sastopama. Pie lielām ietaisēm parasti taisa 2 atsevišķus torņa rezervuārus (p. p., Maskavā, Krestovskije bāšņi). Ja ir tikai 1 rezervuārs, tad ļoti vēlams rezervuāra priekštelpā iebūvēt stāvkolonnu, kas atvieglotu ūdens piegādi ar tiešu pumpēšanu tīklā gadījumos, kad rezervuārs izslēgts. Protams, ka var arī tieši pumpēt ūdeni izdalīšanas tīklā, savienojot rezerv. priekštelpā pieteces spiedvadu ar novadu uz izdalīšanas tīklu, noslēdzot un attaisot attiecīgos aizlaidņus. Bez spiedkolonnas tāda ietaise nav sevišķi ērta, jo grūti rēgulēt spiedienu izdalīšanas tīkla vados.

Pie rezervuāra, kas iebūvēts zemē, piebūvē p r i e k š k a m b a ŗ i (zīm. 337.), kuŗā novieto visus aizlaidņus uz pievada, novada un dibens nolaides. Torņa rezervuāros tādus priekškambarus aizvieto pagraba telpas. Priekškambarī vajaga

būt izliktai schēmai, kas rāda katra aizlaidņa nozīmi. Vēl labāk, ja uz katra aizlaidņa rokrata atzīmē viņa nozīmi un kā viņš jālieto. Visiem aizlaidņiem vajaga būt ērti pieejamiem.

Ūdens ielaide rezervuārā jāiekārto tā, lai viss ūdens tecētu cauri rezervuāram. Zemē iebūvētos rezervuāros ieteicams ūdeni izlaist vistālākā stūrī, skatoties no priekškambaŗa, lai viņš nekur nesastātos un tecētu visam rezervuāram cauri un iztecētu visaugstākā līmenī (zīm. 334.), ar paplašinātu caurules izteces galu (zīm. 336.), kas samizina ieteces pretestības. Ja ie-



336. zīm. Caurules izteces gals rezerv.

laide nav pacelta līdz visaugstākam ūdens līmenim, tad tā jāietaisa vismaz 15 cm pāri pār dibenu, lai iztecējušais ūdens neuzskalotu nogulušās dūņas. Rezervuāros uz torņiem ielaides princips jāievēro līdzīgā kārtā.

Notece uz izdalīšanas tīklu jāiekārto tā, lai ieteces gals paceltos 15—25 cm pāri pār dibenu. Lai nebūtu uz dibena jāatstāj bez kustības liels ūdens slānis, zemē iebūvētos rezervuāros ietaisa dibenā padziļinātu bedri, 30 līdz 100 cm dziļāku par dibenu, un tad caurules gals var nākt pārējā rezervuāra dibena līmenī. Tāda bedre noder arī rezervuāra dibens nolaides novietnei, un pats dibens jātaisa ar kritumu uz bedres pusi. Noteces caurules ieteces galā jāpietaisa caurumaina kārbiņa, taisīta no alvota vaŗa skārda, lai kādas no nejauši ietikušām rupjām, cietām vielām nevarētu ietikt izdalīšanas tīklā.

Ja rezervuārs sastāv no 2 nodaļām, tad visus aizlaidņus ievieto vienā kopīgā priekškambarī, bet gan jāparedz iespēja katru rezervuāra nodaļu izslēgt atsevišķi (zīm. 337., 345., 346.).

Katram rezervuāram vai viņa nodaļai vajadzīga pārtece, rezervuārā no nejauši par daudz ielaistā ūdens notecēšanai, lai neceltos kādi ļaunumi no pārplūšanas pār malām. Pārteces vadam vajaga būt tik lielam, lai viņš varētu uzņemt un novadīt vislielāko pieteces daudzumu.

Pēc Kurgast'a (Ges. Jug. 1897. S. 125) visizdevīgākais ātrums pārteces vadā ir $v = 1{,}91 \sqrt[5]{\frac{L^2 \cdot U^2 \cdot Q}{w^2}}$, kur apzīmē ar L — pārteces vada gaŗumu — m, U — viena tekoša metra izmaksu pie d = 0,1 m, Q — lielāko pārteces daudzumu — m^3 un w — 1 m rezervuāra sienas augstuma izmaksu. Tālāk tad ir $D = 1{,}128 \sqrt{\frac{Q}{v}}$ kā vada diametrs.

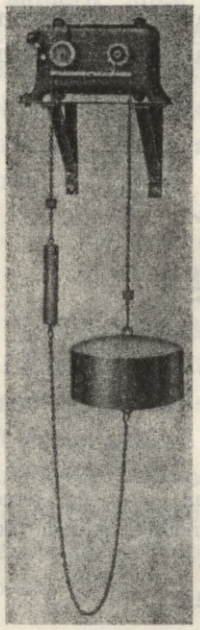
Aizlaidņus ievieto uz vadiem, kā jau minēts, sevišķā priekštelpā vai torņa pagrabā. Ūdens ievadīšana rezervuārā un novadīšanas ielu tīklā var notikt arī pa vienu un to pašu stāvcauruli, iekārtojot sistēmu sekojoši. Ja rezervuārā ieteci un izteci ierīko uz nozarojumiem no stāvvada (zīm. 337., kreisā pusē, I nod.), tad uz abām caurulēm, kā ieteces (1), tā noteces (2) ir ietaisītas sevišķas rēgulējošas klapes (k_1 un k_2), kas noder automatiskai ūdens tecēšanas virziena rēgulēšanai. Ja ūdens tek uz rezervuāra pusi, tad klape uz izteces vada (k_2) ir cieti un uz ieteces (k_1) vaļā. Ja turpretim ūdens tek virzienā iz rezervuāra, tad klape uz ieteces ir cieti un uz izteces vaļā. Var būt arī ietecei un iztecei rezervuārā viena un tā pati caurule (zīm. 337., labā pusē, nod. II), tad klape nav vajadzīga. Uz ieteces kā arī izteces vadiem vajadzīgi aizlaidņi. Aizlaidņu telpā var būt arī ievietota stāvkolonna (s), kas atvieglo pumpēšanu tieši tīklā. No stāvkolonnas jāparedz pārgāze, ja vislielākais pielaižamais spiediens būtu pārsniegts.

Nokāpšanai aizlaidņu telpā jāparedz ērtas trepes. No telpas arī parasti ietaisa durvis, ieiešanai rezervuārā. Protams, tas attiecas tikai uz zemē iebūvētiem rezervuāriem. Bet arī pie torņa rezervuāriem jāierīko ērtas trepes uzkāpšanai uz rezervuāra telpu, tāpat arī iekāpšanai rezervuārā jāietaisa kāpnes ārpusē un iekšpusē.

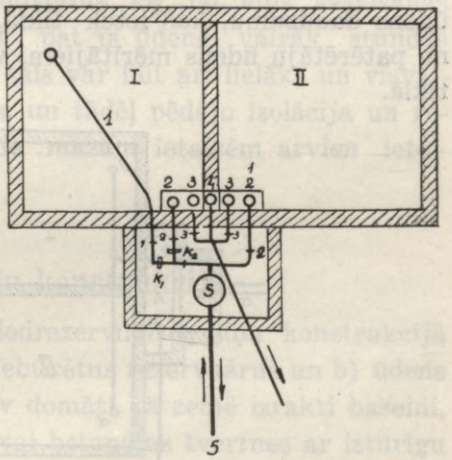
Rezervuāra telpas vēdināšana tā jāiekārto, lai vismaz 1 reiz diennaktī varētu apmainīties viss gaisa tilpums, un lai no ūdens izspiestais gaiss varētu brīvi iziet.

Ūdens līmeņa rādītāji vajadzīgi, lai varētu zināt, kad jāsāk pumpēšana un neceltos trūkums patēriņam. Visvienkāršākā ietaise rādīt līmeni rezervuārā ir ar pludiņu, kas piestiprināts pie ķēdītes, kuŗa iet par skriemeli, un kuŗas otrā galā ir rādītājs, kas uz iedalītas mērlates rāda līmeni, pie

kam visērtāk novērošanai ir, ja rādītājs novietots torņa apakšējā stāvā. Tāda ietaise tomēr neērta mašīnistam, jo katrreiz jānostaigā uz krātuvi. Arī iespējams tas ir tikai, ja krātuve atrodas pumpētavas tuvumā. Ir arī signālietaises, kas zemāko un augstāko līmeni pārraida uz pumpētavu ar skaņu signālu (zīm. 338.). Labāki ir tādi tāluma rīdītāji, kas arī no tālas krātuves līmeni uzrāda pumpētavā un arī pārvaldes telpās, tā



338. zīm. Līmeņu tālrādītājs.



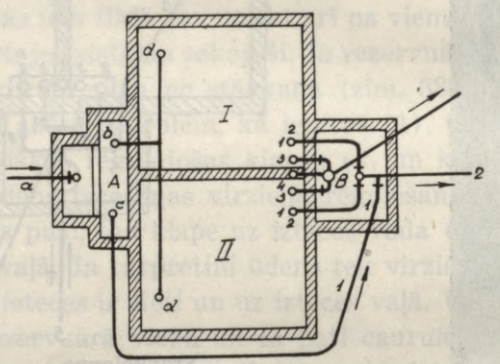
s — Stāvkolonna.
1 — Ietece.
2 — Iztece.
3 — Dibens nolaide.
4 — Pārtece.
5 — Ietece un iztece.
k_1, k_2 — Rēgulējoši vārstuļi.

337. zīm. Aizlaidņu telpas iekārta.

dodot iespēju darbību rēgulēt un kontrolēt. Tādi elektriski tālrādītāji konstruēti no daudz firmām, un katrā labi ierīkotā ūdensvadu iestādē viņi ir. Vislabāk, protams, ir tādi tālrēgulētāji, kas automatiski iedarbina arī mašīnas, lielākās ietaisēs tā to daudzreiz iekārto.

Ūdensmērītāji vajadzīgi pietekošā ūdens daudzuma reģistrācijai, kā to kārtīga ūdensvadu saimniecība prasa. Ar to mērķi kaut kurā vietā spiedvadā, vislabāk pumpētavas tuvumā, iebūvē kādu ūdensmērītāju, p. p., Venturi sist. Mazākām ietaisēm, un tādos gadījumos, kad ūdens pietek pa pašteču vadu, un krātuve iebūvēta zemē, var mērīšanu iekārtot

vienkāršākā veidā (zīm. 339.). Nelielā priekštelpā ietaisa mērīšanas nolūkā pārgāzi (A), pēc kuŗas tad ūdeni var ievadīt vai tieši rezervuārā (ar caurulēm b, d), vai novadīt uz aizlaidņu kameru (B) un te viņu pieslēgt notecei uz izdalīšanas tīklu (2), ja nevēlas, lai ūdens ietu cauri rezervuāram, bet līdz ar to no šā vada var arī liekais ūdens, kas patēriņam tūliņ nav vajadzīgs, iet atpakaļ rezervuārā (caurule 1, 2). Ūdens pārlīšanas augstumu pār pārgāzi reģistrē, vislabāk ar pašuzrakstītāju. Zinot ūdens daudzumu, kas ietek tīklā, un zinot patērēto daudzumu no patērētāju ūdens mērītājiem, var izzināt zaudējumu lielumu tīklā.



A. — Mērītāja priekškambaris. B. — Aizlaidņu telpa. a — ūd. ieteces vads. bdd — ūd. ielaide rez. 1 — ietece rez. 2 — notece uz izd. tīklu. 3 — dibens nolaide. 4 — pārtece.

339. zīm. Ūdens mērīšana ar pārgāzi.

Krātuvēs ūdens jāpasargā no temperatūras iespaidiem. To sasniedz pie zemē iebūvētiem rezervuāriem, viņus apbeŗot ar zemi 1,2 līdz 1,5 m augstumā, bet pie torņa rezervuāriem, pārklājot telpu, kuŗā ievietots rezervuārs, ar izolētām sienām un izolētu jumtu. Mazām ietaisēm ar maziem rezervuāriem, no kuŗiem naktī ūdeni ņem maz, un tā tad viņš apmainās lēnām, var būt pat vajadzība ietaisīt apkurināšanas ietaises, lai ūdens nesasaltu, it īpaši nesasaltu cauruļu vados, jo tādā gadījumā tie pārplīstu. Ar apkurināšanas nolūku, torņa apakšā uzstāda krāsni, un deggāzes vada caur dūmeni, kas iet caur rezervuāru, dūmeni laižot caur plašāku aizsargcauruli (p. p., 350 mm) no dzelzs skārda, 3—5 mm bieza. Dūmenim tuvumā jānovieto visi ūdens cauruļu stāvvadi. Var ietaisīt arī tvaika apkurināšanu. Apakšzemes telpā tad uzstāda tvaika katlu, no

kuŗa noiet tvaika caurule (ap 40 mm caurmērā), kas iet blakām ūdens vadiem un apiet apkārt rezervuāram no ārpuses un atgriežas pa otru līniju uz katlu. Ja pieietama lēta elektrība, var uzstādīt šachtā elektrisku krāsni, kas sasilda gaisu, kuŗu tad novada uz cauruļu un rezervuāra telpu.

Mākslīga ūdens aizsargāšana pret iesalšanu īstenībā vajadzīga tikai pie aukstiem upes vai ezera ūdeņiem. Gruntsūdens ir samērā silts, 6—8°C, un novērots, ka no viņa sasalšanas pat līdz —20°C nav jābaidās, pat ja ūdens vairāk stundas stāvējis bez kustības. Tomēr sals var būt arī lielāks un visvairāk jāaizsargā ūdens caurulēs, un tādēļ pēdējo izolācija un rezervuāra telpas apsildīšana pie mazām ietaisēm arvien ieteicama.

37. Krātuvju konstrukcija.

Apskatot krātuves kā spiedrezervuārus, viņu konstrukcijā var izšķirt 2 veidus: a) zemē iebūvētus rezervuārus un b) ūdens torņa rezervuārus. Pirmie nav domāti kā zemē izrakti baseini, bet viņus uzbūvē kā mūrētas vai betonētas tvertnes ar izturīgu pārklājumu, ko parasti vēl apbeŗ ar zemi, lai ūdens rez. nebūtu padots temperātūras iespaidiem. Zem ūdens torņiem jāsaprot rezervuāri novietoti uz sevišķas apakšbūves, un ievietoti drošā, izolētā telpā.

a. Zemē iebūvētas ūdens krātuves.

Zemē iebūvētiem spiedrezervuāriem ir daudz labu īpašību. Viņus var taisīt lielākus kā torņa rezervuārus, kas labāk nodrošina apgādājamo vietu ar ūdens rezervi. Tomēr viņu izvēle ir saistīta ar vietas augstuma apstākļiem. Ja apgādājamās vietas tuvumā ir kādi augstumi, kur tādu rezervuāru iespējams novietot, tad tas apstāklis ir jāizmanto. Ja turpretim attiecīgā augstuma vieta varētu atrasties tikai lielākā attālumā no apgādājamās vietas, tad uz saimnieciskā aprēķina pamata jānoskaidro, kas ir izdevīgāk, vai būvēt rezervuāru zemē lielākā attālumā no pilsētas, vai būvēt ūdens torni pilsētas tuvumā, vai pašā pilsētā. Rezervuāra novietošana lielākā attālumā prasa gaŗāku novadu līdz pilsētai, un arī spiediens tīklā palielinās par spie-

diena zaudējuma lielumu garākā vadā. Visi apstākļi jāapsver ar projekta variantu sastādīšanu.

Zemē iebūvētie rezervuāri ir ūdens tvertnes ar ūdensblīvām sienām un dibenu, un ar pārklājumu aizsargāšanai pret netīrumiem un temperatūras iespaidiem. Plānā rezervuārus taisa četrstūra vai daudzstūru veidīgus, vai apaļus. Pēdējie ir statiskā ziņā izdevīgāki, jo sienās darbojas tikai normālspēki, stiepes (no iekšējā ūdens spiediena) un spiedes (no ārējā zemes spiediena) un nav lieces momentu, kas izsauktu plaisas, p. p., stūros un kaktos. Ja sienas ir ar dibenskonstrukciju savienotas, kā tas pie dzelzsbetona var būt, tad gan jāaprēķina arī momenti sienas un dibens savienojuma vietās, un konstruktīvā ziņā jāiekārto tā, lai plaisas un ar to neblīvumi nevarētu rasties.

Kas attiecas uz četrstūrainu rezervuāra veidu, tad visizdevīgākais veids plānā būtu kvadrāts, jo pie šāda veida attiecības starp platību un sienu perimetru ir vislielākās. Tomēr te jāņem vērā, ka kvadrātiskas formas pārklājums maksā dārgāk kā iegarenas, un tādēļ ar variantu maksas aprēķināšanu jāatrod visizdevīgākais plāna veids. Rezervuāra tilpumu mēdz sadalīt 2 nodaļās, ja nav 2 atsevišķi rezervuāri. Tas vajadzīgs, lai nebūtu jāpārtrauc ūdens apgāde, kad rezervuāram vajadzīgs remonts vai tīrīšana. Vairāk kā 2 nodaļas parasti arī nemēdz taisīt, jo vienkārt 2 nodaļas maksā mazāk tam pašam ūdens daudzumam kā 3 vai 4, un otrkārt, liels skaits nodaļu apgrūtina technisko ierīcību (vajadzīgs liels skaits aizlaidņu un t. t.).

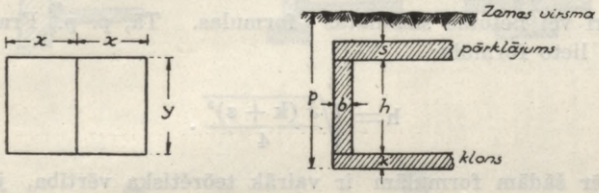
Rezervuāru dziļumu maziem un vidējiem rez. pieņem 2,5 līdz 4 m, lieliem 3 līdz 5 m. Lielākus dziļumus par 5 m izvēl reti, sevišķos apstākļos (p. p., ja mazs laukums). Dziļi rezervuāri gan ietver mazāku laukumu, bet tad sienas jātaisa biezākas, jo spiedieni (ūdens un zemes) uz sienām ir lielāki. Tā tad attiecības starp platību un augstumu jānoskaidro ar saimniecisku aprēķinu, izprojektējot variantus. Pieņemot zināmu plāna veidu un tvertnes tilpumu, attiecīgas tvertnes izmērus var aprēķināt un tie ir, bez sienu izmēriem vēl atkarīgi no 1 m^2 izmaksas par būvgrunti + rezervuāra klonu + + pārklājumu + apbērumu sakarībā ar rezervuāra dziļumu. Lielāks ūdens dziļums būs jo izdevīgāks, jo lielāka ir minētā izmaksas daļa no 1 m^2.

Piemērs saimnieciskam aprēķinam (zīm. 340.) Pieņemsim sienu biezumu (arī šķērssienai) $b = 0{,}4$ h, tā tad sienu vertikālais šķērsgriezums $= 0{,}4 . h^2$. Rezervuāru ņemsim ar 2 nodaļām, katras platumu $x = 0{,}75 . y$, vai $y = \frac{4}{3} . x$. Tā tad:

1) Sienu koptilpums $(2 . 2 . x + 3 . y)\ 0{,}4\ h^2 = 3{,}2 . x . h^2$.

Pieņemot 1 m^3 mūŗa maksu $= m_1$, visu sienu izmaksa būs:

$$M_1 = 3{,}2 . x . h^2 . m_1.$$



340. zīm. Rezerv. dziļuma aprēķinam.

2) Dibens, biezuma k un 1 m^3 izmaksa $= m_2$, tilpuma

$$2 x . y . k = \frac{8}{3} . x^2 . k$$

un izmaksa

$$M_2 = \frac{8}{3} . x^2 . k . m_2.$$

3) Pārklājums, vidēja biezuma s un 1 m^3 maksā $= m_3$:

$$M_3 = \frac{8}{3} . x^1 . s . m_3.$$

4) Zemes darbi uz 1 $m^2 = m_4$, pieņemot visu augstumu ar apbērumu $= p$:

$$M_4 = \frac{8}{3} . x^2 . p . m_4.$$

5) Grunts laukuma iegūšana, reducējot uz rezervuāra tīro laukumu $2 x . y$, un dabūjot 1 m^2 maksu $= m_5$:

$$M_5 = 2 x . y . m_5 = \frac{8}{3} . x^2 . m_5.$$

Kopmaksa:

$$M = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 =$$

$$= 3{,}2 . x . h^2 . m_1 + \frac{8}{3} . x^2 (k . m_2 + s . m_3 + p . m_4 + m_5).$$

Rezervuāra tilpums $J = 2 xy . h = \frac{8}{3} . x^2 . h$

$$\text{un } x = \sqrt{\frac{3}{8} . \frac{J}{h}}.$$

Maksas izteiksme tad būtu:

$$M = 1{,}6 \cdot m_1 \cdot \sqrt{\frac{3}{2} \cdot J \cdot h^3} + \frac{J}{h}(k \cdot m_2 + s \cdot m_3 + p \cdot m_4 + m_5).$$

Diferencējot izteiksmi ar h un pirmo atvasinājumu ņemot = 0, un attiecīgi formulu pārveidojot, dabūjam:

$$h = \sqrt{\frac{J\,(km_2 + sm_3 + pm_4 + m_5)^2}{8{,}64 \cdot m_1^2}}.$$

Ir arī vēl lietotas saīsinātas formulas. Tā, p. p., Francijā Vigrē (Vigreux) lieto formulu:

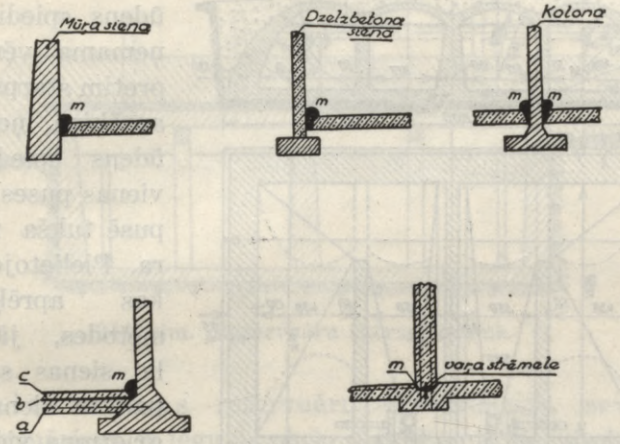
$$h = \sqrt[5]{\frac{J\,(k+s)^2}{4}}.$$

Tomēr šādām formulām ir vairāk teorētiska vērtība, jo praktiskā ziņā rezultātus var iespaidot daudzi vietējie apstākļi (materiālu cenas, materiālu piegādāšanas iespējamība, darba spēks un t. t.), kas viss jāņem vērā. Ja ūdens jāpumpē, tad arī celšanas augstums iespaidos rezervuāra dziļumu. Visus vietējos apstākļus ievērojot, tad jāizvēl, praktiskām prasībām vislabāk atbilstošs, rezervuāra dziļums.

Rezervuāra dibens, klons vai grīda jātaisa ar kritumu 1:250 līdz 1:500 uz ūdens nolaišanas vietu. Dibenu taisa no betona, un viņš var būt izveidots kā pamata plātne visai tvertnes uzbūvei, vai var būt ietaisīts starp jau gatavām sienām, kuŗas tad patstāvīgi pamatotas. Pirmā gadījumā, kad sienas ar dibenu savienotas monolitiski, plātnes izmēri un sienas pievienojums jākonstruē tā, lai nevarētu celties plaisas un neblīvumi savienojuma vietās. Pie dzelzsbetona konstrukcijas tas iespējams attiecīgi iedalot stiegrojumu. Labāk var izbēgt nevienmērīgu dibens plātnes piepūli, ja viņu atdala no nesošās konstrukcijas (sienu pamata) ar šuvēm, kas vēlāk aizpildāmas ar kādu elastīgu, ūdensblīvu masu, p. p., asfalta mastiksu. Tāda klona plātne tad ir patstāvīga konstrukcija, nav saistīta ar nesošām daļām, tā tad statiskās piepūles viņā ir vienkāršākas, un viņa var būt plānāka (zīm. 341.). Uz labas būvgrunts var plātnes apakšā likt liesāku betona kārtu, 8—10 cm biezu, un tad ap 10 cm biezu īsto plātni, ieliekot viņā krustām dzelzs stiegrojumu 20—25 cm attālumā. Neliela sienu vai plātnes sēšanās (pēc zemes uzbēršanas un tvertnes piepildīšanas ar ūdeni) nekādu ļaunumu nevar atnest, ja dibens šuve aizpildīta ar elastīgu masu. Ja plātnei būtu arī jānes sienas, tad

viņas biezums būtu vajadzīgs 30—60 cm, vai cik to statisks aprēķins prasītu.

Kā jau minēts, klonu tagad taisa no betona ar 2 cm biezu, gludu cementa apmetumu. Senāk nolika klonu ar stipri dedzi-

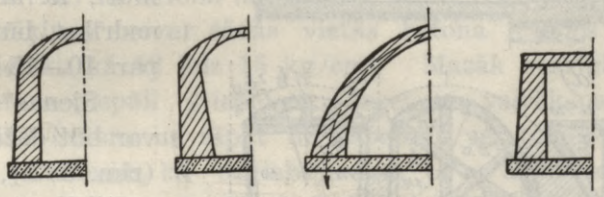


m — Asfalta mastiks. a — Betona pamats 0,2 m. b — Ūdensblīva starpkaste 6 mm, p. p., ruberoids ar asfaltu. c — Klona virsas betons 0,10 m.

341. zīm. Sienu savienojums ar grīdu.

nātiem ķieģeļiem (klinķeriem) uz kanti, aizpildot šuves ar cementu vai ar asfaltu. Ja ūdenim ir stipri agresīvas īpašības, tad sevišķi ieteicams klonu taisīt šādā veidā.

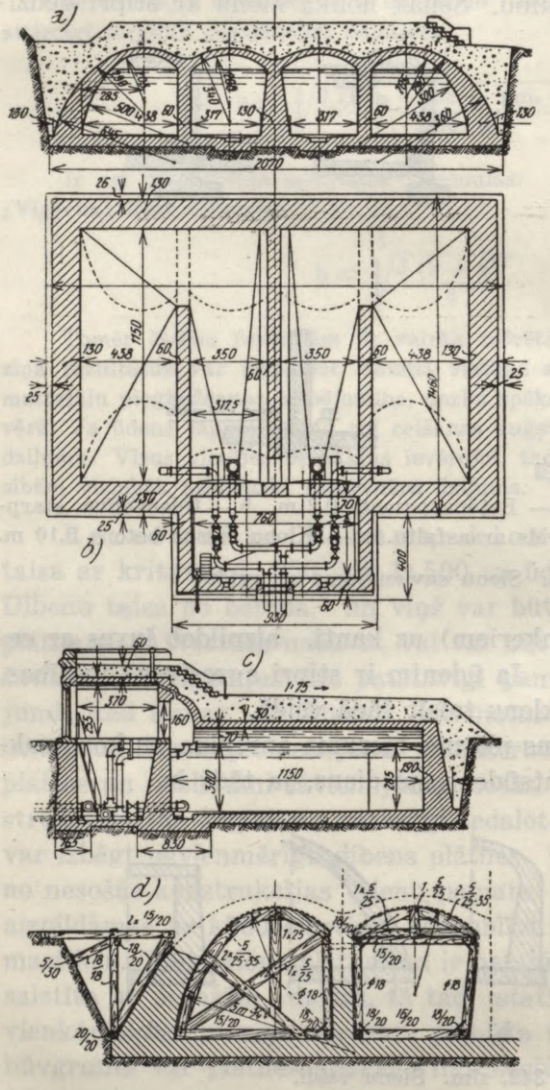
Protams, pie dibens plātnes biezuma aprēķina un konstrukcijas jāņem vērā gruntsūdens spiediens, ja tāds ir.



342. zīm. Sienu veidi.

Rezervuāra s i e n a s taisa no ķieģeļu mūra, vai betona, vai dzelzsbetona. Sienu biezums jāaprēķina ar būvstatikas paņēmieniem, ņemot sienu piepūli kā rezultanti no iekšējā ūdens spiediena un ārējā zemes spiediena, kā arī ārējam zemes spiedienam vien, tā tad sienu biezumu pārbaudot, kā tukšam rezer-

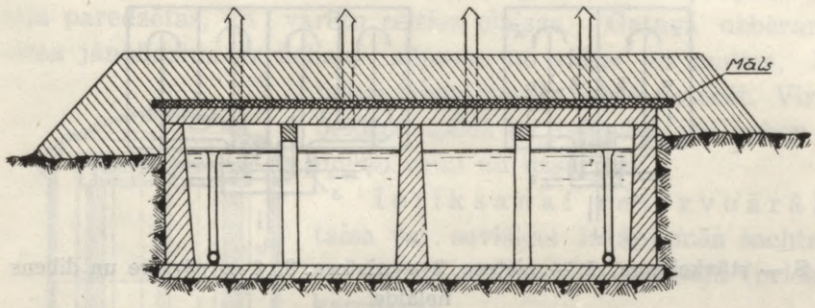
vuāram, tā arī piepildītam ar ūdeni, bet aizbērtam ar zemi. Jāņem vērā arī pārklājuma un virspus apbēruma slodze. Rezervuāra piepildīšanu ar ūdeni, kamēr vēl nav zeme aiz sienām aizbērta, jāizbēg, tā tad piepūle no tīra ūdens spiediena nav ņemama vērā. Turpretim starpsienas jāaprēķina, ņemot vērā ūdens spiedienu no vienas puses, pie otrā pusē tukša rezervuāra. Pielietojot grafiskas aprēķināšanas metodes, jāsasniedz, lai sienas spiedlīnija paliktu sienas šķērsgriezuma vidējā trešdaļā, un piepūles nedrīkst būt lielākas par pielaižamām. Nekādā ziņā mūrī nedrīkst būt stiepes piepūles, jo tad celtos plaisas, bet spiedes piepūles, kā ķieģeļu mūrī, tā arī betonā, nedrīkst būt lielākas par 10—15 kg/cm².



343. zīm. Taisnstūraina tvertne ar velvesveidīgām sienām un pārklājumu.

Sienas griezumi var būt dažādu veidu (zīm. 342.), vai ar vertikālu (a), vai slīpu (b) iekšpusi vai ārpusi. Visizdevīgākais statiskā ziņā ir tāds šķērsgriezums, kas pieskaņojas spriešļu līnijai (c). Sevišķi izdevīga tāda konstrukcija, ja arī no virsas tvertni pārklāj ar velvēm (zīm. 343.). Tādi p ā r k l ā j u m i ar augstām velvēm bija senāk parasti.

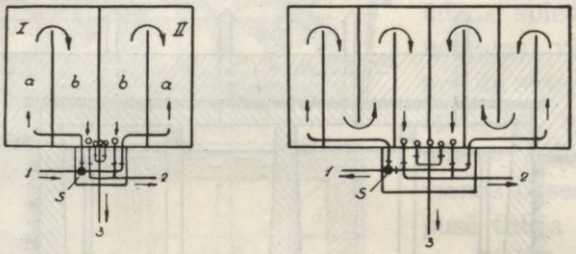
Tagad pārklājumus taisa plakanus, vai mūŗa vai betona velvītēm starp I sijām, vai kā dzelzsbetona pārklājumu (zīm. 342d. un 344.). Lieliem rezervuāriem pārklājumu konstrukcija jāpabalsta parasti ar kolonnām (zīm. 344.).



344. zīm. Rezervuāru šķērsgriezums.

Dzelzsbetons rezervuāru konstrukcijā, sevišķi lieliem rezervuāriem, ir ieguvis plašu piekrišanu. Bet dzelzsbetona konstrukcijas vispārīgi ir dārgas, un pie maziem rezervuāriem iepriekš labi jāapsveŗ, vai nevar lētāk iztikt bez dzelzs stiegrojuma. Dzelzsbetona rezervuāriem tomēr ir savas labās īpašības, un, sevišķi pie sliktas būvgrunts, viņus var taisīt blīvākus kā vienkāršus mūŗa vai betona, jo konstrukciju var tā iekārtot, ka stiepes piepūles un līdz ar to plaisājumus var pilnīgi izbēgt. Konstrukcijā jābūt tik daudz dzelzs, lai stiepes piepūle nebūtu lielāka par 1.000 līdz 1.200 kg/cm². Vārīgās vietas (stūŗos un t. l.) uz betona līdzdarbību nevar rēķināt, bet betona masu aprēķinot, nevar tādās vietās betona stiepes stiprību pielaist lielāku kā 12 līdz 15 kg/cm². Mazāk svarīgās vietās pielaiž betona piepūli stiepei un liecei ne vairāk par 20 līdz 25 kg/cm² Betonu un tāpat dzelzsbetonu var tomēr pielietot tikai tad, ja ūdenim, kā uzglabājamam, tā no ārpuses gruntsūdenim nav agresīvas īpašības. Pēdējais krīt svarā, ja tvertne ieguldīta gruntsūdenī. Ja minētos gadījumos pielieto betonu, tad virsmas jāaizsargā pret kaitīgiem iespaidiem ar gludu cementa pārklājumu, un pārsedzamas ar kādu aizsarglīdzekli: pirolitu, inertolu un t. l. Pie ļoti stiprām gruntsūdens agresīvām īpašībām sienu jāizzolē sevišķi rūpīgi ar bitumena un ruberoida plātnēm, vai rūpīgi noliktu biezu māla kārtu ārpus rezervuāra.

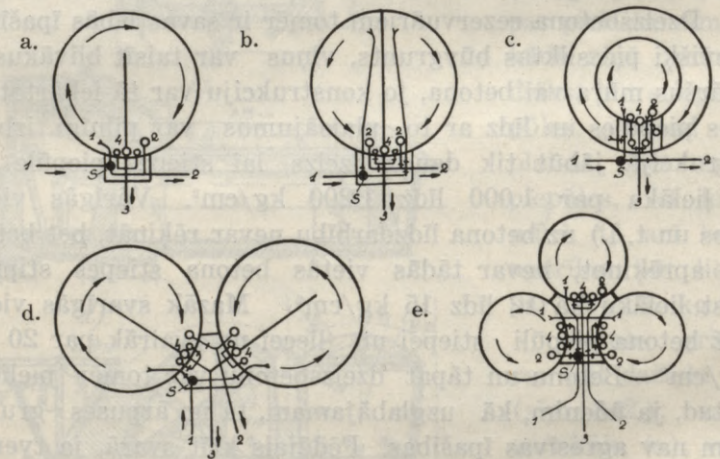
Kā jau minēts, labākai ūdens cirkulācijai ieteicams rezervuārā iebūvēt šķērssienas (zīm. 345.), kas dod pietiekošu garantiju, lai ūdens nekur nesastātos. Priekškambarī tad ievietoti aizlaidņi, ūdens kustības rēgulēšanai vados. Apaļos rezer-



S — stāvkolonna, 1 — pietece, 2 — aiztece, 3, 4 — pārtece un dibens nolaide.

345. zīm. Rezerv. iedalījums plānā.

vuāros šķērssienu iebūve ir apgrūtināta, tomēr arī te vēlams, lai rezervuārs būtu sadalīts 2 nodaļās (zīm. 346.), kas var būt ierīkots arī koncentriski (c). Lielākām ietaisēm tomēr labāk taisa 2 vai vairāk atsevišķas tvertnes, pie kam nebūt nav vaja-



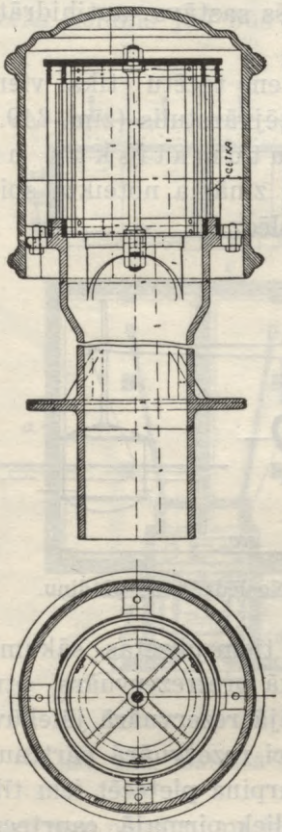
346. zīm. Apaļa rezerv. iekārta.

dzība, lai tādas būtu ievietotas vienā vietā, bet gan otrādi, labāk ir, ja tvertnes ir dažādās pilsētas daļās, kas labāk nodrošina ūdens piegādi (Rīgā, zīm. 332.).

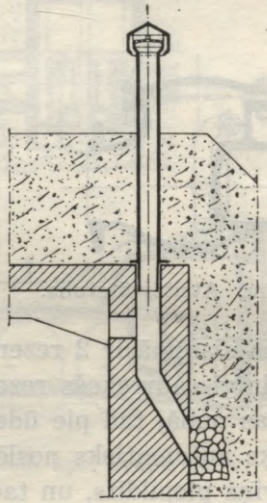
Rezervuāra pārklājumu no virsas apbeŗ ar zemi, 1,2 līdz 1,5 m, atkarīgi no klimata, lai samazinātu gaisa temperātūras iespaidu uz ūdens temperātūru. Pirms zemes uz-

bēršanas pārklājumu no virsas apklāj ar ūdensblīvu materiālu, mālu vai asfaltu, lai lietus ūdens nevarētu cauri sūkties un bojāt mūri. Zemes uzbērumu izved rūpīgi, nelielām kārtām, un tā, lai viscaur būtu vienāda slodze un kādā malā nepaceltos lielāka slodze, jo tad varētu rasties mūrī piepūles, kas aprēķinā nebija paredzētas, un varētu celties plaisas. Gatavā uzbēruma virsa jānolīdzina ar nelielu slīpumu no vidus uz malām, lai lietus ūdens varētu labāk notecēt. Virsu beidzot apliek ar velēnām, vai apbeŗ ar melnu zemi un uzsēj zāli.

Ietikšanai rezervuārā ietaisa vai sevišķas iekāpjamās šachtas, vai durvis no aizlaidņu kambaŗa (priekškambaŗa).



347. zīm. Vēdināšanas kanāļa uzgalis.



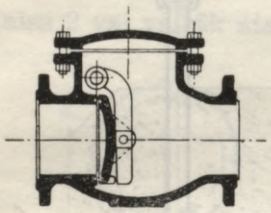
348. zīm. Vēdināšanas iebūve.

Vēdināšanas (ventilācijas) kanāļi jāizved cauri velvēm vai citāda veida rezervuāra pārsegumiem, kā arī zemes uzbērumam (zīm. 344.), un jāpaceļ pāri pār uzbērumu kādu 1 m. Vēdināšanas ietaise jāpasargā no netīrumu, mušu, odu un t. l. ietikšanu un tādēļ kanālim virs zemes jānobeidzas ar sevišķu uzgali (zīm. 347.), kas satur smalku metalla tīkliņu.

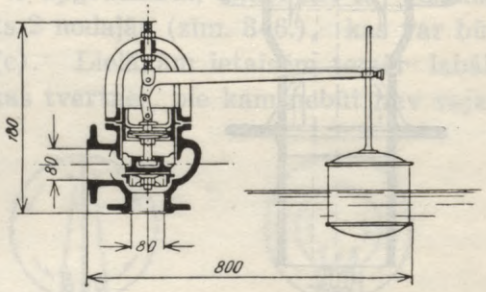
Tāda uzgaļa konstrukcija var būt arī ļoti vienkārša (zīm. 348.), vēdināšanas caurules uzmavā iebūvējot tīkliņu, un no virsas pārsedzot ar jumtiņu. Lai nejauši ietikuši priekšmeti nenonāktu ūdenī, caurules apakšējo galu izlaiž caur sienu (zīm. 348.). Ieteicams arī aizlaidņu kambaŗa vēdināšanai iebūvēt kanāli ar uzgali.

Rezervuāra mūŗa iekšpuse j ā a p m e t ar ūdensblīvu cementa sastāvu un rūpīgi jānogludina. Ja vajadzīgs jāpiejauc apmetuma cementam kāds ūdeni aizturošs sastāvs: antihidrāts, pirolits, sikka, vai cits līdzīgs.

Dažreiz ietaise vēlama tāda, lai ūdens tecētu tikai vienā virzienā, tad attiecīgā vadā jāiebūvē atsitējvārstulis (zīm. 349.). Dažreiz vadu līnijā iebūvē arī tādus a u t o m a t i s k u s n o s l ē d z ē j u s, kas vada pārplīšanas un zināma noteikta spiediena pārsniegšanas gadījumā, vadu noslēdz.



349. zīm. Atsitējvārstulis.

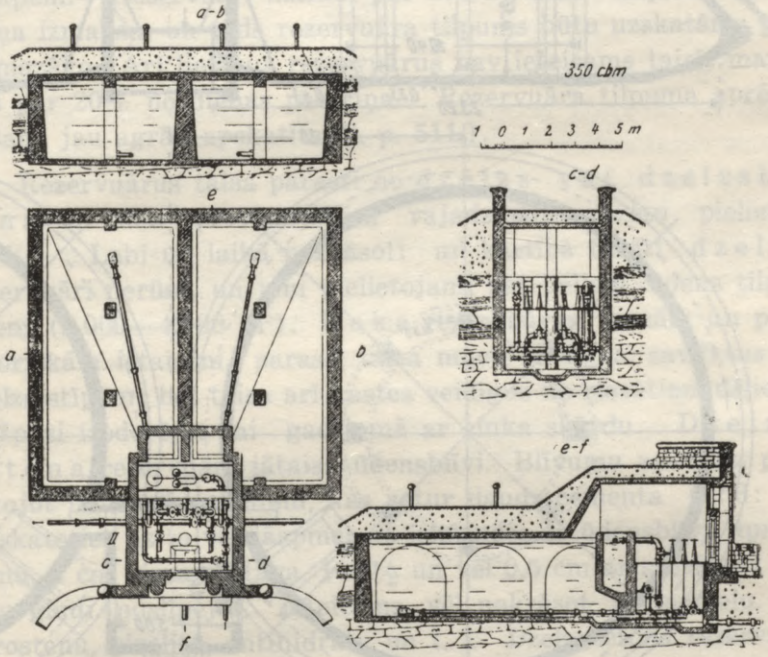


350. zīm. Noslēdzējs ar pludiņu.

Ja sistēmā ir 2 rezervuāri, viens to tiem pilsētas sākumā, kā pilnīgi caurtekošs rezervuārs, otrs kā pretrezervuārs otrā pilsētas malā, tad pie ūdens izteces pēdējā rezervuārā jāiebūvē sevišķs automatisks noslēdzējs, kas ieteci rezervuārā pārtrauc, kad viņš piepildīts, un tad ūdens, kas turpina pietecēt ielu tīklam, un pēdējā netiek viss patērēts, paliek pirmajā caurteces rezervuārā, to piepildot. Tāds noslēdzējs, p. p., sastāv no horizontālas svīras, kuŗas vienā galā piestiprināts dubults vārstulis, otrā pludiņš (zīm. 350.). Ja tādu automatisku vārstuļu nebūtu, tad liekais ūdens no otra rez. iztecētu pa noteces vadu un ietu zudumā, kamēr pirmā, caurteces, rezervuāra piepildīšanās varētu pat būt neiespējama.

A i z l a i d ņ u k a m e r ā, par kuŗas iekārtu jau agrāk minēts (zīm. 345., 346.), jāievieto visi cauruļu noslēgumi

tā, lai viņi būtu viegli pārskatāmi un viegli apkalpojami. Jāparedz viegla pietikšana pie atloku skrūvēm un viņu pieblīvēšanas iespēja, tāpat arī viegla aizlaidņu izņemšana apmaiņīšanai, kad tas vajadzīgs bojājumu gadījumā. Lielāku aizlaidņu kameru taisīt nekā tas būtu nepieciešams, arī nav vajadzība, jo pietikšana pie atloku skrūvēm vajadzīga reti, un nekādas sevišķas ērtības nav prasāmas. Pie projektēšanas ieteicams vispirms iezīmēt plānā visus aizlaidņus un atlokus, un tad kameras lielums jau būs ar to viegli iezīmējams. Aizlaidņu ka-

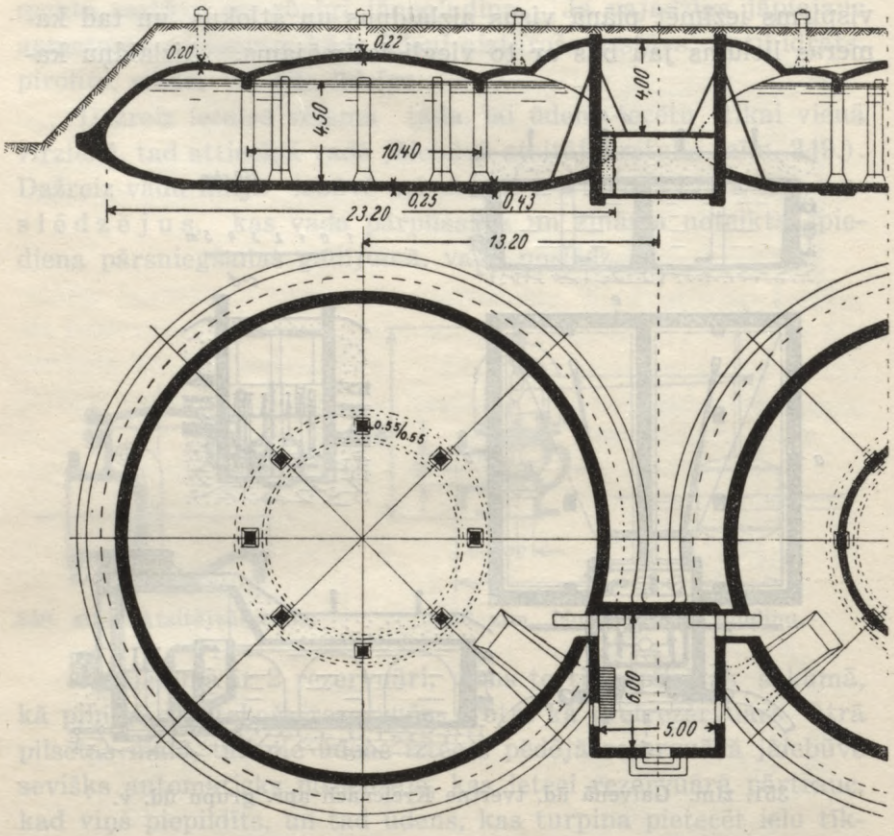


351. zīm. Galvenā ūd. tvertne Kreicnach apr. grupu ūd. v.

merā var nokāpt pa trepēm, un tāpat no kameras jāparedz iespēja iekāpt rezervuārā. Virs zemes parasti taisa sevišķu uzbūvi, no kuŗas tad var ietikt aizlaidņu telpā un rezervuārā. Sevišķi skaista architektūra te nebūtu vietā, jo nepavisam nav vēlams pievilkt tūristus un vispār apmeklētājus pie ūdensvada ietaisēm.

R e z e r v u ā r u p i e m ē r i. Rezervuāru konstrukcija atkarājas no vietējiem būves apstākļiem. Piemēram var noderēt 350 m^3 liels ūdens rezervuārs kādā grupu ūdens apgādē

(zīm. 351.). Viņš sastāv no 2 nodaļām un aizlaidņu kameras, un taisīts no betona ar plakanu griestu pārklājumu. Tā kā rezervuārs ir viens no diviem grupas galveniem rezervuāriem, tad, kā jau vajadzība minēta, viņā iebūvēta automatiska pludiņu vārstuļu ietaise un arī automatiski līmeņa tālrādītāji.



352. zīm. Osnabrikas rezerv.

Apaļi rezervuāri izbūvēti 1907. g. Osnabrikas p. (zīm. 352.). Katrs no 2 blakus gulošiem rezervuāriem ir 1.600 m^3 liels, un viņiem ir kopīga aizlaidņu kamera, novietota starp abiem rezervuāriem. Rezervuārs dzelzs betona, ar kupola veidīgu dzelzsbetona pārklājumu, pabalstītu ar dzelzsbetona kolonnām. Ūdens dziļums 4,5 m. Sienas un dibens iekšpuse pārklāti ar 2 cm biezu nogludinātu cementa apmetumu. Virsū uzlikts divkāršs darvas gudrona pārklājums.

b. Ūdenstorņi.

Ja apgādājamās, ar ūdeni, vietas tuvumā nav pietiekoši augstas novietnes, kur spiedrezervuāru varētu iebūvēt zemē, tad viņš ir jānovieto pāri par zemes virsu pienācīgā augstumā uz sevišķas apakšbūves. Tā kā tāda augstu izcelta būve parasti izskatās torņveidīga, tad arī no tā cēlies nosaukums «ūdenstornis». Arī ūdenstorņa novietnei jāizvēl pēc iespējas augstāka vieta, lai viņa uzbūve maksātu lētāk. Jo augstāk tornis jāuzbūvē, jo konstruktīvi dārgāks viņš ir, kas atkarājas mazāk no rezervuāra lieluma kā no vēja spiediena un konstruktīviem apstākļiem. Rezervuāri mazāki par 100 m^3 maz iespaido ūdens torņa izmaksu, un tāds rezervuāra tilpums būtu uzskatāms par vismazāko. Arī lielākus rezervuārus nav ieteicams taisīt mazākus par 20% no dienas patēriņa. Rezervuāra tilpuma aprēķināšana jau agrāk apskatīta (l. p. 511.).

Rezervuārus taisa parasti no dzelzs vai dzelzsbetona, un tikai provizoriskām vajadzībām varētu pielietot koku. Labi un laikā nokrāsoti un kārtībā turēti dzelzs rezervuāri nerūsē, un viņi pielietojami pat lieliem ūdens tilpumiem (2.000—4.000 m^3). Koka rezervuārus, mazām un provizoriskām ietaisēm, parasti taisa mucu veidīgus, savilktus ar dzelzs stīpām; bet taisa arī kastes veidīgus no rievētiem dēļiem, iekšpusi izoderējot šai gadījumā ar cinka skārdu. Dzelzsbetona rezervuāri jātaisa ūdensblīvi. Blīvumu sasniedz pielietojot labu, blīvu betonu, kas satur daudz cementa (1:3:4). Neskatoties uz to vēl jāapmet no iekšpuses ar ūdensblīvu apmetumu, 2 cm bieza sastāva 1:2½ un vēl 0,5 cm ar sastāvu 1:1, visu gludi noslīpējot. Ieteicams vēl nokrāsot ar inertolu, siderostenu, pirolitu, antihidrātu un t. l. Dzelzsbetona rezervuāriem materiāla daudzums mazāks, un viņi viegli izgatavojami vēlamā veidā.

Rezervuāra veids. Ūdens tvertnei ūdenstorņos izvēl apaļu veidu, jo tas atbilst vislabāk statiskām prasībām, lai uz sienām iedarbojas tikai normālspēki. Četrstūraini rezervuāri, kastes veidīgi, iespējami tikai maziem tilpumiem, jo lielākām tvertnēm konstrukcija iznāktu smaga un ļoti dārga, tā kā vajadzīgas stiprākas sienas nekā apaļām tvertnēm, arī uzlikšanai vajadzētu plašu siju konstrukciju, ko gan varētu atvieglot, liekot apakšā kolonnas, tas tomēr būvi nepalētinātu. Tā tad

parastais tvertnes veids uz ūdenstorņiem ir virsējā daļā cilindrisks. Kas attiecas uz tvertnes dibens konstrukciju, tad arī pie tās jāpieliek pūles, lai būvmateriālu vislabāk izmantotu, tā tad, lai te darbotos tikai normālspēki. Tādai prasībai vislabāk atbilst tās dibens konstrukcijas, kas izveidojas no lodes nogriezumiem. Plakans dibens nav ieteicams no tā viedokļa, ka prasa daudz dzelzs, kā pastiprinātam dibens biezumam, tā arī viņa pabalstam uz plašas siju konstrukcijas. Tā, p. p., tādam rezervuāram 80—150 m^3 tilpuma, dibenam uziet dzelzs ap $^1/_{40}$ un sijām ap $^1/_{12}$ līdz $^1/_{15}$ no ūdens svara rezervuārā. Neērti arī pietikt pie dibena remontam vai nokrāsošanai no ārienes, jo sijas aizsedz lielu daļu dibena.

Ūdens tvertnes izmēru attiecības var noteikt uz sekojoša apcerējuma pamata. Viszemākais ūdens līmenis nosakāms ar vajadzīgo darba spiedienu apgādājamā vietā, par ko jau minēts. Pāri pār šo līmeni nu gulstas pieņemtais ūdens tilpums. Lai palētinātu pumpēšanu, ūdens dziļums būtu jāņem pēc iespējas mazs, kas tomēr nav konstruktīvā ziņā izdevīgi. Visizdevīgākie apstākļi ir, ja rezervuāra diametrs ir divreiz tik liels kā augstums (resp. ūdens dziļums), jo pie tādām attiecībām būvmateriāla patēriņš ir vismazākais zināmam ūdens tilpumam. Bet sastop arī attiecības $H = 0{,}6\ D$, kur H — tvertnes augstums un D — diametrs. Ieteic arī šādas formulas: pie tvertnēm tilpuma J = 100 līdz 500 m^3:

$$D = 6{,}00 + 0{,}01\ J.$$

un pie tvertnēm 500 līdz 1.500 m^3:

$$D = 11{,}00 + 0{,}002\ .\ J.$$

Iepriekšējiem aprēķiniem Geņijevs ieteic formulu:

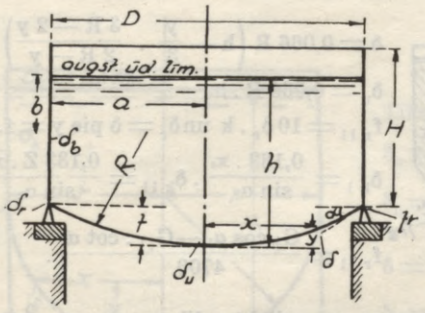
$$D = 1{,}25 \sqrt[3]{J}.$$

un ja pieņemam $H = 0{,}5\ D$, tad

$$D = 1{,}316 \sqrt[3]{J}.$$

Vispieņemamākais rezervuāra veids, kā jau minēts, ir cilindrs ar apaļu dibenu. Dažādas rezervuāra konstrukcijas atšķiras viena no otras galvenā kārtā ar dibens izveidojumu un ar balstījumu uz nesošo apakšējo daļu. Visvecākais izveido-

jums bija ar uz apakšu izliektu dibenu (zīm. 353.), lodes izgriezuma veidā. Ļaunums pie tādas konstrukcijas saskatāms tai ziņā, ka balsta gredzens, kas pārnes tvertnes svaru uz nesošo konstrukciju, un atrodas pārējā no sienu cilindriskās



$\delta_b = 0{,}133 \cdot a \cdot b.$

$\delta = 0{,}066 \left(h - \frac{y}{3} \cdot \frac{3R - 2y}{2R - y} \right).$

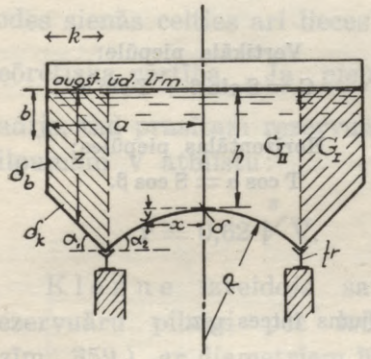
$\delta_u = 0{,}066 \cdot R \cdot h.$

$\delta_r = \delta$, ja $y = f$.

$f_r = 10 \cdot \delta_r \cdot a \cdot \cos \alpha$

353. zīm. Tvertne ar noliektu dibenu.

formas uz lodes izgriezuma dibenu, padots svārstīgai piepūlei, atkarīgi no ūdens pildījuma rezervuārā, tā tad no svārstīgas slodzes. No tā cieš mūris, kam slodze jāuzņem, un lai viņš ātri neizdruptu, zem balsta gredzena paliek granīta bluķi.



G_I = svītrotās daļas ūdens svars.

G_{II} = pārējās daļas ūdens svars.

$\delta_b = 0{,}133 \cdot a \cdot b.$

$\delta_k = \frac{0{,}133 \cdot z \cdot k}{\sin \alpha_1}.$

$\delta = 0{,}066\, R \left(h + \frac{y}{3} \cdot \frac{9R - 4y}{2R - y} \right) - \frac{9R}{47000 \cdot x^2}.$

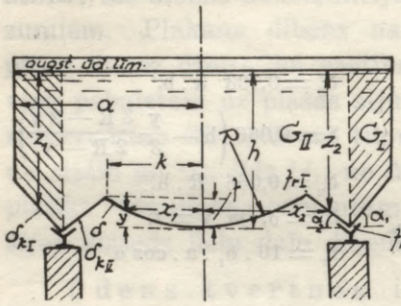
resp. $0{,}066\, R \left(h + \frac{y}{3} \cdot \frac{3R - 2y}{2R - y} \right) + \frac{9R}{47000 \cdot x^2}.$

$f_r = \frac{G_I \cdot \cot \alpha_1 - G_{II} \cdot \cot \alpha_2}{4700}.$

354. zīm. Intces rezerv. ar uzliektu dibenu.

Grūtības balsta konstrukcijā mēģināja novērst Intce (zīm. 354. un 355.), izveidojot dibenu no lodes un kōna atgriezumiem tā, lai horizontālās slodzes komponentes no abām pusēm savstarpīgi viena otru atceltu (zīm. 356.), un uz balsta

riņķi pārietu tikai vertikālā slodze. Tā tad balstam nav jāiztur sāniskās piepūles. Balsts te tad nav rezervuāra malā, bet atrodas tālāk nost no malas, ar ko tad arī balstu gredzena diametrs ir mazāks, un tāpat tam piemērota nesošā konstrukcija. Tam



$$\delta = 0{,}066\ R\left(h - \frac{y}{3}\cdot\frac{3R-2y}{2R-y}\right).$$

$$\delta_u = 0{,}066\ R\ .\ h.$$

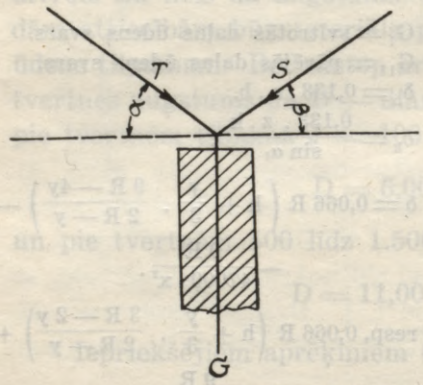
$$f_{r\,II} = 10\,\delta_r\ .\ k \text{ un } \delta_r = \delta \text{ pie } y = f.$$

$$\delta_{k\,I} = \frac{0{,}133\ .\ x_1}{\sin\alpha_1}\ .\ \delta_{k\,II} = \frac{0{,}133\ Z\ .\ x_2}{\sin\alpha_2}.$$

$$f_{r\,II} = \frac{G_I\cos\alpha_1 - G_{II}\ .\ \cot\alpha_2}{4700}.$$

355. zīm. Intces rezerv. ar noliektu dibenu.

pretim Intces rez. ir arī savas ļaunās puses. Liels daudzums stūŗu sarežģī konstrukciju. Visi stūŗi jātaisa un jāuztur ūdensblīvi, kas sevišķi grūti pie dzelzsbetona rez. Arī architektoniskā torņa izveidošana apgrūtināta, jo tvertnes ievietošanai



Vertikāla piepūle:

$$G = S\sin\beta + T\sin\alpha.$$

Horizontālas piepūles:

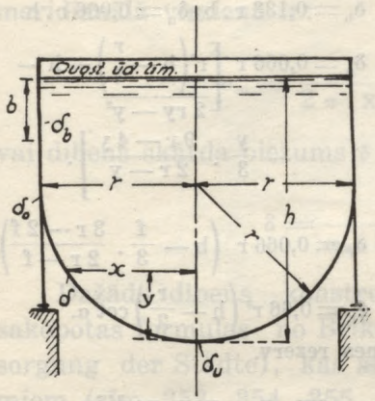
$$T\cos\alpha = S\cos\beta.$$

356. zīm. Spēku sadalījums Intces rez.

telpa vajadzīga plašāka, nekā to prasa torņa apakšējā konstrukcija. Tomēr Intces rez. ir ļoti populārs, un pielietojams arī dzelzsbetona konstrukcijā.

B a r k h a u s e n a rezervuāra konstrukcija (zīm. 357.) mēģina novērst Intces rez. ļaunās puses. Barkhausena rez. tā izveidots, ka sienās un dibenā ir tikai stiepes piepūles, un tā tad nav vajadzīgi sevišķi pastiprinājumi.

Vertikālās slodzes pārnešanai uz balsta gredzenu noder pašas cilindra sienas, pie kuŗām piestiprināti atsevišķi balstiķi, ar kuŗiem rezervuāru piekaŗ nesošai konstrukcijai. Apakšējā daļa ir puslode (zīm. 358.), un lai viņā būtu tikai stiepes pie-



357. zīm. Barkhausena rezerv.

Tikai stiepes piepūles, ja $h \geqq \frac{5}{3}$ r.

$\delta_b = 0{,}133\ r\ .\ b.$

$\delta_o = 0{,}066\ r \left(h - \frac{r}{3}\right).$

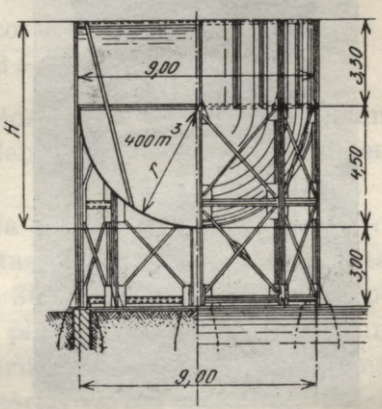
$\delta = 0{,}066\ r \left(h - \frac{y}{3} \cdot \frac{3r - 2y}{2r - y}\right).$

$\delta_u = 0{,}066\ r\ .\ h.$

pūles, tad ūdens pildījumam H vajadētu būt $H \geqq \frac{5}{3}\ .r$ (pēc Forchheimera), un pie mazāka pildījuma varētu, stingri ņemot, lodes sienās celties arī lieces piepūles, bet tam gan ir vairāk teorētiska vērtība. Ja pieņem $H = \frac{5}{3}$ r, kur r — ir lodes radijs, tad prasītam rezervuāra tilpumam V atbilstu:

$$r = 0{,}62 \sqrt[3]{V}.$$

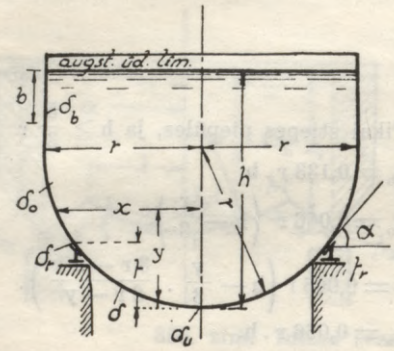
Klenne izveidoja savu rezervuāru pilnīgi pēc lodes (zīm. 359.), ar diametriem līdz 10 m. Lodes balsti atrodas vai pie lodes ekvatora vai zem tā (zīm. 360.), pēdējā gadījumā būs samazināts balsta riņķis. Tādas lodes, attiecīgi izolētas, var stāvēt bez kādas jumta konstrukcijas.



358. zīm. Barkhausena reverv. konstrukcija.

Aprēķini. Sienu biezumu cilindriskā virsmā aprēķina ar formulu:

$$\delta = \gamma \cdot \frac{r \cdot b}{\sigma},$$



$$\delta_b = 0{,}133\ r \cdot b;\ \delta_u = 0{,}066\ r \cdot h.$$

$$\delta_o = 0{,}066\ r \left[\frac{r^2\left(h - \frac{r}{3}\right) + h - \frac{y}{3} \cdot \frac{9r - 4y}{2r - y}}{2ry - y^2} \right].$$

$$\delta_r = 0{,}066\ r \left(h - \frac{f}{3} \cdot \frac{3r - 2f}{2r - f}\right).$$

$$f_r = 0{,}66\ r^2 \left(h - \frac{r}{3}\right) \cot \alpha.$$

359. zīm. Klennes rezerv.

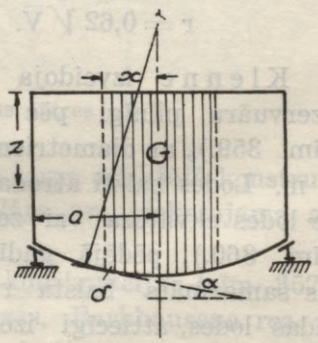
kuŗā apzīmē δ — sienas biezumu — cm, r— rez. radiju — cm, b — dziļumu no maks. ūd. līmeņa līdz aprēķināmam horizontālam griezumam — cm, σ — pielaižamā piepūle — kg/cm² (750 kg/cm²) un γ — ūdens pašsvars — 0,001 kg/cm³.

Pie aprēķināšanas jāņem vērā arī kniežu rindu vērtība. Sienu biezumus mazākus par 0,6 cm nepieņem.

Kas attiecas uz dibens konstrukcijas biezuma aprēķinu, tad



360. zīm. Klennes rezerv. 300 m³ tilpuma.



361. zīm. Dibens aprēķinam.

arī te no Forchheimera uzstādītas formulas dažādu konstrukciju aprēķinam. Tā, p. p., noliektu dibens biezumu var aprēķināt sekojoši (zīm. 361.). Apzīmējot ar G — kg — ūdens svaru uz apakšējo riņķveidīgo izgriezumu ar radiju x — cm un α — izgriezuma apvāršņa slīpuma leņķi, tad skārda piepūle meridianālā virzienā ir:

$$\sigma_m = \frac{G}{2\,\pi\,.\,x\,.\,\delta \sin \alpha} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

vai dibens skārda biezums δ ir, ja σ_m pieņemts:

$$\delta = \frac{G}{\sigma_m\,.\,2\,.\,\pi\,.\,x\,.\,\sin \alpha}.$$

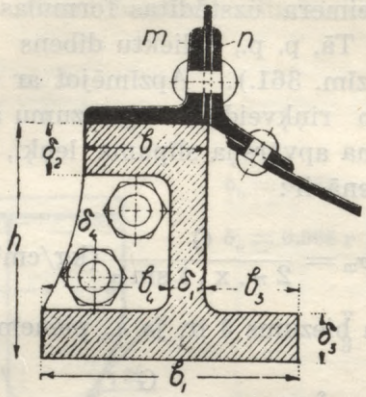
Dažādu dibens konstrukciju skārda biezuma aprēķinam sakopotas formulas no Briksa, Heida un Gerlacha (Wasserversorgung der Städte), kas arī uzrādītas pie attiecīgiem zīmējumiem (zīm. 353., 354., 355., 357., 359. un 370.).

Rezervuārs uzgulstas brīvi uz nesošās torņa konstrukcijas ar balsta gredzenu vai vainagu. Gredzens savienots ar rezervuāra apakšējo daļu, un viņam jāuzņem pie uzliektiem dibeniem stiepes un pie noliektiem spiedes piepūles. Balsta gredzena konstrukcijā rodas grūtības no tā, ka ūdens dziļums rezervuārā ir svārstīgs, tā tad slodze ir svārstīga un balsts padots zināmai kustībai, un zem balsta gredzena uz mūŗa jāuzliek ciets akmens, kā jau minēts. Piepūli balsta gredzenā var aprēķināt ar formulu:

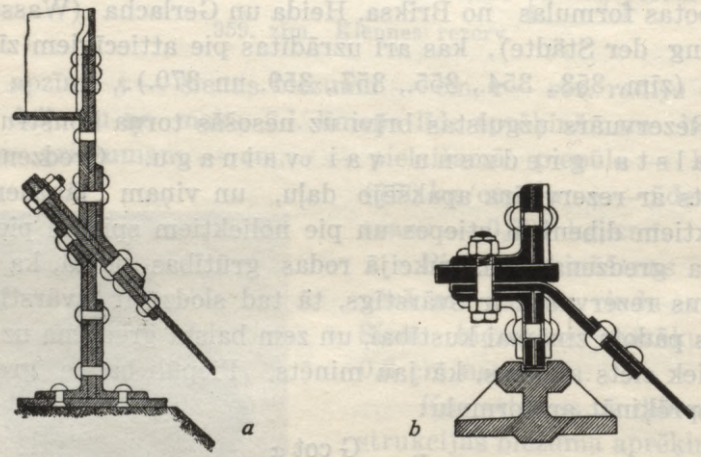
$$P = \frac{G \cot \alpha}{2\,\pi},$$

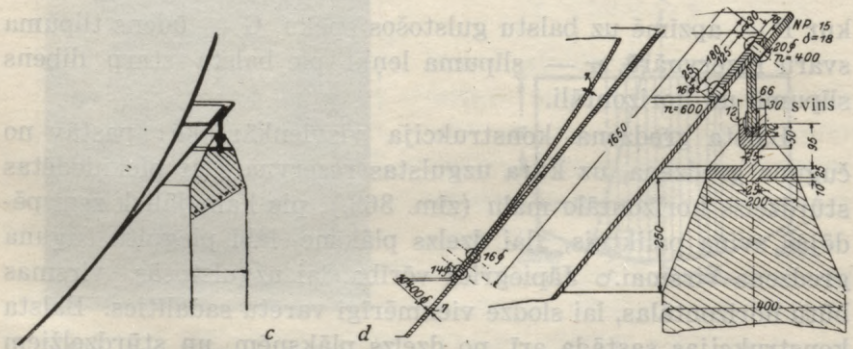
kur P — apzīmē uz balstu gulstošos spēku, G — ūdens tilpuma svaru rezervuārā, α — slīpuma leņķi pie balsta starp dibens slīpumu un horizontāli.

Balsta gredzena konstrukcija visvienkāršākā: pastāv no čuguna gredzena, uz kuŗa uzgulstas rezervuārs ar piekniedētas stūŗdzelzs horizontālo malu (zīm. 362.), pie kam jāliek zem pēdējās svina paliktnis, lai dzelzs plāksne labi piegultu čuguna gredzena virsmai. Jāpiegriež vērība, lai uzgulstošās virsmas būtu horizontālas, lai slodze vienmērīgi varētu sadalīties. Balsta konstrukcijas sastāda arī no dzelzs plāksnēm un stūŗdzelžiem (zīm. 363.). Piemērs balsta gredzena konstrukcijai Intces rez.



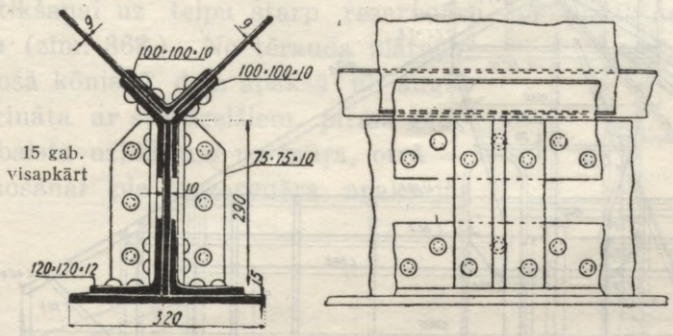
362. zīm. Vienkārša balstu gredzena konstr.





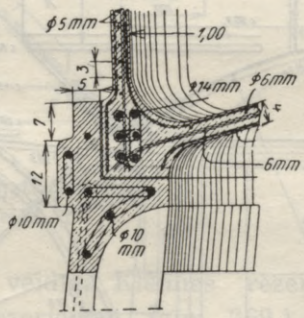
363. zīm. Balsta gredzenu konstrukcijas.

200 m³ tilpuma redzams no zīm. 364. Grūtības nedara balsta gredzena konstrukcija pie dzelzsbetona rezervuāra (zīm. 365.). Pie Intces rez. ir grūti ietaisīt izeju no apakštelpas uz telpu starp rezervuāru un ārsienu. Jautājumu var atrisināt ar to, ka



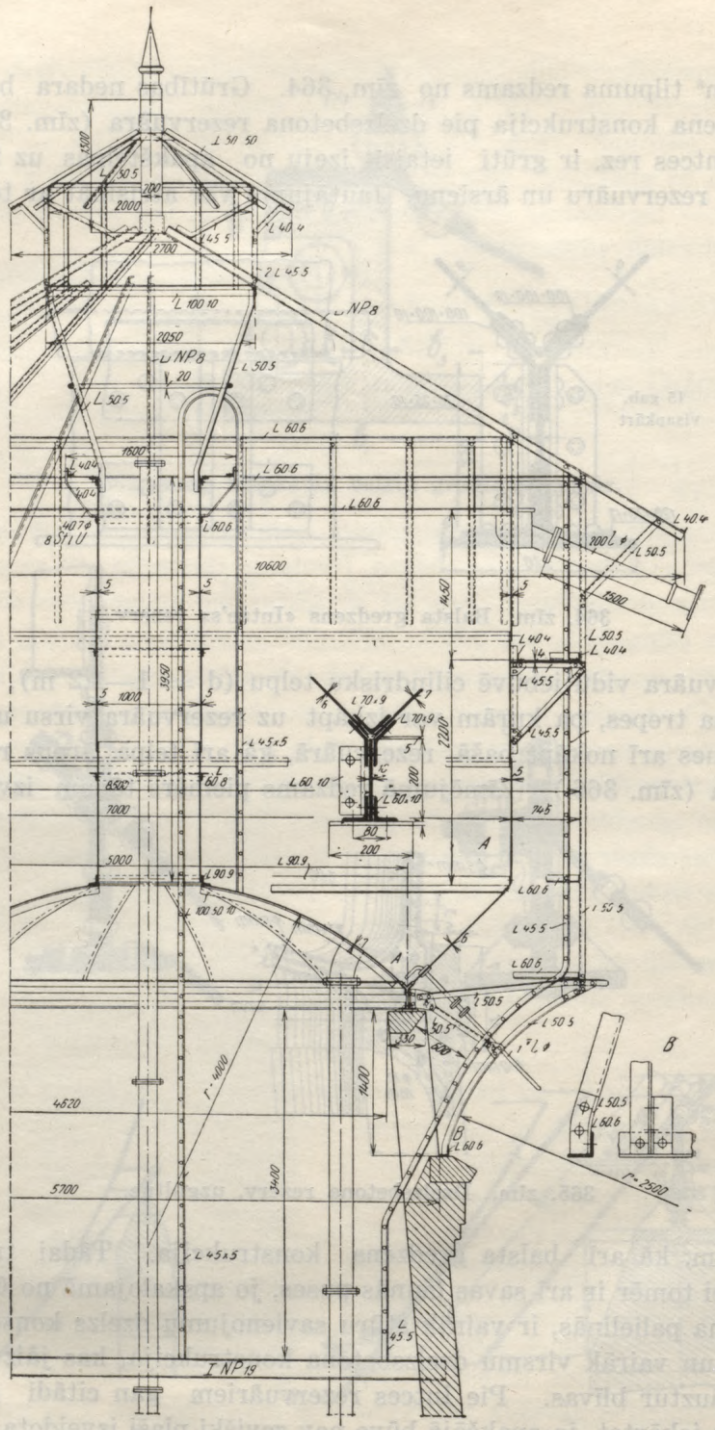
364. zīm. Balsta gredzens «Intze's» rezerv.

rezervuāra vidū iebūvē cilindrisku telpu (d = 1—1,2 m), kuŗā ietaisa trepes, pa kuŗām var izkāpt uz rezervuāra virsu un no turienes arī nokāpt pašā rezervuārā, kā arī telpā ārpus rezervuāra (zīm. 366.). Zīmējumā redzams piemērs tādam izveido-



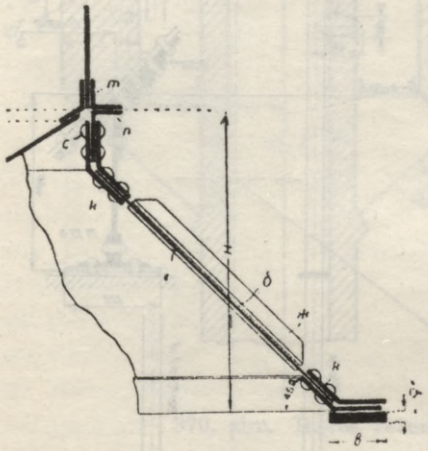
365. zīm. Dzelzsbetona rezerv. uzgultne.

jumam, kā arī balsta gredzena konstrukcija. Tādai trepju ierīcei tomēr ir arī savas ļaunās puses, jo apskalojamā no ūdens virsma palielinās, ir vairāk stūŗu savienojumu dzelzs konstrukcijā, un vairāk virsmu dzelzsbetona konstrukcija, kas jāizveido un jāuztur blīvas. Pie Intces rezervuāriem gan citādi grūti uzeju iekārtot, ja apakšējā būve nav sevišķi plaši izveidota. Pie vienkāršiem ar lodes izgriezuma veidīgu noliektu dibens kon-

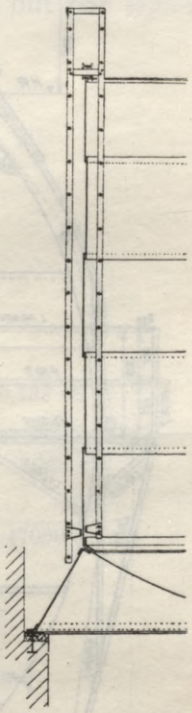


366. zīm. «Intze's» rez. konstruktīvs izveidojums.

strukciju ietaisīt uzeju ārpus rezervuāra nav grūtības. Dažos gadījumos taisīta augstāka balsta konstrukcija, novietojot rezervuāru augstāk pāri pār balsta gredzena uzliktni (zīm. 367.). Uz nesošās mūŗa sienas uzlikts kōnisks balsta gredzens, taisīts no tērauda plātnēm, ar ovāliem izgriezumiem 2—3 vietās, cauri tikšanai uz telpu starp rezervuāru un pietikšanu pie trepēm (zīm. 368.). No tērauda plātnēm sastāvošā kōniskā daļa apakšā un augšā pastiprināta ar stūŗdzelžiem, pirmā gadījumā balsta uzlikšanai uz mūŗa, otrā — pievienošanai pie rezervuāra apakšējās malas.



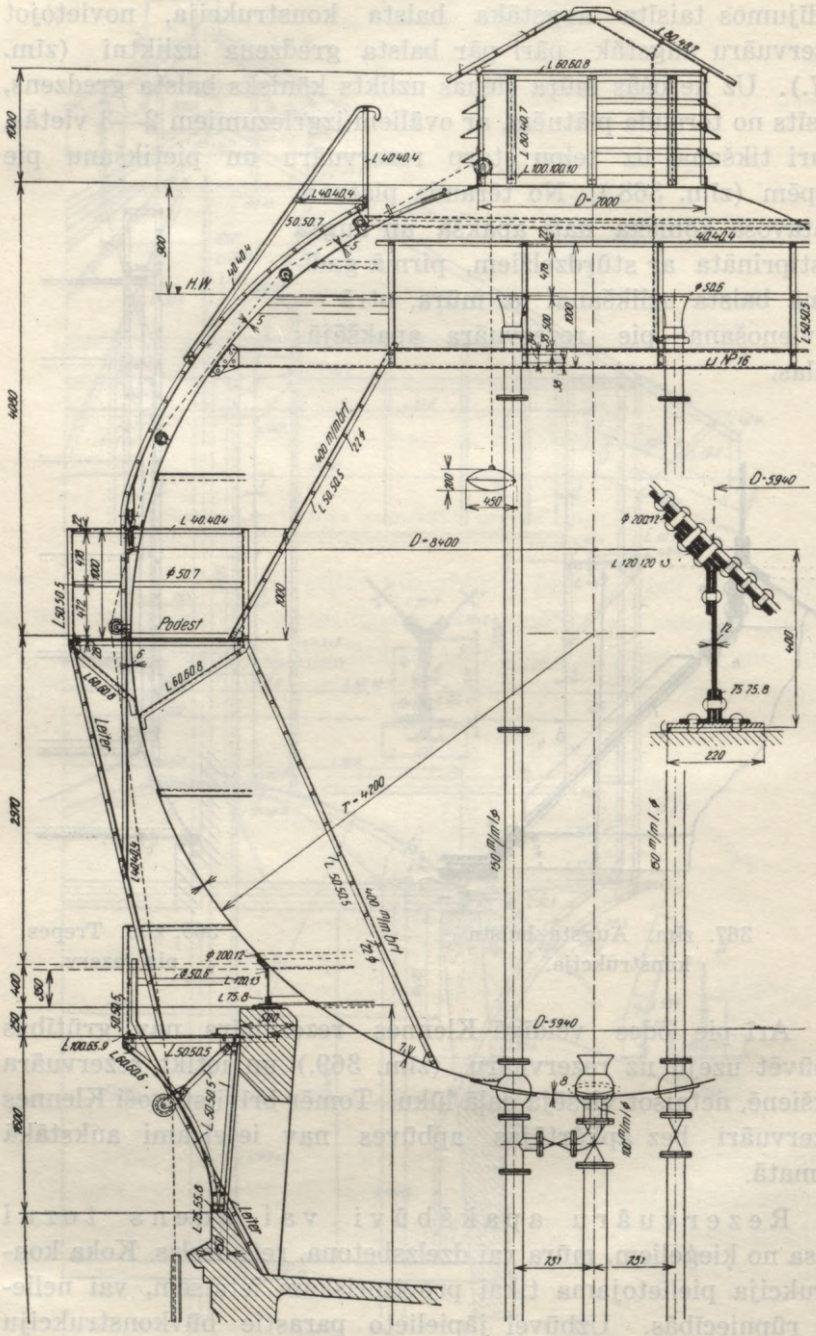
367. zīm. Augsta balsta konstrukcija.



368. zīm. Trepes pie rezerv.

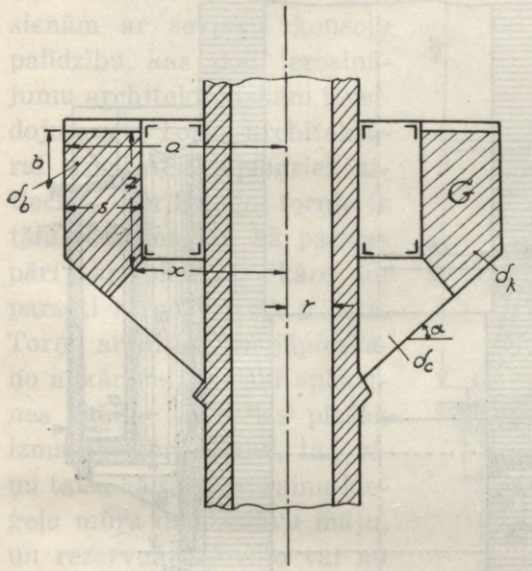
Arī pie lodes veidīgā Klennes rezervuāra nav grūtības iebūvēt uzeju uz rezervuāru (zīm. 369.) un ietikt rezervuāra iekšienē, netaisot virsējā daļā lūku. Tomēr brīvi stāvoši Klennes rezervuāri bez apkārtējas apbūves nav ieteicami aukstākā klimatā.

Rezervuāru apakšbūvi vai ūdens torni taisa no ķieģeļiem, mūŗa vai dzelzsbetona, reti dzelzs. Koka konstrukcija pielietojama tikai provizoriskām ietaisēm, vai nelielās rūpniecībās. Uzbūvei jāpielieto parastie būvkonstrukciju paņēmieni un statiskie aprēķini, piegriežot sevišķu vērību vēja



369. zīm. Klennes rezerv. griezums.

spiediena noteikšanai. Pielaižamās piepūles varētu būt: dzelzij 1.000 kg/cm², mūrim 8—10 kg/cm² un tikai pie sevišķi laba materiāla un rūpīga darba — līdz 15 kg/cm² (spiedes piepūle, bet stiepes nedrīkst būt nemaz). Slodze uz grunti varētu būt 2—2,5 kg/cm², un tikai pie ļoti blīvas, uzticamas būves grunts — līdz 4 kg/cm². Sevišķa vērība jāpiegriež pamatojumiem. Nepietiekoši pareizi apsvērti visi apstākļi var būt par iemeslu torņa stabilitātes sabrukumam.



$$\delta_b = 0{,}133\ ab.$$

$$\delta_k = \frac{0{,}133\ Z\ .\ x}{\sin \alpha}$$

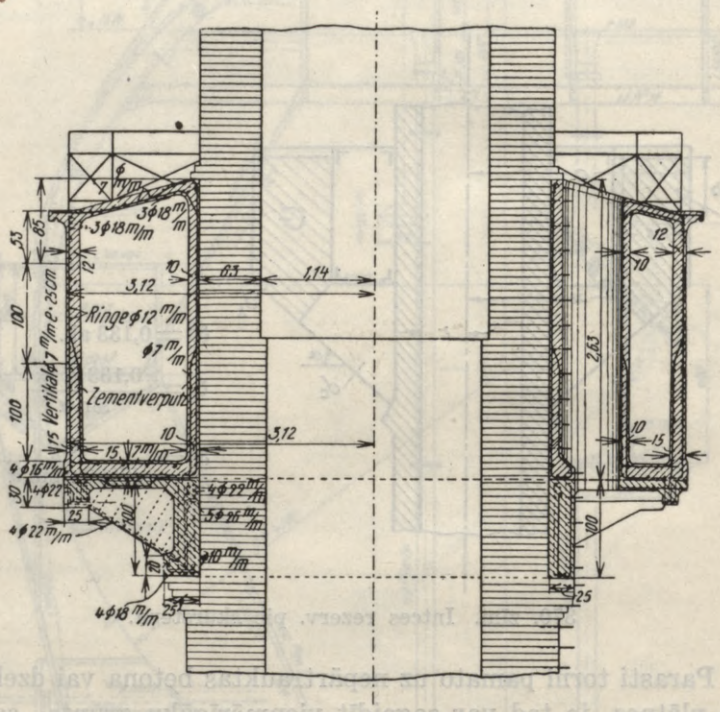
$$\delta_c = \frac{G}{47000\ r \sin \alpha}$$

370. zīm. Intces rezerv. pie skursteņa.

Parasti torni pamato uz nepārtrauktas betona vai dzelzsbetona plātnes, jo tad var sagaidīt vienmērīgāku grunts saspiešanu arī pie mainīga vēja spiediena. Nedrīkst būt zem plātnes nevienmērīga grunts konsistence un arī nevienmērīgi cēlies slapjuma iespaids, p. p., cauruļu vadu bojāšanās gadījumā. Jāparedz tādu nejaušu gadījumu seku novēršanai attiecīgas nosusināšanas un novadu ietaises.

Torņa apakšzemes telpa jāizmanto un jāizveido visu aizlaidņu un vadu savienojumu un virziena maiņu novietošanai. Torņa sienas var būt vai pilnas sienas, vai var sastāvēt no atsevišķām nesošām kolonnām, starp kuŗām tomēr lietderīgi ielikt pildījumu, vismaz cauruļu vadu aizsardzībai pret temperātūras iespaidiem.

Rūpniecības iestādēs daudz gadījumos rezervuārus uzbūvē pie fabrikas skursteņiem (zīm. 370. un 371.). Tādi rezervuāri no ārpuses jāapliek ar kādu izolējošu materiālu, p. p., korķa vai kūdras plātnēm, vai cauri viņiem jāizvada tvaika vadi, ja nepietiktu siltuma, kas nāk no paša skursteņa sienas. Labāk ir, ja no skursteņa sienas rezervuārs ir izolēts, jo tad vasarā no skursteņa ūdens nesils. Tādu rezervuāru var taisīt

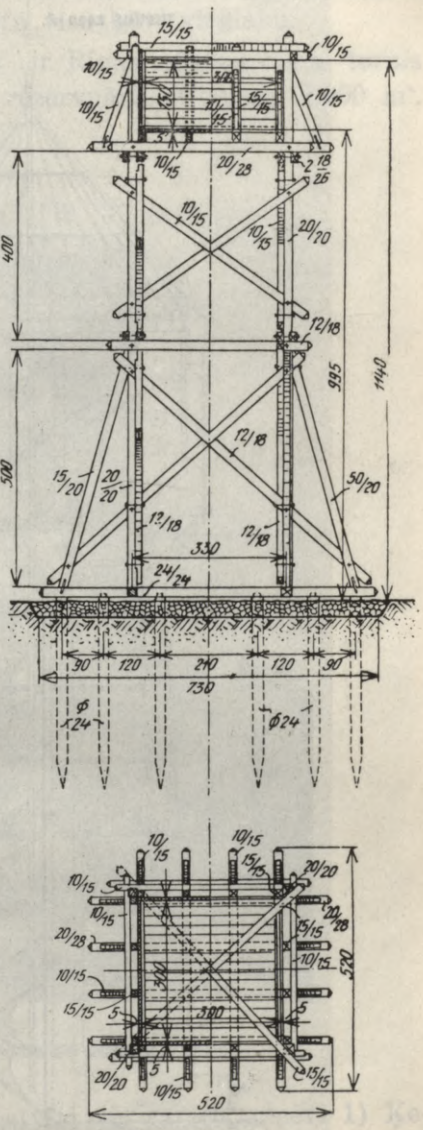


371. zīm. Skursteņa rezerv. konstrukcija.

vai dzelzs, vai dzelzsbetona. Jāpietaisa trepes, lai pie rezervuāra varētu pietikt vajadzības gadījumā, p. p., remontam, un iekāpšanai pārsegumā jāietaisa lūka.

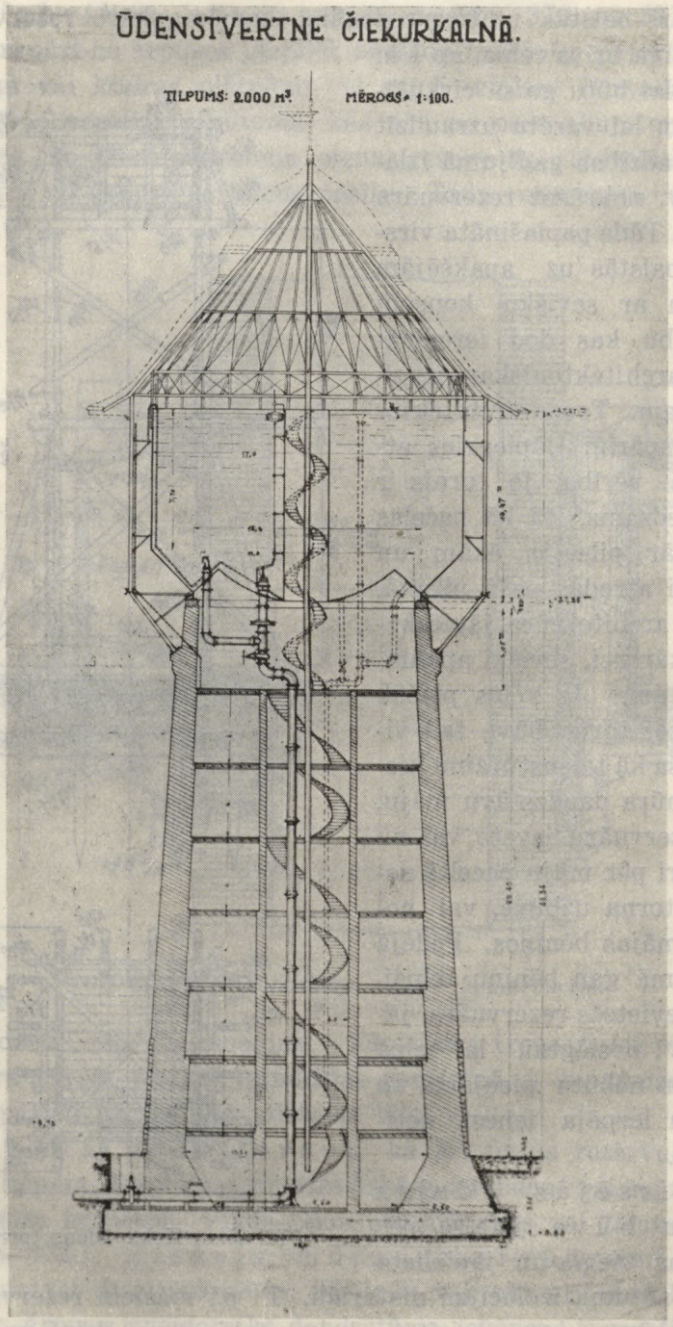
Koka ūdenstorņus, kā arī pašus rezervuārus, kā jau minēts, lieto tikai provizoriskām ietaisēm, vai mazām rūpniecības ietaisēm. Viņus taisa kvadrātiskus vai taisnstūrainus (zīm. 372.). Ķieģeļu mūra rezervuārus taisa vai apaļus vai daudzstūrainus, pie kam var būt arī tāda kombinācija: ārpuse izveidota kā daudzstūris, iekšpuse turpretim apaļa. Apkārt rezervuāram torņa augšējo daļu taisa parasti platāku

kā apakšējo daļu. Tas izriet no konstruktīvām prasībām, ja rezervuārs balstās uz torņa sienām, kamēr apkārt rezervuāram vajadzīga brīva telpa, ap 1 m plata, lai būtu gaisa cirkulācija, un lai varētu uzraudzīt un vajadzības gadījumā izlabot, ev. nokrāsot rezervuāra sienas. Tāda paplašināta virsbūve balstās uz apakšējām sienām ar sevišķu konsoļu palīdzību, kas dod ierosinājumu architektoniskam izveidojumam. Torņa architektūrai vispārīgi jāpiegriež attiecīga vērība, jo tornis ir tālu redzams, tā kā paceļas pāri pār pilsētas ēkām un parasti atrodas pašā pilsētā. Torņa architektūra jāpieskaņo apkārtnei, sevišķi apkārtnes ēkām. Ja vēlas plašāk izmantot torņa būvi, tad viņu taisa kā taisnstūrainu ķieģeļu mūŗa daudzstāvu māju, un rezervuāru ieveto vai nu vēl pāri pār māju paceltā sevišķā torņa uzbūvē, vai novieto mājas bēniņos. Pēdējā gadījumā gan bēniņu telpai, kuŗā ievietots rezervuārs, jābūt tā noslēgtai, lai telpa svešiem nebūtu pieejama un nebūtu iespēja ienest netīrumus.



372. zīm. Koka ūdens tornis

Virsējās daļas sienu būve jātaisa pēc iespējas viegla un jāpielieto viegli siltuma izolācijas materiāli. P. p., maziem rezervuāriem var apbūves sienas taisīt no koka stabiem un šķēršiem, apšūtiem no abām pusēm ar dēļiem un starpu piepildot ar zāģu skai-



372a. zīm. Rīgas Čiekurkalna tornis.

dām. Ļoti vieglu un labu sienu panāk, ja nesošās konstrukcijas starpas aizpilda ar 2 dēļu rindām, ieliekot starpā korķu vai kūdras plātes. Lielākiem rezervuāriem gan apbūves sienas taisa no mūŗa vai betona, bet arī te, pielietojot pēc iespējas vieglus izolācijas materiālus, lai padarītu visu būvi vieglāku.

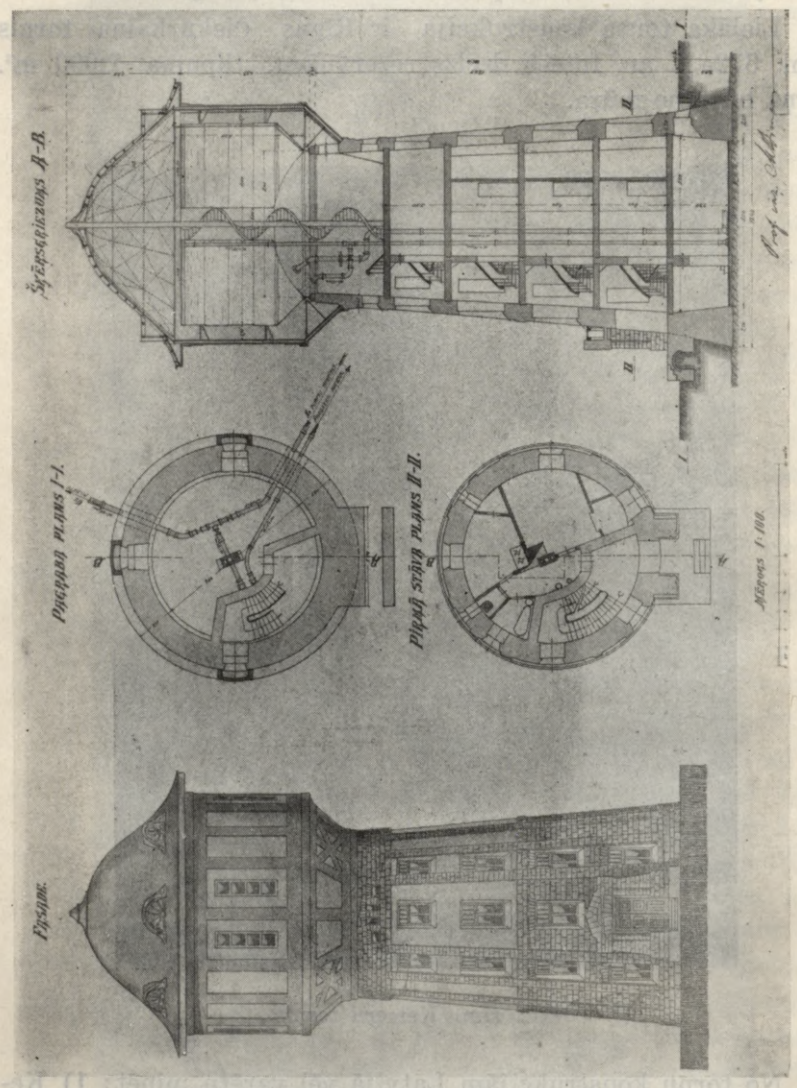
Lielāka torņa konstrukcija ir Rīgas Čiekurkalna tornis (zīm. 372a.), ar Intces dzelzs rezervuāru, tilpuma 2.000 m^3. Torņa būve no mūŗa.



372b. zīm. Ķemeŗu tornis.

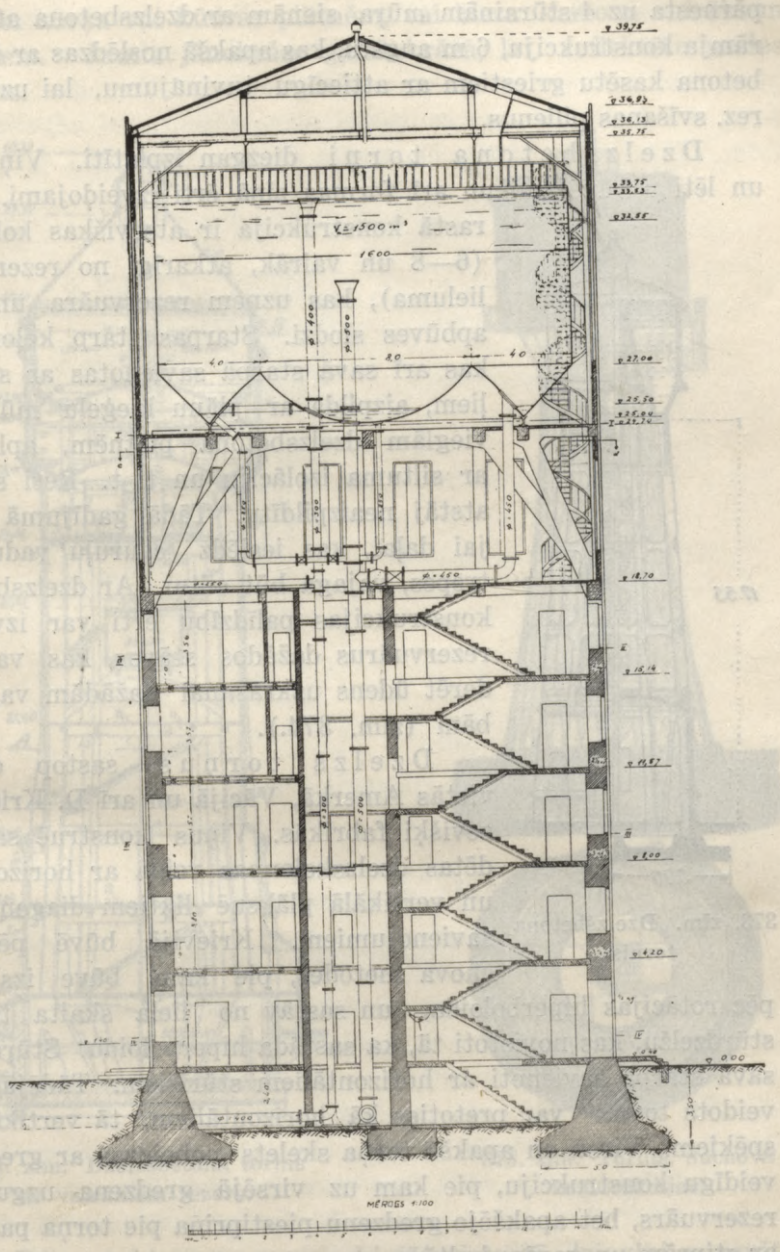
No torņu konstrukcijām Latvijā vēl varētu minēt: 1) Ķemeŗu p. un dziedniecības iestādes torni (zīm. 372b.), kuŗā iebūvēti 2 rezervuāri: apakšējais sērūdenim un augšējais dzeŗamam ūdenim. 2) Projektētais Cēsu p. tornis (zīm. 372c.), Intces sists., 500 m^3 tilpuma; apakšbūve projektēta no vietējā kaļķakmens,

kamēr virsējā, ap rezervuāru, no porainiem ķieģeļiem ar vieglu apmetumu no ārpuses, bet no iekšpuses ar korķa izolāciju, dēļiem un apmetumu. 3) Projektētais Liepājas p. tornis (zīm. 372d.) ar rez. tilpumu 1.500 m³, Intces sist. Apakšbūve 4 stū-



372c. zīm. Proj. Cēsu p. tornis.

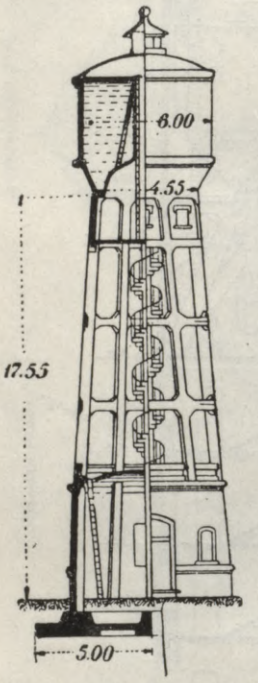
raina ar vairāk stāviem, veikalu, kantoru vai dzīvokļu ievietošanai. Virsējā būve, ap rezervuāru, pārsegta ar koka jumtu, pārklātu ar mākslīgo šīferu; sienas no dzelzs siju skeleta ar ½ ķieģeļa pildījumu, noklātu no iekšpuses ar kūdras plātnēm un



372d. zīm. Proj. Liepājas p. tornis.

apmestas ar cementa javu uz stiepuļu tīkla. Rezervuāra slodze pārnesta uz 4-stūrainām mūŗa sienām ar dzelzsbetona atgāžņu rāmja konstrukciju, 6 m augstu, kas apakšā noslēdzas ar dzelzsbetona kasētu griestiem ar attiecīgu tuvinājumu, lai uzturētu rez. svīšanas pilienus.

Dzelzsbetona torņi diezgan izplatīti. Viņi ātri un lēti uzbūvējami un arī formas ziņā ērti izveidojami. Parastā konstrukcija ir atsevišķas kolonnas (6—8 un vairāk, atkarīgi no rezervuāra lieluma), kas uzņem rezervuāra un viņa apbūves slodzi. Starpas starp kolonnām, kas arī savā starpā savienotas ar spraišļiem, aizpilda ar plānu ķieģeļu mūri vai vieglām dzelzsbetona plātnēm, apliktām ar siltuma izolāciju un t. t. Reti starpu atstāj neaizpildītu. Tādā gadījumā vidējai daļai, kas ieslēdz cauruļu vadus un trepes, vajaga būt siltai. Ar dzelzsbetona konstrukcijas palīdzību ērti var izveidot rezervuārus dažādos stāvos, kas var noderēt ūdens uzkrāšanai dažādām vajadzībām (zīm. 374.).

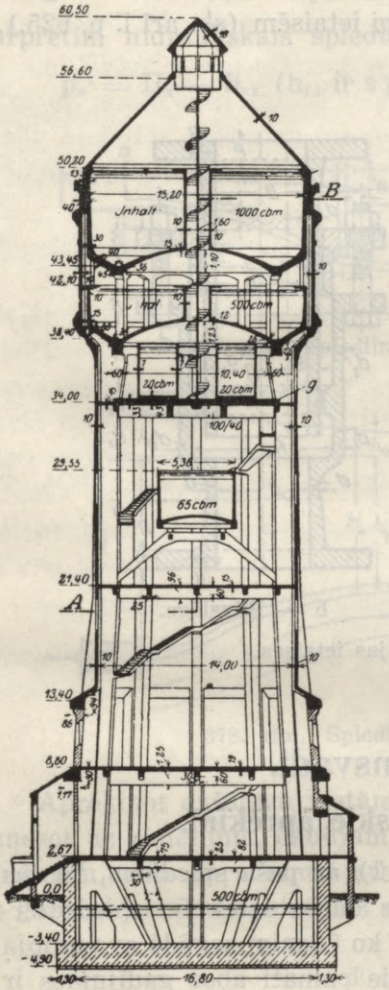


373. zīm. Dzelzsbetona tornis.

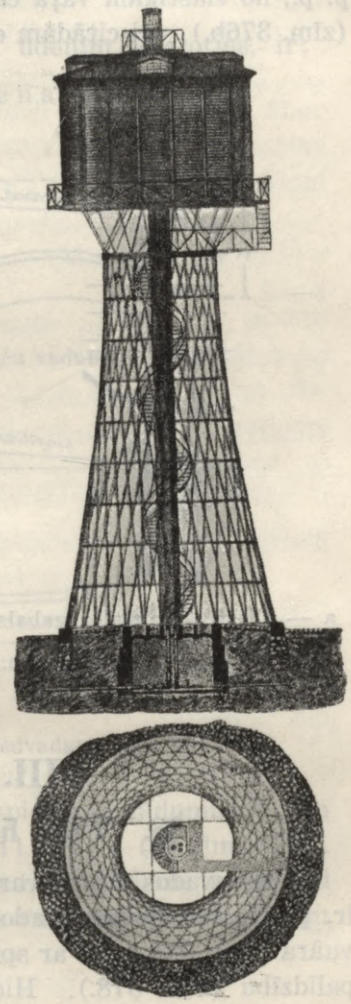
Dzelzs torņus sastop daudz vietās Amerkā, Vācijā un arī D. Krievijā, sevišķi fabrikās. Viņus konstruē sakniedētas dzelzskolonnas veidā ar horizontālā un vertikālā plāksnē liktiem diagonāliem savienojumiem. Krievijā būvē pēc Šuchova metodes, pie kam būve izskatās pēc rotācijas hiperboloida, un sastāv no liela skaita taisnu stūŗdzelžu, kas novietoti tā, ka sastāda hiperboloidu. Stūŗdzelži savā starpā savienoti ar horizontāliem stūrīšiem. Tādējādi izveidots tornis var pretoties kā horizontāliem, tā vertikāliem spēkiem. Virsū un apakšā torņa skelets nobeidzas ar gredzenveidīgu konstrukciju, pie kam uz virsējā gredzena uzgulstas rezervuārs, bet apakšējo gredzenu piestiprina pie torņa pamata ar stiprām un gaŗām bultām.

Tornis pašā virsū pāri pār rezervuāru jānosedz ar jumtu, lai izsargātos no lielu temperātūras maiņu iespaida un no putekļiem. Arī jumta konstrukcija jāizveido no siltumu izolē-

jošiem materiāliem, p. p., jātaisa no 2 dēļu kārtām ar starpā liktām korķa vai kūdras plātnēm, vai bieza kartona vairākiem slāņiem. Jumts jānokrāso gaišā krāsā, lai reflektētu saules starus.



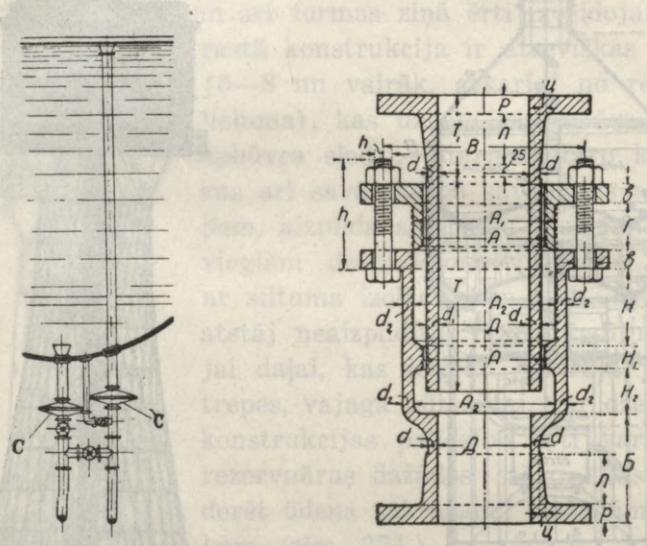
374. zīm. Dzelzsbetona tornis ar vairākiem rezerv.



375. zīm. Tornis, Šuchova konstrukcijas.

Pievadi un novadi jāievieto tā, lai viņi nevarētu ciest no sala, vajadzības gadījumā pat telpa jāapsilda. Caur rezervuāra dibenu vadus izvada, piestiprinot viņus ar atlokiem un skrūvēm pie sevišķiem piekniedētiem pie rezervuāra dibens

atlokiem. Zem temperātūras svārstībām, un arī zem ūdens līmeņa, tā tad slodzes svārstībām, caurulēs no izstiepšanās vai saraušanās var celties ļodzes piepūles, un, lai vadi neciestu, uz viņiem zem rezervuāra apakšas jāiebūvē dilatācijas, kas sastāv, p. p., no elastīgām vaļa caurulēm (zīm. 376a.), vai blīvslēgiem (zīm. 376b.), vai citādām elastīgām ietaisēm (sk. arī l. p. 625.).



a — Elastīgs caurules gabals. b — Blīvslēgs.

376. zīm. Dilatācijas ietaises.

VIII. Ūdensvadi.

38. Vadu hidrauliskie aprēķini.

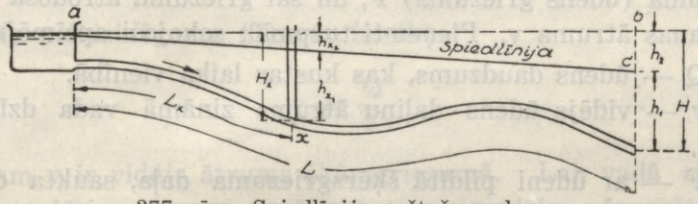
Ūdensvados ūdens var tecēt: 1) ar paša spiedienu, kā tas ir, p. p., sadalīšanas vados, kuŗos ūdens ietek no spiedrezervuāra (zīm. 377.); 2) ar spiedienu, ko ūdenim sagādā ar pumpja palīdzību (zīm. 378.). Hidrauliskie pamati abos gadījumos ir vienādi. Ja ūdens stāvētu mierā, nekustētos, tad spiediens kaut kuŗā vietā vadā būtu tāds, kas paceltu ūdeni līdz tam pašam līmenim kā rezervuārā, no kuŗa ūdens iztek (hidrostātiskais spiediens ab zīm. 377.). Bet ja ūdens atrodas kustībā, tad spiediens vadā samazinās no berzes gar vada sienām, kā arī ūdens daļiņu berzes savā starpā. Vertikālā caurulē, attālumā L_v no rezervuāra (zīm. 377.), ūdens līmenis paliks zem hidro-

statiskā spiediena līnijas par zināmu lielumu h_x (hidrauliskais spiediens). Ja apzīmējam ar p_x spiedienu uz vada sienu pie miera stāvokļa un γ — ūdens īpatnējo svaru = 1, tad hidrostatiskais spiediens

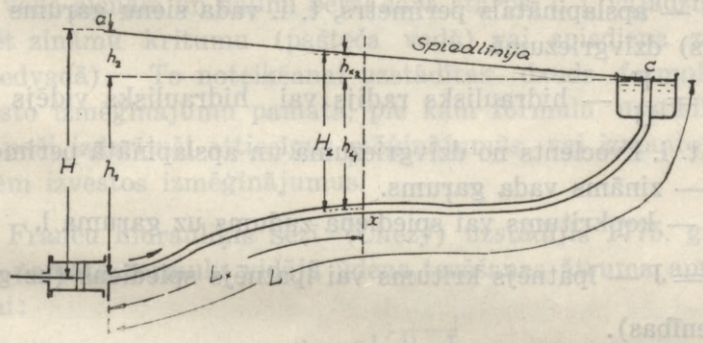
$$p_x = H_x \cdot \gamma.$$

Turpretim hidrauliskais spiediens p_x^1, ūdenim kustoties, ir:

$$p_x^1 = H_x - h_{x2} \quad (h_{x2} \text{ ir spiediena zudums}).$$



377. zīm. Spiedlīnija pašteču vadam.



378. zīm. Spiedlīnija spiedvadam.

Aprēķinot dažādām vietām vada spiediena zudumus h_x, un uznesot uz zīmējuma, dabūjam spiedlīniju (ac zīm. 377.). Zināmam vada gaŗumam l atbilst spiediena zudums h un tad uz gaŗuma vienību, īpatnējais spiediens vai īpatnējs kritums ir:

$$J = \frac{h}{l}.$$

Līdzīgi apstākļi ir arī spiedvadā (zīm. 378.). Pumpim jāpārvar kā statiskais spiediens h_1, tā arī spiediena zudums h_2, un viss pumpja celšanas augstums tad ir $H = h_1 + h_2$, un spiedlīnija ac (zīm. 378.).

Lai varētu vada lielumu aprēķināt zināma ūdens daudzuma caurtecei, kā redzams, ievērojamu lomu spēlē spiediena zu-

d u m i vadā. Taisnā vadā spiediena zudumi atkarīgi no vadu sienas nelīdzenuma, no kustības ātruma un no vadāmā ūdens daudzuma. Visādā ziņā no vada sagaida, lai viņš spētu pievadīt vislielāko vajadzīgo ūdens daudzumu, pat tādā gadījumā, ja viņš būtu pierūsējis, vai pieaudzis no kādām nogulušām vielām. Tā tad tecēšanas apstākļu noskaidrošanai jāpiegriež liela vērība.

Hidrauliskiem aprēķiniem par pamatu noder noteikums, ka vadā tekošais ūdens daudzums Q ir līdzīgs produktam no dzīvgriezuma (ūdens griezuma) F, un šai griezumā atrodošā ūdens tecēšanas ātruma v. Pieņemti turpmāk sekojoši apzīmējumi:

Q — ūdens daudzums, kas kustas laika vienībā.

v — vidējs ūdens daļiņu ātrums zināmā vada dzīvgriezumā.

F — ar ūdeni pildītā šķērsgriezuma daļa, saukta d z ī v g r i e z u m s.

U — apslapinātais perimetrs, t. i. vada sienu gaļums (perimetrs) dzīvgriezumā.

$R = \frac{F}{U}$ — hidraulisks radijs vai hidraulisks vidējs dziļums, t. i. kvocients no dzīvgriezuma un apslapinātā perimetra.

l — zināms vada gaļums.

h — kopkritums vai spiediena zudums uz gaļuma l.

$\frac{h}{l} = J$ — īpatnējs kritums vai īpatnējs spiediens (uz gaļuma vienības).

Pamata formula hidrauliskiem aprēķiniem tad ir:

$$Q = F \cdot v \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Ūdensvadiem parasti ir riņķveidīgs griezums (cauruļu vadi) un viņos ūdens piepilda visu šķērsgriezumu. Tad ir:

$$F = \frac{d^2 \pi}{4} \text{ un } U = d \cdot \pi.$$

Tālāk ir:

$$R = \frac{F}{U} = \frac{d^2 \pi}{4 \cdot d \pi} = \frac{d}{4}.$$

Ja cauruļu vadā zinām ūdens daudzumu un tecēšanas ātrumu, tad vada diametru d varam aprēķināt no attiecībām:

$$F = \frac{d^2 \pi}{4} = \frac{Q}{v}$$

vai:

$$d = \sqrt{\frac{4\,Q}{\pi \cdot v}}.$$

Aprēķinātais d vēl jānoapaļo uz augšu līdz tirgū parastam diametram.

No nolīdzinājuma (1) var izteikt:

$$v = \frac{Q}{F} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1a)$$

pie kam v ir vidējs ātrums šķērsgriezumā. Lai vadā zināms ūdens tecēšanas ātrums varētu rasties, vajadzīgs pārvarēt berzi gar vada sienām un daļiņu berzi savā starpā, t. i. vajadzīgs pārvarēt zināmu kritumu (pašteča vadā) vai spiediena zudumu (spiedvadā). To noteikšanai uzstādītas daudz formulas uz izvesto izmēģinājumu pamata, pie kam formulu uzstādītāji ir vai paši izdarījuši attiecīgus mēģinājumus vai izmantojuši no citiem izvestos izmēģinājumus.

Franču hidrauliķis Šēzī (Chezy) uzstādījis 1775. g. sekojošu pamata formulu vidējā ūdens tecēšanas ātruma aprēķināšanai:

$$v = c\sqrt{R \cdot J} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Ar c apzīmē ātruma vai berzes koeficientu, kas nosakāms uz izmēģinājumu pamata, nav konstants un atkarīgs no vadu sienu gluduma un citiem apstākļiem, ko, kā turpmāk redzēsim, formulas izmantotāji saviem pētījumiem ņēmuši par pamatu. Jaunākā laikā uzstādītās formulas ir pieņēmušas sekojošu, vairāk vispārēju veidu:

$$v = k \cdot R^x \cdot J^y \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

vai arī:

$$\frac{h}{l} = K_z \frac{v^x}{d^y} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3a)$$

pie kam k, x, y vai z atkarīgi no apslapinātā perimetra nelīdzenuma stāvokļa.

No formulas (2) var atvasināt:

$$J = \frac{h}{l} = \frac{1}{R} \cdot \frac{v^2}{c^2}$$

un kritums h uz zināmu gaŗumu l ir:

$$h = \frac{1}{R} \cdot \frac{v^2}{c^2} \cdot l \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2a)$$

No nolīdzinājuma (2a) redzams, ka jo lielāks ir hidraulisks radijs, jo mazāks vajadzīgs kritums pie tā paša kustības ātruma, un jo lielāks ātrums vēlams, jo lielāks vajadzīgs kritums. Ja vada veida izvēle brīva, jāizvēlas tāds šķērsgriezums, kuŗa dzīvgriezums ir ar iespējami lielu hidraulisku radiju.

Apvienojot formulas 1) un 2), dabūjam nolīdzinājumu:

$$Q = c \cdot F \cdot \sqrt{R \cdot J}$$

un tā kā $R = \frac{F}{U}$, tad

$$J = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{U}{F^3} \cdot Q^2 = \frac{h}{l}$$

vai

$$h = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{U}{F^3} \cdot Q^2 \cdot l \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Apaļiem cauruļu vadiem ar diametru d un $R = \frac{d}{4}$, ir

$$J = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{64}{\pi^2} \cdot \frac{Q^2}{d^5} = 6{,}5 \cdot \frac{Q^2}{c^2 \cdot d^5} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4a)$$

vai arī:

$$d = 1{,}45 \sqrt[5]{\frac{Q^2}{c^2 \cdot J}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4b)$$

Kanāļu aprēķināšanai vajadzīgs iegūt koef. c lielumu. Pieņemot par pamatu šēzī likumu, bija vajadzīgs atrast c ar praktiskiem mēģinājumiem. Vispirms bija mēģināts atrast konstantu vērtību koeficientam c. Eitelveins (Eytelwein) pieņēma 50,9, un viņa formula tad būtu:

$$v = 50{,}9 \sqrt{R \cdot J} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Pieņemot apaļu skaitli 50 [pēc Dipī (Dupuit)] apaļiem cauruļu vadiem būtu (ar form. 2):

$$v = \frac{c}{2} \cdot \sqrt{d \cdot J} = 25 \sqrt{d \cdot J} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5a)$$

vai:

$$J = \frac{h}{l} = 0{,}0016 \cdot \frac{v^2}{d} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Ir arī vēl no citiem pētniekiem pieņemti konstanti lielumi, kas tomēr nav atrasti par pietiekošiem pielietošanai.

Iepriekšējiem aprēķiniem Dipī formula pieņemama. Ar formulu (5a) var dabūt nolīdzinājumu:

$$Q = F \cdot v = \frac{d^2 \pi}{4} \cdot 25 \cdot \sqrt{d \cdot J} = \text{tuvinoši } 20 \cdot \sqrt{d^5 \cdot J}$$

vai:

$$J = \left(\frac{Q}{20}\right)^2 \cdot \frac{1}{d^5} = 0{,}0025 \cdot \frac{Q^2}{d^5} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Ja Q un J zināmi, tad var tuvinoši aprēķināt vada diametru:

$$d = \sqrt[5]{\frac{0{,}0025 \cdot Q^2}{J}} = 0{,}3 \sqrt[5]{\frac{Q^2}{J}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7a)$$

Senāk Dipī formulu pielietoja jo plaši, un, kā jau minēts, arī šobrīd pie gadījuma pielieto, lai dabūtu tuvinošu dzīvgriezuma lielumu, kas vajadzīgs kā izejas lielums pareizākiem aprēķiniem. Gan izrādījies, ka rezultāti apmierinoši pie lielām un vidējām caurulēm, kamēr maziem vadiem J ir par mazu. Lai šo ļaunumu izlabotu, koef. 0,0025 (form. 7) vietā ņemts mainīgs koef. k, un tad formulu varētu rakstīt:

$$J = k \cdot \frac{Q^2}{d^5} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

pie kam k ieteiktas sekojošas vērtības:

$k = 0{,}0038$ caurulēm ar $d =$ 80 līdz 100 mm,
0,0030 „ „ $d = 125$ mm,
0,0025 „ „ $d > 150$ mm.

Tomēr Eitelveina un Dipī pieņemtās konstantās vērtības atzītas par praktiski nepiemērotām visiem gadījumiem, un citi

pētnieki meklēja atrisinājumu, ņemot c atkarīgu no sienu līdzenuma stāvokļa, no hidrauliskā dziļuma, no krituma, ātruma vai cauruļu diametru. Ietilpinot visas prasības vienā formulā, padarītu to tik sarežģītu, ka viņa praktiski būtu grūti pielietojama. Tādēļ pētnieki ir izvēlējušies vienu vai dažus no minētiem faktoriem.

Ņemot c atkarīgu no ūdens tecēšanas ātruma (ātruma augstuma) vadā, kalkulācijai noder hidrauliska formula:

$$J = \frac{h}{l} = k \cdot \frac{1}{R} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

vai attiecinot uz apaļu vadu:

$$\frac{h}{l} = \frac{4k}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9a)$$

g ir smaguma spēka paātrinājums un viņa lielums = 9,81. Saņemot kopā $\frac{4k}{2g} = c$, dabūjam līdzīgu Šēzī formulai:

$$\frac{h}{l} = c \cdot \frac{v^2}{d} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Pazīstamākā no šā tipa formulām ir Veisbacha (Weissbach):

$$c = \left(0{,}01439 + \frac{0{,}009471}{\sqrt{v}}\right) \cdot \frac{1}{2g} \cdot \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

Šāda veida formulas izrādījušās par nepilnīgām, jo ātruma loma ir daudz mazāka kā, p. p., vada diametra, kas formulā nav ieņemts. Lai gan senāk Veisbacha formula bija ļoti populāra, šobrīd viņai piekrīt tikai vēsturiska vērtība.

Ievērojamākas ir formulas, kurās ietilpināts arī diametrs. Izejot atkal no formulas (10), no Darsi (Darcy) uzstādīta formula:

$$c = \left(0{,}001014 + \frac{0{,}00002588}{d}\right) \cdot \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

Šāds c domāts jaunām caurulēm, lietotām jāņem 2 reizes lielāks c.

Šai formulā faktors ar d ir tik mazs, ka īstenībā formula dod konstantu c vērtību. P. p., pie d = 100 mm, c = 0,002032 un pie d = 1.000 mm c = 0,002038, tā tad gandrīz viens un tas

pats. Arī šī formula, senāk plaši pielietota, šobrīd atzīta par praktiski nepielietojamu.

Starp formulām, kas ievēro kā ūdens ātrumu, tā arī diametru, minama L a n g a formula, kas jaunām caurulēm tā izteikta:

$$\frac{h}{l} = \left(0{,}001 + \frac{0{,}0001}{\sqrt{v \cdot d}}\right) \cdot \frac{v^2}{d} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

Lietotām caurulēm, pieaugušām ar inkrustācijām:

$$\frac{h}{l} = \left(0{,}00102 + \frac{0{,}000092}{\sqrt{v \cdot d}}\right) \left(\frac{d}{d_1}\right)^5 \cdot \frac{v^2}{d} \quad . \quad (13a)$$

pie kam d — apzīmē caurules diametru jaunā stāvoklī, d_1 — ar inkrustācijām.

Pēc šīs formulas aprēķināti vadi jaunām caurulēm saskaņā ar prakses novērojumiem, kamēr lietotiem vadiem, mazākiem par d = 150 mm spiediena zudumi iznāk pārliecīgi lieli.

Vēlākā laikā (1915. g.) Langa formula grozīta un ir (pēc Ges. Ing. 1923. S. 166.) pie temperātūras t = 15°C, d > 0,05 m un v > 0,7 m:

$$\frac{h}{l} = \left(a + \frac{0{,}000092}{\sqrt{v \cdot d}}\right) \cdot \frac{v^2}{d} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13b)$$

Pieņemama a vērtība jaunām, taisnām, ļoti gludām caurulēm ap 0,00051—0,00061 (vaļa, stikla asfalta), ar plānu inkrustāciju pārklātām caurulēm 0,00097 un ar biezām inkrustācijām līdz 0,003. Tālāk pieņemams, kniedētām caurulēm a = 0,00098, liedētām — a = 0,0007 un dzelzsbetona — a = 0,00072—0,00077.

S o n n e (1907. g.) uzstādījis formulu:

$$\frac{h}{l} = \left(0{,}00087 + \frac{0{,}00012\sqrt{d} + 0{,}00003}{d}\right) \cdot \frac{v^2}{d} \quad . \quad (14)$$

Formula uzstādīta pēc Veisbacha, Darsi un Langa formulu rezultātu salīdzināšanas. Formula domāta jaunām caurulēm, vecām rezultāts jāpareizina ar zināmu koef. n pēc sekojošas tabulas:

d =	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0 m
n =	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1 m.

Kā redzams, arī dažās no minētām formulām atrasts par vajadzīgu ņemt vērā vada sienu stāvoklī (Langa, Sonne). Vēl jo vairāk tas ir pie formulām, kas gan uzstādītas uz novērojumu pamata vaļējos kanāļos, bet pēc būtības pielietojamas arī slēgtiem cauruļu vadiem. Vispopulārākās šāda veida formulas atzīmējamas tās no Bazena (Bazin) un no Kuttera, arī Gangijē-Kuttera (Ganguillet-Kutter).

B a z e n a formulā Šēzi koef. c izteikts sekojošā veidā:

$$c = \frac{87}{1 + \frac{k}{\sqrt{R}}} = \frac{87\sqrt{R}}{k + \sqrt{R}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

Apaļiem vadiem:

$$c = \frac{87\sqrt{d}}{2k + \sqrt{d}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15a)$$

un

$$v = c\sqrt{R \cdot J} = \frac{43{,}5\sqrt{d}}{2k + \sqrt{d}} \cdot \sqrt{d} \cdot \sqrt{J}$$

$$\text{vai:} \quad \frac{h}{l} = \left(\frac{2k + \sqrt{d}}{43{,}5 \cdot \sqrt{d}}\right)^2 \cdot \frac{v^2}{d} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

Vērtība k — pieņemta (pēc Gross'a):

1) ļ o t i l ī d z e n ā m sienām (cementa noslīpējums, ēvelēts koks, labs nostrādājums un laba kārtībā turēšana) . . . . . k = 0,06
2) l ī d z e n a s s i e n a s (līdzens mūris, plankas, dzelzs cauruļu vadi) . . . . . k = 0,16
3) m a z ā k l ī d z e n a s sienas (akmens mūris, nelīdzens betons) . . . . . k = 0,46
4) z e m e s n o g ā z e s un bruģētas nogāzes . . . k = 0,85

Ūdens vadiem varētu pieņemt k = 0,20, kamēr kanālizācijas vadiem, kas vieglāk pārklāti ar inkrustācijām, atkarīgi no materiāla var pieņemt k = 0,30—0,35

K u t t e r a formulai, sauktai m a z a i vai s a ī s i n ā t a i Kuttera formulai, sekojošs veids:

$$v = \left(\frac{100\sqrt{R}}{b + \sqrt{R}}\right) \cdot \sqrt{R \cdot J} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

Tā tad apaļiem vadiem:

$$v = \frac{50 \cdot \sqrt{d}}{2b + \sqrt{d}} \cdot \sqrt{d \cdot J} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16a)$$

vai:

$$\frac{h}{l} = \left(\frac{2b + \sqrt{d}}{50 \cdot \sqrt{d}}\right)^2 \cdot \frac{v^2}{d} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16b)$$

Šai formulā nelīdzenumu koef. b ir sekojoša vērtība:

1) Labi nogludināts cements un rūpīgi ēvelēts koks b = 0,15
2) Labi salikti dēļi. Plati dzelzs- un dzelzsbetona vadi . . . . . b = 0,20
3) Parastais ķieģeļu un akmens mūris un dēļu sienas. Ūdens vadi pēc ilgākas lietošanas, bet bez biezas inkrustācijas . . . . . b = 0,25
4) Mazāk gluds mūris un planku sienas. Kniedēti dzelzs cauruļu vadi un kanālizācijas vadi . . . b = 0,35
5) Nelīdzens mūris un apmetums . . . . . b = 0,45—0,50
6) Neapmests mūris un betons . . . . . b = 0,45—0,75
7) Labi izbūvēti un tīri turēti zemes kanāļi . . . b = 1,50
8) Pieauguši zemes kanāļi . . . . . b = 2,50

Mazā Kuttera formula, jaunos vados zem 100 mm un lietotos zem 200 mm, dod lielākus berzes zaudējumus, nekā viņi izrādījušies pie mēģinājumiem, bet tas nav ļauni, jo vadi ar laiku pieaug un tas ir no lielāka iespaida uz kustības noteikuma pie maziem nekā lieliem vadiem, tā tad formula jāuzskata par labi piemērotu praktiskiem mērķiem. Formulu senāk pielietoja ļoti plaši, bet jaunākā laikā viņas pielietošana samazināta no jaunākām formulām (p. p., Manninga), kas turpmāk būs minētas.

Ūdens vadiem parasti var pieņemt b = 0,25 un rēķināšanas atvieglošanai sastādītas tabulas (tab. 12.).

Piemērs. Jānovada Q = 15 sl. Ātrums vadā vēlams ap 0,8 m. No tabulas (11) varam izvēlēt starp:

d = 150 mm, Q = 15,8, v = 0,89, J = 0,011
d = 175 „ , Q = 15,3, v = 0,64, J = 0,0044

Lielāks J prasa stiprākas mašīnas un viņu nodarbināšanu, bet mazāku d. Ar maksas aprēķinu jānoskaidro, kas izdevīgāk.

Mazā Kuttera formula vēlāk papildināta par G a n g i j ē-K u t t e r a (Ganguillet-Kutter) formulu, lai viņa būtu noderīga

Tabula 12.

Spiediena zaudējums, ātrums un caurteces daudzums pilnos riņķveidīgos vados pēc Kuttera.

(Diam. = mm, v = m, Q = sl, m = 0,25)

Diametrs		40		50		60		70		80		90		100	
Krītums		v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
1: 10	0,10000	0,90	1,2	1.09	2,1	1,21	3,6	1,45	5,6	1,61	8,1	1,78	11,3	1,94	15,2
20	0,05000	0,64	0,8	0,77	1,5	0,90	5,6	1,03	3,9	1,14	5,7	1,26	8,0	1,37	10,8
30	0,03333	0,52	0,7	0,63	1,5	0,74	2,1	0,84	2,2	0,93	4,7	1,03	6,5	1,12	8,8
40	0.02500	0,45	0,6	0,55	1,0	0,64	1,8	0,72	2,8	0,81	4,1	0,89	5,7	0.97	7,6
50	0,02000	0,40	0,5	0,49	1,0	0,57	1,6	0,65	2,5	0,72	3,6	0,80	5,0	0,87	6,8
60	0,01667	0,37	0,5	0,45	0,9	0,52	1,5	0,59	2,3	0,66	3,3	0,73	4,6	0,79	6,2
70	0,01429	0,34	0,4	0,41	0,8	0,48	1,4	0,55	2,1	0,61	3,1	0,67	4,3	0,73	5,8
80	0,01250	0,32	0,4	0,39	0,8	0,45	1,3	0,51	2,0	0,57	2,9	0,63	4,0	0,68	5,4
90	0,01111	0,30	0,4	0,37	0,7	0,43	1,2	0,48	1,9	0,54	2,7	0,59	3,8	0,63	5,1
100	0,01000	0,29	0,4	0,35	0,7	0,40	1,1	0,46	1,8	0,51	2,6	0,56	3,6	0,61	4,8
125	0,00800	0,26	0,3	0,31	0,6	0,36	1,0	0,41	1,6	0,46	2,3	0,50	3,2	0,55	4,3
150	0,00667	0,23	0,3	0,28	0,6	0,33	0,9	0,37	1,4	0,42	2,1	0,46	2,9	0,50	3,9
175	0,00571	0,21	0,3	0,26	0,5	0,31	0,9	0,34	1,3	0,39	1,9	0,43	2,7	0,46	3,6
200	0,00500	0,20	0,3	0,24	0,5	0,29	0,8	0,82	1,2	0,36	1,8	0,40	2,5	0,43	3,4
225	0.00444	0,19	0,2	0'23	0,5	0,27	0,8	0,31	1,2	0,34	1,7	0,37	2.4	0,41	3,2
250	0,00400	0,18	0,2	0,22	0,4	0,26	0,7	0,29	1,1	0,32	1,6	0,36	2,3	0,39	3,0
275	0,00364	0,17	0,2	0,21	0,4	0,24	0,7	0,28	1,1	0,31	1,5	0,34	2,2	0,37	2,9
300	0,00333	0,17	0,2	0,20	0,4	0,23	0,7	0,27	1,0	0,30	1,5	0,33	2,1	0,35	2,8
325	0.00308	0,16	0,2	0,19	0,4	0,22	0,6	0,26	1,0	0,28	1,4	0,31	2,0	0,34	2,7
350	0,00286	0,15	0,2	0,19	0,4	0,22	0,6	0,25	0,9	0,27	1,4	0,30	1,9	0,33	2,6
375	0,00267	0,15	0,2	0,18	0,4	0,21	0 6	0,24	0,9	0,26	1,3	0.20	1,8	0,32	2,5
400	0,00250	0,14	0,2	0,17	0,3	0,20	0,6	0,23	0,9	0,26	1,3	0,28	1,8	0,31	2,4
425	0,00235	0,14	0,2	0,17	0,3	0,20	0,6	0,22	0,9	0,25	1,2	0,27	1,7	0,30	2,3
450	0,00222	0,13	0,2	0,16	0,3	0,19	0,5	0,22	0,8	0,24	1,2	0,27	1,7	0,29	2,3
475	0,00210	0,13	0,2	0,16	0,3	0,18	0,5	0,21	0,8	0,23	1,2	0,26	1,6	0,28	2,2
500	0,00200	0,12	0,2	0,15	0,3	0,18	0,5	0,21	0,8	0,23	1,1	0,25	1,6	0,27	2,2
550	0,00182	0,12	0,2	0,15	0,3	0,17	0,5	0,20	0,8	0,22	1,1	0,24	1,5	0 26	2,1
600	0,00167	0.12	0,1	0,94	0,3	0,17	0,5	0,19	0,7	0,21	1,0	0,23	1,5	0,25	2,0
650	0,00154	0,11	0,1	0,14	0,3	0,16	0,4	0,18	0.7	0,20	1,0	0,22	1,4	0,24	1,9
700	0,00143	0,11	0,1	0,13	0,3	0,15	0,4	0,17	0,7	0,19	1,0	0,21	1,4	0,23	1,8
750	0,00133	0,10	0,1	0,13	0,2	0,15	0,4	0,17	0,6	0,19	0,9	0,21	1,3	0,22	1,8
800	0,00125	—	—	0,12	0,2	0,14	0,4	0,16	0,6	0,18	0,9	0,20	1,3	0,22	1,7
850	0,00117	—	—	0,12	0,2	0,14	0,4	0,16	0,6	0,18	0,9	0,19	1,2	0,21	1,7
900	0,00111	—	—	0,11	0,2	0,13	0,4	0,15	0,6	0,17	0,9	0,19	1,2	0,20	1,6
950	0,00105	—	—	0,11	0,2	0,13	0,4	0,15	0,6	0,17	0,8	0,18	1,2	0,20	1,6
1000	0,00100	—	—	0,11	0,2	0,13	0,4	0,15	0,6	0,16	0,8	0,18	1,1	0,19	1,5
1100	00,0091	—	—	0,10	0,2	0,12	0,3	0,14	0,5	0,15	0,3	0,17	1,1	0.18	1,5
1200	0 00083	—	—	—	—	0,12	0,3	0,13	0,5	0,15	0,7	0,16	1,0	0,18	1,4
1300	0,00077	—	—	—	—	0,11	0,3	0,13	0,5	0,14	0,7	0,16	1,0	0,17	1,3
1400	0,00071	—	—	—	—	0,11	0,3	0,12	0,5	0,14	0,7	0,15	1,0	0,16	1,3
1500	0,00066	—	—	—	—	0,10	0,3	0,12	0,5	0,13	0,7	0,15	0,0	0,16	1,2
1600	0,00062	—	—	—	—	—	—	0,11	0,4	0,13	0,6	0,14	0,9	0,15	1,2
1700	0,00059	—	—	—	—	—	—	0,11	0,4	0,12	0,6	0,14	0,9	0,15	1,2
1800	0,00056	—	—	—	—	—	—	0,11	0,4	0,12	0,6	0,13	0,8	0,14	1,1
1900	0,00053	—	—	—	—	—	—	0,11	0,4	0,12	0,6	0,13	0,8	0,14	1,1
2000	0,00050	—	—	—	—	—	—	0,10	0,4	0,11	0,6	0,13	0,8	0,14	1,1

(12. tabulas turpinājums.)

Diametrs		125		150		175		200		225		250		275	
Kritums		*v*	*Q*	*v*	*Q*	*v*	*Q*	*v*	*Q*	*v*	*Q*	*v*	*Q*	*v*	*Q*
1:	10	0,10000	2,31	28,4	2.68	47,3	3,02	72,5	3,33	104,6	3,65	145,2	3,95	194,0	4,25	252,1
	20	0,05000	1,64	20,1	1,89	33.4	2,13	51,3	2,36	74,0	2,58	102,7	2,80	137,2	3,00	178,3
	30	0,03333	1,34	16,4	1,55	27,3	1,74	41,9	1,92	60,4	2,11	83,8	2,28	112,0	2,45	145,5
	40	0,02500	1,16	14,2	1,34	23,6	1,51	36,3	1,67	52,3	1,83	72,6	1,98	97,0	2,12	126,0
	50	0,02000	1,04	12,7	1,20	21,1	1,40	32,4	1,49	46,8	1,63	64,9	1,77	86,8	1,91	114,0
	60	0,01667	0,95	11,6	1,09	19,3	1,23	39,6	1,36	42,7	1,49	59,3	1,61	79,2	1,73	102,9
	70	0,01429	0,88	10,7	1,01	17,9	1,14	27,4	1,26	39,5	1,38	54,9	1,49	73,3	1,60	95,3
	80	0,01250	0,82	10,0	0,95	16,7	1,07	25,6	1,18	37,0	1,29	51,3	1,40	68,6	1,50	89,1
	90	0.01111	0,77	9,5	0,89	15.8	1,01	24,2	1,11	34,9	1,22	48,4	1,32	64,7	1,42	84,0
	100	0,01000	0,73	9,0	0,85	14,9	0,95	22,9	1,05	33,1	1,16	45,9	1,25	61,3	1,34	79,7
	125	0,00800	0,65	8,0	0,76	13,4	0,85	20,5	0,94	29,6	1,03	41,1	1,12	54,9	1,20	71,3
	150	0,00667	0,60	7,3	0,69	12,2	0,78	18,7	0,86	27,0	0,94	37,5	1,02	50,1	1,10	65,1
	175	0,00571	0,55	6,8	0,64	11,3	0,72	17,3	0,80	25,0	0,87	34,7	0,95	46,4	1,02	60,3
	200	0,00500	0,52	6,4	0,60	10,6	0,67	16,2	0,75	23,4	0,82	32,5	0,88	43,3	0,95	56,4
	225	0,00444	0,49	6,0	0,56	10.0	0,64	15,3	0,70	22,1	0,77	30,6	0,83	40.9	0,90	53,1
	250	0,00400	0,46	5,7	0,54	9,5	0,60	14,3	0,67	20,9	0,73	29,0	0,79	38,8	0,85	50,4
	275	0,00364	0,44	5,4	0,51	9,0	0,58	13,8	0,64	19,9	0,70	27,7	0,75	37,0	0,81	48,1
	300	0,00333	0,42	5,2	0,49	8,6	0,55	13,2	0,61	19,1	0,67	26,5	0,72	35,4	0,78	46,0
	325	0,00308	0,41	5,0	0,47	8,3	0,53	12,7	0,58	18,3	0,64	25,5	0,69	34,0	0,75	44,2
	350	0,00286	0,39	4,8	0,45	8,0	0,51	12,3	0,56	17,7	0,62	24,5	0,67	32,8	0,72	42,6
	375	0,00267	0,38	4,6	0,44	7,7	0,49	11,8	0,54	17,1	0,60	23,7	0,65	31,7	0,69	41,2
	400	0,00250	0,37	4,5	0,42	7,5	0,48	11,5	0,53	16,5	0,58	23,0	0,63	30,7	0,67	39,9
	425	0,00235	0,36	4,4	0,41	7,3	0,46	11,1	0,51	16,0	0,56	22,3	0,61	29,8	0,65	38,7
	450	0,00222	0,35	4,3	0,40	7,0	0,45	10,8	0,50	15,6	0,54	21,6	0,59	28,9	0,63	37,6
	475	0,00210	0,34	4,1	0,39	6,9	0,44	10,5	0,48	15,2	0,53	21,1	0,57	28,1	0,62	36,6
	500	0,00200	0,33	4,0	0,38	6,7	0,43	10,3	0,47	14,8	0,52	20,5	0,56	27,4	0,60	35,7
	550	0,00182	0,31	3,8	0,36	6,4	0,42	9,8	0,45	14,1	0,49	19,6	0,53	26,2	0,57	34,0
	600	0,00167	0,30	3,7	0,35	6,1	0,39	9,4	0,43	13,5	0,47	18,7	0,51	25,0	0,55	32,5
	650	0,00154	0,29	3,5	0,34	5,8	0,38	9,0	0,41	13,0	0,45	18,0	0,49	24,1	0,53	31,3
	700	0,00143	0,28	3,4	0,32	5,6	0,36	8,7	0,40	12,5	0,44	17,4	0,47	23,2	0,51	30,1
	750	0,00133	0,27	3,3	0,31	5,5	0,35	8,4	0,39	12,1	0,42	16,8	0,46	22,4	0,49	29,1
	800	0,00125	0,26	3,2	0,30	5,3	0,34	8,1	0,37	11,7	0,41	16,2	0,44	21,7	0,48	28,2
	850	0,00117	0,25	3,1	0,29	5,1	0,33	7,9	0,36	11,3	0,40	15,7	0,43	21,0	0,46	27,3
	900	0,00111	0,24	3,0	0,28	5,0	0,32	7,6	0,35	11,0	0,39	15,3	0,42	20,4	0,45	26,6
	950	0,00105	0,24	2,9	0,27	4,9	0,31	7,4	0,34	10,7	0,38	14,9	0,41	19,9	0,44	25,9
	1000	0,00100	0,23	2,8	0,27	4,7	0,30	7,2	0,33	10,4	0,37	14,5	0,40	19,4	0,42	25,2
	1100	0,00091	0,22	2,7	0,26	4,5	0,29	6,9	0,32	10,0	0,35	13,8	0,38	18,5	0,41	24,0
	1200	0,00083	0,21	2,6	0,24	4,3	0,28	6,6	0,30	9,5	0,33	13,3	0,36	17,7	0,39	23,0
	1300	0,00077	0,20	2,5	0,24	4,1	0,26	6,4	0,29	9,2	0,32	12,7	0,35	17,0	0,37	22,1
	1400	0,00071	0,20	2,4	0,23	4,0	0,26	6,1	0,28	8,8	0,31	12,3	0,33	16,4	0,36	21,3
	1500	0,00066	0,19	2,3	0,22	3,9	0,35	5,9	0,27	8,5	0,30	11,9	0,32	15,8	0,35	20,8
	1600	0,00062	0,18	2,2	0,21	3,7	0,24	5,7	0,26	8,3	0,29	11,5	0,31	15,3	0,34	19,9
	1700	0,00059	0,18	2,2	0,21	3,6	0,23	5,6	0,26	8,0	0,28	11,1	0,30	14,9	0,33	19,3
	1800	0,00056	0,17	2,1	0,20	3,5	0,22	5,4	0,25	7,8	0,27	10,8	0,30	14,5	0,32	18,8
	1900	0,00053	0,17	2,1	0,19	3,4	0,22	5,3	0,24	7,6	0,27	10,5	0,29	14,1	0,31	18,3
	2000	0,00050	0,16	2,0	0,18	3,3	0,21	5,1	0,24	7,4	0,26	10,3	0,28	13,7	0,30	17,8

(12. tabulas turpinājums.)

Diametrs		300		325		350		375		400		425		450	
Kritums		v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
1: 10	0,10000	4,53	320	4,80	399	5,07	488	5,63	589	5,59	702	5,83	828	6,08	966
20	0,05000	3,20	226	3,40	282	3,58	345	3,77	417	3,95	497	4,13	585	4,30	683
30	0,03333	2,62	185	2,77	230	2,93	282	3,08	340	2,23	406	3,37	478	3,51	558
40	0,02500	2,26	160	2,40	199	2,54	244	2,67	295	2,80	351	2,92	414	3,04	483
50	0,02000	2,03	143	2,15	178	2,27	218	2,39	264	2,50	314	2,61	370	2,72	432
60	0,01667	1,85	131	1,96	163	2,07	199	2,18	241	2,28	287	2,38	338	2,48	395
70	0,01429	1,71	121	1,82	151	1,92	184	2,02	223	2,11	266	2,21	312	2,30	365
80	0,01250	1,60	113	1,70	141	1,79	172	1,89	208	1,98	248	2,06	293	2,15	342
90	0,01111	1,51	107	1,60	133	1,69	163	1,78	196	1,86	234	1,94	276	2,03	322
100	0,01000	1,43	101	1,52	126	1,60	154	1,69	186	1,77	222	1,85	262	1,92	306
125	0,00800	1,28	91	1,36	113	1,43	138	1,51	167	1,58	199	1,65	234	1,72	273
150	0,00667	1,17	83	1,24	103	1,31	126	1,38	152	1,44	181	1,51	214	1,57	250
175	0,00571	1,08	77	1,15	95	1,21	117	1,27	141	1,34	168	1,39	198	1,45	231
200	0,00500	1,01	72	1,07	89	1,13	109	1,19	132	1,25	157	1,30	185	1,36	216
225	0,00444	0,96	68	1,01	84	1,07	103	1,13	124	1,18	148	1,23	174	1,28	204
250	0,00400	0,91	64	0,96	80	1,01	98	1,07	118	1,12	141	1,17	166	1,22	193
275	0,00364	0,86	61	0,92	76	0,97	93	1,02	112	1,07	134	1,11	158	1,16	184
300	0,00333	0,83	58	0,88	73	0,93	89	0,97	108	1,02	128	1,07	151	1,11	176
325	0,00308	0,79	56	0,84	70	0,89	86	0,94	103	0,98	123	1,05	145	1,07	170
350	0,00286	0,77	54	0,81	67	0,86	82	0,90	100	0,95	119	0,99	140	1,03	164
375	0,00267	0,74	52	0,78	65	0,83	80	0,87	96	0,91	115	0,95	135	0,99	158
400	0,00250	0,72	51	0,76	63	0,80	77	0,84	93	0,88	111	0,92	131	0,96	153
425	0,00235	0,70	49	0,74	61	0,78	75	0,82	90	0,86	108	0,90	127	0,93	148
450	0,00222	0,68	48	0,72	59	0,76	73	0,80	88	0,83	105	0,87	123	0,91	144
475	0,00210	0,66	46	0,70	58	0,74	71	0,77	86	0,81	102	0,85	120	0,88	140
500	0,00200	0,64	45	0,68	56	0,72	69	0,75	83	0,79	99	0,83	117	0,86	137
550	0,00182	0,61	43	0,65	54	0,68	66	0,72	79	0,75	95	0,79	112	0,82	130
600	0,00167	0,59	41	0,62	51	0,65	63	0,69	76	0,72	91	0,75	107	0,78	125
650	0,00154	0,56	40	0,60	49	0,63	61	0,66	73	0,69	87	0,72	103	0,75	120
700	0,00143	0,54	38	0,57	48	0,61	58	0,64	70	0,67	84	0,70	99	0,73	116
750	0,00133	0,52	37	0,55	46	0,59	56	0,62	68	0,65	81	0,67	96	0,70	112
800	0,00125	0,51	36	0,54	45	0,57	55	0,60	66	0,63	79	0,65	93	0,68	108
850	0,00117	0,49	35	0,52	43	0,55	53	0,58	64	0,61	76	0,63	90	0,66	105
900	0,00111	0,48	34	0,51	42	0,53	51	0,56	62	0,59	74	0,62	87	0,64	102
950	0,00105	0,47	33	0,49	41	0,52	50	0,55	60	0,57	72	0,60	84	0,62	99
1000	0,00100	0,45	32	0,48	40	0,51	49	0,53	59	0,56	70	0,58	83	0,61	97
1100	0,00091	0,43	31	0,46	38	0,48	47	0,51	56	0,53	67	0,56	79	0,58	92
1200	0,00083	0,41	29	0,44	36	0,46	45	0,49	54	0,51	64	0,53	76	0,56	88
1300	0,00077	0,40	28	0,42	35	0,45	43	0,47	52	0,49	62	0,51	73	0,53	85
1400	0,00071	0,38	27	0,41	34	0,43	41	0,45	50	0,47	59	0,49	70	0,51	82
1500	0,00066	0,37	26	0,39	33	0,41	40	0,44	48	0,46	57	0,48	68	0,50	79
1600	0,00062	0,36	25	0,38	32	0,40	39	0,42	47	0,44	56	0,46	65	0,48	76
1700	0,00059	0,35	25	0,37	31	0,39	37	0,41	45	0,43	54	0,45	64	0,47	74
1800	0,00056	0,34	24	0,36	30	0,38	36	0,40	44	0,42	52	0,44	62	0,45	72
1900	0,00053	0,33	23	0,35	29	0,37	35	0,39	43	0,41	51	0,42	60	0,44	70
2000	0,00050	0,32	23	0,34	28	0,36	35	0,38	42	0,40	50	0,41	59	0,43	68

(12. tabulas turpinājums.)

Diametrs		475		500		550		600		650		700	
Kritums		v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
1: 10	0,10000	6,32	1120	6,55	1286	7,00	1663	7,45	2105	7,86	2610	8,28	3186
20	0,05000	4,47	792	4,63	910	4,95	1176	5,26	1488	5,56	1845	5,86	2253
30	0,03333	3,65	647	3,78	743	4,04	960	4,30	1215	4,54	1507	4,78	1840
40	0,02500	3,16	560	3,28	643	3,50	831	3,72	1053	3,93	1305	4,14	1593
50	0,02000	2,83	501	2,93	575	3,13	744	3,33	941	3,52	1167	3,70	1425
60	0,01667	2,58	457	2,67	525	2,86	679	3,04	859	3,21	1065	3,38	1301
70	0,01429	2,39	423	2,48	486	2,65	629	2,81	796	2,97	986	3,13	1204
80	0,01250	2,23	396	2,32	455	2,48	588	2,63	744	2,78	923	2,93	1127
90	0,01111	2,11	373	2,18	429	2,33	554	2,48	702	2,62	870	2,76	1062
100	0,01000	2,00	354	2,07	407	2,21	526	2,35	666	2,49	825	2,62	1008
125	0,00800	1,79	317	1,85	364	1,98	470	2,11	595	2,22	738	2,34	901
150	0,00667	1,63	289	1,69	332	1,81	429	1,92	544	2,03	674	2,14	823
175	0,00571	1,51	268	1,57	307	1,67	398	1,78	503	1,88	624	1,98	762
200	0,00500	1,41	250	1,47	288	1,57	372	1,67	471	1,76	584	1,85	713
275	0,00444	1,33	236	1,38	271	1,48	351	1,57	444	1,66	550	1,75	672
250	0,00400	1,26	224	1,31	257	1,40	333	1,49	421	1,57	522	1,66	637
275	0,00364	1,21	214	1,25	245	1,34	317	1,42	401	1,50	498	1,58	608
300	0,00333	1,15	204	1,20	235	1,28	304	1,36	384	1,44	476	1,51	582
325	0,00308	1,11	196	1,15	226	1,23	292	1,31	369	1,38	458	1,45	559
350	0,00286	1,07	189	1,11	217	1,18	281	1,26	356	1,33	441	1,40	539
375	0,00267	1,03	183	1,07	210	1,14	272	1,22	344	1,28	426	1,35	520
400	0,00250	1,00	177	1,04	203	1,11	263	1,18	333	1,24	413	1,31	504
425	0,00235	0,97	172	1,01	197	1,07	255	1,14	323	1,21	400	1,27	489
450	0,00222	0,94	167	0,98	192	1,04	248	1,11	314	1,17	389	1,23	475
475	0,00210	0,92	163	0,95	187	1,02	241	1,08	305	1,14	379	1,20	462
500	0,00200	0,89	158	0,93	182	0,99	235	1,05	298	1,11	369	1,17	451
550	0,00182	0,85	151	0,88	173	0,94	224	1,00	284	1,06	352	1,12	430
600	0,00167	0,82	145	0,85	166	0,90	215	0,96	272	1,02	337	1,07	411
650	0,00154	0,78	139	0,81	160	0,87	206	0,92	261	0,98	324	1,03	395
700	0,00143	0,76	134	0,78	154	0,84	199	0,89	252	0,94	312	0,99	381
750	0,00133	0,73	129	0,76	149	0,81	192	0,86	243	0,91	301	0,96	368
800	0,00125	0,71	125	0,73	144	0,78	186	0,83	235	0,88	292	0,93	356
850	0,00117	0,69	121	0,71	140	0,76	180	0,81	228	0,85	283	0,90	346
900	0,00111	0,67	118	0,69	136	0,74	175	0,79	222	0,83	275	0,87	336
950	0,00105	0,65	115	0,67	132	0,72	171	0,76	216	0,81	268	0,85	327
1000	0,00100	0,63	112	0,66	129	0,70	166	0,75	211	0,79	261	0,83	319
1100	0,00091	0,60	107	0,63	123	0,67	159	0,71	201	0,75	249	0,79	304
1200	0,00083	0,58	102	0,60	117	0,64	152	0,68	192	0,72	238	0,76	291
1300	0,00077	0,55	98	0,57	113	0,61	146	0,65	185	0,69	229	0,73	280
1400	0,00071	0,53	95	0,55	109	0,59	141	0,63	178	0,67	221	0,70	269
1500	0,00066	0,52	91	0,54	105	0,57	136	0,61	172	0,64	213	0,68	260
1600	0,00062	0,50	89	0,52	102	0,55	132	0,59	166	0,62	206	0,66	252
1700	0,00059	0,49	86	0,50	99	0,54	128	0,57	161	0,60	200	0,64	244
1800	0,00056	0,47	84	0,49	96	0,52	124	0,56	157	0,59	195	0,62	238
1900	0,00053	0,46	81	0,48	93	0,51	121	0,54	153	0,57	189	0,60	231
2000	0,00050	0,45	79	0,46	91	0,50	118	0,53	149	0,56	185	0,59	225

(12. tabulas turpinājums.)

Diametrs		750		800		900		1000		1100		1200	
Kritums		v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
1: 10	0,10000	8,68	3835	9,06	4556	9,82	6249	10,55	8281	11,23	10667	11,92	13474
20	0,05000	6,14	2711	6,41	3221	6,95	4419	7,46	5856	7,94	7543	8,43	9528
30	0,03333	5,01	2214	5,23	2630	5,67	3608	6,09	4781	6,48	6159	6,88	7780
40	0,02500	4,34	1917	4,53	2278	4,91	3125	5,27	4141	5,61	5334	5,96	6737
50	0,02000	3,88	1715	4,05	2037	4,39	2795	4,72	3704	5,02	4770	5,33	6026
60	0,01667	3,54	1566	3,70	1860	4,01	2551	4,31	3381	4,58	4355	4,86	5501
70	0,01429	3,28	1449	3,43	1722	3,71	2362	3,99	3130	4,24	4032	4,50	5093
80	0,01250	3,07	1356	3,20	1611	3,47	2209	3,73	2928	3,97	3771	4,21	4764
90	0,01100	2,89	1278	3,02	1519	3,27	2083	3,52	2760	3,74	3556	3,97	4492
100	0,01000	2,75	1213	2,87	1441	3,11	1976	3,33	2619	3,55	3373	3,77	4261
125	0,00800	2,46	1085	2,56	1289	2,78	1768	2,98	2342	3,18	3017	3,37	3811
150	0,00667	2,24	990	2,34	1176	2,54	1614	2,72	2138	2,90	2754	3,08	3479
175	0,00571	2,08	917	2,17	1089	2,35	1494	2,52	1980	2,68	2550	2,85	3214
200	0,00500	1,94	857	2,03	1019	2,20	1397	2,36	1852	2,51	2385	2,66	3013
225	0,00444	1,83	808	1,91	960	2,07	1317	2,22	1746	2,37	2249	2,51	2841
250	0,00400	1,74	767	1,81	911	1,97	1250	2,11	1656	2,25	2133	2,38	2695
275	0,00364	1,66	731	1,73	871	1,87	1192	2,01	1574	2,14	2034	2,27	2568
300	0,00333	1,59	700	1,66	832	1,79	1141	1,93	1512	2,05	1948	2,18	2460
325	0,00308	1,52	673	1,59	799	1,72	1096	1,85	1453	1,97	1871	2,09	2364
350	0,00286	1,47	648	1,53	770	1,66	1056	1,78	1400	1,90	1803	2,01	2278
375	0,00267	1,42	626	1,48	744	1,60	1021	1,72	1352	1,83	1742	1,95	2200
400	0,00250	1,37	606	1,43	720	1,55	988	1,67	1309	1,78	1687	1,88	2131
425	0,00235	1,33	588	1,39	699	1,51	959	1,62	1270	1,72	1636	1,83	2067
450	0,00222	1,29	572	1,35	679	1,46	932	1,57	1235	1,67	1590	1,78	2009
475	0,00210	1,26	556	1,32	661	1,43	907	1,53	1202	1,63	1548	1,73	1955
500	0,00200	1,23	542	1,28	644	1,39	884	1,49	1171	1,59	1509	1,69	1906
550	0,00182	1,17	517	1,22	614	1,33	843	1,42	1117	1,51	1438	1,61	1817
600	0,00167	1,12	495	1,17	588	1,27	807	1,36	1069	1,45	1377	1,54	1740
650	0,00154	1,08	476	1,12	565	1,22	775	1,31	1027	1,39	1323	1,48	1671
700	0,00143	1,04	458	1,08	545	1,17	747	1,26	990	1,34	1275	1,42	1611
750	0,00133	1,00	443	1,05	526	1,13	722	1,22	956	1,30	1232	1,38	1556
800	0,00125	0,97	429	1,01	509	1,10	699	1,18	926	1,26	1193	1,33	1507
850	0,00117	0,94	416	0,98	494	1,07	678	1,14	898	1,22	1157	1,29	1462
900	0,00111	0,92	404	0,96	480	1,04	659	1,11	873	1,18	1124	1,26	1420
950	0,00105	0,89	393	0,93	467	1,01	641	1,08	850	1,15	1094	1,22	1383
1000	0,00100	0,87	384	0,91	456	0,98	625	1,06	828	1,12	1067	1,19	1348
1100	0,00091	0,83	366	0,86	434	0,94	596	1,01	790	1,07	1017	1,14	1285
1200	0,00083	0,79	350	0,83	416	0,90	571	0,96	756	1,03	974	1,09	1230
1300	0,00077	0,76	336	0,80	400	0,86	548	0,92	726	0,98	936	1,05	1182
1400	0,00071	0,73	324	0,77	385	0,83	528	0,89	700	0,95	402	1,01	1139
1500	0,00066	0,71	313	0,74	372	0,80	510	0,86	676	0,92	871	0,97	1100
1600	0,00062	0,69	303	0,72	360	0,78	494	0,83	655	0,89	843	0,95	1065
1700	0,00059	0,67	294	0,70	349	0,75	479	0,81	635	0,86	818	0,91	1033
1800	0,00056	0,65	286	0,68	340	0,73	466	0,79	617	0,84	795	0,89	1004
1900	0,00053	0,63	278	0,66	331	0,71	453	0,77	601	0,81	774	0,86	987
2000	0,00050	0,61	271	0,64	322	0,70	442	0,75	586	0,79	754	0,84	953

arī pie maziem kritumiem, p. p., upēm, vai lielākiem kuģniecības vai spēka ūdens pievadu kanāļiem. To darīja, ievedot formulā krituma faktoru, izejot no novērojumiem, ka c pie lielākiem kritumiem samazinās, pie mazākiem turpretim palielinās.

Pilnīgas Gangijē-Kuttera formulas veids ir:

$$v = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{R \cdot J} \quad . \quad . \quad (17)$$

n vērtība noteikta robežās no 0,010—0,035, atkarīgi no sienu īpašībām. Ūdensvadiem varētu pieņemt n = 0,012 un kanālizācijas vadiem n = 0,013—0,017, vidēji 0,015, bet zemes kanāļiem n = 0,025.

Šī plašākā formula pielietojama, kā jau minēts, upēm un lieliem kanāļiem. Ūdensvadu praksē var būt ļoti reti gadījumi, kad viņu vajadzētu pielietot.

Jaunākā laika formulas nepieturas stigri pie Šēzi formulas konstrukcijas. Lai gan pa lielai daļai viņas uzstādītas uz agrāko pētījumu pamata, bet izveidotas potencformulu veidā:

$$v = k \cdot R^x \cdot J^y \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Manninga formulas (1889. g.) uzstādīšanai ņemti par pamatu tie paši pētījumi, ko Gangijē-Kutters bija izvedis uz Misisipi upes.

Formulas veids ir:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot J^{1/2} = \left(\frac{1}{n} \cdot \sqrt[6]{R}\right) \cdot \sqrt{R \cdot J} \quad . \quad . \quad (18)$$

pie kam n vērtība pieņemta tā pati kā lielajā Gangijē-Kuttera formulā. P. p., pieņemot n = 0,013, dabūjam:

$$v = 77 \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} = (77 \cdot \sqrt[6]{R}) \cdot \sqrt{R \cdot J} \quad . \quad . \quad (18a)$$

Tā tad īstenībā paturēts Šēzi formulas veids, ar $c = 77 \cdot \sqrt[6]{R}$.

Apaļiem vadiem ar $R = \frac{d}{4}$, formula pieņem veidu:

$$v = (30{,}5 \cdot \sqrt[6]{d}) \cdot \sqrt{d \cdot J}$$

vai

$$J = \frac{h}{l} = \frac{1}{930 \cdot \sqrt[3]{d}} \cdot \frac{v^2}{d} = \frac{0{,}0011}{\sqrt[3]{d}} \cdot \frac{v^2}{d} \quad . \quad (18b)$$

Tab. 13. Ūdens ātrumi v un caurteces daudzumi Q.

Pie caurules puspildījuma $F = \frac{\pi d^2}{8}$ un $R = \frac{d}{4}$ $\quad Q = F \cdot v$ un pēc Manninga: $v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$

Ar $n = 0{,}013$ ir $v = 77 \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$

J	$\sqrt{J}$	15 cm F = 0,0088 m² R = 0,0375 m $R^{2/3} = 0{,}112$ $v = 8{,}6\sqrt{J}$		20 cm F = 0,0157 m² R = 0,05 m $R^{2/3} = 0{,}136$ $v = 10{,}5\sqrt{J}$		22,5 cm F = 0,0199 m² R = 0,0563 m $R^{2/3} = 0{,}147$ $v = 11{,}3\sqrt{J}$		25 cm F = 0,0245 m² R = 0,0625 m $R^{2/3} = 0{,}158$ $v = 12{,}2\sqrt{J}$		30 cm F = 0,353 m² R = 0,075 m $R^{2/3} = 0{,}178$ $v = 13{,}7\sqrt{J}$		35 cm F = 0,0481 m² R = 0,0875 m $R^{2/3} = 0{,}197$ $v = 15{,}2\sqrt{J}$	
		v_m	Q_{sl}	v_m	Q_{sl}	v_m	Q_{sl}	v_m	Q_{sl}	v_m	Q_{sl}	v_m	Q_{sl}
0,0011	0,0332	—	—	—	—	—	—	0,41	—	0,45	—	0,50	24,1
0,0012	0,0346	—	—	—	—	—	—	0,42	—	0,47	—	0,53	25,5
0,0013	0,0361	—	—	—	—	—	—	0,44	—	0,49	—	0,55	26,5
0,0014	0,0374	—	—	—	—	—	—	0,46	—	0,51	18,0	0,57	27,4
0,0015	0 0387	—	—	—	—	—	—	0,47	—	0,53	18,7	0,59	28,4
0,0020	0,0447	—	—	—	—	0,51	10,1	0,54	13,2	0,61	21,5	0,68	32,7
0,0025	0,0500	—	—	0,53	—	0,57	11,3	0,61	14,9	0,68	24,0	0,76	36,6
0,0030	0,0548	—	—	0,58	—	0,62	12,3	0,67	16,4	0,75	26,5	0,83	39,9
0,0035	0,0592	—	—	0,62	9,7	0,67	13,3	0,72	17,6	0,81	28,6	0,90	43,3
0,0040	0,0632	—	—	0,66	10,4	0,71	14,1	0,77	18,9	0,87	30,7	0,96	46,2
0,0045	0,0671	—	—	0,70	11,0	0,76	15,1	0,82	20,1	0,92	32,5	1,02	49,1
0,005	0,0707	0,61	5,4	0,74	11,6	0,80	15,9	0 86	21,1	0,97	34,2	1,07	51,5
0,006	0,0775	0,67	5,9	0,81	12,7	0,88	17,5	0,95	23,3	1,06	37,4	1,19	57,1
0,007	0,0837	0,72	6,3	0 88	13,8	0,95	18,9	1,02	25,0	1,15	40,6	1,27	61,0
0,008	0,0894	0,77	6,8	0,94	14,8	1,01	20,1	1,09	26,7	1,22	43,0	1,37	65,8
0,009	0,0949	0,82	7,2	1,00	15,7	1,07	21,3	1,16	28,4	1,30	45,9	1,44	69,2
0,010	0,10	0,86	7,7	1,05	16,5	1,13	22,5	1,22	29,9	1,37	48,4	1,52	73,0

Maskavā izvesti plaši pētījumi pie dažu desmitu gadu darbojušamies kanālizācijas kanāļiem, kas bija pirmajiem izbūves posmiem aprēķināti ar Gangijē-Kuttera formulu (saīsinātu, atlaižot pēdējo faktoru ar J), pieņemot māla caurulēm n = 0,0105 un mūŗa kanāļiem n = 0,013. Pētījumi veda pie slēdziena, ka būtu pareizāk pieņemt kanāļiem, kuŗos nevar gaidīt nogulšņus:

māla caurulēm n = 0,012
kieģeļu kanāļiem n = 0,014.

Nedaudz nogulšņu jau palielina berzes koef., un n vērtība pieaug:

māla caurulēm n = 0,015
kanāļiem n = 0,016.

Vispārīgi novērots, ka ūdens sastāvā atrodošās rupjās suspendētās vielas, kā arī vilktās gar dibenu smagākās vielas, palielina berzes koef.

Pēc Maskavas pētījumiem var nākt pie slēdziena, ka gludi cauruļu vadi jāaprēķina ar mazāku berzes koef. kā ķiegeļu kanāļi, un uz tā pamata ieteic:

caurulēm $v = 68{,}3\ R^{0{,}59} \cdot J^{0{,}5}$ . . . (19a)
mūŗa kanāļiem $v = 65{,}8\ R^{0{,}60} \cdot J^{0{,}5}$ . . . (19b)

Kā kopīgu visāda veida materiāliem uz Maskavas pētījumu pamata ieteikta formula:

$$v = 61 \cdot R^{0{,}54} \cdot J^{0{,}5} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (19)$$

Maskavas pētījumi attiecas uz kanālizācijas kanāļiem, tomēr varētu nākt pie slēdziena, ka arī ūdensvadiem ar koef. n pieņemšanu jāpiegriež sevišķa vērība. Būtu jāizved līdzīgi pētījumi arī pie ilgu laiku darbojušamies ūdensvadiem.

Forchheimera formula:

$$v = k \cdot R^{0{,}7} \cdot J^{0{,}5} \quad . \ . \ . \ . \quad (20)$$

Ūdensvadiem varētu pieņemt k = 80 kā vidēju vērtību.

Lampes formula (1873. g.):

$$\frac{h}{l} = 0{,}0008289 \cdot \frac{v^{1{,}802}}{d^{1{,}25}} \quad . \ . \ . \ . \ . \quad (21)$$

Formula sastādīta uz pētījumu pamata Dancigas galvenā ūdensvadā (1869.—1871. g.), būvētā 1869. g., tā tad pētījuma

laikā vēl jauna. Vada d = 0,418 un gaŗums 14123 m. Ūdens daudzumus mērīja pilsētas rezervuārā un spiedienu 20 vietās.

Koeī. k potencformulās noteic uz mēģinājumu pamata zināmam kanāļu materiālam, pie zināma nelīdzenības stāvokļa, un tad k — vērtība ir konstanta kanāļiem no tā paša materiāla un tā paša nelīdzenuma stāvokļa apstākļiem. Ja ņemtu vērā ūoļu nogulumu kustību kanāļa dibenā un apzīmētu ar ρ — nogulšņu daļiņu diametru, tad varētu arī k aprēķināt ar formulu $k = \frac{21.1}{\sqrt[6]{\rho}}$, pēc Striklera (Strickler) un tad formula būtu:

$$v = 21{,}1 \cdot \sqrt[6]{\frac{R}{\rho}} \cdot \sqrt{R \cdot J} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

Parasti gan ieteicams k — vērtību noteikt ar mēģinājumiem.

Viljama-Hazena (Williams-Hazen) formula (no 1905., 1908. un 1920. g.):

$$v = k \cdot R^{0{,}63} \cdot J^{0{,}54} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23)$$

vai arī tādā veidā:

$$\frac{h}{l} = x \frac{v^{1{,}87}}{d^{1{,}25}}.$$

Koef. k uzrādīti šādi lielumi:

ļoti gludām caurulēm 110
jaunām kniedētām tērauda caurulēm . . . . . 93,5.

Formula Amerikā bieži pielietota. Pēc autoru domām formula nebūtu pielietojama diam., mazākiem par 50 mm un ātrumiem, mazākiem par 1,5 m/sek., jo viskositāte (valkanība) ļoti iespaido koef. pie maziem diam. un maziem ātrumiem.

Bigeleizena (Biegeleisen) - Bukovski (Bukowsky) formula (1914. g.) uzstādīta pie ūdens temperātūras 12°C:

jaunām ķeta caurulēm:

$$\frac{h}{l} = 0{,}0012 \frac{v^{1{,}9}}{d^{1{,}1}} = 0{,}0019 \cdot \frac{Q^{1{,}9}}{d^{4{,}9}} \quad . \quad . \quad . \quad (24)$$

stipri nolietotām:

$$\frac{h}{l} = 0{,}002567 \frac{v^{1{,}9}}{d^{1{,}1}} = 0{,}004061 \cdot \frac{Q^{1{,}9}}{d^{4{,}9}} \quad . \quad . \quad (25)$$

tērauda caurulēm:

$$\frac{h}{l} = 0{,}0007745 \cdot \frac{v^{1,8}}{d^{1,2}} = 0{,}001196 \cdot \frac{Q^{1,8}}{d^{4,8}} \quad . \quad . \quad (26)$$

Bigeleizens ieteic pielietot formulu (25) izņēmuma gadījumos, kādi var būt pie stipri netīra ūdens vai ūdensvadiem uz laukiem, atsevišķām saimniecībām.

Reinolds (Reynolds, 1883. g.) uzstādījis sekojošu formulu:

$$\frac{h}{l} = k_x \cdot \frac{v^x}{d^{3-x}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (27)$$

Reinolds vēlāk atrada, ka k_x neatkarājas no katras vienas no šādām īpašībām: vada diametra d, ātruma v un ūdens valkanības (viskozitātes) w, bet no attiecībām $\frac{v \cdot d}{w}$. Apstrādājot savus un Darsi izmēģinājumus, Reinolds atrada šādas attiecības:

$$\frac{\gamma \cdot d}{\rho \cdot v^2} \cdot \frac{h}{l} = \left(\frac{v \cdot d}{w}\right)^p$$

un tad Reinolda formulu var arī rakstīt:

$$\frac{h}{l} = \frac{\rho}{w^p \cdot \gamma} \cdot \frac{v^{2+p}}{d^{1-p}} = k_x \cdot \frac{v^{2+p}}{d^{1-p}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (28)$$

ρ — apzīmē blīvumu — $\frac{kg/sek.^2}{m^4}$, γ — īpatnējo svaru — $\frac{kg}{m^3}$ un w — kinematisko viskozitāti (valkanību, plastiskumu) — $m^2/sek.$

Jaunākā laikā pētījumus izdarījuši Kārmans, Achenā, Prondtls — Gettingenā un Lindkvists (Lindquist). Apsveŗot šos pētījumus, Lindkvists atradis sekojošu formulu:

$$v = \frac{108{,}9}{\sqrt{1 + \frac{0{,}582}{\sqrt[3]{v \cdot R}}}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

Vēl literātūrā sastopams liels skaits citu formulu, galvenā kārtā šezi koef. c noteikšanai. Lielai daļai formulu, viņu pielietošanas atvieglošanai, sastādītas tabulas un nomogrammas. Jautājums paliek neizšķirts, kuŗa no formulām būtu tā labākā,

atbilstu vislabāk praktiskām vajadzībām. Formulas sastādītas uz dažādi nostādītu mēģinājumu pamatiem, un formulu uzstādītāji izgājuši no dažādiem mēģinājumu novērtēšanas paņēmieniem. Par maz vēl ir mēģinājumi ar praktiskā darbā pastāvošiem apstākļiem. Būtu jāizdara attiecīgi mēģinājumi ar praktiskiem ūdensvadiem, strādājošiem dažādos apstākļos, ar dažādām ūdens īpašībām, un sakarā ar to radušamies inkrustācijām dažāda biezuma, dažādas grumbuļainības. Arī paši vadu materiāli, caurules, var būt izgatavotas ar dažādu rūpību, tā tad kustības pretestības var būt dažādas. Novērojumi un pētījumi praktiskos apstākļos dotu materiālu formulām, tuvāk piemērotām praktiskām prasībām.

Šobrīd praksē ūdensvadiem visbiežāk pielietotās formulas ir: Bazēna (15) ar koef. k = 0,20 un mazā Kuttera (16) ar b = 0,25 un pēdējā laikā Manninga (18). Zviedru inženieris E. Lindkvists (Lindquist) uz Pasaules enerģijas konferences ierosinājumu izstrādājis referātu Skandinavijas kongresam 1933. g. Attiecīgi uz tipa formulām:

$$v = k \cdot R^x \cdot J^y \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

vai

$$\frac{h}{l} = k_z \cdot \frac{v_x}{d^y} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3a)$$

viņš nāk pie slēdziena, ka šāda veida formulas vislabāk pielietojamas spiediena zaudējumu resp. vidējā ātruma aprēķināšanai čuguna, tērauda, betona un koka vados. Ieteic sekojošas formulas:

a) čuguna, vai tērauda, vai betona vadiem īsās sekcijās:

$$v = k \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

vai

$$\frac{h}{l} = k_z \cdot \frac{v^2}{d^{4/3}}$$

b) koka caurulēm vai betona vadiem garās sekcijās:

$$v = k_1 \cdot R^{0,625} \cdot J^{0,5}$$

vai

$$\frac{h}{l} = k_z \cdot \frac{v^2}{d^{1,25}}.$$

Pie tam tomēr jāņem vērā, ka ātrumam vados jābūt ne visai mazam, nogulumu dēļ, kas var pārklāt sienas.

Vaļēju kanāļu un gultņu aprēķināšanai Lindkvists ieteic Manninga formulu:

$$v = k \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

pieņemot $k = \frac{1}{n}$, pie kam n — pēc lielās Gangijē-Kuttera formulas apzīmējumiem. Lindkvists un Striklers arī dod skaitļus tieši k noteikšanai šinī formulā: no k = 25—30, pie lieliem akmeņiem gultnē, līdz k = 100 pie gludām cementa virsmām, vai gludi noēvelētām plankām. Ūdensvadiem, kā jau minēts (18a), varētu pieņemt k = 77.

Dažādu formulu īpašības un viņu pielietošana plaši apskatīta: «Weyrauch-Strobel Hydraulisches Rechnen 1930.».

Inkrustācijas: Koef. noteikšana vadu lieluma aprēķināšanas formulās lielu lomu, kā redzējām, spēlē vadu sienu līdzenuma bojāšanās no pieaugumiem resp. inkrustācijām. Ir pacelts jautājums, vai nevarētu sekot šādu inkrustāciju sarašanās gaitai, un sakarā ar to noteikt, cik ilgā laikā inkrustācijas jau varētu samazināt dzīvgriezumu tik stipri, ka vadi būtu jāatjauno. Uz šādu jautājumu grūti dot atbildi. Galveno lomu te spēlē vadāmā ūdens īpašības. Tā, p. p., novērots, ka kādā 150 mm ūdensvadā, kas vada avota ūdeni, bet saturošu dažādus sāļus, pēc 7—8 g. darbības jau pārklāta iekšpuse ar 50 mm biezām inkrustācijām, tā ka paliek brīvs dzīvgriezums tikai 50 mm plats. Turpretim ir atkal citi avotu ūdensvadi, kas gadu desmitiem ilgi jau strādā un neuzrāda nekādas inkrustācijas pazīmes[1]). Ūdens īpašības nu var būt tik dažādas, ka atrast kaut kādu likumu inkrustāciju cēloņiem un viņu izveidošanās ātrumam nav nemaz iespējams. Gan saskatāma zināma nozīme cauruļu iekšējā nelīdzenumā, asfaltēšanas rūpībā, spiediena lielumā un vadu lielumā, ko visu varētu arī izteikt formulās, un tādas patiešām no dažiem pētniekiem arī uzstādītas. Bet tā kā galvenais faktors tomēr ir un paliek vadāmā ūdens īpašības, tad šādām formulām lielu nozīmi piešķirt nevar. No praktiskiem piedzīvojumiem vislabākais līdzeklis uzturēt vadiem viņu dzīvgriezumu labā stāvoklī, ir viņu skalošana. Skalošana jāatkārto pēc iespējas bieži, cik pēc novērojumiem vajadzīgs, lai nogulšņi nesakrātos lielā daudzumā, tā tad arī te galvenais noteicējs ir ūdens īpašības. Rīgā skalošanu izdara 2—3 reizes gadā.

[1]) Гениев стр. 315.

Ja ūdenim tādas īpašības, ka ar skalošanu nevar vadus turēt tīrus, un paliek iespējamība viņu pilnīgai aizaugšanai, tad paceļas jautājums par tādu vadu atjaunošanas laiku. Visādā ziņā jāparedz pie vadu projektēšanas piesērēšanas iespējamība un jāizpēta rūpīgi tie apstākļi, kas iespaido berzes koef. izvēli.

Atsevišķas kustības pretestības.

Gaŗiem, taisniem vadiem atsevišķas kustības pretestības nekrīt svarā, un viņas var arī neaprēķināt atsevišķi. Bet īsiem vadiem un tādiem, kas ļoti bieži maina savu virzienu, kā horizontālā tā vertikālā ziņā vai arī dzīvgriezumu, tomēr jāņem vērā dažādas atsevišķas kustības pretestības, kā: 1) pie ūdens ietecēšanas vadā, 2) pie līkumiem un līkņiem, 3) pie šķērsgriezuma maiņas, 4) aizlaidņos. Praktiski arī daudzreiz dara tā, ka aprēķinātiem kritumiem resp. spiediena zaudējumiem taisniem vadiem, pieliek 10—20% atkarīgi no vada gaŗuma un dažādu atsevišķu pretestību daudzuma. Tomēr dažreiz ir atsevišķu sīkdaļu tik daudz, ka kustības zaudējumi jāaprēķina viņos atsevišķi.

Sevišķas kustības pretestības aprēķina tādā veidā, kā t. s. ātruma augstumu $\frac{v^2}{2g}$ pareizina ar zināmu pretestības koef. k, un tā dabū spiediena zuduma lielumu h:

$$h = k \cdot \frac{v^2}{2g} = c \cdot v^2 \ldots \ldots \ldots \quad (30)$$

Atzīmējot atsevišķu pretestību koef. ar k_1, k_2 ... un normālās pretestības (taisnā vadā) ar k, visu kustību pretestību kopsumma tad ir:

$$\Sigma h = (k_1 + k_2 + k_3 \ldots + k) \cdot \frac{v^2}{2g}.$$

Ūdens ietece vadā ar vidējo ātrumu v. Ja spiediena augstums pie izteces vadā no kādas tvertnes ir h, tad izteces ātrums ir:

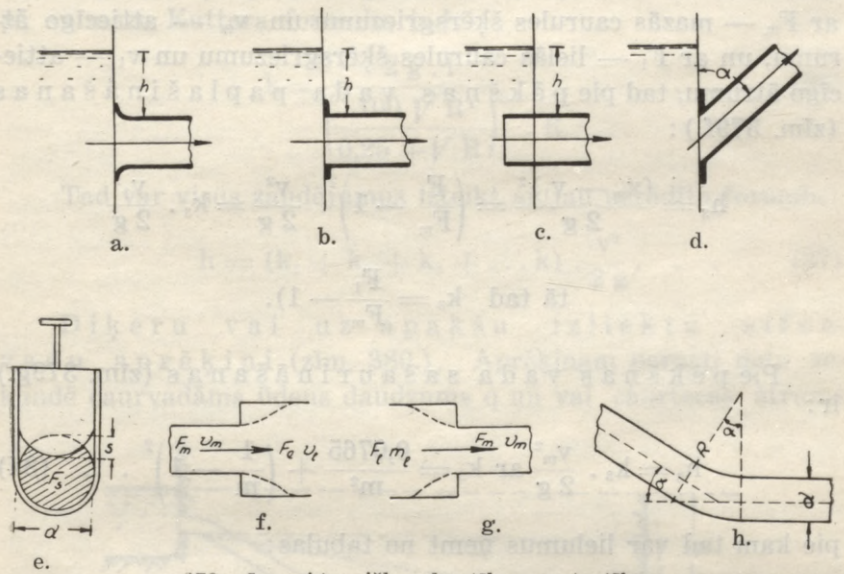
$$v = m\sqrt{2g \cdot h}$$

vai

$$h = \frac{1}{m^2} \cdot \frac{v^2}{2g}, \text{ tā tad šai gadījumā}$$

$$k_1 = \frac{1}{m^2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (31)$$

m ir izteces koef., un viņa lielums atkarājas no izteces cauruma īpašībām. Uz pētījuma pamata no hidrologiem atrasti sekojoši lielumi. Ja izteces caurums ir noapaļots (zīm. 379a.), tad $k_1 = 0{,}06—0{,}1$, ja viņš turpretim ir ass (zīm. 379b.), tad $k_1 =$ līdz 0,50. Ja notekcaurules gals ieiet tvertnē (zīm. 379c.), tad $k_1 = 0{,}56—1{,}30$. Pie ieteces zem asa leņķa α (zīm. 379d.), $k_1 = 0{,}5 + 0{,}3 \sin\alpha + 0{,}2 \sin^2\alpha$.



379. zīm. Atsevišķas kustības pretestības.

Spiediena zaudējumi aizlaidņos, ja aizlaidnis ir pa mazai daļai aiztaisīts, nav lieli, bet pie stipri samazināta caurteces šķērsgriezuma zaudējumi var būt ievērojami. Ja apzīmējam ar F visu caurules šķērsgriezumu, ar F_s — brīvo šķērsgriezumu pēc aizlaidņa aizgriešanas, un ar s — noslēgto šķērsgriezuma augstumu (zīm. 379e.), tad pēc Veisbacha ir sekojošas attiecības:

$s =$	$\frac{d}{8}$	$\frac{2d}{8}$	$\frac{3d}{8}$	$\frac{4d}{8}$	$\frac{5d}{8}$	$\frac{6d}{8}$	$\frac{7d}{8}$	
$\frac{F}{F_s} =$	0,948	0,856	0,740	0,609	0,466	0,315	0,159	
$k_2 =$	0,07	0,26	0,81	2,06	5,52	17,0	97,8	(33)

Ja ar aizlaidņiem jārēgulē caurteces daudzumi, tad labākais ir ar mēģinājumu iepriekš noteikt, pie kāda stāvokļa dabūjams vajadzīgais ūdens daudzums.

Šķērsgriezuma maiņas pretestības. Ja šķērsgriezuma maiņa notiek pamazām, bez kā mainītos caurteces daudzums, tad zaudējumi nav lieli un tāds šķērsgriezuma maiņas veids ieteicams. Ja maiņa notiek uz reizi, un caurteces daudzums nav mainījies, tad zaudējumi jāaprēķina. Apzīmējot ar F_m — mazās caurules šķērsgriezumu un v_m — attiecīgo ātrumu, un ar F_l — lielās caurules šķērsgriezumu un v_l — attiecīgo ātrumu, tad pie pēkšņas vada paplašināšanas (zīm. 379f.):

$$h_s = \frac{(v_m - v_l)^2}{2g} = \left(\frac{F_l}{F_m} - 1\right)^2 \cdot \frac{v^2}{2g} = k_s \cdot \frac{v_l^2}{2g}$$

$$\text{tā tad } k_s = \frac{F_l}{F_m} - 1).$$

Pie pēkšņas vada sašaurināšanas (zīm. 379g.) ir:

$$h_s = k_s \cdot \frac{v_m^2}{2g} \text{ ar } k_s = \frac{0{,}0765}{m^2} + \left(\frac{1}{m} - 1\right)^2 \quad . \quad . \quad (34)$$

pie kam tad var lielumus ņemt no tabulas:

$\frac{F_m}{F_l}$ =	0,01	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0
m =	0,64	0,65	0,66	0,68	0,70	0,75	0,84	1,00
k_s =	0,50	0,47	0,42	0,37	0,33	0,25	0,15	0,0

Spiediena zaudējumi līkumos (zīm. 379h) atkarājas no caurteces novirzīšanās līkuma sākumā, un līkuma gaŗums un novirzīšanās leņķis sevišķi svarā nekrīt. Vada diametru apzīmējot ar d_l un vada ass līkuma radiju ar R_l, dabūjam:

$$k_4 = 0{,}13 + 0{,}16 \cdot \left(\frac{d}{R}\right)^{3{,}5} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (35)$$

Šāds zaudējums jāaprēķina līkņa gaŗumam un tad jāpieskaita zaudējumam taisnā vadā, līkumam līdzīgā gaŗumā.

Normālās vada pretestības arī jāizsaka ar augšā pieņemto formulu. Ja vada gaŗums ir l, tad

$$v = c \,.\, \sqrt{R \,.\, J}, \text{ kur } J = \frac{h}{l}. \quad \text{Tā tad}$$

$$h = \frac{v^2 \,.\, l}{c^2 \,.\, R} = \frac{2g \,.\, l}{c^2 \,.\, R} \cdot \frac{v^2}{2g} = k \,.\, \frac{v^2}{2g}$$

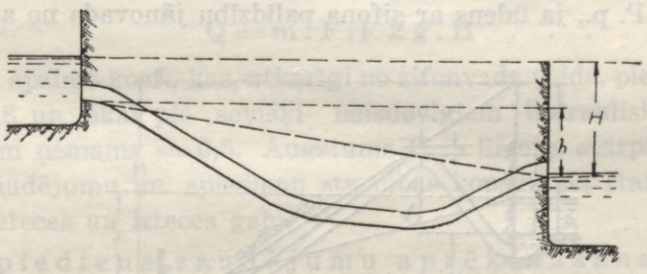
c var aprēķināt ar kādu no agrāk jau uzrādītām formulām, p. p., ar mazo Kuttera formulu, tad:

$$k = \frac{2g \,.\, l}{\left(\frac{100\sqrt{R}}{0{,}25 + \sqrt{R}}\right)^2 \,.\, R} \quad \ldots\ldots \quad (36)$$

Tad var visus zaudējumus izteikt ar jau uzrādīto formulu:

$$h = (k_1 + k_2 + k_3 + \ldots k) \,.\, \frac{v^2}{2g} \ldots\ldots \quad (37)$$

Diķeru vai uz apakšu izliektu sifonvadu aprēķini (zīm. 380.). Aprēķinam parasti dots sekundē caurvadāms ūdens daudzums q un vai caurteces ātrums



380. zīm. Diķeris.

v vai spiediena zaudējums diķerī h. Ja diķeris pastāv no viena paša cauruļu vada, tad viņa šķērsgriezums $F = \frac{d^2 \pi}{4}$ un $v = \frac{Q}{F} = \frac{4Q}{d^2 \pi}$. Spiediena zudumi jārēķina saskaņā ar formulu (37), ņemot vērā kustības pretestības pie ieteces vadā, ja mainās šķērsgriezums, tāpat pie izteces vadā. Tāpat jāņem vērā kustības pretestības līkumos un pašā vadā.

Ja diķeris sastāv no vairākiem dažreiz dažāda lieluma vadiem, tad aprēķinu izdara sekojošā veidā. Apzīmējot attiecīgos

šķērsgriezumus, ātrumu un gaŗumu ar f_1, v_1, l_1; f_2, v_2 l_2 . . ., un ar Q — kopīgi novadāmo ūdens daudzumu, tad

$$Q = f_1 v_1 + f_2 v_2 + \ldots \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (38)$$

Spiediena zaudējumam h jābūt visos vados vienam un tam pašam, tā tad (saskaņā ar formulu (10) l. p. 576.):

$$h = c_1 \cdot \frac{v_1^2}{d_1} \cdot l_1 = c_2 \cdot \frac{v_2^2}{d_2} \cdot l_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (39)$$

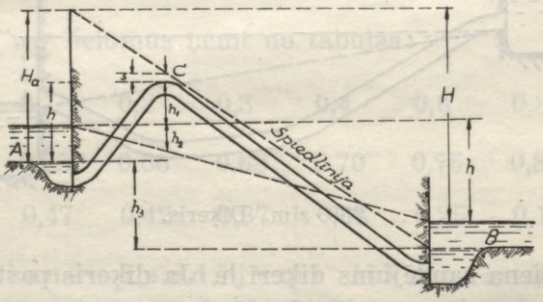
vai

$$v_1 = \sqrt{\frac{d_1}{c_1}} \cdot \sqrt{h}, \quad v_2 = \sqrt{\frac{d_2}{c_2}} \cdot \sqrt{h} \cdot$$

Saskaņojot ar formulu (38) un ņemot $f = \frac{d^2 \pi}{4}$, dabūjam:

$$h = \frac{Q^2}{\frac{d_1^3 \pi}{4 \cdot c_1} + \frac{d_2^3 \pi}{4 \cdot c_2} + \ldots} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (40)$$

S i f o n s (uz augšu izliektais). Sifonus vados ietaisa, ja ūdens jāvada pāri pār kādu kavēkli (p. p., kādu tiltu), pie kam tad sifona augstākā vieta paceļas pāri pār ūdens līmeni sifona ietecē. P. p., ja ūdens ar sifona palīdzību jānovada no augstāka



381. zīm. Sifons.

rezervuāra (zīm. 381. A) uz zemāku rezervuāru (B), tad vada lieluma resp. ātruma aprēķināšanai jāņem vērā sekojošais. Vispirms jānoskaidro ūdens līmeņu starpība (h) abos rezervuāros, kas arī nosaka ūdens dzinējspēku sifonvadā. Šī ūdens līmeņu starpība līdzīga ātruma augstuma lielumam sifona izteces galā + spiediena zudumam no berzes gar vada sienām + atsevišķiem spiediena zudumiem (p. p., līkumos). Visus šos

lielumus var aprēķināt pēc agrāk jau dotām formulām (37), un pieskaitot klāt augstumus ($h_1 + h_2$) līdz visaugstākajam sifona punktam, no hidrauliskās krituma līnijas var iezīmēt spiedlīniju. Ja pēdējā zīmējumā nāk pāri pār sifonvadu, tad nav jābaidās, ka, ūdenim tekot, strāva varētu pārtrūkt no gaisa pretestības, kas sakrājas augstākajā vietā (tā nosūkšanai jāparedz gaisa pumpis). Gaisa spiedienam vajaga būt lielākam par spiedlīnijas pacelšanos ($h_4 + s$) pāri pār augstākā baseina ūdens līmeni. Ja pēdējais lielums būtu lielāks par gaisa spiedienu, tad ūdens sifonā nevarētu tecēt. Gaisa spiediens līdzinās ap 10 m ūdensstabam un tad minētais lielums ($h_4 + s$) varētu būt tikai 7—8 m; un praktiski būtu pielaižams vēl mazāk (ap 6 m). Kas attiecas uz apakšējā baseina dziļumu pret sifona visaugstākās vietas līmeni, tad tas nav sevišķi ierobežots, tikai jārēgulē ātrums, lai tas nebūtu tik liels, ka strāva sifonvada apakšējā daļā varētu notrūkt, jo vadam jābūt arvien pilnam.

Sifons sāk strādāt, ja viņu piepilda ar ūdeni vai izsūc gaisu. Ātrumu sifonā pielaiž 0,7—1,0 m/sek.

Par sifonvadiem aku apvienošanai jau bija agrāk minēts (l. p. 224.).

Sifona caurteces daudzumu Q var iepriekšējiem aprēķiniem uzzināt ar formulu:

$$Q = m \cdot F \cdot \sqrt{2g \cdot H} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (41)$$

kuŗā m apzīmē koef., kas, atkarīgi no sifonvada veida, pieņemams 0,7—0,8 un tikai pie sevišķi neizdevīgiem hidrauliskiem apstākļiem ņemams = 0,5. Augstums H ir līmeņu starpība resp. visu zaudējumu un spiedienu starpības kopsumma starp sifonvada ieteces un izteces galu.

Spiediena zaudējumu aprēķināšana lokanās caurulēs (šļūtenēs). Šļūtenes, atkarīgi no materiāla un izgatavošanas veida, var būt ar dažādu nelīdzenumu. Pēc Frīmaņa (Freeman) var aprēķināšanai pielietot formulu:

$$J = n \cdot \frac{v^2}{d} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (42)$$

v un d — izteikts metros.

n = 0,00090 — gumijas šļūtenēm.

n = 0,00088 — gludām, gumētām šļūtenēm.

n = 0,00100 — nelīdzenām, gumētām šļūtenēm.

n = 0,00210 — parastām kaņepāju šļūtenēm.

Var arī rēķināt ar sekojošo Frīmaņa (Freeman) formulu:

$$v = \frac{c}{2}\sqrt{J \cdot d} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (43)$$

ar:

c = 68,2 — ļoti gludām gumijas šļūtenēm.
c = 66,5 — ļoti gludām, iekšpusē gumētām šļūtenēm.
c = 49,5 — nelīdzenām, iekšpusē gumētām šļūtenēm.
c = 43,3 — parastām kaņepāju šļūtenēm.

Pielieto arī formulu:

$$J = m \cdot \frac{Q^2}{d^5} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (44)$$

pieņemot Q — litros/sek. un d — centimetros, pēc Faninga (Fanning):

m = 30 — negumētām šļūtenēm.
m = 25 — nelīdzenām, gumētām šļūtenēm.

Spiediena zaudējumi (metros) 100 m garā nelīdzeni gumētā šļūtenē pie dažādiem diametriem un ūdens daudzumiem (litros minūtē) ir:

d mm	Ūdens daudzumi l/min.						
	250	300	400	500	600	700	300
50	13,9	20,0	35,6	55,6	80,0	—	—
60	5,58	8,04	11,3	22,4	32,2	43,8	57,2
65	3,74	5,39	9,58	15,0	21,6	29,3	38,3
75	1,83	2,63	4,69	7,34	10,5	14,3	18,7

Brīvi iztekošas strāvas augstumu var noteikt ar Luegera formulu:

$$H = \frac{H_0}{1 + \varphi \cdot H_0} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (45)$$

ar apzīmējumiem:

H — vertikālās strāvas augstums — m.
H_0 — vajadzīgais brīvais spiediens uzgaļa galā — m.
φ — koef., ko var aprēķināt ar formulu:

$$\varphi = \frac{0{,}00025}{d + 1000\, d^3}$$

kur d — uzgaļa izteces diametrs — m.

No formulas (45) var atrisināt:

$$H_0 = \frac{H}{1 - \varphi \cdot H} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (45a)$$

P. p.

$d = 15$ mm, $\varphi = 0{,}0136$, $H = 10$ m, $H_0 = 11{,}6$ m
$d = 20$ mm, $\varphi = 0{,}00893$, $H = 10$ m, $H_0 = 11$ m
$H = 20$ mm, $H_0 = 24{,}3$ m

Luegera formulas der pie vertikālām strāvām (fontāniem), uguns dzēšanas šļūtenes tomēr nav vertikālas, tādā gadījumā viņās izteces strāvas augstums samazinās, atkarīgi arī no šļūtenes slīpuma. Amerikas inženieris Frīmans (Freeman) izpētījis attiecības starp slīpu strāvu un vajadzīgu brīvu spiedienu šļūtenes uzgaļa galā. Tā, p. p., ja uzgaļa d = 25,4 mm, un gumētas kaņepāju šļūtenes d = 63,5 mm, tad pie tā paša šļūtenes gaŗuma vertikālai strāvai 20 m augstai atbalst strāva ar 60—70° slīpumu 16,5 m, vai pie 32° — 15 m augsta. No tādas šļūtenes var izšļākt ap 640 l/min., pie kam ūdens spiedienam pie hidranta vai šļirces pieslēguma vajaga būt pie 30 m gaŗas šļūtenes ap 28 m, pie 60 m — 33 m un pie 120 m — 41 m[1]).

Spiediena zaudējumu aprēķināšana dažādos slodzes gadījumos.

Ja vadā slodze negrozās, t. i. no sākuma līdz beigām jāvada viens un tas pats ūdens daudzums (zīm. 382.), tad spiedlīnijas kritums ir vienmērīgs. Spiediena lielumu h vada sākumā var aprēķināt ar jau pazīstamām formulām, p. p., Manninga formulu (18b. l. p. 585.):

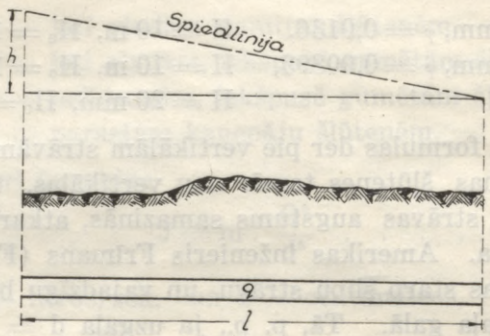
$$h = \frac{0{,}0011}{\sqrt[3]{d}} \cdot \frac{v^2}{d} \cdot l = 0{,}00174 \cdot \frac{Q^2 \cdot l}{d^{5{,}33}} \quad . \quad . \quad (46)$$

Vadus ar negrozīgu slodzi atsevišķos gabalos aprēķina līdzīgā kārtā, katru gabalu atsevišķi un kopīgais spiediena zudums tad ir summa no visiem daļu zudumiem. Tā tad (zīm 383.):

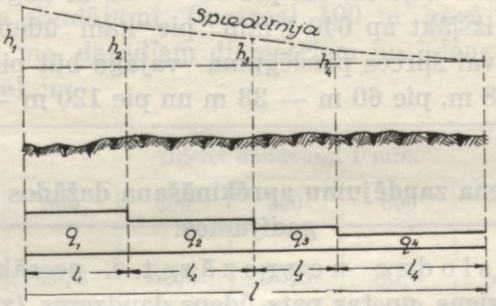
$$h = 0{,}00174 \cdot \left(\frac{q_1^2}{d_1^{5{,}33}} \cdot l_1 + \frac{q_2^2}{d_2^{5{,}33}} \cdot l_2 + \ldots \frac{q_n^2}{d_n^{5{,}33}} \cdot l_n \right) \quad (47)$$

[1]) Attiecīgas tabulas pieved Genijevs, l. p. 320.—321.

Tāds slodzes gadījums ir, ja no galvenā vada ūdeni noņem tikai atsevišķi ielu vadi, tā tad gadījums noder galvenā vada aprēķināšanai.



382. zīm. Vads ar negrozīgu slodzi.



383. zīm. Vads ar negrozīgu slodzi dažādos vada gabalos.

No vada izņem vienmērīgi zināmu ūdens daudzumu (zīm. 384.), kāds gadījums ir, ja māju pievienojumus uzskata kā vienmērīgus ūdens noņēmējus. Ar katru gaŗuma vienību, pieņemot vada diametru negrozītu, pazemināš spiediena zaudējumi un spiedlīnija pieņem paraboles veidu.

Apzīmējot uz gaŗuma vienības noņemto ūdens daudzumu ar q_0, attālumā l_x no sākuma būs noņemts daudzums $q_x = q_0 . l_x$. Ja sākumā ūdensvadā bija daudzums q_a, tad attālumā l_x būs: $q_a - q_0 . l_x$ un spiediena zaudējums šai vietā būs (pēc formulas 46):

$$h_x = 0{,}00174 . \frac{(q_a - q_0 . l_x)^2}{d^{5{,}33}} . (l - l_x).$$

Ņemot bezgalīgu mazu daļiņu no $l = dl$, var uzstādīt diferenciālnolīdzinājumu:

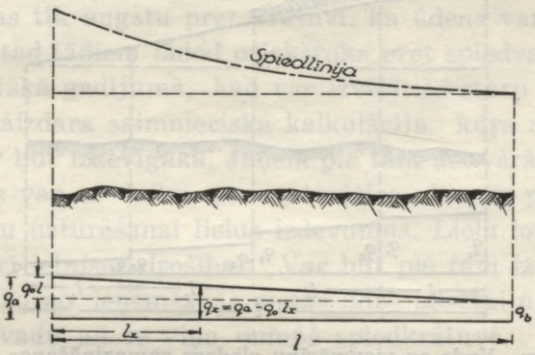
$$h_x = \frac{0{,}00174}{d^{5{,}33}} (q_a - q_0 . l_x)^2 . dl$$

$$= \frac{0{,}00174}{d^{5{,}33}} (q_a^2 - 2 q_a . q_0 . l_x + q_0^2 . l_x^2) . dl.$$

Integrējot, dabūjam:

$$h = \frac{0{,}00174}{d^{5{,}33}} \left(q_a^2 . l - 2 q_a . q_0 . \frac{l^2}{2} + \frac{q_0^2 . l^3}{3} \right)$$

$$= \frac{0{,}00174}{d^{5{,}33}} . l \left(q_a^2 - 2 q_a . q_0 . l + \frac{q_0^2 . l^2}{3} \right) . \quad . \quad (48)$$



384. zīm. Vads ar vienmērīgu slodzes pamazināšanos.

Patiesībā zināmā ielas gabalā māju attālumi un arī māju lielumi nav vienādi, un tādēļ arī vienmērīga ūdens noņemšana nebūs, un aprēķins ar formulu (48) dod izdevīgākos spiediena zudumus nekā tie patiesībā sagaidāmi. To ievērojot, var zināmam ielas gabalam vienkārši un praktiski tikpat pareizi rēķināt ar formulu:

$$h = \frac{0{,}00174}{d^{5{,}33}} \left(\frac{q_a + q_b}{2} \right)^2 . l. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (49)$$

P. p. Uz 100 m gaŗa vada $d = 200$ mm, ir uz katriem 20 m nozarojums ar 2 sl., un vada galā vēl vajaga palikt tālāk vadīšanai 14 sl. Tad ir $q_0 . l = \frac{100}{20} . 2 = 10$ sl., tā tad $q_a = 10 + 14 = 24$ sl. un $q_b = 14$ sl. Ja sadalījums būtu vienmērīgs, tad q_0 būtu $\frac{10}{100} = 0{,}1$ sl.

Ar formulu 48 dabūjam:

$$h = \frac{0{,}00174}{0{,}200^{5{,}33}} \cdot 100 \left(0{,}024 - 2 \times 0{,}024 \times 0{,}0001 \cdot \frac{100}{2} + \frac{0{,}0001^2 \cdot 100^3}{3} \right)$$

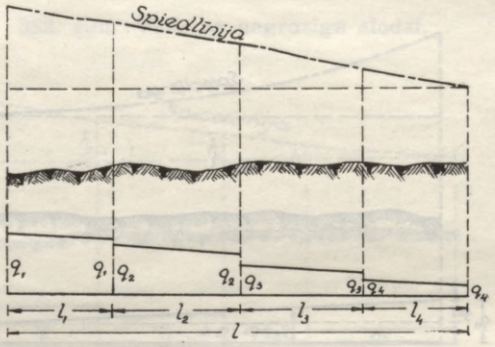
$$= 0{,}312 \text{ m},$$

bet ar formulu 49:

$$h = \frac{0{,}00174}{0{,}200^{5{,}33}} \cdot \left(\frac{0{,}024 + 0{,}014}{2} \right)^2 \cdot 100 = 0{,}335.$$

Pēdējie rezultāti praktiski pareizi un vieglāk aprēķināmi.

Vadus ar vienmērīgu slodzes pamazināšanos dažādos slodzes maiņas gabalos (zīm. 385.) aprēķina ar iepriekš attīstītām formulām. Ar formulu (48 vai 49) aprēķina zaudējumus katrā vada gabalā un tad sakopo.



385. zīm. Vads ar vienmērīgu slodzes samazināšanos dažādos slodzes maiņas gabalos.

Apvienotu vadu savstarpīgas slodzes attiecības. Gadījumi ūdens piegādes ietaisēs nav reti, kad pievadāmais apgādājamai vietai ūdens sadalīts uz 2 vai vairāk vadiem, dažāda lieluma. Šādos gadījumos no svara zināt, cik lieli ūdens daudzumi tek katrā vadā. Formulu (46) var arī izteikt:

$$Q^2 = \frac{h \cdot d^{5,33}}{l \cdot 0{,}00174} \quad \ldots \ldots \quad (46a)$$

Attiecības starp ūdens daudzumiem 2 vados tad ir:

$$\frac{Q_1^2}{Q_2^2} = \frac{\dfrac{h_1 \cdot d_1^{5,33}}{l_1 \cdot 0{,}00174}}{\dfrac{h_2 \cdot d_2^{5,33}}{l_2 \cdot 0{,}00174}} = \frac{h_1 \cdot d_1^{5,33} \cdot l_2}{h_2 \cdot d_2^{5,33} \cdot l_1}.$$

Tā kā spiediena zaudējumiem visos vados jābūt vienādi lieliem (t. i. $h_1 = h_2$), tad:

$$\frac{Q_1}{Q^2} = \frac{\sqrt{d_1^{5,33} \cdot l_2}}{\sqrt{d_2^{5,33} \cdot l_1}}.$$

Tā noskaidrojot ūdens daudzumus, var aprēķināt arī spiediena zaudējumus h ar formulu (46).

39. Vadu konstrukcija.

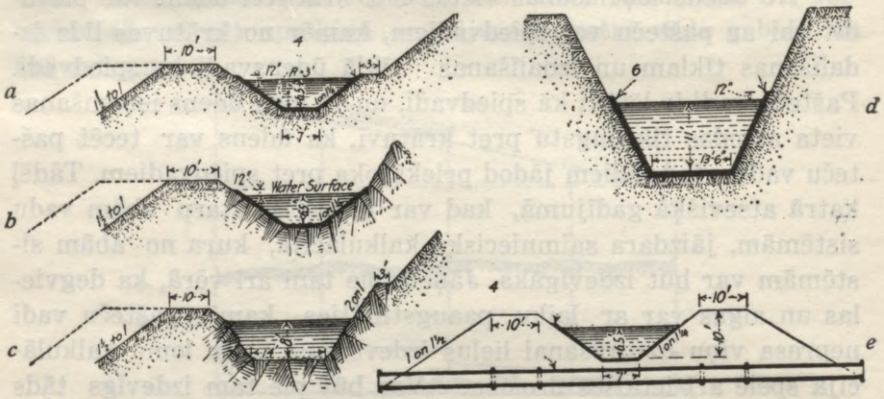
No ūdens ieņemšanas vietas līdz krātuvei ūdeni var pievadīt vai ar pašteču vai spiedvadiem, kamēr no krātuves līdz izdalīšanas tīklam un izdalīšanas tīklā ūdensvadi ir spiedvadi. Pašteču vadi ir lētāki kā spiedvadi, un ja vien ūdens ieņemšanas vieta atrodas tik augstu pret krātuvi, ka ūdens var tecēt pašteču vados, tad tādiem jādod priekšroka pret spiedvadiem. Tādēļ katrā atsevišķā gadījumā, kad var izvēlēties starp abām vadu sistēmām, jāizdara saimnieciska kalkulācija, kuŗa no abām sistēmām var būt izdevīgāka. Jāņem pie tam arī vērā, ka degvielas un algas var ar laiku paaugstināties, kamēr pašteču vadi neprasa viņu uzturēšanai lielus izdevumus. Lielu lomu kalkulācijā spēlē arī ietaises drošība. Var būt pie tam izdevīgs tāds gadījums, kad no ieņemšanas vietas līdz pilsētai novada ūdeni ar pašteču vadu un te viņu pumpē spiedkrātuvē. Šādi dažādi apstākļi jāieslēdz kalkulācijā, ja apstākļi to prasa.

a. Pašteču vadi.

Pašteču vadi var būt vai vadi ar brīvu ūdens līmeni, vai spiedvadi, kas stāv zem dabiska spiediena. Parasti gan būs jāpielieto abi veidi, un spiedvadus (diķerus) izvēl ar to nolūku, lai izbēgtu gaŗus, dabisku šķēršļu (augstu kalnu vai dziļu ieleju) apejas vadus; un tā tad izbēgtu tuneļus vai akvaduktus (vadu tiltus). Vadi ar brīvu ūdens līmeni var būt vai n e p ā r k l ā t i vai p ā r k l ā t i. Viens vai otrs veids atkarājas no būves un ekspluatācijas izdevumiem, bet arī ietaises darbības drošība un uzticamība var spēlēt izšķiŗošu lomu. Nepārklātie vadi var būt izbūves ziņā lētāki, jo atkrīt pārklājuma izmaksa, bet ļaunumi galvenā kārtā ir tie, ka no izgarošanas ceļas ūdens zaudējumi, ziemas laikā vadi cieš no sala, vasarā no karstuma, un ūdens

pieejams netīrumu ietikšanai. Tīrturēšana un aizsargāšana no stādu saknēm, no grauzējiem un t. t. prasa izdevumus.

Nepārklātus ūdensvadus var vienkārši izbūvēt kā zemes grāvjus (zīm. 386.), bet tad viņi jātaisa ar mazu kritumu, lai ātrums nebūtu liels (ne lielāks par 0,6 m/sek.) un ūdens neizskalotu grāvja nogāzes un dibenu. (Tā, p. p., Parīzes Ūr (Ourcq) kanālim ir J = 0,0000625, Karalauču — J = 0,00014.) Zemes kanāļu būvei Amerikā izstrādāti sevišķi tipi (zīm. 386.). Ja ātrums pārsniedz 0,6 m/sek., tad zemes kanāļu sienas ir jānostiprina, vai apliekot sienas un dibenu ar



a — 4 col. dzelzsbetona izoderējums, b — vienkārša betona aplikums, c — cieta grunts, d — Klanath p., ar betona izoderējumu, e — 4 col. dzelzsbetona izod. un betona drena.

386. zīm. Vaļēji kanāļi.

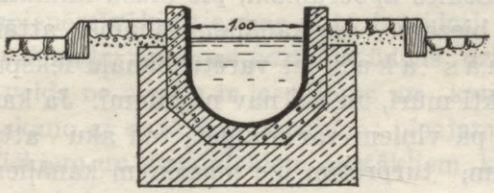
betona plātnēm, vai vismaz viņas nobruģējot (zīm. 387.). Tomēr labāk ir, ja kanāļus taisa mūŗa vai betona. Mazākus betona kanāļus var, sastādot no ārpus būves grāvja, fabrikveidīgi, izgatavotiem betona kanāļu gabaliem, kuŗus tad ieliek būves grāvī vai uz pabērtas noblietētas smilts paklāja, vai liesa betona (zīm. 388.), un sadursmes noblīvē ar cementa javu. Lielākus kanāļus var taisīt būves grāvī, ar pusriņķa šķērsgriezumu (zīm. 389.), betona, iekšpusi izliekot ar ķieģeļiem uz kanti vai apmetot un noslīpējot gludi ar cementa javu 1: 2. Gar kanāļa malu ietaisa pieeju kanālim, zāles vai piesērējumu novākšanai un aizžogo pieeju ar margām.

Kā jau minēts, atklāti kanāļi gan ir lētāki kā pārsegti, un viņi var noderēt galvenā kārtā liela ūdens daudzuma pārvadāšanai,

tādos gadījumos, kad zaudējumi nav sevišķi svarīgi, tāpat arī netīrumu ietikšana nav no svara, p. p., ūdens pievadīšanai dzelzceļa stacijām vai spēka centrālēm, t. i. tādos gadījumos, kad

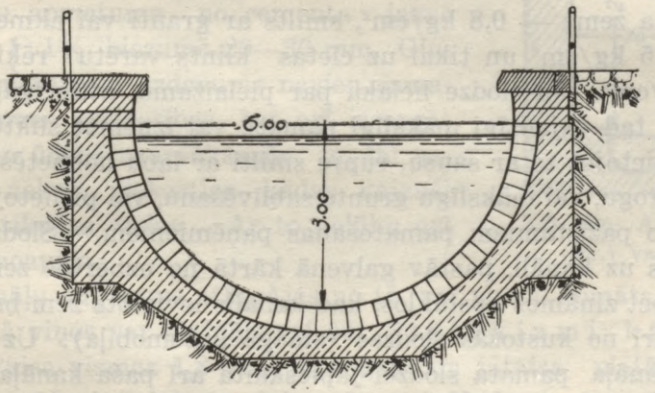


387. zīm. Izbruģēts vaļējs kanālis.



388. zīm. Mazs vaļējs kanālis.

ūdens nav domāts tiešai baudīšanai. No higiēniskā viedokļa dzeramā ūdens pievadīšana no avotiem līdz spiedrezervuāriem vaļējos vados gan nav vēlama. Ievērojot to, ka kanāļu pārseg-



389. zīm. Liels vaļējs kanālis.

šana tomēr nemaksā sevišķi pārliecīgi daudz vairāk, samērā ar nepārklāta kanāļa izmaksu, pie mūsu klimata ūdens apgādes vajadzībām gan atklātus kanāļus pielietos tikai varbūt kādos izņēmuma gadījumos.

Pārklātos ūdensvadus ar brīvu ūdens līmeni taisa vai betona, dzelzsbetona, vai ķieģeļu mūŗa, ja pārvadāmais ūdens daudzums ir liels. Ja ūdens daudzums nav liels, var pielietot glazētas māla, betona vai cita materiāla caurules. Kanāļu šķērsgriezuma veids un lielums atkarājas no vadāmā ūdens daudzuma, un no rīcībā esošā krituma, tā tad iespējamā ātruma. Kritums pēc iespējas jāpieskaņo zemes virsas kritumam.

Pārklātus kanāļus vai iebūvē zemē, vai apbeŗ ar zemi, ja viņi nāk pilnīgi vai pa daļai pāri pār zemes virsu. Ar to kanāļi arī aizsargāti no temperātūras iespaidiem: ziemā sala, vasarā karstuma. Zemes apbērumam, pie mūsu klimata, vajaga būt 1,5 līdz 2 m biezam. Uz kanāļiem zināmā attālumā jāietaisa iekāpjamās akas, lai varētu kanāļu iekšpusi pārbaudīt, vai nav defekti mūrī, un vai nav nogulumi. Ja kanāļi lieli un tā izveidoti, ka pa viņiem var staigāt, tad aku attālumi var būt lieli, līdz 1 km, turpretim pie mazākiem kanāļiem, atkarīgi no lieluma, aku attālums var būt 100—200 m. No virsas akas noslēdz ar aizslēdzamu ietaisi.

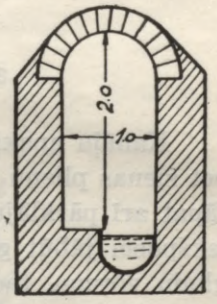
Kanāļi jātaisa uz stipriem, uzticamiem pamatiem, jo citādi viņi varētu nevienādi sēsties un dabūt plaisas. Ja būves grunts pietiekoši stipra, tad mākslīgi pamati nav vajadzīgi. Mīksta, humusu saturoša grunts nevar nest lielāku slodzi kā 0,4 kg/cm², mālaina zeme — 0,8 kg/cm², smilts ar granti vai akmeņiem — 1 līdz 5 kg/cm² un tikai uz cietas klints varētu rēķināt līdz 10 kg/cm². Ja slodze lielāka par pielaižamo attiecīgai grunts šķirai, tad vajadzīgi mākslīgi pamati, vai izņemot slikto grunti un atvietojot to ar sausu, rupju smilti ar labu noblietēšanu, vai ar režģogu, vai mākslīgu grunts sablīvēšanu, vai pielietojot kādu citu no pazīstamiem pamatošanas paņēmieniem. Slodze, kas gulstas uz kanāli, pastāv galvenā kārtā no uzbērtās zemes slodzes, bet zināmos apstākļos, kad kanālis ievietots zem braucamā ceļa, arī no kustošās slodzes (smagā automobiļa). Uz grunts zem kanāļa pamata slodzei jāpieskaita arī paša kanāļa, pildīta ar ūdens, svars. Starp sausām zemes daļiņām, noblietētām, pastāv zināma sakabe (kohezija), ar ko daļa zemes svara netiek pārnesta uz kanāļa virsas noslogojuma, bet aizbeŗot ar slapju, šķidru grunti, viss zemes svars gulstas uz kanāļa virsu. Turpretim cietā klintī tuneļveidīgi ietaisītam kanālim slodze ir līdzīga nullei, jo kanāļa izmūrējums te tikai uzskatāms kā apšuvums.

Īstie apstākļi atradīsies starp šām divām robežām, šķidra grunts aizbēruma, un stipras klints ieslēguma.

Kanāļu sienu biezums jāaprēķina ar pazīstamiem būvmēchanikas paņēmieniem, zinot no vienas puses slodzes sadalījumu un no otras puses attiecīga materiāla pretestību.

K a n ā ļ u š ķ ē r s g r i e z u m i var būt ļoti dažādi: apaļi, ovāli, četrstūraini, pakavveidīgi u. t. t. Hidrauliski visizdevīgākais šķērsgriezums ir riņķveidīgais, jo viņa hidrauliskais radijs ir vislielākais pie vismazākās šķērsgriezuma platības. Tomēr nav arvien iespējams izlietot riņķveidīgo šķērsgriezumu, jo būvnieciski viņš var izrādīties par neizdevīgu, sevišķi, kas attiecas uz slodzes sadalīšanu. Cita veida šķērsgriezumi ir hidrauliski vispieņēmīgākie tie, kas ir tā izveidoti, ka viņos var iezīmēt riņķi vai daļu riņķa ar normāla ūdens dziļuma radiju. Bet arī tāds veids ne arvien ir iespējams un kanāļa veids un izvedums jāsaskaņo ar dažādām prasībām: pieejamiem materiāliem, topografiskiem un ģeoloģiskiem apstākļiem, kanāļa pieejamību, drošību un t. t.

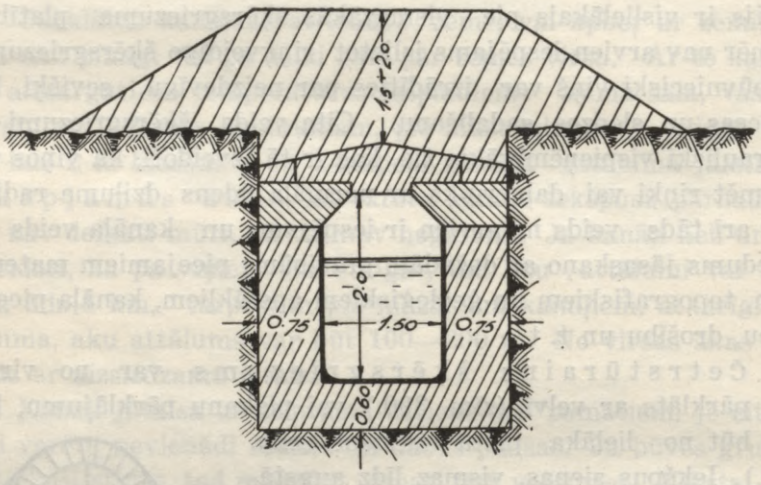
Č e t r s t ū r a i n s š ķ ē r s g r i e z u m s var no virsas būt pārklāts ar velvi (zīm. 390.) vai plakanu pārklājumu, kas var būt no lielāka plata akmens (zīm. 391.). Iekšpus sienas, vismaz līdz augstākajam ūdens līmenim, jāapliek ar gludu, noslīpētu apmetumu no cementa javas 1 : 2 vai 1 : 1½, biezumā 20—30 mm. Gludam apmetumam uzdevums nevien samazināt berzes pretestības, bet arī izsargāt sienas no ūdens caursūkšanās, un lai nevarētu nekur pieķerties kādas nejauši ūdenī ietikušas vielas. Ar to nolūku arī stūri jānoapaļo.



390. zīm. Arcueil (Fr.) vads.

Kanāļu augstums atkarājas no tā, vai viņus domāts taisīt tādus, kā viņos var staigāt, vai nē. S t a i g ā j a m i k a n ā ļ i būtu jātaisa vismaz 1,8—2,0 m augsti, un jātaisa platāki par vajadzīgo ūdenim platumu, lai varētu mazākais vienā pusē ietaisīt banketu saigāšanai ārpus ūdens līmeņa. Tādā veidā būve pārvēršas par galeriju, kuŗas apakšējā daļā ieņem vietu samērā nelielais ūdensvads. Gan var galerijā gar sienām novietot elektrības vadus, tēlefōna vadus un t. l., tomēr galerijas izbūve, varētu teikt, nevajadzīgi sadārdzina ūdensvadus. Tādus vadus,

kuŗos pēc ūdens izlaišanas var iekļūt, p. p., ar ierāpšanos, nav vajadzīgs ievietot galerijās. Mazāku vadu tīrturēšanai jāietaisa iekāpjamās akas, bet bojāšanās gadījumā tie jāatrok. Tagad vadu galerijas sastopamas retāk, bet senāk viņas bija sevišķi iemīļotas Francijā, p. p., Arcueil akvadukts (zīm. 390.), ar platumu 1 m un augstumu 2 m. Arī Parīzes daži ūdens pievadi ietaisīti galerijās.



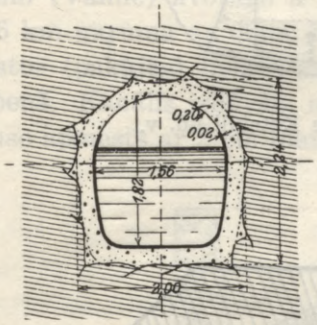
391. zīm. Akmeņiem noklāts vads.

Kanāļu apakšējā daļa, dibens, var būt taisīta no betona, bet sienas plieņu mūŗa, ķieģeļu mūŗa, betona, dzelzsbetona, un tāpat arī pārklājums no tādiem pat materiāliem. Visādā ziņā iekšpusei jābūt gludai, un ja pielietotais materiāls nedod tieši gludu virsmu, tad vajadzīgs gluds, noslīpēts apmetums. Tāpat arī pārklājuma virspuse jāapklāj ar blīvu apmetumu, un slīpu virsmu, lai iesūcies zemē ūdens varētu notecēt uz vada sānu pusi.

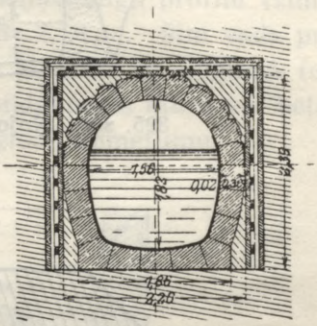
Ja vadi jāvada cauri klints kalnam tuneļveidīgi, arī tad sienas jānolīdzina ar betona aplikumu un gludu apmetumu (zīm. 392.). Nedrošā klintī jāatstāj tuneļa nostiprinājums un jāaizpilda starpa starp tuneļu un kanāļu sienu ar mūri vai betonu (zīm. 393.). Nedrošā klintī tomēr četrstūŗa veids kanāļiem nav sevišķi ieteicams. Statiskā ziņā labāki tie profiļi, kas apakšā ir platāki kā augšā. Tāda veida profili pielietoti daudz vietās lielākiem ūdensvadiem, p. p., Minchenā (zīm. 394.). Arī

Ņujorkas gruntsūdensvadi no Ketskila (Catskill) kalnāju rajona izveidoti ar apakšu platu un plakanu, ar lielu radiju, dibenu.

Ja apstākļi labvēlīgi un grunts uzticama, var pielietot riņķveidīgu profilu (zīm. 396.), kur apakšējo daļu var mūrēt

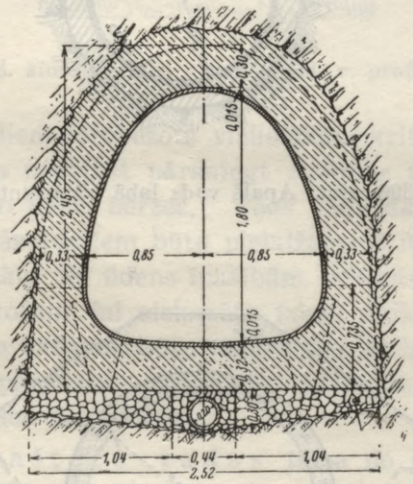


392. zīm. Ūdens tunelis klintī (Vīnē).



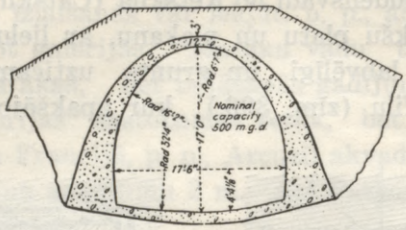
393. zīm. Ūd. tunelis nedrošā klintī.

tieši uz ar šablona palīdzību noraktās grunts. Tas tomēr ir tikai iespējams, ja grunts sastāv no sausa, cieta materiāla, kas neapbirst rokot, un kas dod pietiekošu balstu, uzņemt virsējās

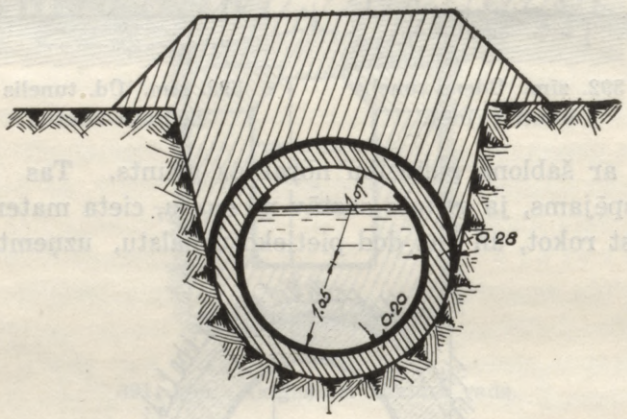


394. zīm. Minchenes ūd. v. tunelis.

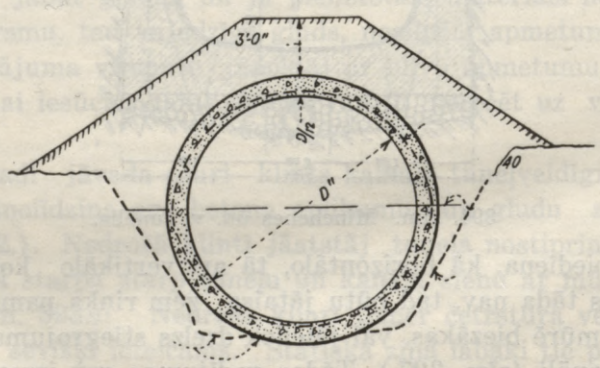
velves spiediena, kā horizontālo, tā arī vertikālo komponenti. Ja grunts tāda nav, tad būtu jātaisa zem riņķa pamati un arī sienas jāmūrē biezākas, vai jāieliek dzelzs stiegrojums, ja taisa betona kanāli (zīm. 397.). Tādos gadījumos gan izmaksas ziņā riņķveidīgais profils nebūs izdevīgāks par četrstūraino.



395. zīm. Ņujorkas Ketskill ūd. v.



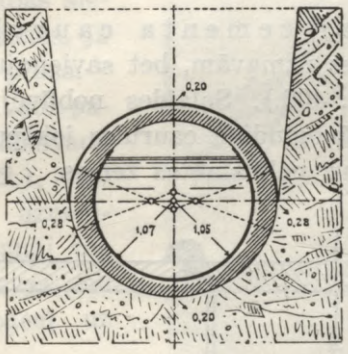
396. zīm. Apaļš vads labā būvgruntī.



397. zīm. Tipisks dzelzsbetona profils.

Riņķveidīgos kanāļos maksimālais ūdens daudzums kanālī jārēķina pie 0,7 d. pildījuma.

Apaļi, riņķveidīgi profili pielietoti daudzos ūdensvados: Ņujorkā, Vašingtonā, Neapolē un c. Arī Parīzes ūdens pievads no Vann (Vanne) avotiem ir ar riņķveidīgu profilu (zīm. 398.) uz 136 km gaŗuma ar diam. 2 līdz 2,10 m. Šim vada profilam ir balstos (pakājēs) lielāks sienu biezums kā slēgumā (cekulā) un dibenā. Kanālis izbūvēts no pildakmens mūŗa vai betona un iekšpusē apmests ar 2 cm biezu, gludu apmetumu.

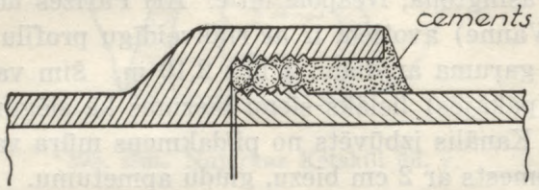


398. zīm. Parīzes «Vanne» ūd. v. profils.

Pašteču vadiem ierobežots vislielākais kritums resp. spiediens, jo ātrums nedrīkst pārsniegt zināmas robežas, lai vadi netiktu bojāti no lielas berzes. Tāds vislielākais kritums no praktiskiem novērojumiem būtu pielaižams 3 līdz 5 m/sek., atkarīgi no materiāla un ūdens īpašībām (vismazākam ātrumam jābūt vēl pietiekošam, lai aizkavētu ūdenī ietikušo vielu nogulšanos). Ja vada kritums būtu lielāks par pielaižamo, tad viņš jāreducē vai ar pārgāzēm, vai sevišķi iebūvētiem krituma pārtraukuma nelieliem baseiniem.

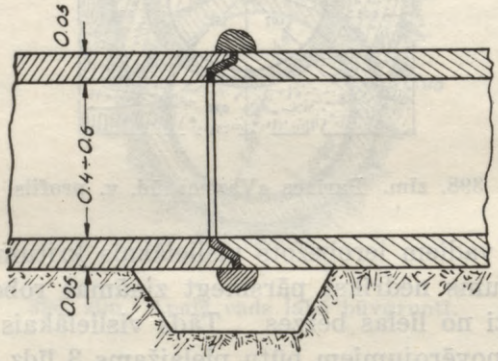
M a z u s p a š t e č u v a d u s taisa no gatavām fabrikveidīgi izgatavotām caurulēm: māla, betona vai dzelzsbetona, reti no citiem materiāliem (čuguna, tērauda). G l a z ē t a s m ā l a c a u r u l e s lieto līdz d = 0,5 m. Māla caurules ir vienā galā ar uzmavu, kuŗas iekšpusē (½—⅔ gaŗuma) ir rievas; otrs (astes) gals ir līdzens, arī ar rievām ārpusē. Astes galu iebāž uzmavā un brīvo starpu (ap ½) uzmavā piepilda ar eļļā vai darvā samērcētu kaņepāju virvi, to iedrīvē blīvi un tad

pārpalikušo tukšumu uzmavā aizpilda blīvi ar cementu (zīm. 399.). Māla caurules noliek vai tieši uz cietas nolīdzinātas zemes, vai liek uz betona pamata.



399. zīm. Māla cauruļu savienojums.

Betona vai cementa caurules, līdz 1,0 m diametrā, izgatavo bez uzmavām, bet savienojumam galos ietaisītas gropes (zīm. 400.). Salaides noblīvējumu izdara ar cementu, kas labi jānogludina caurules iekšpusē. Noliek tāpat kā māla caurules uz nolīdzinātas zemes.



400. zīm. Betona cauruļu savienojums.



401. zīm. Dzelzsbetona cauruļu savienojums.

Dzelzsbetona caurules lietotas ūdensvadiem daudz vietās, sevišķi Amerikā (zīm. 401.), pat lieliem profiļiem un pie liela spiediena. Tā, p. p., Spānijā, Tuenā, būvēts dzelzsbetona spiedvads ar d = 4 m, sienu biezums 19,7 cm, pie 30 m ūdens spiediena. Dzelzsbetona profiļi viegli pieskaņojami vietējām prasībām, un dzelzs stiegrojumu var ielikt tieši tanīs

vietās, kas padotas stiepes piepūlēm, tā tad tuvāk pie caurules iekšpuses ārējā spiediena parākuma gadījumos un tuvāk pie ārpuses pie iekšējā spiediena pārākuma. Pie normāliem apstākļiem, pašteču vados, stiegrojums jāliek caurules augšā un apakšā tuvāk pie iekšpuses, kamēr abās sienās tuvāk pie ārpuses, ja stiepes piepūles to prasa.

Māla cauruļu vadi paredzēti Cēsu p. ūdensvada projektā (zīm. 402.), vairāku avotu ūdens uzņemšanai un pievadīšanai pie pumpētavas krātuves, no kurienes viņu paceļ uz spiedrezervuāru.



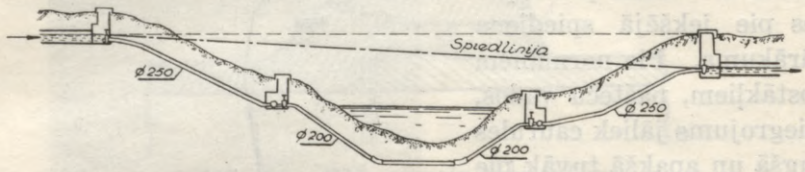
402. zīm. Avotu ūd. v. projekts Cēsu p.

b. Ieleju krustojumi.

Vadu pārvešanai pār dziļām ielejām, upēm vai dažādiem citiem dabīgiem vai mākslīgiem šķēršļiem vajadzīgas sevišķas inženieru būves. Ja pašteču vadu grib pārvadīt pār ieleju bez brīva ūdens līmeņa pārtraukšanas, tad vajadzīgi akvēdukti vai vadu tilti. Ja turpretim pārvešanu izdara pašteču vadu pārtraucot un liekot zemē vadu, kas pildīts ar zem spiediena stāvošu ūdeni, tad tādu va-

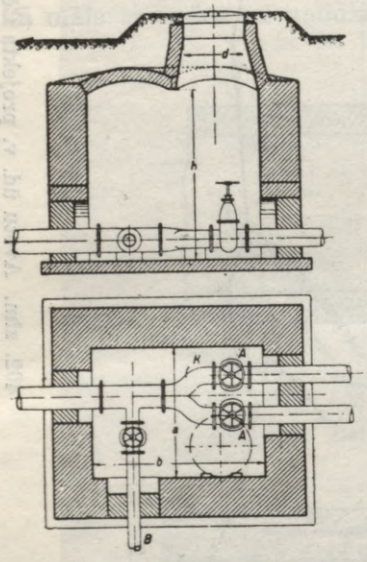
du pārvedumu sauc par diķeri vai uz apakšu izliektu sifonu.

1. Diķeris (zīm. 403.). Diķeŗus taisa no tērauda caurulēm, sevišķi tai daļā, ko liek zem upes. Uz ielejas nogāzēm un

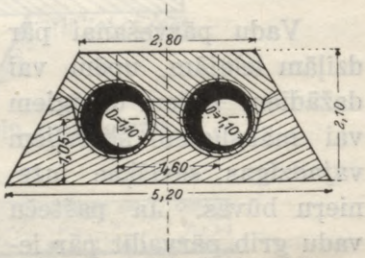


403. zīm. Diķeris ar upes šķērsojumu.

ielejas sausā laukumā vads var būt taisīts no čuguna caurulēm. Ja spiediens nav liels, var pielietot arī dzelzsbetona caurules. Vads jāpieskaņo ielejas konfigurācijai, kādam mērķim jāsastāda ielejas griezums, diķeŗa ieprojektēšanai. Zem upes dibena diķeri jāliek tik dziļi, lai tos nebojātu kuģu kustība vai enkuri, vai upes dibena izskalošana. Pēdējās novēršanai upes dibens jānostiprina un vads jāaizsargā vislabāk ar betonu (zīm. 405. un



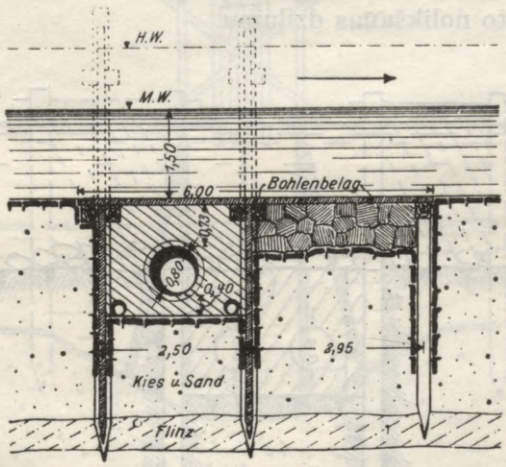
404. zīm. Dīķera šachta krastmalā.



405. zīm. Diķeris ieguldīts betonā.

406.). Diķeŗa šķērsgriezuma platību izvēl mazāku nekā vaļējā vada dzīvgriezumu, ar to ziņu, lai palielinātu ātrumu, un tā tad diķerī nevarētu nogulties vielas, kas pa vaļējo kanāli viņam pienestas. Ātrums sifonā vēlams ne mazāks par 0,8 līdz 1,0 m, bet sastopami arī lielāki ātrumi (2—3 m). Lai labāk nodrošinātu ūdensvada nepārtrauktu darbību, sifonvadi jāliek dubulti (zīm. 404.), tad viena vada bojāšanās gadījumā darbotos otrs.

Jāņem vērā arī tas, ka diķeŗu iebūve prasa daudz palīgdarbus, kas ir gandrīz vienādi lieli pie viena vai divu līniju nolikšanas, un tā tad vienā laikā noliktas 2 līnijas maksā lētāk, nekā tagad liktā viena līnija un vēlāk otra. Vispārīgi diķeŗa iebūve zem upes ir viena no grūtākām dziļbūvēm, un bojājumu izlabošana gandrīz nav iespējama. To ievērojot, kur vien iespējams, diķeŗa vietā jālieto pārvadīšana pār tiltiem.

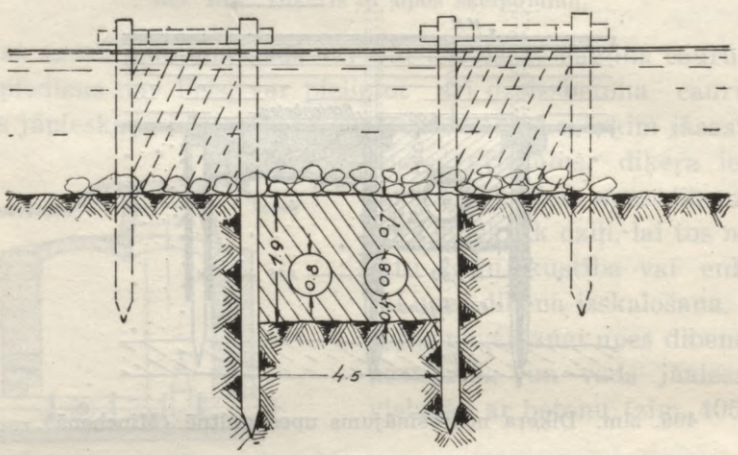


406. zīm. Diķeŗa nodrošinājums upes gultnē (Minchenā).

Kā diķeŗa sākumā, tā arī izteces galā ietaisa sevišķas šachtas, kuŗās ievieto aizlaidņus noslēgšanai, kad tas vajadzīgs. Tepat arī ievieto izlaides, ja rastos vajadzība vadu izlaist tukšu (zīm. 404.). Sevišķas šachtas jāietaisa arī tai daļai, kas nāk tieši zem upes, pie kam tādas šachtas jānovieto pāri pār upes viaugstāko ūdens līmeni. Ja ieleja plata, tad daļu diķeŗa, no augstā krasta līdz upes malas šachtām, var arī taisīt tikai no vienas līnijas un no čuguna caurulēm.

Diķeŗus iegremdē zem upes dibena vismaz 0,4—0,5 m dziļi, lai viņi nejauši netiktu apskādēti, kā jau minēts. Vada novietošanai iepriekš jāietaisa tranšeja upes dibenā, vai ar izrakšanu vai izbagarēšanu. Paņēmieni dažādi, atkarīgi no upes platuma, dziļuma un rakstura. Nelielās upēs, seklās un ar mazu ūdens daudzumu, aizsprosto visu upi ar 2 aizsprostiem, atstājot starp viņiem tik platu vietu, cik vajadzīgs būves grāvim. Tā tad ūdens upē virspus būves vietas būs uzstādināts, un, ja diķeŗa iebūvei vajadzīgs ilgāks laiks, pietekošais ūdes jāpārvada pār

aizsprostiem ar vaļēju reni vai ar cauruļu vadu. Ja upe platāka, tad var aizsprostot pusi no upes platuma un pēc diķeŗa ielikšanas un iebetonēšanas, to pašu izdarīt otrā pusē, gatavo pusi atbrīvojot no aizsprosta (zīm. 407.). Dziļākā un platākā upē izbagarē būves grāvi zem upes dibena ar bagarmašīnu. Ja ūdens ātrums upes dibenā nav sevišķi liels, tad nav arī jābaidās par izbagarētā grāvja piesmiltošanu. Ja tomēr tas būtu pa daļai sagaidāms, tad jau iepriekš grāvis jāizbagarē dziļāks par vismazāko nodomāto nolikšanas dziļumu.

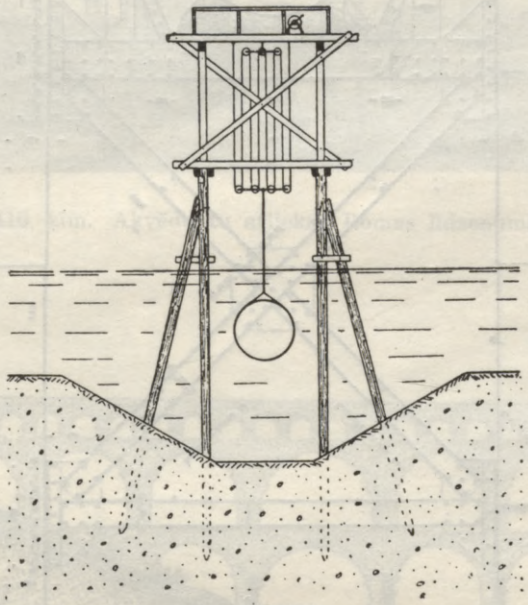


407. zīm. Diķeŗa nolikšana zem upes dibena.

Pašu vadu sagatavo no caurulēm augšpus ūdens uz laivām vai uz pagaidu iesistiem pāļiem uzstaisītas platformas. Ja vads nav gaŗš, viņu sastāda pilnīgi gatavu. Gaŗus vadus taisa no atsevišķām sekcijām, kuŗas tad savieno zem ūdens ar ūdenslīdēja palīdzību. Pie nolaišanas vadu uzkaŗ pie 2 blokiem, kas piestiprināti pie āžu sastatņiem, taisītiem uz pāļiem. Vada nolaišanā jāievēro sevišķa uzmanība, un jāizstrādā iepriekš visos sīkumos attiecīgais darba plāns. Pie tam jāņem vērā, lai vada materiālā nevarētu attīstīties nevēlami spriegumi. Tādēļ arī katra vada sastādīts gabals jāpiekaŗ pie tikai 2 blokiem, un piekāršanas punkti jāizvēl tā, lai lieces momenti būtu vienlīdzīgi ar balstikļa momentiem. Izlīdzināšanai, ja tas izrādītos par vajadzīgu, jāpielieto pretsvaru piekāršana.

Pēc vada iegremdēšanas izbagarētā būvgrāvī (tranšejā) pēdējo aizbeŗ ar granti, vai piebetonē (ar ūdens līdēju palīdzību)

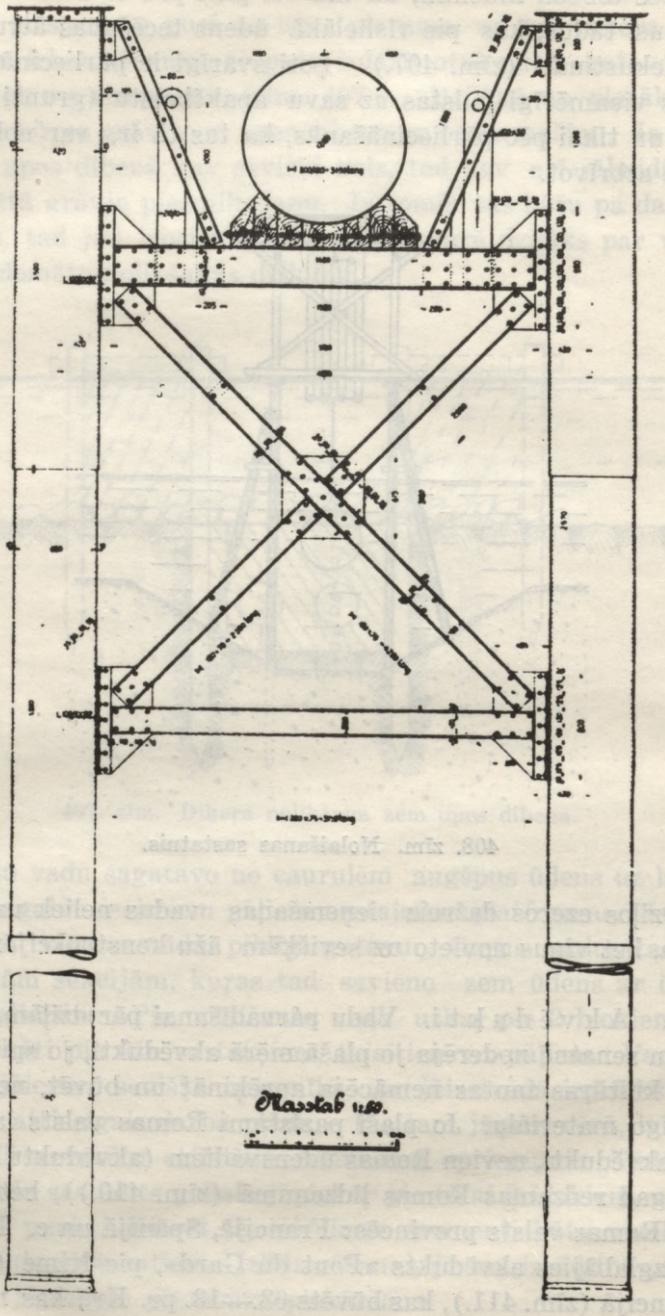
līdz upes dibena līmenim, un tad vēl pāri pār to uzmet lielākus akmeņus, tādus, kas pie vislielākā ūdens tecēšanas ātruma netiktu iekustināti (zīm. 407.). Ļoti svarīgi ir pārliecināties vai diķeris vienmērīgi gulstas uz savu apakšbalstu (grunti vai betonu) un tikai pēc pārliecināšanās, ka tas tā ir, var nolaišanas tauvas atbrīvot.



408. zīm. Nolaišanas sastatnis.

Dziļos ezeros dažreiz ieņemšanas vadus neliek uz ezera dibena, bet viņus novieto uz sevišķām āžu konstrukcijām (zīm. 409.).

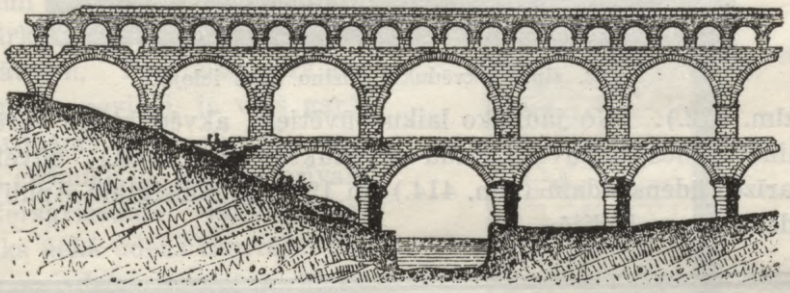
2. A k v ē d u k t i. Vadu pārvadīšanai pār dziļām, platām ielejām senatnē noderēja jo plašā mērā akvēdukti, jo spiedvadus vecās kultūras tautas nemācēja aprēķināt un būvēt, nebija arī attiecīgo materiālu. Jo plaši pazīstami Romas valsts laikā būvētie akvēdukti, nevien Romas ūdensvadiem (akvēduktu atliekas vēl tagad redzamas Romas līdzenumā (zīm. 410.)), bet arī dažādās Romas valsts provincēs: Francijā, Spānijā un c. Tā, p. p., labi uzglabājies akvēdukts «Pont du Gard», pie Nime (Nîmes) p. Francijā (zīm. 411.), kas būvēts 63.—13. pr. Kr., kas noderēja kā ūdensvadam, tā arī ceļa tiltam. Interesants pie šā akvēdukta ir tas, ka pirmatnējais kanāļa platums 1,22 m no inkrustācijām

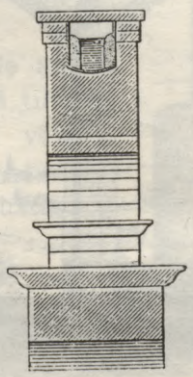


409. zīm. Ciriches ezera ūdens ieņēmējs.



410. zīm. Akvēduktu atliekas Romas līdzenumā.

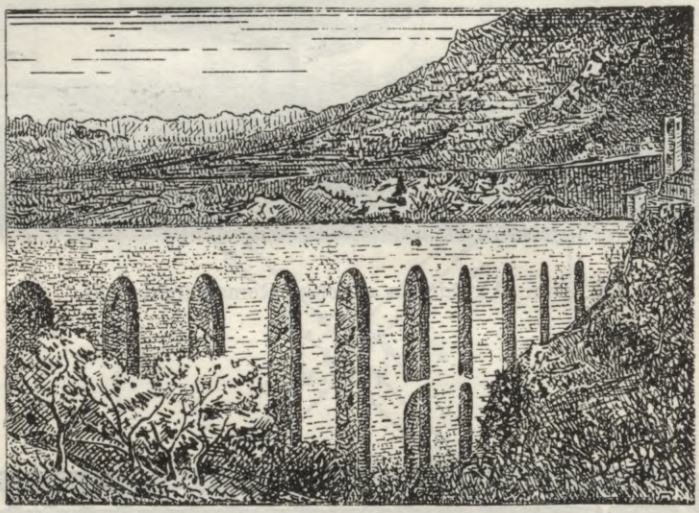




411. zīm. Akvēdukts «Pont du Gard».

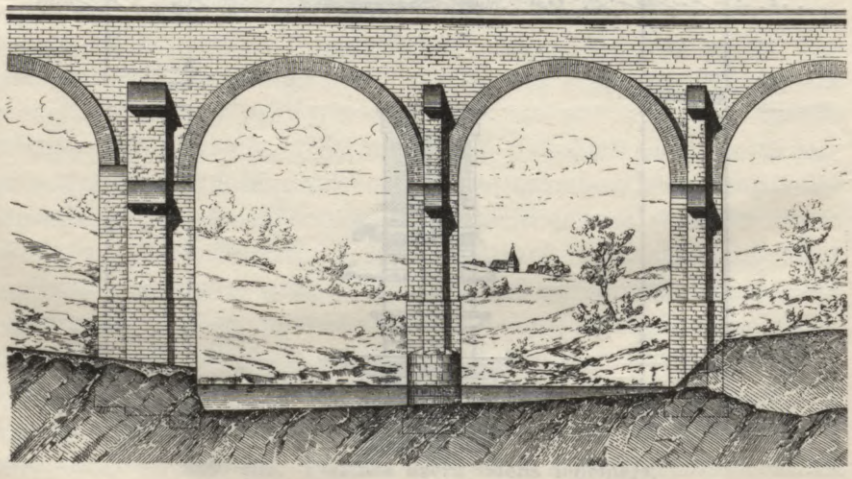
samazinājies uz 0,64 m. Tādā ceļā pirmatnējā caurlaide 732 sl. samazinājusies uz pusi.

Akvēdukti, labi pieskaņoti ar savu architektonisku izveidojumu, apgabala ainai, var noderēt par zināmu skaistumu



412. zīm. Akvēdukts Tisino upes ielejā.

(zīm. 412.). No jaunāko laiku būvētiem akvēduktiem varētu minēt Vīnes kalnavotu vadu akvēduktus (zīm. 413.), būvētus Parīzes ūdensvadam (zīm. 414.) un 1915. g. nobeigtam Apulijas ūdensvadam Italijā.

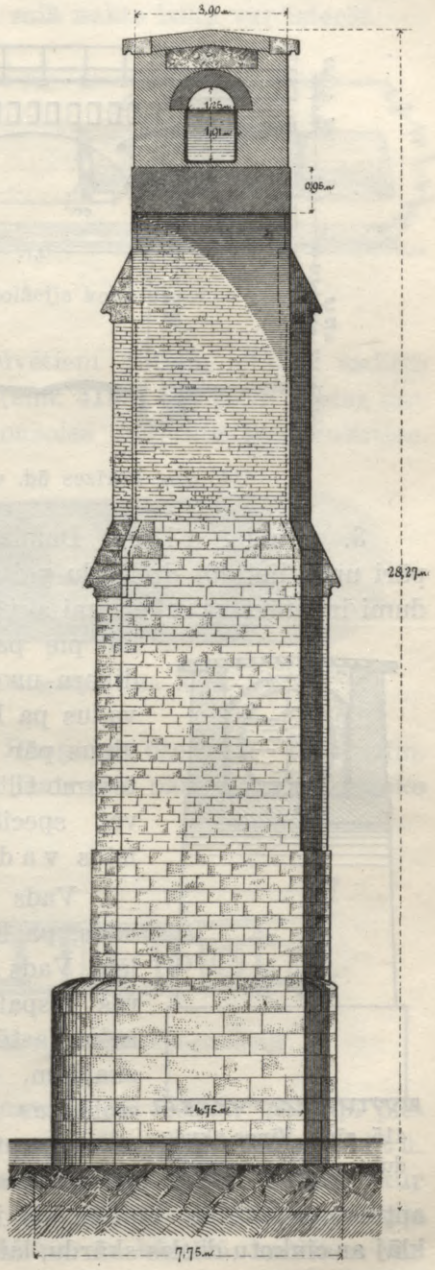


413. zīm. Vīnes kalnavotu akvēdukts.

Akvēduktu būve saistīta ar dažādām techniskām prasībām. Vajadzīgs, lai ūdens pietiekošā daudzumā kustētos pa kanāli bez apstāšanās. Ja ūdens tecētu nelielā daudzumā ar mazu ātrumu, tad ziemā viņš stipri atdzistu, kamēr vasarā sasiltu lielākā mērā kā tas vēlams. Temperātūras maiņas var iespaidot kanāļu sienu stiprību, un var celties plaisas. Ar to nolūku izbēgt šādu ļaunu iespaidu, atdala pašu ūdens kanāli no nesošās konstrukcijas sienām ar kādu izolējošu materiālu, p. p., asfaltu (zīm. 415.). Kanāli pārklāj ar velvi, un apbeŗ ar zemi un nesošo konstrukciju pārklāj ar akmens vai betona plātnēm. Pie tāda pārklāta kanāļa, sevišķi, ja viņš gaŗš, jārūpējas par pietiekošu gaisa cirkulāciju. Kanāļa brīvais šķērsgriezums jātaisa lielāks nekā ūdens caurtecei būtu vajadzīgs, ņemot vērā, ka uz kanāļa sienām var uzkrāties inkrustācijas, kas samazina dzīvgriezumu.

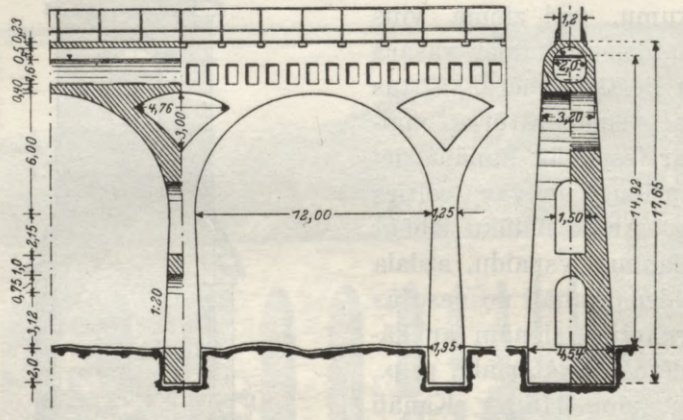
Akvēduktu statiskie aprēķini jāizdara tāpat kā tiltu aprēķini, ņemot vērā vēja spiedienu, konstrukcijas pašsvaru, ūdens svaru, kustīgo slodzi un t. t.

Gaŗāks akvēdukts, bez šaubām, izmaksās daudz dārgāk kā diķeris, bet īsi akvēdukti pār dziļām, šaurām upes ielejām var izrādīties



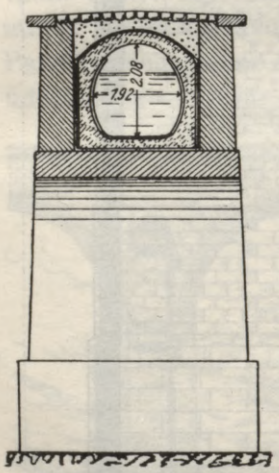
413a. zīm. Akvēduktu šķērsgriezums.

arī lētāki, ņemot vērā diķeŗu likšanas grūtības. Katrā gadījumā ar variantu kalkulāciju jānoskaidro, kas izdevīgāks un drošāks darbības ziņā.



414. zīm. Parīzes ūd. v. «Vanne» akvēdukts.

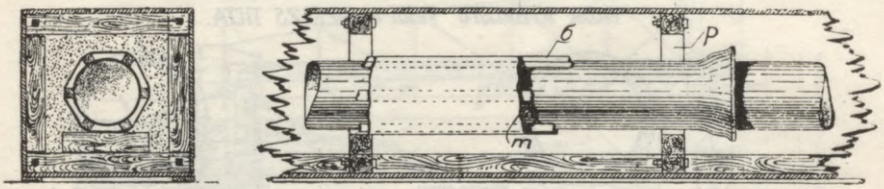
3. Vadu tilti. Daudzreiz iespējams vadus pārvadīt pāri upei, lietojot dzelzceļu vai zemes ceļu tiltus. Tādi pārvedumi ir lētāki kā diķeŗi vai akvēdukti. Platās upes ielejās var būt pie pašteču vadiem kombinācija no diķeŗa un tiltu pārveduma, liekot diķeŗa vadus pa krasta nogāzi, un tad pārvedot viņus pār tiltu. Bet citiem mērķiem lietojamo tiltu vietā dažreiz ir izdevīgi uzbūvēt speciālus tiltus vadu pārvadīšanai, īstos vadu tiltus.



415. zīm. Vīnes akvēdukta šķērsgriezums.

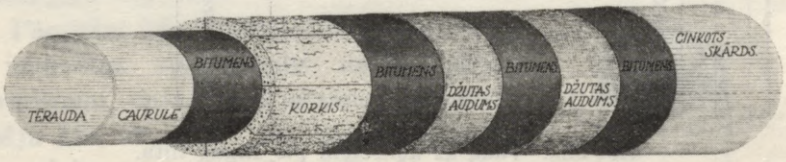
Vads tilta daļā ir parasti cauruļu vads, pa lielākai daļai no tērauda caurulēm. Vads jāizolē, jāizsargā no temperātūras iespaidiem. Mazākus vadus ieliek koka kastē (zīm. 416.), un apbeŗ ar zāģu skaidām, kūdru, pelniem vai citu kādu izolācijas masu. Lielākas caurules apliek ar segmentiem no korķa masas (zīm. 417.) vai kūdras masas, 40—50 mm biezumā, aptin ar asfaltētām bintēm vai jumta papi 2 reizes, un tad apklāj ar cinkotu dzelzs skārdu, lai izolāciju izsargātu no mitruma. Labi izolētās caurulēs ūdens atdziest ļoti maz, kā novērojumi

rāda, sevišķi, ja ūdens atrodas visu laiku kustībā. Pēdējo vajadzīgs uzturēt, un ja kustība, p. p., naktī ir ļoti maza, tad gaŗākos tilta vados jāietaisa ūdens izlaide, ar nelielas caurulītes palīdzību, pa kuŗu ūdens stiprā salā nakts laikā var iztecēt.



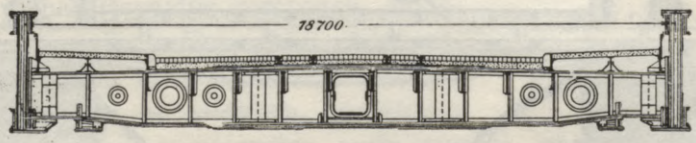
416. zīm. Vada izolācija koka kastē.

Pie satiksmes mērķiem būvētiem tiltiem ietaisa vadiem vietu tiltu konstruktīvās daļās (zīm. 418.). Ja tādas vietas nav paredzētas, tad var pietaisīt konsoles pie tilta konstrukcijas,



417. zīm. Vads uz Daugavas tilta Rīgā.

kā tas, p. p., darīts Rīgā pie Daugavas dzelzceļa tilta (zīm. 419.). Visos gadījumos vadiem jāatrodas pāri pār visaugstāko līmeni upē plūdu laikā.

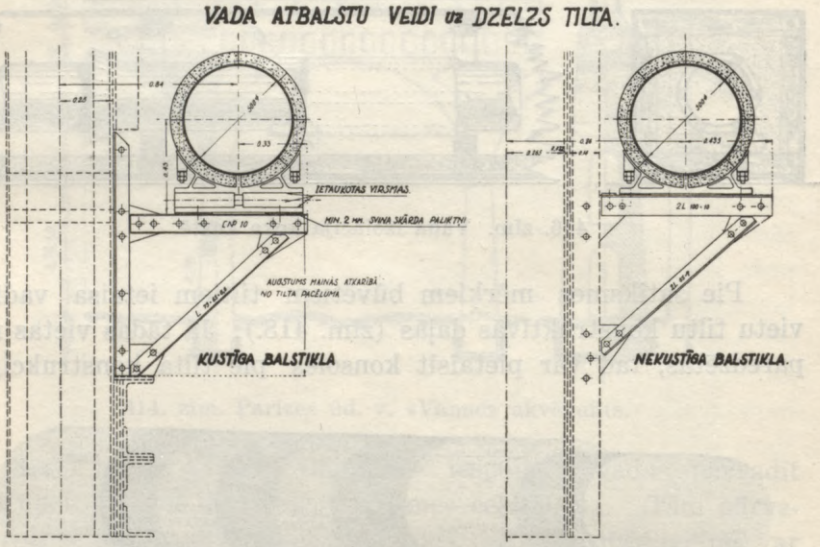


418. zīm. Vada novietojums ielas tilta konstrukcijā.

Ja satiksmes tilti nav ūdensvada pārvešanai pār upi piesniedzami, tad taisa ūdensvadam speciālu tiltu, v a d a t i l t u. Tas vajadzīgs diķeŗa atvietošanai sevišķi tādās vietās, kur straujšs ūdens pastāvīgi izskalo upes gultni, kā tas, p. p., ir pie kalnu upēm. Gultņu nostiprināšana un kārtībā turēšana var izmaksāt dārgāk, kā vada tilts, nemaz neņemot vērā ūdens pie-

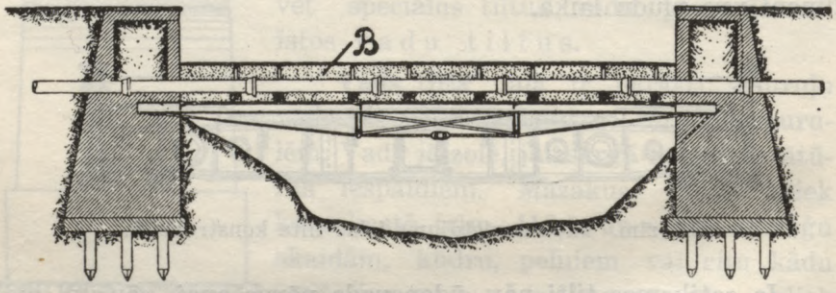
gādes drošības jautājumu, kas labāk tomēr ir atrisināts ar pieejamu vadu konstrukciju uz tilta.

Vada tiltu konstrukcija un aprēķini ne ar ko neatšķiras no satiksmes tiltiem, tikai, protams, jāņem vērā slodze, kas te



419. zīm. Vads uz konsolēm pie Rīgas tilta.

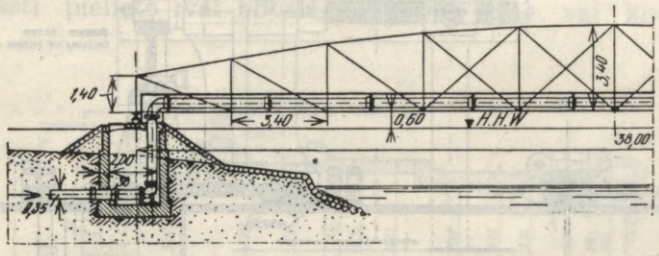
pastāv no tilta un pilna ūdensvada pašsvara, sniega svara, vēja spiediena un cilvēku svara tilta remonta gadījumā. Mazāki tilti var būt taisīti no atbalstītas dzelzs siju kopnes (zīm.



420. zīm. Vada tilts no atbalstītas siju kopnes.

420.). Vadu tad iegulda koka kastē, pildītā ar zāģu skaidām, vai citu izolācijas materiālu. Var izvēlēties arī cita veida kopnes (zīm. 421.), vai arī velvētus mūŗa tiltus. Gaŗākus tiltus lielākām caurulēm dažreiz taisa no betona. P. p., Parīzes «Vannes»

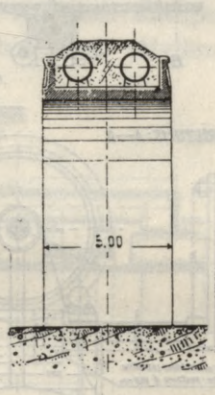
ūdensvada pārvadījumam pār Jonnes (Yonnes) up. ieleju uzbūvēts betona tilts 1,5 km gaŗumā (zīm. 422.) un taisīts tik plats, lai vadu varētu apbērt ar zemi. Sevišķas tilta kopnes vietā



421. zīm. Vadu tilts no režģotas kopnes.

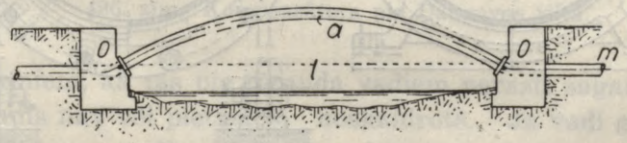
var izveidot pašu ūdensvada cauruli kā lokveidīgu tiltu (zīm. 423.). Taisa parasti 2 paraboliskus lokus, kas savā starpā savienoti ar vēja saitēm no stūŗa dzelzs, lai visa sistēma dabūtu vajadzīgo stingrumu.

Pārvedot ūdensvadus pāri tiltiem, kuŗos iebūvētas iegriežamās daļas, kuģu caurlaišanai, vajadzīgas ietaises, kas dod iespēju ātri atvienot un atkal savienot vada daļu uz tilta iegriežamās daļas (zīm. 424.).

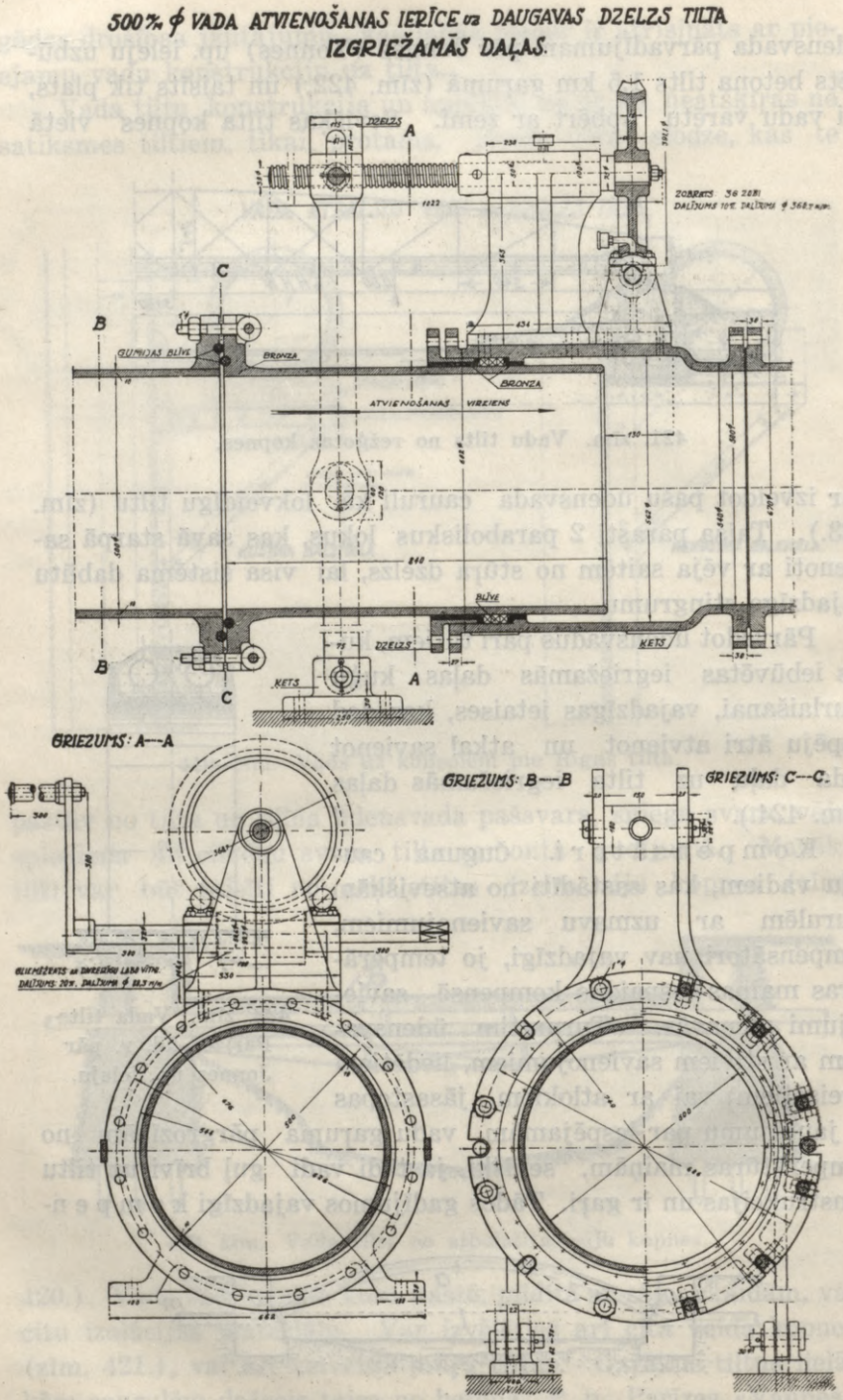


422. zīm. Vada tilts Parīzes ūd. v. pār Jonnes up. ieleju.

K o m p e n s ā t o r i. Čuguna cauruļu vadiem, kas sastādīti no atsevišķām caurulēm ar uzmavu savienojumiem, kompensātori nav vajadzīgi, jo temperātūras maiņas iespaidus kompensē savienojumi uzmavās. Turpretim ūdensvadiem ar stīviem savienojumiem, liedētiem (šveisētiem) vai ar atlokiem, jāsastopas ar jautājumu par iespējamām vadu gaŗuma pārgrozībām no temperātūras maiņām, sevišķi, ja tādi vadi guļ brīvi uz tiltu konstrukcijas un ir gaŗi. Tādos gadījumos vajadzīgi k o m p e n-



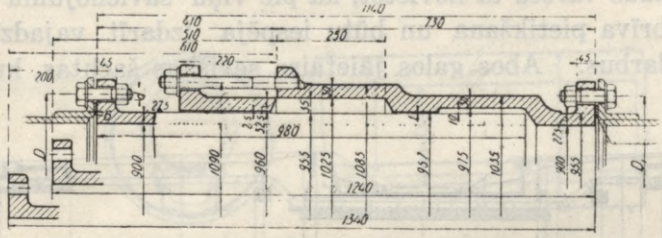
423. zīm. Ūdensvadu lokveidīgs pārvedums.



424. zīm. Pārvedums pār Rīgas dzelzceļtilta izgriežamo daļu.

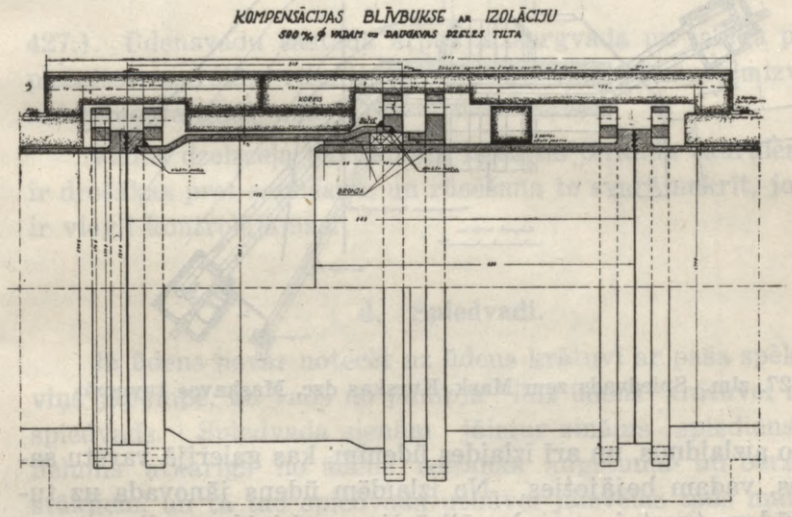
sātori vai dilatācijas ietaises, kas dod vadiem iespēju nelielās robežās mainīt savu garumu.

Konstruktīvā ziņā kompensātori var būt izveidoti dažādi. Parasti pielieto vai blīvslēgus (zīm. 425.), vai kustīgus ga-



425. zīm. Blīvslēgs kā kompensātors.

balus. Kā vieni, tā otri jāievieto tā, lai viņi būtu viegli pieejami apskatei un remontam. Jautājums vai tādi kompensātori vajadzīgi arī vadiem, kas likti zemē, bet ir ar stīviem sa-

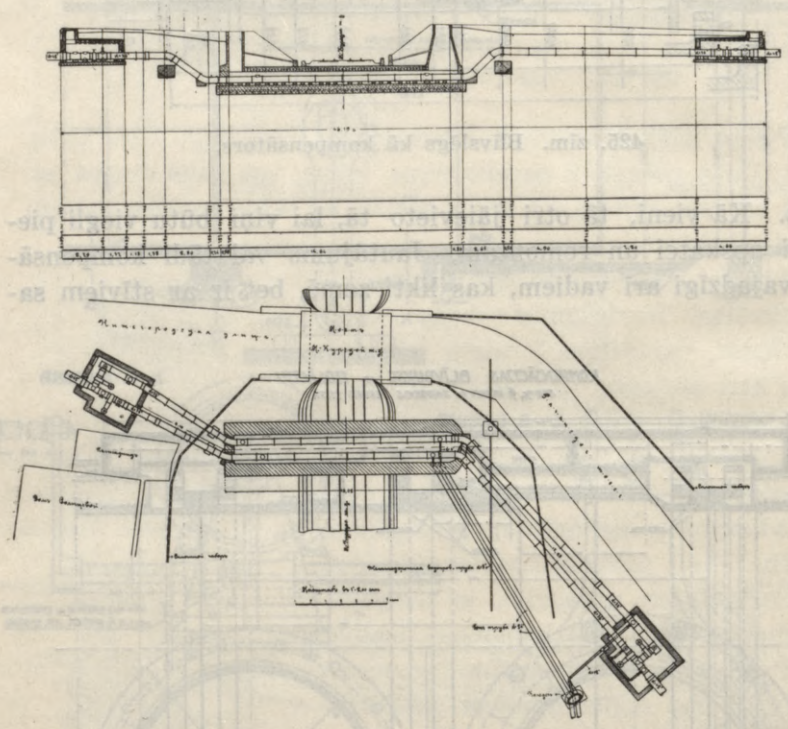


426. zīm. Kompensātors pie Daugavas tilta.

vienojumiem, kā tas pie tērauda vadiem parasti sagaidāms, tas jautājums nav vēl pietiekoši noskaidrots. Ja vadi garī, un ja temperātūras grozības vados var būt ievērojamas, kā tas var būt upes ūdens vados, ieteicams ietaisīt kompensātorus.

c. Dzelzceļu krustojumi.

Dzelzceļu krustojumi tā jāizbūvē, lai vada bojājumu gadījumā netiktu bojāta dzelzceļa līnija un apdraudēta kustības drošība pa dzelzceļu. To ievērojot, vadus zem dzelzceļa liek tunelī, vai galerijā, parasti mūrētā, un to taisa tik lielā izmērā, lai viņā vadus varētu tā novietot, ka pie viņu savienojumu vietas būtu brīva pietikšana un būtu iespēja izdarīt vajadzīgos remonta darbus. Abos galos jāietaisa sevišķas šachtas, kuŗās

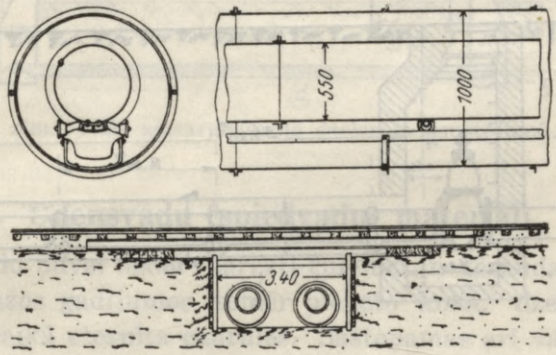


427. zīm. Spiedvads zem Mask.-Kurskas dzc. Maskavas tuvumā.

ievieto aizlaidņus, un arī izlaides ūdenim, kas galerijā varētu sarasties, vadam bojājoties. No izlaidēm ūdens jānovada uz tuvāko ūdens tvertni, resp. kanālizāciju, un izlaides vadiem jābūt tik lieliem un ar tādu kritumu, lai viņi varētu novadīt vislielāko, iespējamo ūdens izplūšanas daudzumu ūdensvada bojājuma gadījumā. Kā piemēru var uzskatīt Maskavas kanālizācijas spiedvada pārvedumu zem Mask. Kurskas dz. c. Šachtās var iekāpt pa trepēm. Vadus liek uz sevišķiem paliktņiem (zīm. 427.).

Zem dzelzceļiem vēlams likt 2 vadus, ja arī varētu šobrīd iztikt ar vienu, lai bojāšanās gadījumā būtu nodrošināta nepārtraukta ūdens apgāde.

Mazākus vadus ievieto lielāka diametra tērauda caurulē (zīm. 428. un 428a.), arī ar pieejamām šachtām un ūdens nolaides vadiem, ja tāds satecētu šachtā no bojāta ūdensvada (zīm.



428. zīm. Dzelzceļkrustojums aizsargcaurulē.

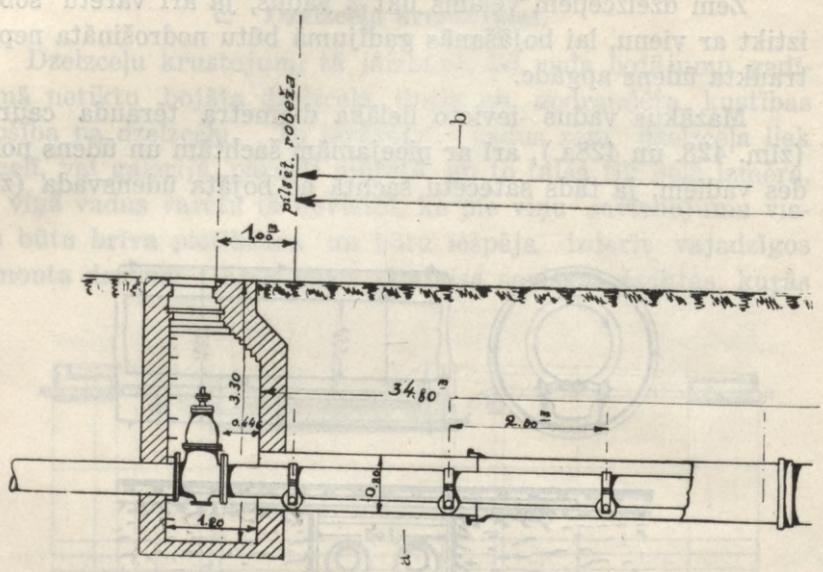
427.). Ūdensvadu sastāda ārpus aizsargvada un iebīda pēdējā, pietaisot caurulēm ritentiņus. Tie vajadzīgi arī cauruļu izvilkšanai remonta gadījumā.

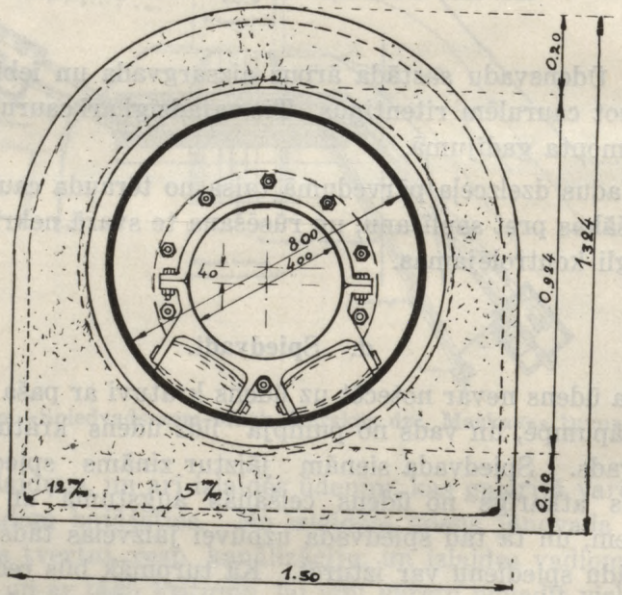
Vadus dzelzceļa pārvedumā taisa no tērauda caurulēm, kas ir drošākas pret saplīšanu, un rūsēšana te svarā nekrīt, jo viņas ir viegli kontrolējamas.

d. Spiedvadi.

Ja ūdens nevar notecēt uz ūdens krātuvi ar paša spēku, tad viņš jāpumpē, un vads no pumpja līdz ūdens krātuvei ir tad spiedvads. Spiedvada sienām jāiztur zināms spiediens, kuŗa lielums atkarīgs no ūdens celšanas augstuma un berzes apstākļiem, un tā tad spiedvada uzbūvei jāizvēlas tāds materiāls, kas šādu spiedienu var izturēt. Kā turpmāk būs redzams, tādi materiāli galvenā kārtā ir čuguna un tērauda caurules, un izņēmuma veidā arī caurules no dažādiem citiem materiāliem.

Spiedvada lielums jāaprēķina kā saimnieciski visizdevīgākais, pēc jau agrāk izteiktiem norādījumiem (l. p. 444. un 504.).

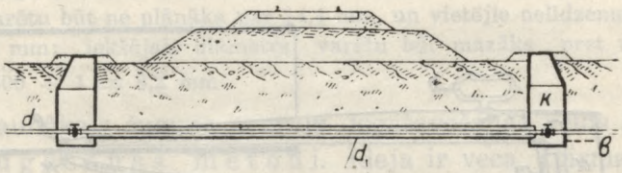




Griezums a-b.

428a. zīm. Dzelzceļkrustojums pie Rīgas.

Spiedvadi ļoti viegli pieskaņojami zemes virsas konfigurācijai, un viņus var likt pēc iespējas taisnā līnijā no ūdens avotiem līdz patērēšanas vietai (spiedrezervuāram), tikai jāņem vērā, par ko jau minēts, lai vads vertikālā griezumā paliktu visā ceļā zem spiedlīnijas.



429. zīm. Vads aizsargcaurulē dzelzceļa krustojumā.

40. Ūdensvadu (spiedvadu) materiāli.

Spiedvadu būvei noder parasti čuguna un tērauda (dzelzs) caurules. Dažos gadījumos tomēr pielieto koka, dzelzsbetona un jaunākā laikā eternīta caurules. Sastopamas arī vaŗa, cinka un svina caurules.

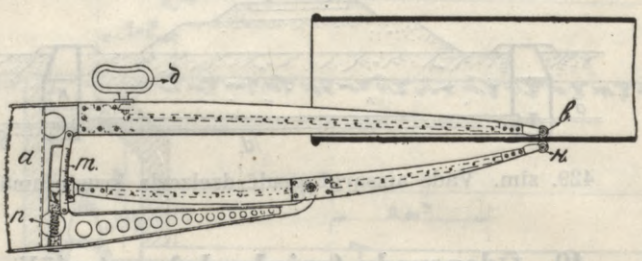
a. Čuguna (ķeta) caurules.

Parastais ūdensvadu materiāls, it īpaši vadiem, ko liek zemē, ir čuguns (ķets). Cauruļu izgatavošanas izmēriem un paņēmieniem pieņemtas dažādās zemēs no fabrikām vai fabriku apvienojumiem normas. Tādas normas, p. p., pieņemtas Krievijā no 5. ūdensvadu kongresa 1901. g., Vācijā no vācu inženieŗu biedrības apvienības kopā ar gāzes un ūdensvadu inženieŗu biedrības (DIN — Deutsche Industrie Normen), Francijā ir savas normas lielākai cauruļu fabrikai «Pont à Mousson» un t. t. Normāli čuguna caurules izmēģina ar spiedienu 20 atm., un viņas tad lietojamas darba spiedienam līdz 10 atm.

Pēc vācu normām čuguna caurules pie darba spiediena, mazāka par 10 atm., var būt ar nedaudz plānākām sienām (5—15%), bet pie lielāka darba spiediena par 10 atm., biezumam jābūt lielākam nekā normās uzrādīts. Pie tam ārējais diametrs paliek negrozīts, un grozās tikai iekšējais diametrs, kas pie plānākām sienām nāk lielāks par normālo un pie biezākām mazāks.

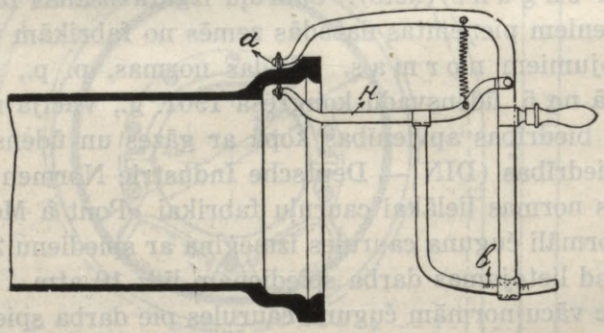
Čuguna caurules lej sausās smilšu formās, svērteniski, ar uzmavu uz apakšu. Ar to iegūst vienādāku sienu .

biezumu. Senāk, sevišķi mazākās fabrikās, līmeniskās (horizontālās), formās lietās caurules bija ar nevienādāku sienu biezumu un arī nevienādāku materiāla struktūru. Čugunam cauruļu liešanai vajaga būt gaiši pelēkam, smalkgraudainam, lūzumā vienlīdzīgam, mīkstam; ciets, trausls čuguns nav labs, jo cauruļu sienās grūtāk izurbt caurumus, ja tas vajadzīgs, p. p.,



430. zīm. Kroņcirkulis cauruļu sienu biezuma mērīšanai.

māju pievienojumiem, un arī pie pārvietošanas no triecieniem var viegli celties struktūras maiņa. Lējumam vajaga būt bez plaisiņām, pūslīšiem, plēksnītēm, iedobumiem un t. t. Fosfors čugunu padara trauslu, tādēļ dzelzs, ko ņem čuguna liešanai, nedrīkst saturēt vairāk par 1% fosfora. Vispārīgi pasūtītājam jāuzstāda savi noteikumi, kādus viņš vēlas čuguna lējumam.



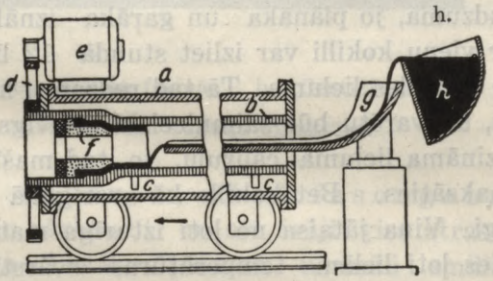
430a. zīm. Kroncirkulis uzmavas biezuma mērīšanai.

Liešana jāizdara rūpīgi un pēc atdzišanas katra caurule jāapskata rūpīgi, vai nav redzami kādi lējuma defekti. Smilti notīra ar staipuļa (drāts) vai cita kāda cieta materiāla suku, un pēc tam pārbauda caurules ārējās īpašības un izmērus. Sienu biezuma pārbaudei vajadzīga sevišķa ietaise (zīm. 430.). Normas un pasūtījumu noteikumos norādīta tolerance, par cik iz-

mēros var atkāpties no normām. Tā, p. p., pēc krievu normām vienas puses biezums nedrīkst būt plānāks vairāk kā par 10% no normālā biezuma. Vietējie samazinājumi var būt līdz 20%. Iekšējais diametrs var būt mazāks par $0{,}1 \sqrt{d} + 1$ mm (d izteikts mm).

P. p., d = 500 mm, normāls sienu biezums $\delta = 16$ mm, tā tad viena puse varētu būt ne plānāka par 14,4 mm, un vietējie nelīdzenumi ne mazāk par 13 mm; iekšējais diametrs varētu būt mazāks pret normālo par $0{,}1 \sqrt{500} + 1 = 3{,}2$ mm.

Jaunākais čuguna cauruļu izgatavošanas veids ir ar centrifugēšanas metodi. Ideja ir veca (pirmais patents 1809. g. Anglijā), jo tāpat kā citas vielas arī dzelzs, ja viņu ielej horizontālā, ātri grieztā cilindrā, viņa dosies pie ārsienas un apklās vienmērīgi visu cilindrisko virsmu. Bet šo ideju atrisināt praktiskiem nolūkiem bija jāatduras uz lielām grūtībām. Dzelzs ar temperātūru 1.200—1.400°C nav parocīgs šķidrums sava karstuma dēļ, pie tam viņa ātri atdziest. Tomēr jāizlej ar vienu paņēmienu 4—5 m gara caurule. Šobrīd praktiski pielieto de Lavo (de Lavaud) metodi (1914. g.), kas par pamatu ir likta paņēmieniem vācu Gelsenkirchenes fabrikai, Šveices Roll fabr.



431. zīm. Centrifūgāllejmašīna.

un d. c. Gelsenkirchenas fabrikā pielietota mašīna, kas sastāv (zīm. 431.) no griezošās daļas, t. s. kokilles (b), kas arī ir caurules ārējā forma. Kokille ievietota apvalkā (a), kuŗas iekšpusē formas dzisināšanai atrodas ūdens. Kokille guļ uz 4 ritentiņiem (c) un viņu ātri griež elektromotors (e) ar zobrata (d) palīdzību. Kokilles uzmavas daļā ievieto smilšu formu (f), caurules uzmavas iekšpuses izveidošanai. Kokilles otrā galā novietots lejķipis (h), no kuŗa kausētais čuguns pa reni (g) izlīst kokillē. Renes gals atliekts tā, lai šķidrā masa izlītu tieši uz

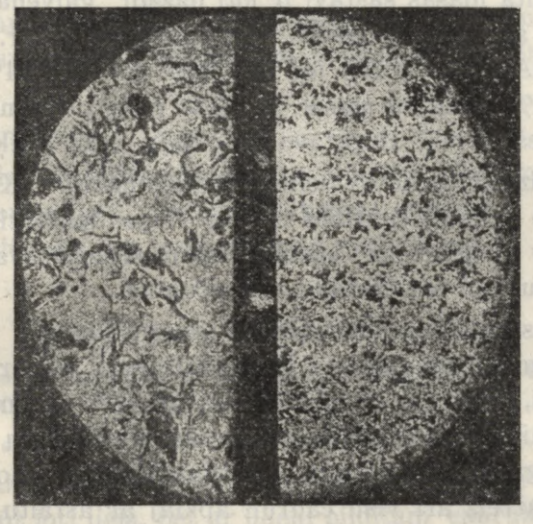
formas virsu. Lejķipī (h) jāievietojas tik lielam čuguna daudzumam, cik vajadzīgs vienas caurules izliešanai.

Caurules liešana notiek sekojoši. Mašīna atrodas tuvu pie lejķipja (zīm. labā pusē), tā kā lejrenes gals sniedzas līdz uzmavas formai. Tad iesākas kokilles griešana, un kad pilns nodomātais apgriezienu skaits sasniegts, no lejķipja sāk dzelzs masa izlīt uzmavā. Kad uzmavas daļa piepildīta, visa mašīna sāk vienmērīgi kustēties uz priekšu (uz kreiso pusi, zīmējumā 431.) automatiski vai ar hidr. preses palīdzību, kamēr rene kopā ar lejķipi paliek uz vietas, nekustīgi. Izlijusī dzelzs izplūst ar centrifugālspēku pret kokilles sienu lentas veidīgi, spirālē, un izveido homogēnu cilindru ar vienmērīgu sienas biezumu. Mašīna kustas uz priekšu tik ilgi, kamēr lejrenes gals neiznāk iz kokilles. Tad liešana ir nobeigta, un tā kā izlietā masa ātri atdziest, ar sevišķām stangām izvelk gatavo cauruli ārā uzmavas virzienā un novieto uz speciāli sagatavotiem paliktņiem.

Kā no aprakstītās darba gaitas redzams, lai dabūtu cauruli vēlamu izmēru: diametra un sienas biezuma, vajaga atrasties pareizās attiecībās lejmateriāla izteces daudzumam ar kokilles kustības ātrumu. Jo ātrāk kokille kustēsies uz priekšu, pie tā paša lejdaudzuma, jo plānāka un garāka iznāks caurule un otrādi. Ar vienu kokilli var izliet stundā 12 līdz 40 caurules, atkarīgi no caurules lieluma. Tā tad redzams, ka darbs nav sevišķi dārgs, un varētu būt saimnieciski izdevīgs, ja jāizlej liels daudzums zināma lieluma cauruļu, jo tad mašīnas iegādāšana varētu atmaksāties. Bet kokille kā svarīgākā mašīnas daļa maksā dārgi. Viņa jātaisa no ļoti izturīga materiāla, kas var labi pretoties ļoti lielām temperātūras svārstībām. Pielieto tēraudu ar ļoti augstām īpašībām, p. p., chrōmniķelmolibdena tēraudu, un to izgatavo speciālas fabrikas. Neskatoties uz visu to, viena kokille var izturēt tikai kādus 500—3.000 lējumus.

Centrfugālcaurulēm, pēc Cīriches materiālu pētīšanas institūta atzinuma, ir daudz priekšrocības pret agrāk parasti lietām smilšu formās. Viņu struktūra ir blīvāka (zīm. 432.) un materiālā lieces pretestība par 70% (50—80%) lielāka (2.134 pret 1.244 kg/cm^2). Bez tam viņas ir izturīgākas pret ķīmiskiem un elektrolitiskiem bojājumiem, jo struktūra ir blīvāka un vienmērīgāka. Viņas var arī izliet garākas par smilšu formā lietām.

Centrifugētās caurules ir no ārpuses ļoti cietas, no ātras atdzišanas, un viņu vēlāka apstrādāšana, p. p., caurumu izurbšana, būtu grūta. Tādēļ caurules vēlreiz p ā r k a r s ē sevišķās krāsnīs pie 850—950°C, pie kam viņas maina savu struktūru un paliek parocīgākas apstrādāšanai. Dažas fabrikas gan neizved tādu pēckarsēšanu, bet kā liekas, viņa ir vēlama.



a. b.

a. Lieta smilšu formās. b. Centrifugēta.

432. zīm. Čuguna struktūra.

I z l i e t ā s c a u r u l e s, kā arī f a s o n g a b a l u s, pēc tam, kad mēri ir pārbaudīti un arī ārēji viss atrasts kārtībā, izpēta ar h i d r a u l i s k u p r e s i, normāli smilšu formās lietās līdz 20 atm. un centrifugētās 30 atm. Visu laiku, kamēr ūdeni iespiež, cauruli viegli piedauza ar 0,8 kg smagu veseri. Kad vajadzīgais spiediens sasniegts, tad atstāj visu mierā 5—15 min., un rezultātus uzskata par apmierinošiem, ja šai laikā spiediens nesamazinās, t. i. nekur nesūcas ūdens cauri.

Čuguna caurulēm vispārīgi ir liela pretestība pret ķīmiskiem un elektrolitiskiem iespaidiem, tā tad normālos apstākļos viņas nerūs. Pret r ū s ē š a n u viņas aizsargā t. s. lejādiņa, un vēl lielākā mērā cauruļu a s f a l t ē š a n a. Asfaltēšanu izdara ar sekojošiem paņēmieniem. Vispirms caurules sakarsē 150—180°C, lai pilnīgi atsvabinātu no mitruma, tad iemērcē svērte-

niskā stāvoklī (dažas fabrikas arī līmeniskā) vārošā asfalta sastāvā un tur te 10—20 min. Lēni izceļot no asfalta vannas, uz caurules paliek kā iekš-, tā arī ārpusē vienlīdzīga, gluda sega, kas, atdziestot, stipri pieķeras pie čuguna un viņu aizsargā pret rūsēšanu. Lai zem asfalta nepaliktu gaisa pūslīši, cauruli, kamēr viņa atrodas asfalta vannā, berž ar saru suku.

Asfalta masas sastāvi ir ļoti dažādi, galvenā kārtā no labi savārītas akmeņogļu darvas. Ļoti populārs ir Dr. Angus Smith sastāvs (Anglijā lietots jau no 1840. g.) no 84% akmeņogļu darvas, 4% gumijas masas un 12% maisījuma no linu eļļas ar burgundiešu sveķi (izgatavo no priežu koka sveķiem).

Daudzreiz pielieto sekojošu paņēmienu. Karstā sastāvā nogremdē aukstas caurules un tur viņas iekšā tik ilgi, kamēr viņas nav pieņēmušas sastāva temperātūru. Ja vēlas dabūt biezu segu, tad iemērkšanu var atkārtot.

Pirms caurules iemērkšanas aizsargsastāvā, viņas jānotīra no netīrumiem un rūsas. Pēc atdzišanas aizsargsegai vajaga būt cietai, elastīgai un gludai un piesitot ar āmuru, viņa nedrīkst plaisāt vai atlobīties nost. Ja pie cauruļu pārvadāšanas aizsargsega ir nobrucināta, tad viņa ir jāatjauno ar otas palīdzību. Dažreiz arī visu cauruli apklāj ar asfaltu, ar otes palīdzību, bet tas nav tik labi kā mērcēšana asfaltā.

Cauruļu vietas, kam jānoder ciešai cauruļu savienošanai, vajadzētu īstenībā izsargāt no aizsargsegas. Tādas vietas ir uzmavas iekšpuse un astes gala ārpuse. Ja viņas grib izsargāt no asfalta, tad iepriekš iemērkšanas, viņas jāapsmērē ar kaļķa vai krīta šķidrumu.

Pie ļoti agresīviem ūdens un grunts apstākļiem ieteicams jau asfaltētās caurules vēlreiz auktā veidā pārklāt ar bitumenu vai ar inertolu un tamlīdzīgiem materiāliem. Jaunākā laikā izgatavo arī iekšpusē emaljētas čuguna caurules, loti agresīvu ūdens novadīšanai.

Čuguna izturību var iespaidot dažādas elektriskas strāvas zemē, kas sevišķi aiztiek čugunā atrodošos grafitu. Arī šai ziņā centrifugētās caurules izrādījušās par izturīgākām, pateicoties savai blīvākai struktūrai. Ja tādas strāvas zemē paredzamas, tad caurules jāizolē ar kādu patentētu aizsarglīdzekli, p. p., ar Schades plastisko aizsarglentu, ko izgatavo kāda ķīmisko produktu fabrika Berlīnē.

Cauruļu sienu biezums.

Sienu biezums caurulēm jāpieskaņo tiem spēkiem, kas iedarbojas uz cauruli. Tādi ir: 1) ūdens iekšējs spiediens, 2) ārējs zemes vai ūdens spiediens, 3) temperātūras svārstības un 4) triecieni pie pārvietošanas.

Temperātūras svārstības var būt no ievērības tikai pie neapbērtām tērauda caurulēm. Zemē gulošām caurulēm temperātūras nelielā svārstība ir no ļoti maza iespaida, un viņu var neņemt vērā.

Apzīmēsim ar:

E — vada materiāla atsperības (elasticitātes) modulu.

α_t — stiepes koef., materiāla lineārai stiepei.

σ_t — spriegumu no temperātūras maiņas par t^0,

tad

$$\sigma = E \cdot \alpha_t \cdot t.$$

Pieņemot $\alpha_t = 0{,}000012$ un $E = 2.000.000$ kg/cm², pie $t = 50^0$ (no -25^0 līdz $+25^0$C), ir:

$$\sigma = 2.000.000 \cdot 0{,}000012 \cdot 50 = 1.200 \text{ kg/cm}^2.$$

Kā redzams, pie brīvi gulošām caurulēm piepūle no temperātūras var būt ļoti liela, bet ar ūdeni pildītam caurulēm gan arī temperātūras starpība būs mazāka.

Triecieni pie cauruļu pārvietošanas jāizbēg. Neizbēgamus satricinājumus ņem vērā, palielinot teōrētiski izrēķināto cauruļu sienu biezumu ar zināmu praksē noskaidrotu skaitlisku lielumu, kā tas turpmāk būs redzams.

Tā tad aprēķināšanai jāņem vērā galvenā kārtā ārējā un iekšējā slodze. Pieņemsim kalkulācijai vienlīdzīgas struktūras materiālu. Apzīmēsim ar:

d — caurules iekšējo diametru — m.

δ — caurules sienas biezumu — cm.

σ — caurules materiāla spriegumu — kg/cm² (+ stiepes, — spiedes).

p_u — iekšējo, ūdens, spiedienu — kg/cm².

p_a — ārējo, zemes, spiedienu — kg/cm².

Caurules gargriezumā horizontālās ass plāksnē, 1 cm garumā (zīm. 433.), pastāv līdzojums (līdzsvara stāvoklī):

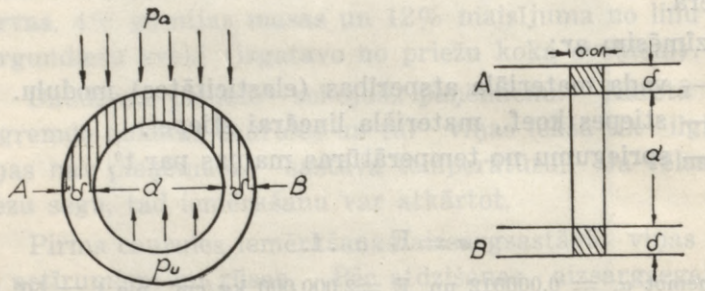
$$\underbrace{d \cdot p_u}_{\text{iekš. sp.}} - \underbrace{(d + 2\delta) \cdot p_a}_{\text{ārējs sp.}} = 2\delta \cdot \sigma.$$

No tā seko:

$$\delta = \frac{d}{2} \cdot \frac{p_u - p_a}{\sigma + p_a} \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

Ja vada sienu biezums ir dots, tad var uzstādīt izteiksmi spriegumam:

$$\sigma = \frac{d}{2\,\delta} \cdot (p_u - p_a) - p_a \quad \ldots \ldots \quad (1a)$$



433. zīm. Sienu biezuma aprēķinam.

Ja σ ir +, tad ir stiepes, ja —, tad spiedes piepūle. Praktiski p_a ir mazs (mazāks par 1 atm.) salīdzinot ar p_u (līdz 20 atm un vairāk) un to ievērojot, var p_a neņemt vērā, un tad pieņemot $p = p_u$, formulu var vienkāršot:

$$\delta = \frac{d}{2} \cdot \frac{p}{\sigma} \quad \ldots \ldots \quad (2) \text{ un}$$

$$\sigma = \frac{d}{2} \cdot \frac{p}{\delta} \quad \ldots \ldots \quad (2a), \text{ vai}$$

$$p = \frac{2\,\delta \cdot \sigma}{d} \quad \ldots \ldots \quad (2b)$$

Šais formulās σ ir arvien +, tā tad bez ārējā spiediena, uz caurules sienām iedarbojas tikai stiepes piepūles.

Formulās (1) un (2) nav ņemta vērā materiāla atsperība (elasticitāte), nav arī ievērota sprieguma nevienādība sienas daļās, kas atrodas dažādā attālumā no centrālās ass. To ievērojot, augšā minētās formulas lietojamas, ja δ ir mazs samērā ar d $\left(\delta \leqq \frac{d}{6}\right)$ un ja piepūles nav lielākas par ⅓ no pielaižamās stiepes piepūles ($\sigma_{st} : 3$). Patiesībā vislielākais spriegums ir sienas iekšpusē. Bez tam arī spriegums atkarāsies no tā, vai

vadu ass virzienā iedarbojas kādi spēki, vai nē. Lielākiem vadiem pie liela iekšēja spiediena no B a c h a uzstādīta formula:

$$\delta = \frac{d}{2}\left(\sqrt{\frac{\sigma_{st} + 0{,}4\,p}{\sigma_{st} - 1{,}3\,p}} - 1\right)$$

pie kam σ_{st} — apzīmē čugunam pielaižamo stiepes piepūli (kg/cm²), ņemot to sienas iekšējā malā; uz āra pusi, t. i. ar pieaugošu radiju, spriegums samazinās.

Uz tāda teorētiska pamata var aprēķināt dažāda materiāla cauruļu sienu biezumu, zinot spiedienus, kādi vadiem būs jāiztur, un materiāla pretestības lielumu. No praktiskā viedokļa tad vēl papildinās ar attiecīgu lielumu.

S i e n a s b i e z u m u č u g u n a c a u r u l ē m izrēķina ar 10 kārtīgu izturību, un tad, kā jau minēts, pie izrēķinātā sienu biezuma pieliek klāt zināmu praksē noskaidrotu skaitlisku lielumu, lai būtu ievēroti arī tie spēki, ko aprēķinā grūti ietilpināt, p. p., hidrauliskie triecieni. Ņemot to vērā, praksē izstrādātās empīriskās formulas, uz novērojumu pamata, ar kuŗām aprēķina sienu biezumu.

K r i e v i j ā tādas formulas bija uzstādītas ūdensvadu kongresos (1901. g.) un fabrikas pie viņām pieturas. (Pēdējā laikā, XII. un XIII. kongresos, pieņemts jauns tips.) Formulas ir sekojošas:

$\delta = 0{,}02\,d + 6{,}5$ mm caurulēm ar $d = 40$—300 mm.

un

$\delta = 0{,}02\,d + 6{,}0$ mm caurulēm ar $d = 350$—1.200 mm,

pie kam σ pieņemts $= 250$ kg/cm².

V ā c i j ā pieņemts 1882. g. no gāzes un ūdensvadu tehniķu biedrības kopā ar vācu inženieŗu savienību (V. d. J. = = Verein deutscher Ingenieurs) sekojoša formula:

$$\delta = \frac{d}{60} + 7 \text{ mm},$$

pie kam σ pielaižams 200 kg/cm². Formula derīga līdz vislielākam darba spiedienam $p = 10$ atm. un vislielākam parauga spiedienam 20 atm. Pie mazāka darba spiediena (4—7 atm.) δ var būt 5—15% mazāks, un pie lielāka jābūt lielākam (uz iekšējā diam. rēķina). Čuguna stiprībai vajaga būt 1.200 kg/cm²

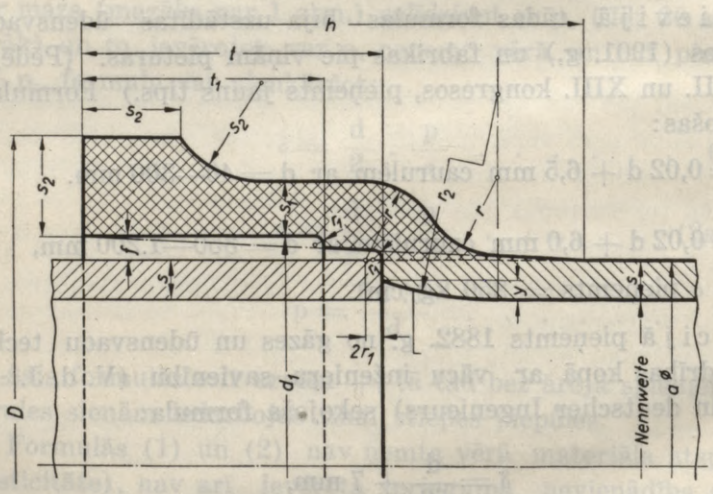
un īpatnējam svaram 7,25. Normas lietojamas caurulēm pie d = 40 līdz 1.200 mm, pie kam cauruļu garums ir:

pie d = 40— 60 mm, l = 2 m.
„ d = 80—225 mm, l = 3 m.
„ d > 250 mm, l = 4 m.

Tolerance 10 mm uz vienu vai otru pusi.

Atkarīgi no cauruļu savienošanas veida izšķir atloku un uzmavu caurules. Uzmavu savienojumi ir zināmā mērā elastīgāki kā atloku, un uzmavu cauruļu vadus lieto likšanai zemē, kamēr vadiem, kas jāliek virs zemes, pielieto parasti atloku caurules. Kā uzmavu, tā atloku konstrukcijās noteiktas normas, kas katrā zemē, kur izgatavo caurules, izstrādātas vai no fabrikām vai lietotājiem — inženieriem. Dažādas normas atšķiras viena no otras ar uzmavas dziļumu un viņas izveidojumu, un ar astes gala izveidojumu.

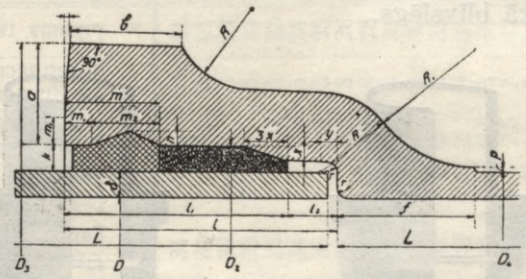
Vācu normālā uzmava (zīm. 434.) pastāv galvenā kārtā no cilindriskām virsmām, tā tad arī astes gals ir līdzens, bez kādiem paaugstinājumiem.



434. zīm. Vācu normālā uzmava.

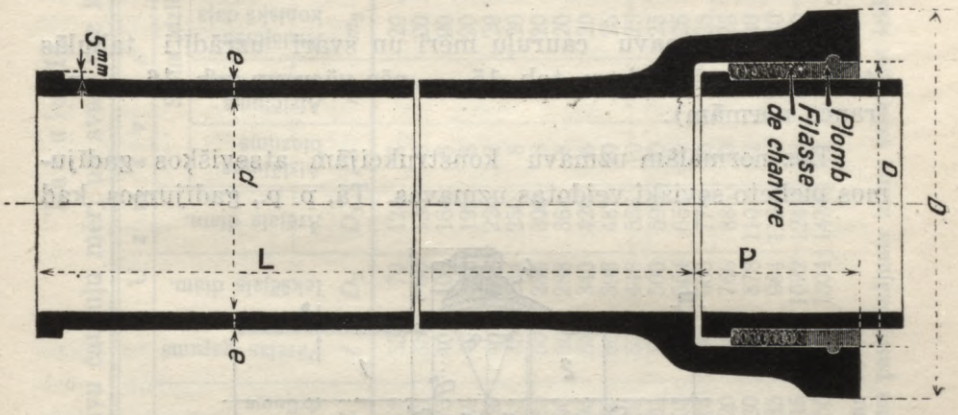
Krievijā agrākā normālā uzmava, pēc (1901. g. kongresa), pēdējā laikā (XII. un XIII. kongress) grozīta (zīm. 435.). Atmesta burtīte astes galā un arī citādi kā agrāk izveidota uzmavas iekšpuse.

Francijas lielās cauruļu fabrikas «Pont à Mousson» paredz burtīti un uzmavas iekšpusi cilindriski izveidotu, ar ne-



435. zīm. Krievu jaunā uzmava.

lielu apaļu padziļinājumu (zīm. 436.). Šāda veida tips pieņemts arī no Parīzes p. Arī Rīgas jaunajam ūdensvadam piegādātas caurules no minētās franču fabrikas.

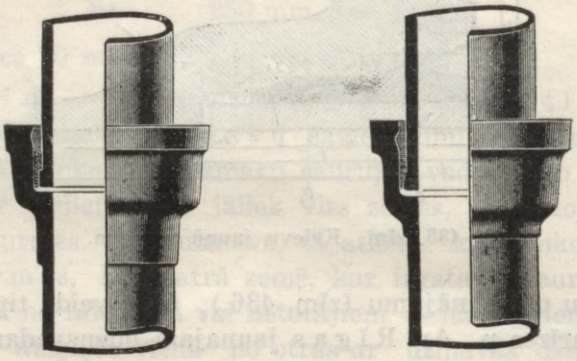


436. zīm. Franču normālā uzmava.

Angļu un amerikāņu uzmavu tipi (zīm. 437.) tāpat paredz burtīti astes galam, bet tipi atšķiras nedaudz ar uzmavas iekšējo izveidojumu.

Visās normās paredzēta neliela starpa 2—3 mm starp astes gala virsmu un uzmavas iekšējo galu, kas vajadzīga, lai izbēgtu nevēlamās piepūles vadu ass virzienā. Kas attiecas no šā viedokļa uz burtītes nozīmi astes galā, tad no viņas sagaidīja caurules izturības palielināšanos pret spiedienu ass virzienā, un blīvāku savienojumu. Tomēr izrādās, ka gaidītie labumi atkrīt, un burtīte drīzāk atnes ļaunumu. Grunts sēšanās gadījumā vai

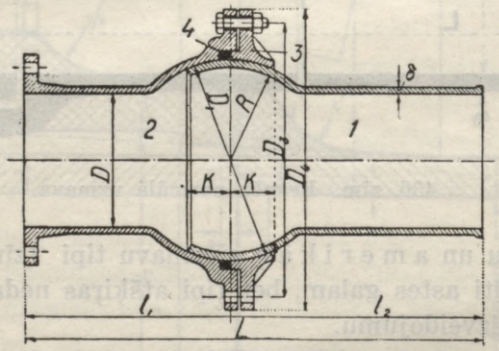
zem temperātūras iespaidiem burtīte var iedarboties kā virzulis un izspiest uzmavas noblīvēšanas materiālu (grīzti un svinu), kamēr pie gluda gala šādos gadījumos uzmavas savienojums strādā, it kā blīvslēgs.



437a., b. zīm. Angļu un amerikāņu normālās uzmavas.

Čuguna uzmavu cauruļu mēri un svari uzrādīti tabulās (tab. 14. — pēc krievu, tab. 15. — pēc vācu un tab. 16. — pēc franču normām).

Bez normālām uzmavu konstrukcijām atsevišķos gadījumos pielieto sevišķi veidotas uzmavas. Tā, p. p., gadījumos, kad



438. zīm. Šarnierveidīgais savienojums.

caurules jāliek uz nevisai drošas grunts (purvainās vietās), jāpielieto kustīgi savienojumi. Piemērots tādos gadījumos ir šarnierveidīgais savienojums (zīm. 438.), derīgs mazākām caurulēm (100—300 mm). Plašāk pazīstams ir Žibo (Gibault) sis-

Tabula 14.

Čuguna uzmavu cauruļu mēri un svari pēc krievu jaunajām normām.

Cauruļu izmēri				Uzmavas izmēri																	Fasongab.	
										Svina aizlējums												
Iekšējais diam.	Sienas biezums	Ārējais diam.	Norm. gaŗums	Blīvējuma dziļums	Blīvējuma aizmuguras gaŗums	Uzmavas dziļums	Pārejas gaŗums	Iekšējais diam.	Ārējais diam.	Aizlējuma biezums	Aizlējuma cilindr. daļa	Aizlējuma koniskā daļa	Aizlējuma pilns dziļums	Aizlējuma iekšējais pastiprinājums	Uzmavas biezums galā	Uzmavas biezā gala gaŗums	Iedobuma augstums	Palīgizmērs konstrukcijā	Palīgizmērs konstrukcijā	Likuma radiuss	Sienas biezums	Iekšējais diametrs
D	δ	D_1	L	l_1	l_2	l	f	D_2	D_3	k	m_1	m_2	m	n	a	b	p	z	y	R	δ_1	D_4
40	7	54	2000	60	10	70	35	70	124	8	8	20	28	4	27	31	1	1	3	21	8	38
50	7	64	2000	65	10	75	35	80	136	8	8	20	28	4	28	31	1	1	3	21	8	48
75	7,5	90	3000	65	10	75	40	106	164	8	8	20	28	4	29	32	1	1	3	22	9	72
100	8	116	3000	65	15	80	40	132	192	8	8	20	28	4	30	33	1	1	5	23	10	96
125	8,5	142	3000	65	15	80	45	158	220	8	8	20	28	4	31	33	1	1	5	23	10	122
150	9	168	3000	70	15	85	45	184	250	8	8	20	28	4	33	34	1	1,5	5	24	11	146
200	10	220	4000	70	15	85	50	236	306	8	8	20	28	4	35	35	1	1,5	5	25	12	196
250	11	272	4000	75	15	90	50	288	364	8	8	20	28	4	38	36	1	1,5	5	26	13	246
300	12	324	4000	75	20	95	55	340	420	8	8	20	28	4	40	38	1,5	1,5	6	28	14	296
350	13	376	4000	80	20	100	60	396	482	10	10	25	35	5	43	39	1,5	1,5	6	31	16	344
400	14	428	4000	80	20	100	65	448	538	10	10	25	35	5	45	40	1,5	2	6	32	17	394
450	15	480	4000	85	20	105	70	500	596	10	10	25	35	5	48	41	1,5	2	6	33	18	444
500	17	534	5000	85	20	105	75	554	654	10	10	25	35	5	50	43	1,5	2	6	34	20	494
600	20	640	5000	90	25	115	80	660	770	10	10	25	35	5	55	45	2	2,5	6	38	24	592
700	23	746	5000	95	25	120	85	766	886	10	10	25	35	5	60	48	2	2,5	7	42	28	690
800	27	854	5000	100	30	130	90	878	1108	12	12	30	42	6	65	50	2,5	2,5	7	50	32	790
900	30	960	5000	105	30	135	100	984	1124	12	12	30	42	6	70	53	2,5	3	8	54	36	888
1000	34	1068	5000	110	35	145	110	1092	1242	12	12	30	42	6	75	55	2,5	3	8	55	41	986
1200	40	1280	5000	120	35	155	120	1304	1474	12	12	30	42	6	85	60	3	3,5	8	62	48	1184

Piezīme: 1) Normāls darba spiediens 10 atm.
2) Fasondaļu sienu biezuma pastiprinājumu izdara samazinot iekšējo diametru.

Tabula 15.

Čuguna uzmavu cauruļu mēri un svari, un blīvējuma materiāla daudzumi pēc vācu normām. (Normālie mēri — mm.)

Nominālais diam.	Normāls sienas biezums	Normāls garums	Uzmavas mēri				Svari kg.		
			Iekšējs diam.	Ārējs diam.	Dziļums	Svina biezums blīvējumā	1 m caurules	Svina	Kaņepāju grīstes
40	7,5	2000	69	115	74	7	10,09	0,51	0,06
50	7,5	2000	80	126	77	7,5	12,14	0,70	0,07
70	8	—	101	149	82	7,5	—	—	—
80	8,5	3000	112	162	84	7,5	19,94	1,05	0,10
100	9	3000	133	183	88	7,5	24,41	1,35	0,14
125	9,5	3000	159	211	91	7,5	31,65	1,70	0,17
150	10	3000	185	239	94	7,5	39,74	2,15	0,22
200	11	3000	238	296	100	8	57,66	3,00	0,30
250	12	4000	291	353	103	8,5	76,51	4,44	0,44
300	13	4000	343	409	105	8,5	99,13	5,10	0,51
350	14	4000	395	465	107	8,5	124,13	5,53	0,55
400	14	4000	447	519	110	9,5	146,68	7,46	0,75
450	15	4000	499	573	112	9,5	170,10	8,33	0,83
500	16	4000	552	630	115	10	201,66	10,13	1,01
600	17	4000	655	737	120	10,5	256,69	13,33	1,33
700	19	4000	760	850	125	11	335,66	15,50	1,55
800	21	4000	866	964	130	12	425,01	20,20	2,02
900	23	4000	971	1075	135	12,5	512,80	24,70	2,47
1000	24	4000	1074	1184	140	13	608,76	29,20	2,92

tēmas savienojums (zīm. 439.). Viņu pielieto caurulēm ar abiem līdzeniem galiem (bez uzmavas vai atloka). Viņš sastāv no centrāla gredzena, kas vienmērīgi aptver abu cauruļu galus. Gredzena sienu biezums tāds pat kā caurulēm. Gredzena platums ir 60—110 mm, un starpa starp gredzenu un cauruļu ārsienu ir 5 mm. Tālāk uz cauruļu galiem blīvi uzdzīti 2 gumijas riņķi, starp kuŗiem tad nāk minētais platais gredzens. Tos tad aptver 2 čuguna gredzeni, kas tiek savilkti kopā ar bultām (skaitā 2—8, atkarīgi no cauruļu lieluma), cieši piespiežot gumijas riņķus klāt pie visām virsmām. Nopietna vērība piegriežama bultām, kas nedrīkst sarusēt, jo tad ciestu savienojuma blīvums. Lai izsargātu bultas no ātras bojāšanās, viņas apliek ar asfalta laku vai kādu citu aizsargmasu.

Uzmavas aizblīvēšana. Parastais uzmavas aizblīvējums (zīm. 435.) sastāv no iedrīvētas (līdz pusgaŗumam)

Tabula 16.

Čuguna uzmavu cauruļu mēri un svari pēc franču normām (Parīzes p.). (Normālie mēri mm.)

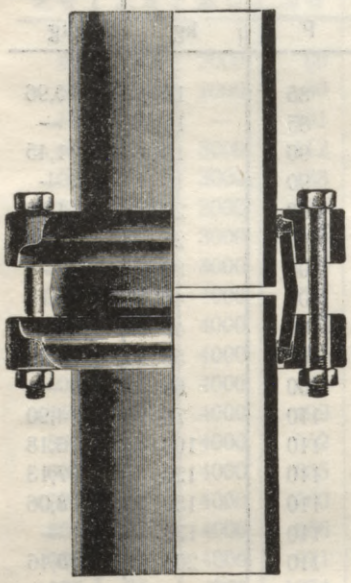
Normāls diam.	Sienas biezums	Uzmavas			1 m caurules svars	Svina 1 uzmavas aizliešana
		Iekšējs diam.	Ārējs diam.	Dziļums		
d	δ	D	D^1	P	kg	kg
40	8	72	124	85	10	0,96
50	8	82	134	85	12	—
60	8,5	95	149	90	15	1,45
70	8,5	105	159	90	17	—
80	9	116	172	90	20	1,80
100	9	136	192	100	25	2,20
125	9,5	162	220	100	32	—
150	10	188	248	100	40	3,11
175	10,5	214	276	100	49	—
200	11	240	304	100	58	4,02
225	11,5	266	332	100	68	—
250	12	292	360	110	78	4,90
300	13	345	417	110	100	6,18
350	14	397	473	110	125	7,13
400	14,5	448	526	110	150	8,06
450	15	500	580	110	175	—
500	16	552	636	110	200	10,46

kaņepāju grīztes, iepriekš samērcētas linu eļļā vai darvā, un no svina aizlējuma. Grīzti iedrīvē blīvi ar sevišķu drīvētāju (zīm. 440.) vienmērīgi ar viegla āmuriņa palīdzību. Drīvmateriālam galvenā nozīme tā, lai ielejot svinu tas neiztecētu caurulē. Bet arī higiēniskā ziņā nozīme, jo blīvais aizdrīvējums neļauj ūdenim apskalot un kausēt svinu.

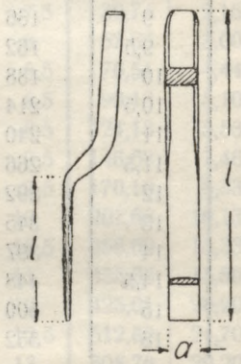
Pārējo uzmavas daļu aizlej ar izkausētu svinu, iepriekš aiztaisot uzmavas starpas galu cieti ar māla vai gumijas gredzenu, lai svins neiztecētu (zīm. 441.). Gredzena virsgalā atstāj resp. ietaisa piltuvveidīgu caurumu, svina ieliešanai, un blakām tam vienu vai vairāk mazākus caurumus, gaisa vai gāzu iziešanai. Svinu izkausē tik lielā daudzumā, cik vajadzīgs vienas uzmavas piepildīšanai vienā paņēmienā un nevar liet 2 paņēmienos, jo tas dotu neblīvu savienojumu. Pēc svina atdzišanas lejgredzenu noņem un svinu iekaļ uzmavā ar veseļa un

drīvkalta palīdzību, ar ko svins vismaz 2—3 cm dziļumā tiek sablīvēts un ārvirsma paliek gluda un spīdoša.

Svina aizlējumam teorētiski vajaga būt tik lielam, lai svina berze gar uzmavas sienu būtu pietiekoša izrādīt pretestību aizlējuma izspiešanai no ūdens spiediena caurulē. Apzīmējot aizlējuma dziļumu ar h, caurules iekšējo diametru ar



439. zīm. Cauruļu savienojums «Gibault».



440. zīm. Iedrīvēšanas rīks.

d, uzmavas iekšējo diametru ar d_2, sienu biezumu ar δ, spiediena lielumu caurulē ar p — atm., tad spiediens P (kg) uz svina gredzenu ir:

$$P = p \cdot \frac{\pi}{4} \cdot [d_2^2 - (d + 2\delta)^2].$$

Apzīmēsim ar c svina gredzena berzes pretestību, tad pretestība izstumšanai W ir:

$$W = c\pi \cdot h\,[d_2 + (d + 2\delta)].$$

Lai aizblīvējumu neizstumtu, vajadzīgs:

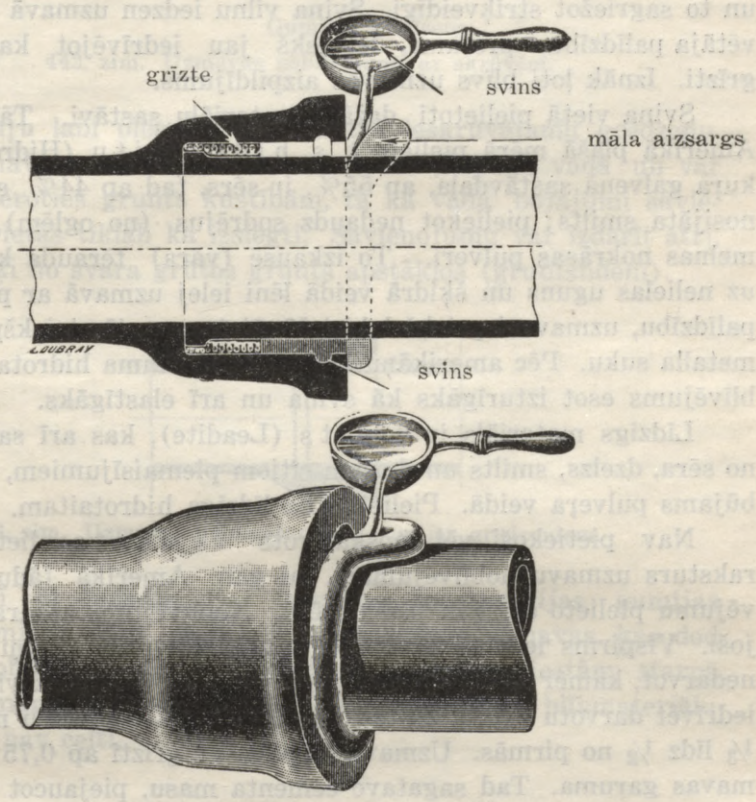
$$W \geqq P,$$

t. i.

$$p \cdot \frac{\pi}{4}[d_2 + (d + 2\delta)] \cdot [d_2 - (d + 2\delta)] \leqq c\pi \cdot h \cdot [d_2 + (d + 2\delta)]$$

vai

$$h \geqq \frac{p}{4} \cdot \frac{d_2 - (d + 2\delta)}{c}.$$



441. zīm. Māla lejgredzens.

Praksē var apmierināties ar to, ka visi mēri ir normēti, tā tad arī svina aizlējuma dziļums h, bet tomēr ieteicams pārbaudīt arī ar aprēķinu svina daudzumu, kas var noderēt patērētā svina daudzuma kontrolei. Bet no sevišķa svara vēl ir aprēķināt spiedienu un svina pretestību vadu līkumos, kas var izrādīties par nepietiekošu izsargāt savienojumu no izkustināšanas. Jārada pretspiediens, uzmūrējot mūŗa masīvu pret līkumu, tik

biezu, cik pēc aprēķina vajadzīgs, lai pretotos vislielākam spiedienam vadā.

Uzmavām vajaga būt sausām svina ieņemšanai, jo karstu svinu ielejot, var attīstīties ūdens garaiņi no mitruma; tas būtu par cēloni svina izslacīšanai, un tādēļ svina ieliešana jāizved ar sevišķu uzmanību.

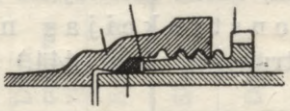
Svina ieliešanas vietā dažreiz pielieto s v i n a v i l n u, ko sataisa, sagriežot mīkstu svinu smalkās strēmelītēs, kā dziju, un to sagriežot strikveidīgi. Svina vilnu iedzen uzmavā ar drīvētāja palīdzību, protams, iepriekš jau iedrīvējot kaņepāju grīzti. Iznāk ļoti blīvs uzmavas aizpildījums.

Svina vietā pielietoti dažādi materiālu sastāvi. Tā, p. p., Amerikā plašā mērā pielieto t. s. h i d r o t a i t u (Hidro-tite), kuŗa galvenā sastāvdaļa, ap 55%, ir sērs, tad ap 44% smalka, nosijāta smilts; pieliekot nedaudz sodrējus (no oglēm), dabū melnas nokrāsas pulveri. To izkausē (vāra) tērauda katliņos uz nelielas uguns un šķidrā veidā lēni ielej uzmavā ar piltuves palīdzību, uzmavu iepriekš labi izžāvējot un notīrot iekšpusi ar metalla suku. Pēc amerikāņu inženieŗu atzinuma hidrotaita noblīvējums esot izturīgāks kā svina un arī elastīgāks.

Līdzīgs materiāls ir l i d i t s (Leadite), kas arī sastādīts no sēra, dzelzs, smilts un dažiem citiem piemaisījumiem, un dabūjams pulveŗa veidā. Pielietošana līdzīga hidrotaitam.

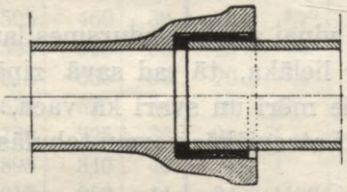
Nav pietiekoši vēl noskaidrots c e m e n t a lietošanas raksturs uzmavu noblīvējumam, lai gan Amerikā tādu noblīvējumu pielieto diezgan plašā mērā. Noblīvējumu izdara sekojoši. Vispirms iedrīvē kaņepāju grīzti, kuŗu amerikāņi ieteic nedarvot, kamēr krievu mēģinājumi rāda, ka izdevīgāk vispirms iedrīvēt darvotu grīzti, un tad balto, pēdējās daudzumu nosakot ⅓ līdz ½ no pirmās. Uzmavu aizpilda ar grīzti ap 0,75 no uzmavas gaŗuma. Tad sagatavo cementa masu, piejaucot labam, tīram portlandcementam apmēram $^1/_{15}$ ūdens, pēc krievu datiem $^1/_{10}$ no svara. Cementa masu ar strupu drīvi iespiež uzmavā, pēc kam blīvums atkarājas no cementa iedrīvēšanas rūpības, kas pie lieliem diametriem prasa līdz pusstundu un vairāk laika. Cementa noblīvējumu neieteic vadiem, kam jāiztur vibrācijas, vai vājos grunts apstākļos. Arī gruntsūdenī, kam var būt agresīvas īpašības, cementa noblīvējums neder, jo cements var tikt saēsts. Arī temperātūras svārstībām padotiem vadiem nav lietojams cementa blīvējums.

Pēdējos gados izvesti daudzi mēģinājumi ar gumijas noblīvējumiem, izveidojot attiecīgi uzmavu konstrukciju. Arvien vairāk nāk lietošanā t. s. skrūves uzmava (zīm. 442.). Uzmava ir ar vītni. Uzmavas dziļumā ieliek gumijas gredzenu, kuŗu labi piespiež ar uzmavā ieskrūvējamu gredzenu. Tāda uzmava ir elastīga, neizsauc liekas piepūles vadā un var labi piemēroties grunts kustībām, tā kā vada bojājumi savienojumu vietās tiklab kā izslēgti. Savienojumu var izdarīt ātri, kas sevišķi no svara grūtos grunts apstākļos (gruntsūdenī).



Gumijas gredzens.

442. zīm. Uzmavas noblīvējums ar skrūvēm.



443. zīm. Uzmavas noblīvēšana ar gumijas gredzeniem.

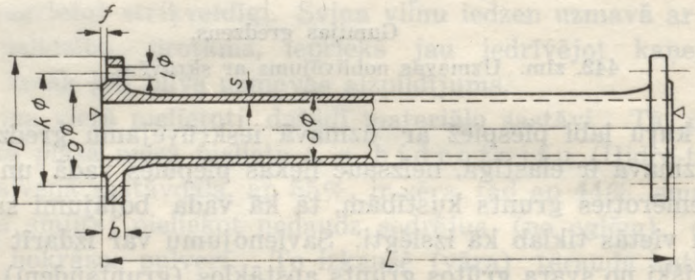
Ir arī vēl dažādas citas uzmavas konstrukcijas gumijas noblīvējumiem. P. p., dažas firmas izgatavo uzmavas, kas dod iespēju noblīvēt ar gumijas gredzeniem, vai iespiestām starpā gumijas manšetēm (zīm. 443.). Pret gumiju kā blīvmateriālu iebildumi nav celti.

Atloku (flanšu) caurules.

Atloku caurulēm tas labums, ka viņas var viegli savienot saskrūvējot un arī vieglāk izņemt bojāto cauruli un viņas vietā ielikt citu. Ļaunums tas, ka vadi nav nemaz elastīgi, bez tam arī caurules un savienojumi maksā dārgāk kā uzmavu caurulēm. Atloku caurules atrasts par vajadzīgu taisīt īsākas par uzmavu caurulēm, jo caurules sēšanās gadījumā rodas nevēlami momenti atloku tuvumos. (To ievērojot, pāreja no atloka uz normālo caurules sienu ir taisīta biezāka.) Aiz šiem iemesliem atloku caurules

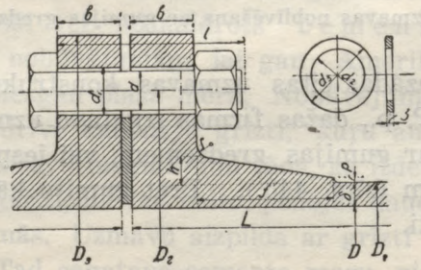
lieto tikai sevišķiem gadījumiem: stāvām vai vertikālām līnijām, zemūdens diķeriem (šai gadījumā vēlami kustīgi savienojumi), un kur jāparedz tādu fasongabalu ielikšana, kas ātrāk var bojāties un tādēļ vajadzīga viegla atjaunošana, kā tas ir ar aizlaidņiem, hidrantiem, ūdens mērītājiem un t. t.

Arī atloku konstrukcijas normētas. Vācu normālā atloka konstrukcija (zīm. 444.) atšķiras no krievu



444. zīm. Vācu atloku normas.

(zīm. 445.) ar to, ka viņai atloku sadursmes laukums ir mazāks, jo ārpusei starpa ir lielāka, tā tad savā ziņā konstrukcija ir elastīgāka. Attiecīgie mēri un svari kā vācu, tā krievu normālām caurulēm parādīti atsevišķās normu tabulās (tab. 17. un 18.).



445. zīm. Krievu atloku normas.

Normās uzrādīts arī skrūvju skaits un lielums, kas vajadzīgs atloku savienošanai. Jāpiegriež vērība, lai skrūvju caurumi abās pusēs būtu vienādā attālumā no vertikāles, un lai nebūtu tā tad cauruma apakšā, pie kuŗa būtu grūti pietikt uzgriežņa uzskrūvēšanai.

Atloku savienojuma virsmām vajaga būt gludām, apdreijātām, lai garentētu savienojuma blīvumu un izturību. Starpā starp atlokiem ieliek kādu mīkstu materiālu un savelk atlokus

Tabula 17.

Čuguna atloku cauruļu mēri un svari pēc vācu normām.
(Normālie mēri — mm).

Nomināls diam.	Normāls sienas biezums	Garums	Atloki			Bultas			Svari kg		
			Ārējs diam.	Diam. caurumu vietā	Biezums	Skaits	Diam.	Cauruma diam.	1 m caurule bez atloka	1 m caurule ar atloklem no L = 3000 mm	2,5 mm biezā gumijas gredzena
40	7,5		150	110	18	4	5/8″	18	8,11	27,9	0,03
50	7,5		165	125	20	4	5/8″	18	9,82	34,4	0,04
70	8	2000	185	145	20	4	5/8″	18	14,2	48,4	0,05
80	8,5	un	200	160	22	4	5/8″	18	17,1	58,9	0,06
100	9	3000	220	180	22	8	5/8″	18	22,3	75,5	0,07
125	9,5		250	210	24	8	5/8″	18	29,1	98,5	0,08
150	10		285	240	24	8	3/4″	22	36,4	122	0,08
200	11		340	295	26	8	3/4″	22	52,9	178	0,14
250	12		395	350	28	12	3/4″	22	71,6	241	0,16
300	13		445	400	28	12	3/4″	22	91,7	305	0,20
350	14		505	460	30	16	3/4″	22	116	385	0,23
400	14	3000	565	515	32	16	7/8″	25	132	443	0,26
450	15	un	615	565	32	20	7/8″	25	159	528	0,29
500	16	4000	670	620	34	20	1″	30	188	625	0,32
600	17		780	725	36	20	1	30	239	795	0,38
700	19		895	840	40	24	1	30	311	1043	0,44
800	21		1015	950	44	24	1 1/8″	33	393	1330	
900	23		1115	1050	46	28	1 1/8″	33	484	1622	
1000	24		1230	1160	50	28	1 1/4″	36	560	1906	

kopā ar skrūvēm. Noblīvēšanai pielieto plāksnes no biezas papes, samērcētas linu eļļā, vai izgatavotas no sevišķas koka masas. Sevišķos gadījumos, kad var sagaidīt tricinājumus, kā, p. p., vados uz tiltiem, noblīvēšanai ieteicamas gumijas plāksnes, cauraustas ar misiņa stiepuli, jo tādas uztur zināmā mērā elastību. Gumijas plāksnēm parasti sienu biezums 3 mm. Pilnīgi nepielaižamas ir svina plāksnes, arī no techniskā viedokļa, jo svins ar laiku, sava mīkstuma dēļ, izspiežas uz āru, ar ko noblīvējums paliek vājāks un skrūvju pievilkšana arī neko nepalīdzētu, jo no tā svins izspiestos vēl vairāk un varētu pat ietikt caurules iekšpusē, ūdenī.

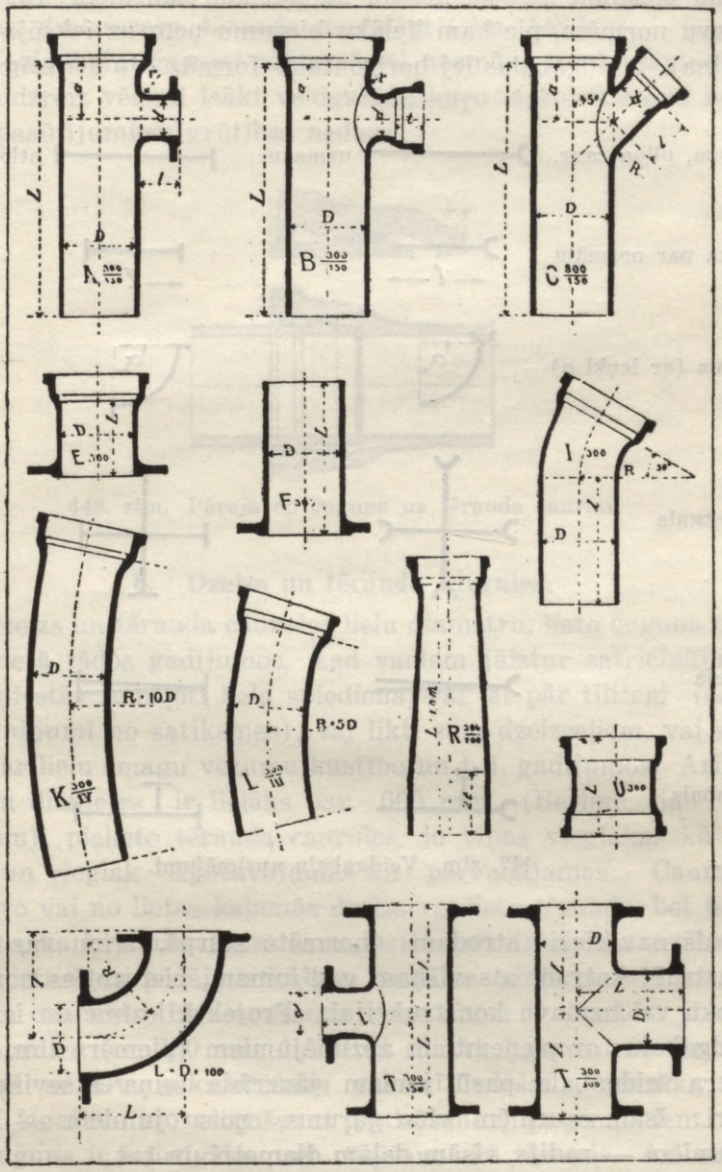
Atsevišķiem gadījumiem atloku konstrukcija var būt arī citādi izveidota nekā tas normās paredzēts. Tādus izveidojumus var atrast attiecīgu firmu katalogos.

Tabula 18.

Čuguna atloku cauruļu izmēri pēc krievu jaunajām normām.

Cauruļu izmēri				Atloka izmēri								Bultas				Fasondaļas		Gumija	
												diametrs							
Iekšējais diametrs	Sienas biezums	Ārējais diametrs	Garums	Bultu riņķa diam.	Ārējais diametrs	Atloka biezums	Pārejas daļas garums	Pārejas augstums	Pakāpes augstums	Noapaļojuma radijs	Bultu caurumu diametrs	metros	collās	Garums	Skaits	Sienas biezums	Iekšējais diametrs	Iekšējais diametrs	Ārējais diametrs
D	δ	D_1	L	D_2	D_3	b	f	h	p	r	d_1	d	d	l	n	δ	D	d_2	d_3
40	7	54	2000	110	144	19	40	8	1	4	15	12	1/2″	55	4	8	38	44	94
50	7	64	2000	125	165	19	40	8	1	4	18	16	5/8″	60	4	8	48	54	104
75	7,5	90	2000	150	192	20	40	8	1	4	18	16	5/8″	60	4	9	72	80	130
100	8	116	3000	185	235	21	45	8	1	4	22	20	3/4″	65	4	10	96	104	158
125	8,5	142	3000	205	248	22	45	8	1	4	18	16	5/8″	65	8	10	122	130	180
150	9	168	3000	230	272	23	50	8	1	4	18	16	5/8″	65	8	11	146	158	208
200	10	220	3000	290	340	25	50	8	1	4	22	20	3/4″	75	8	12	196	208	266
250	11	272	3000	345	400	27	55	10	1	4	22	20	3/8″	80	12	13	146	256	320
300	12	324	3000	405	465	29	55	12	1,5	4	25	22	7/8″	85	12	14	296	306	378
350	13	376	3000	460	520	31	60	13	1,5	4	25	22	8/7″	90	12	16	344	356	432
400	14	428	3000	510	570	33	60	13	1,5	4	25	22	7/4″	95	16	17	394	406	482
450	15	480	3000	570	640	35	65	13	1,5	5	28	24	1″	100	16	18	444	456	538
500	17	534	3000	625	695	37	65	13	1,5	5	28	24	1″	105	16	20	394	506	594
600	20	640	3000	730	800	41	70	14	2	5	28	24	1″	115	24	24	592	606	700
700	23	746	3000	850	930	45	75	14	2	5	33	30	1 1/8″	125	24	28	690	710	810
800	27	854	3000	960	1050	49	80	14	2,5	5	37	33	1 1/4″	135	24	32	790	810	920
900	30	960	3000	1070	1160	53	8	15	2,5	6	37	33	1 1/4″	145	32	36	888	910	1030
1000	34	1068	3000	1180	1270	57	90	15	2,5	6	37	33	1 1/4″	150	32	41	986	1010	1140
1200	40	1280	3000	1400	1500	65	100	15	3	6	44	39	1 1/2″	175	32	48	1184	1210	1350

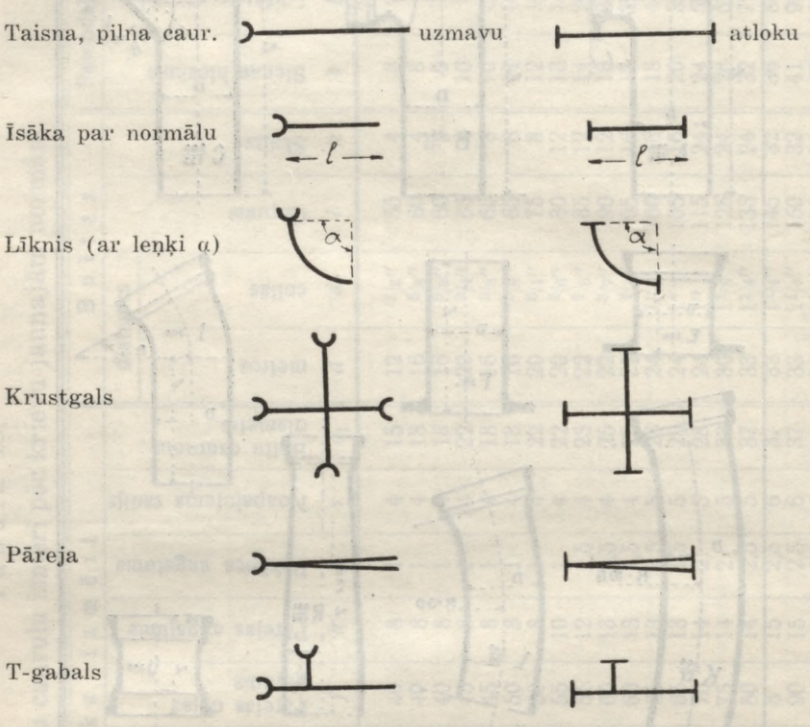
Veidgabali (Fittings). Pie vadu nolikšanas un viņu pieskaņošanas projekta prasībām vajadzīgi dažādi veidgabali,



446. zīm. Veidgabali.

kā vadu pievienošanai, krustojumiem, nozarojumiem, virziena maiņai un t. t. Čuguna caurulēm, veidgabaliem arī izstrādātas normas, dažādām vajadzībām. Visparastākie veidgabali normēti

Vācijā ar DJN (2430) (zīm. 446.). Tāpat normēti arī ar citu valstu normām. Uzmavas un atlokus konstruē pēc normām. Sienu biezumu pieņem lielāku kā taisnām caurulēm (20% pēc krievu normām, pie kam lielāku biezumu ņem uz iekšējā diam. rēķina). Veidgabalus lej horizontālās formās. Ja attiecīgs veid-



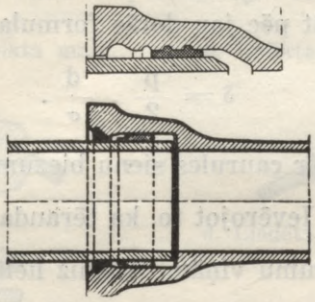
447. zīm. Veidgabalu apzīmējumi.

gabals nav tieši atrodams normēto starpā, viņu var viegli konstruēt katram atsevišķam gadījumam, pieturoties normētai atloku vai uzmavu konstrukcijai. Projektā iezīmē un ieraksta veidgabalus ar pieņemtiem apzīmējumiem (piemērs zīm. 447.). Katra veidgabala pasūtījumam jāuzrāda viņa atsevišķie izmēri: īsām caurulēm viņu gaļums, nozarojumiem — leņķis, līkumiem — radijs, visām daļām diametri un t. t.

Vadiem, kas guļ zemē, un kam savienojumi ir ar uzmavām, arī veidgabalus pielieto ar uzmavām, p. p., sānvadu pievienojumiem. Turpretim atsevišķi veidgabali, kas ātrāk bojājas un ir jāatjauno, kā, p. p., aizlaidņi, pievienojami pie normālā vada ar

atlokiem, jo tie dod iespēju vieglāk atjaunojamo gabalu izņemt un jaunu ielikt. Tāpat arī māju pievienojumiem nozarojumus liek ar atlokiem. Speciāli veidgabali vajadzīgi pārejām no čuguna uz dzelzs resp. tērauda caurulēm (zīm. 448.).

Veidgabalu gaŗumi arī uzrādīti normās, tomēr jāpiezīmē, ka daudzreiz vēlami īsāki veidgabali, kuŗu izprojektēšana lielākiem pasūtījumiem grūtības nedara.



448. zīm. Pāreja no čuguna uz tērauda cauruli.

b. Dzelzs un tērauda caurules.

Dzelzs un tērauda caurules lielu diametru, lieto čuguna cauruļu vietā tādos gadījumos, kad vadiem jāiztur satricinājumi, vai viņi stāv zem ļoti liela spiediena, vai iet pār tiltiem (ceļas satricinājumi no satiksmes), vai likti zem dzelzceļiem, vai zem ielām ar lielu smagu vezumu kustību un t. l. gadījumos. Arī, ja cauruļu diametrs ir lielāks par 600 mm (Berlīnē jau pie 500 mm), pielieto tērauda caurules, jo viņas vieglākas kā čuguna, un vieglāk izgatavojamas un pārvadājamas. Caurules izgatavo vai no lietas kaļamās dzelzs vai lieta tērauda, bet ievērojot to, ka kaļamās dzelzs caurules ir mīkstāka materiāla un mazāk izturīgas, pēdējā laikā gan caurules vairāk pazīstamas, kā tērauda caurules. Izgatavošanas veids abām ir vienāds. Lielākas caurules (no 300 mm diametrā sākot) izgatavo no tērauda plātnēm ar šuvu sakniedēšanu vai ar liedēšanu, mazāka diametra, izgatavo ar veltņošanas (valcēšanas) paņēmieniem.

Čuguns ir izturīgāks pret rūsēšanu kā tērauds. Arī sienu biezums tērauda caurulēm ir mazāks (½ līdz ⅓ no čuguna cauruļu sienu biezuma), tā tad var vieglāk un ātrāk caurrūsēt. Pret rūsēšanu tērauda caurules jāaizsargā ar asfaltēšanu, pārklājot viņas ar karstu asfalta masu (150—180°C), vai iemērcējot

vertikālā stāvoklī tādā asfalta masā. No ārpuses caurules jāaptin ar karstā asfaltā samērcētām džūtas lentām, vairākkārtīgi, un no virsas vēl jāpārklāj ar asfaltu. Jāuzmanās, lai pie pārvietošanas aizsarglīdzekli nesabojātu, un nedrīkst caurules ar tādām aizsarglīdzekļa apskādētām vietām aizbērt ar zemi, bet tādas vietas rūpīgi jāizlabo.

Tērauda caurules parasti izgatavo no mīksta, lieta tērauda, ar stiepes pretestību ne lielāku par 4.500 kg/cm². Sienu biezumu var aprēķināt pēc jau dotās formulas (2. l. p. 638.):

$$\delta = \frac{p}{2} \cdot \frac{d}{\sigma}.$$

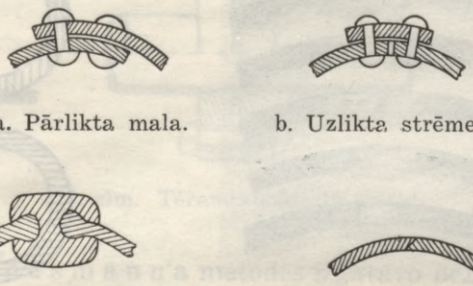
Praktiski tomēr caurules sienu biezumu neņem mazāku par $\delta = \frac{d}{100} + 2$ mm. Ievērojot to, ka tērauda caurules ir vieglākas kā čuguna, arī gaŗumu viņām pielaiž lielāku (8 līdz 12 m un vairāk).

Kā jau minēts, lielākās tērauda caurules izgatavo 2 veidos: k n i e d ē t ā s un l i e d ē t ā s (šveisētās). Pie kniedēšanas samazinās kniežu rindās cauruļu sienas stiprība (līdz kādiem 56% pie 1 rindas, 60—70% pie 2 rindām un līdz 75% pie 3 rindām kniežu pret vesela skārda stiprību). Turpretim liedētām caurulēm stiprība samazinās tikai par kādām 10%. Tā tad, ja veselā tērauda plātnē pielaižamā piepūle ir, p. p., 920 kg/cm², tad 2 rindām kniedētā šuvē būs vēl tikai ap 600 kg/cm², kamēr liedētā šuvē vēl ir pāri par 800 kg/cm².

K n i e d ē t a s c a u r u l e s (zīm. 449.) izgatavo, saliecot tērauda plātnes uz cilindriska veidņa (veltnes) un tad malas sakniedējot. Sakniedējums var būt dažāds, vai pārliekot vienu malu pār otru (a — lap joint), vai saliekot malas gludi kopā un uzkniedējot atsevišķu strēmeli (b — butt joint), vai lietojot sevišķu ieliktni — serdi (c — lock-bar-joint), kuŗā plātnes biezāk atkaltās malas ievirza, un tad uzliktni saspiež ar hidrauliskas preses palīdzību.

L i e d ē t ā s (šveisētās) caurules izgatavo tādējādi, ka saliek malas kopā (zīm. 449d.) vai uzliek vienu uz otras un tad saliedē, sakarsējot ar sevišķu liedējamo lampu, pielietojot ūdensgāzes maisījumu ar atmosfērisku gaisu. Sakarsēto vietu sakaļ ar āmuru vai veļ starp 2 veltņiem, kuŗus vienu pret otru spiež ar hidraulisku zveltni, kas attīsta 25 t spiedienu. Kaut

kādus kausējošus līdzekļus nepielieto. Lielākiem darbiem pielieto sevišķas liedējamās ierīces vai mašīnas (schēmatiski redzama zīm. 450.). Liedējamā caurule uzlikta uz vāģīša, kas dod iespēju viņu virzīt uz priekšu. Zem saliedējuma



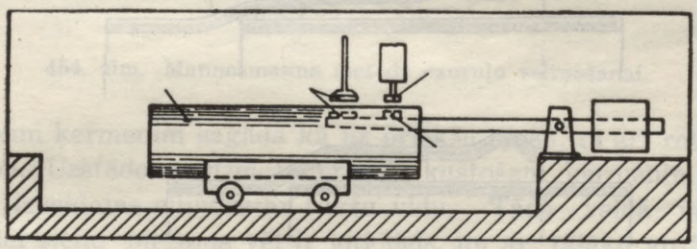
a. Pārlikta mala. b. Uzlikta strēmele.

d. Liedēts savienojums.

c. Serdes savienojums.

449. zīm. Tērauda caurules izgatavošana.

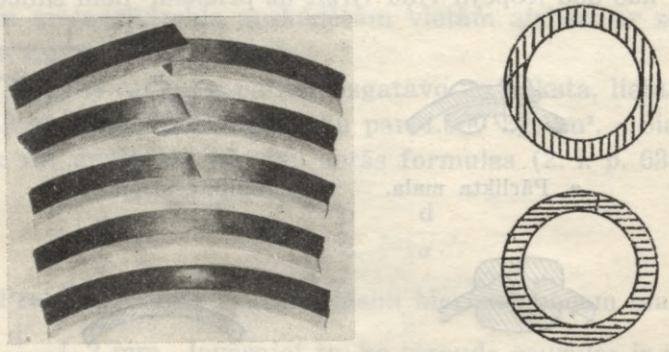
šuves atrodas stipra uz priekšu izlikta sija, nobalansēta ar pretsvaru. Sijas galā atrodas deglis un lakta. Pāri pār iekšējo degli ārpusē atrodas otrs deglis. Liedējamo vietu nu sakarsē no degļiem ar ūdensgāzes liesmu, un tad ar āmuru sakaļ resp. ar veltni



450. zīm. Liedējamās mašīnas schēma.

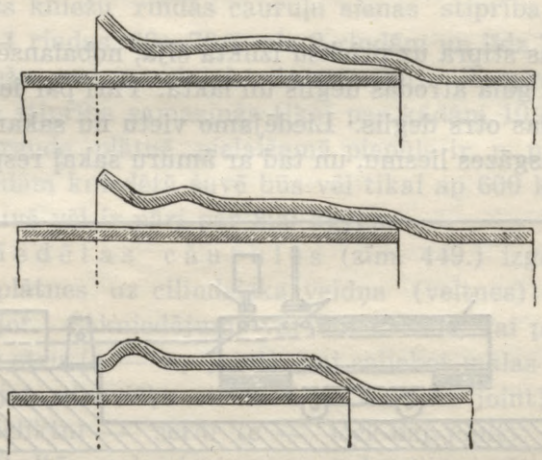
saspiež, pie kam beidzot liedētā vieta gandrīz nav atšķiļama no citām virsmām (zīm. 451.). Pēc liedēšanas, lai novērstu pie procesa radušos sienā iekšējos spriegumus, caurules vēl sakarsē sevišķā krāsnī, un tad novalcē. Pēc tam caurules izmēģina zem preses, ar noteiktu spiedienu, pie tam ar āmuru piedauzot. Beidzot tad uz sevišķām veidmašīnām izveido caurules galu uz-

mavas vai atloku veidīgi (zīm. 452.). Uzmavas taisa no tā paša metalla gabala, no kuŗa taisa cauruli. Noblīvējumam noder tāpat kā pie čuguna caurulēm darvota grīzte un svins, bet arī



451. zīm. Dažādas liedēšanas pakāpes.

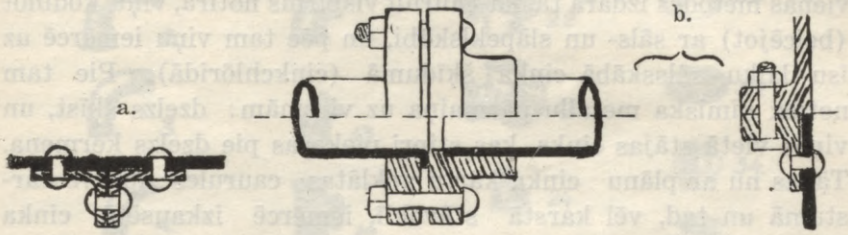
cementa aizlējums nav noliedzams. Atloki var būt uzkniedēti vai pieliedēti (zīm. 453a.), vai uzmaukti aiz pielodētiem gredzeniem (zīm. 453b.).



452. zīm. Tērauda cauruļu uzmavas.

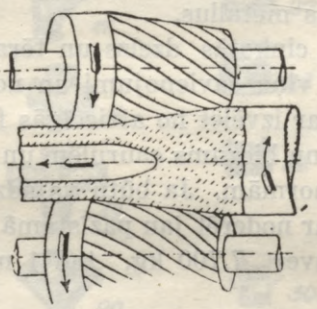
Liedētas caurules izgatavo diametrā 30 līdz 3.000 mm, ar sienas biezumu 6—15 mm un vairāk, pēc vajadzības. Gaŗums var būt pat līdz 46 m, bet parasti taisa pie diam. līdz 400 mm — 6 m un pie lielākiem diametriem — 8 m gaŗas. Liedētās caurules ir iekšā pilnīgi gludas. Sevišķi izdevīgs ir liels gaŗums, jo ar to ir mazāk savienojumu vietu, kas samazina kā izdevu-

mus uz savienojumiem, tā arī neblīvu vietu varbūtību savienojumos. Lielu gaŗumu var sasniegt, saliedējot normālā gaŗuma (6—8 m) caurules.



453. zīm. Tērauda cauruļu atloki.

Pēc M a n n e s m a n n'a metodes izgatavo bezšuvu caurules no viena vesela metalla gabala ar sekojošu paņēmienu. Tērauda vai kaļamās dzelzs gabalu, sarkankvēles karstu, ievada starp 2 slīpi nostādītiem veltņiem (zīm. 454.), kas ievadītam velt-



454. zīm. Mannesmanna metode cauruļu veltņošanai.

ņojamam ķermenim sagādā kā uz priekšu ejošu, tā arī rotējošu kustību. Uzstādot pretim uz priekšu kustošam ķermenim kādu irbuli, izveidojas cilindrs ar tukšu vidu. Tādā veidā iegūtai caurulei sienu biezums vēl ir ļoti liels, un ar tālāku apstrādāšanu, ar sevišķiem veltņiem, iegūst caurules ar vēlamo sienu biezumu. Arī stiprība tādām caurulēm, ka izrādījies, ir lielāka kā liedētām caurulēm.

Māju instalācijām un mazākiem vadiem pielieto pazīstamās v i l k t ā s d z e l z s c a u r u l e s, ko izgatavo, saliecot dzelzs vai tērauda plātni, saliedējot vai citādi kā malas savienojot, un tad siltā stāvoklī velkot caur attiecīgi iekārtotiem veltņiem. Tādas caurules ir tirgus prece, viņas viegli var iebūvēt,

pielietojot arī tirgū izvēlamos savienošanas gabalus (zīm. 455.), un viņas samērā lētas. Bet viņas ātri rūsē, tādēļ pret rūsēšanu pielieto apcinkošanu no iekš- un no ārpuses. Cinkošanu pēc vienas metodes izdara tā, ka cauruli vispirms notīra, viņu kodinot (beicējot) ar sāls- un slāpekļskābi, un pēc tam viņu iemērcē uz īsu laiku sālsskābā cinka šķīdumā (cinkchlōridā). Pie tam notiek ķīmiska metallu pārmaiņa uz virsmām: dzelzs šķīst, un viņas vietā stājas cinks, kas stipri pieķeŗas pie dzelzs ķermeņa. Tādas nu ar plānu cinka kārtu apklātas caurules apžāvē karstumā un tad, vēl karstā stāvoklī, iemērcē izkausētā cinka šķīdumā. Pēc tam, kad caurule pieņēmusi cinka šķīduma temperātūru, viņu izņem un ļauj liekam cinkam lēni notecēt. Cinks pieķeŗas stipri pie dzelzs un caurule paliek izturīga pret ārējiem iespaidiem. Tomēr jāuzmanās, sevišķi pie pārvietošanas vai cauruļu iebūves, lai apcinkojumu nenobrucinātu. Radusies apcinkojumā kaila metalla vieta būtu par ierosinājumu ātrai cinka saēšanai, jo rodas galvanisks elements starp cinku un dzelzi, kas bojā abus metallus.

Kā jau minēts, cinkotās dzelzs un tērauda caurules ir tirgus prece un tāpat viņu savienojumi un nozarojumi (Fittings zīm. 455.), un tos var izvēlēt no attiecīgās firmas cenu rādītāja (preiskuranta). Sienu biezums caurulēm un visām daļām izstrādāts pēc zināmām normām. Ja būtu vajadzība pārbaudīt sienu biezumu, tad tam var noderēt jau pazīstamā formula (l. p. 639.). Tā kā 1 m^3 dzelzs sveŗ 7.700 kg, tad 1 m caurules sveŗ (pie d_a = ārējs diam.).

$$G = 7700 \cdot \pi (d_a \delta - \delta^2) = 24178 (d_a \delta - \delta^2).$$

c. Koka caurules.

Koka caurules ūdensvadiem pielietoja jau no seniem laikiem. Taisīja viņas no izurbtiem vai izdedzinātiem koka klučiem, un viņas varēja izpildīt savu uzdevumu diezgan ilgu laiku, jo koks piesātināts ar ūdeni nepūst. Anglijā un sevišķi Amerikā, arī Krievijā un citur koka ūdens caurules agrākos laikos plaši pielietotas. Londonas, Ņujorkas, Bostonas, Ņižninovgorodas un c. ūdensvadiem koka caurules bija kalpojušas desmitiem gadu. Arī šobrīd uz laukiem un varbūt mazās pilsētās varētu koka caurules pielietot, jo viņas izmakā daudz lētāk kā čuguna. Amerikā ir sevišķas stipras koku sugas, no



455. zīm. Dzelzs cauruļu savienojumu gabali.

1. Loki 90° ar iekšēju un ārēju vītni. 2. Loki 90° ar iekšējām vītnēm. 3. Loki 90° ar ārējām vītnēm. 4. Loki 45° ar iekšēju un ārēju vītni. 5. Loki 45° ar iekšējām vītnēm. 6. Dubultloki, vaļēji. 7. Dubultloki, slēgti. 8. Dubultloki, vaļēji ar atzaru. 9. Stāvu loki ar iekšēju un ārēju vītni. 10. Līkņi (leņķi) 90° ar iekšējām vītnēm. 11. Līkņi (leņķi) 90° ar iekšēju un ārēju vītni. 12. Līkņi (leņķi) 45° ar iekšējām vītnēm. 13. Līkņi (leņķi) 45° ar iekšēju un ārēju vītni. 14. T-gabali 90°. 15. T-gabali 90° ar liektu atzaru. 16. T-gabali 90° ar 2 liektiem atzariem. 17. T-gabali 45°. 18. Sakrusti (krustgabali) 90°. 19. Sakrusti (krustgabali) 90° ar 2 liektiem atzariem. 20. Sakrusti (krustgabali) 45°. 21. Trijceļu gabali (trijžuburi) 45°. 22. Stūrsadalījumi 90°. 23. T-sadalījumi. 24. Redukcijas uzmava. 25. Redukcijas gabali. 26. Redukcijas dubultiemavas. 27. Redukcijas uzmavas ar iekšēju un ārēju vītni. 28. Redukcijas uzmavas, ekscentriskās. 29. Uzmavas, vienlīdzīgās. 30. Dubultiemavas. 31. Noslēgtapas (aizbāžņi). 32. Noslēgvāciņi (uzbāžņi). 33. Pretuzgriežņi. 34. Saskrūvējumi, kōniski slēdzoši, ar iekšējām vītnēm. 35. Tas pats, ar iekšēju un ārēju vītni. 36. Smakas noslēgi (sifoni). 37. Tas pats, ar 45° novadu. 38. Griestu līkņi. 39. Griestu T-gabali. 40. Kaļamās dzelzs atloks vidējam spiedienam.

kuŗām iegūst labu cauruļu materiālu; starp tām minamas: «Douglas Fir» vai «Oregon Pine» (pseudotsuga taxifolia) un «California-Redwood» (Sequoia sempervirens). Vācijā ieteic taisīt caurules no ievestā amerikāņu koka, bet nevis no vietējā, lai gan ievestais materiāls ir par 50% dārgāks. Bet ievērojot lielāku blīvumu un lielāku izturību, domā, ka neskatoties uz pirmatnējo pārmaksu, tomēr atmaksāsies taisīt caurules no importētā Amerikas koka.

Koka caurulēm ir dažas nenoliedzamas l a b a s ī p a š ī b a s. Tādas caurules necieš no elektrolizes un no ķīmiskiem iespaidiem, viņas iekšpusē ir pietiekoši gludas, tā tad berzes pretestība ūdens kustībai ir maza, pie tam viņas ir vieglas un lētas. Ūdens kustības pretestības koka caurulēs aprēķina ar Skobeja (Scobey) formulu:

$$v = 49{,}7 \cdot J^{0{,}556} \cdot d^{0{,}65},$$

kuŗā apzīmē: v — ūdens ātrumu m/sek., d — caurules diametru — m un $J = \frac{h}{l}$ — īpatnējo kritumu.

Formulu var arī rakstīt:

$$h = 0{,}000885 \cdot \frac{v^{1{,}8}}{d^{1{,}17}} \cdot l = 0{,}001373 \cdot \frac{Q^{1{,}8}}{D^{4{,}77}} \cdot$$

Koka caurules var iebūvēt arī ziemā, un viņas var nolikt nedaudz seklāk par metalla caurulēm. Tomēr koka caurulēm ir arī savas ļ a u n ā s p u s e s. Koks viegli satrūd, ja mitrums mainās ar sausumu, kas notiek, ja caurules pildījums ir svārstīgs, bet pie pastāvīgi pildītām un stāvošām zem spiediena caurulēm šis ļaunums nekristu svarā. Bet arī no ārpuses caurules materiāls var bojāties (satrūdēt), atkarīgi no zemes īpašībām, kuŗā caurule ieguldīta (sausums mainās ar slapjumu). Koka cauruļu vadu izturība lielā mērā atkarājas no izgatavošanai nolemtā koka īpašībām. Labam kokam jābūt cietam un blīvam, tā tad ar lielu īpatnējo svaru, vajaga būt taisni augušam, bez zariem, veselīgam, bez iepuvušām zaru vietām, sveķainam un mīkstam. Kā jau minēts, tādu koku, kas pilnā mērā atbilstu šīm prasībām, var atrast tikai Amerikas mežos, sevišķi rietumu štatos. Koka cauruļu izgatavošanai, kā no turpmākā būs redzams, jāpielieto arī metalli vai savienošanai, vai cauruļu aptīšanai. Dzelzs daļu rūsēšanas novēršanai jāpielieto dažādi

aizsarglīdzekļi: asfaltēšana, vai sevišķas krāsas. Koka cauruļu vadi nevar izturēt lielu spiedienu, un viņus pielieto pie darba spiediena 2—5 atm. Jāmin, ka arī mēģinājuma spiedienu nevajaga ņemt lielāku par darba spiedienu, jo dzelzs jostas un stīpas tiktu vaļīgas, un celtos liela ūdens iztece. Bet izrādās arī, ka pat pie rūpīgas cauruļu nostrādāšanas tomēr vadā nav pilnīgi izbēgama ūdens tece, tā tad vadāmā ūdens zaudējumi.. Cik liela iztece būtu jāpieņem vadu lielumu aprēķinot, atkarājas no darba rūpības un materiāla labuma. Vācijā koka cauruļu vadu būvētājas firmas garantē ūdens zaudējumu ne lielāku par 2 l minūtē uz katra 1 km vada gaŗuma pie diametra līdz 200 mm. Geņijevs domā, ka varētu pieņemt 4 līdz 6 m^3 diennaktī uz katra 1 dm (decimetrs) vada diametra, 1 km gaŗuma un 1 atm. darba spiedīena.

Otrādi, zināmos apstākļos var vados izcelties vakuums, un tad var no ārpuses gruntsūdens iesūkties vadā. Tas var atnest ļaunumu sanitārā ziņā, ja vads iet stipri sagandētā gruntī, p. p., tuvu gar atejas vietām, mēslu bedrēm un t. l. Koka caurules iekšpusē var arī iemesties algas, vai citi ūdens organismi, kas ūdeni bojātu.

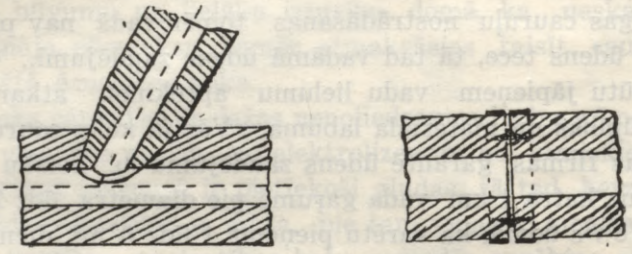
Visu teikto ņemot vērā, mūsu apstākļos gan koka ūdensvadi būs sastopami reti.

Koka cauruļu izgatavošana. Maza diametra koka caurules var izgatavot no taisna, veselīga priežu koka, izurbjot serdes vietā caurumu, vai izdedzinot ar sakarsētu dzelzs stangu. Cauruļu izgatavošanai nolemtais koks nedrīkst būt visai sauss (mitrums ne mazāk par 25—30%), jo sausam kokam rastos plaisas. Apaļbaļķa resnumam jāatbilst vēlamam caurules iekšējam diam. Ja d — caurules diam. un D — apaļbaļķa diam., tad attiecībām jābūt:

pie	d = 50 mm	D = 170 mm
	d = 75 mm	D = 220 mm
	d = 100 mm	D = 260 mm
	d = 125 mm	D = 310 mm

Caurules savieno vadā (zīm. 456.) ar sevišķu dzelzs gredzenu, ar smailiem galiem, ko iedzen cauruļu galos (b). Dzelzs gredzena vietā var lietot ozola koka gredzenu, no ārpuses aptītu ar eļļā samērcētām pakulām. Savienojumu cauruļu gali jānostiprina ar uzdzītiem, sakarsētiem dzelzs riņķiem, lai urbjot

koks nepārsprāgtu. Var savienot arī, vienu galu notaisot kōnvai tapas veidīgu un iedzenot otrā attiecīgi izgrieztā galā. Kōnveidīgi nogriezto galu aptin ar eļļā samērcētām pakulām. Galu nostiprināšanai uzdzīti dzelzs riņķi. Pie šī savienojuma iet



a b

456. zīm. Koka cauruļu savienojumi.

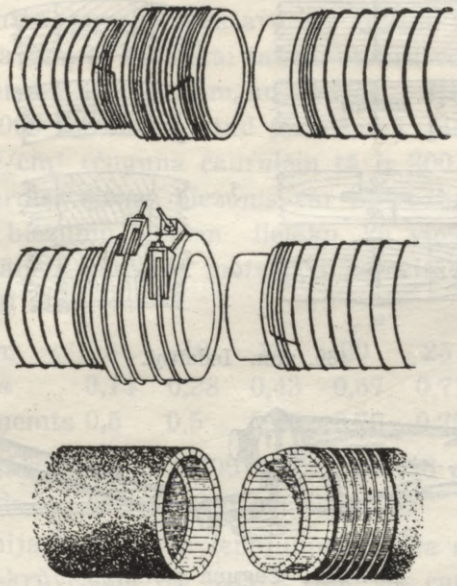
zudumā caurules gala gaļums, bet viņš sevišķi noderīgs vertikālām aku caurulēm, jo smailais gals labi iegulstas apakšējās caurules izgriezumā. Vadu iztīrīšanai vai no smiltīm, vai ūdens organismiem, ietaisa iegarenus tīrīšanas caurumus (zīm. 457.), ap 0,5 m gaļumā un ap 20 m vienu no otra.



457. zīm. Koka caurules tīrīšanas caurums.

Lielas koka caurules taisa mucveidīgi no mucu dēļiem (Daube, клепка, stave) ar saskrūvējamām resnas drāts stīpām. Mazākas šāda veida caurules (līdz d = 600 mm) izgatavo ārpus būves grāvja, tā sakot fabrikveidīgi, kamēr lielākas (no 600 mm) izgatavo uz vietas, būvbedrē. Mucu dēlīši ir 75—150 mm plati, un viņu biezums atkarājas no caurules diametra, viņas iekšējā spiediena un attāluma starp dzelzs stīpām; un ir no 25—75 mm pie stīpu attāluma 75—300 mm. Fabrikveidīgi caurules izgatavo 3—4 m gaļas. Vajadzīgā gaļuma dēlīšus sakārto ap veidcilindru, saturot ar stiepuli 3,5 līdz 7 mm resnu, un savelkot cieti kopā. Vislabākā stiepule ir tā, no nerū-

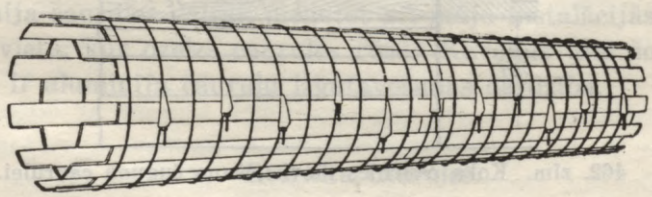
sējoša tērauda. Atsevišķas caurules savieno (zīm. 458.) vai ar uzliktu manšeti (a), vai tapas veidīgi (b). Lai caurules būtu izturīgākas, Amerikā viņas piesātina ar kreozotu, zem spiediena,



458. zīm. Koka cauruļu savienojums.

iepriekš sagādājot kokam vakuumu. Arī korbolineums vai darvas eļļa noder šim mērķim.

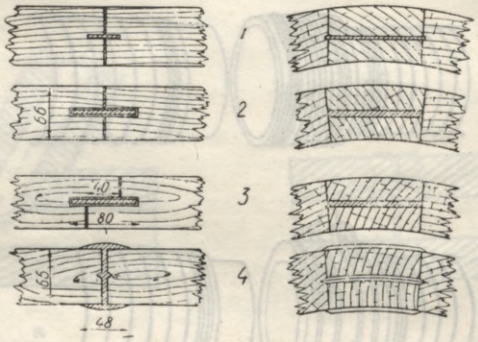
Lielas caurules, ko taisa būvgrāvī, saliek no mucu dēļiem (zīm. 459.) tādā kārtā, ka viens dēlis iziet otram uz priekšu



459. zīm. Lielas koka caurules.

kādus 60—120 cm, pie kam katram dēlītim galā ir rieva 15—20 mm dziļa un 2—3 mm plata, kurā ieliek metalla, vai cieta koka iedzītni (zīm. 460.: 1) tērauda, 2) un 3) koka, 4) čuguna). Dēļus savelk kopā ar stiepules stīpām, ar sevišķa ču-

guna pieliktņa palīdzību (zīm. 461.). Dēļu malas var būt vai gludas, vai ar rievām; pēdējā gadījumā labāk nodrošināts ūdens blīvums.

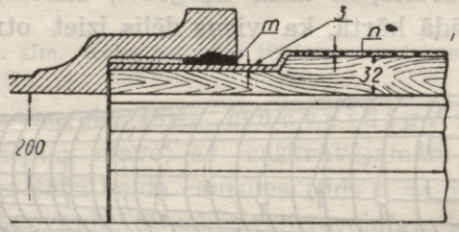


460. zīm. Iedzītņi.



461. zīm. Čuguna pieliktņi.

Koka cauruļu savienošana ar čuguna vadu sevišķas grūtības nerada (zīm. 462.). Var koka caurules galu aplikt ar cinkotu dzelzs skārdu (3), un tad ieliekot galu čuguna caurules uzmavā, uzmavu noblīvē parastā kārtā, aizlejot ar svinu.



462. zīm. Koka caurules pievienošana čuguna caurulei.

d. Aluminija caurules.

Aluminija caurules ir vēl maz populāras ūdensvada praksē, bet viņām būtu jāpiegriež attiecīga vērība. Aluminijs ir izturīgs pret sausa un slapja gaisa iespaidiem, un viņu neaiztiek ne ogļskābe, ne sērūdeņradis, ne organiskas skābes vismaz tādā

daudzumā, kādā tās atrodas dzeramūdens vados. Tikai tad, ja sālsskābe, slāpekļskābe, sērskābe vai sārmi atrodas vadāmā šķidrumā lielā daudzumā, aluminijs var tikt šķīdināts. Aluminija caurules pielietotas sērūdens vadiem Ķemeru kūrortā.

Aluminija caurules izgatavo bez šuvēm, bet arī bez pieveltņotām uzmavām, tā tad tikai taisnu stobru veidā, garumā 1 līdz 5 m, diametrā 5 līdz 80 mm un vairāk. Stiepes pretestība ir pāri par 2.000 kg/cm², tā tad pielaižamā piepūle var būt 300 līdz 400 kg/cm² (čuguna caurulēm tā ir 200—250 kg/cm²), tā tad arī caurules sienas biezums var būt samērā neliels. Praktiski sienu biezumu pieņem lielāku, kā viņš pēc aprēķina iznāktu, jo jāņem vērā arī materiāla porositāte. Tā, p. p., pie spiediena 20 atm. ir:

ārējam diam.	5	10	15	20	25	50	80	mm
δ aprēķināts	0,14	0,28	0,43	0,57	0,71	1,42	2,27	mm
δ prakt. pieņemts	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75	1,25	2,0	mm

Īpatnējais svars ir 2.700 kg/m³, tā tad caurules ir vieglas samērā ar dzelzi, bet viņas ir arī dārgākas.

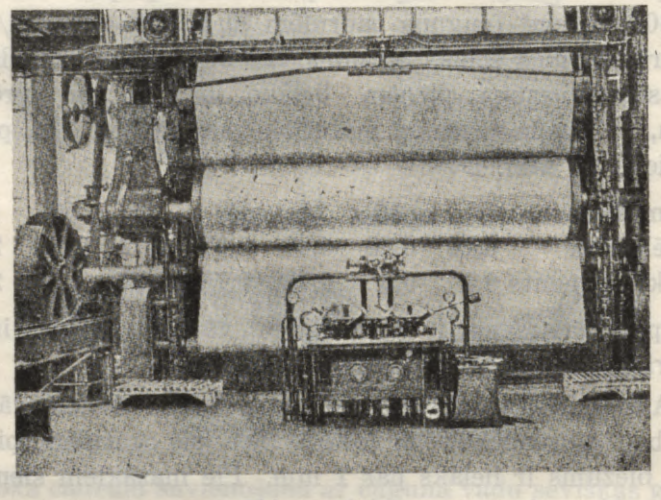
Aluminija cauruļu savienojumus izdara ar iemavām (Nippel), bet ieskrūvēšanu var izdarīt tikai pie caurulēm, pie kuŗām sienu biezums ir lielāks par 1 mm. Pie mazākiem sienu biezumiem atliec galus mazu atloku veidā, un uzmaucot aiz tiem dzelzs atlokus, pēdējos saskrūvē. Ja uzmaucamiem atlokiem pielieto vaŗu vai misiņu, tad tie ir jānoalvo vai jānoniķelē, lai neceltos galvaniskas strāvas. Ir arī metodes salodēt caurules pēc sevišķiem patentētiem paņēmieniem.

Jādomā, ka, attīstoties aluminija rūpniecībai, būs iespējams aluminija caurules vairāk pielietot arī māju instalācijās, sevišķi tādās vietā, kur dzelzs caurules rūsē. Kavēklis tam šobrīd, kā liekas, ir aluminija cauruļu izgatavošanas dārdzība.

e. Eternīta caurules.

Eternīta caurules sāka pagatavot 1922. g. itaļu fabrika «Eternīt», tādēļ arī nosaukums. Eternīts ir masa, kas sastādās no sevišķa šķidra maisījuma, no ātri saistoša portlandcementa un šķiedraina, tīra, labi atšķirta asbesta, attiecībās 6:1 ar vajadzīgo ūdens daudzumu. No tādas masas izgatavo caurules līdzenu cilindru veidā, bez uzmavām, ar atsevišķas mašī-

nas palīdzību, sastāvošas no vairākiem veltņiem (zīm. 463.). Ar bezgalīgas lentas (no blīvas vadmalas) palīdzību eternīta masa uztinās uz cauruli veidojošu veltni plānām plāksēm, ap $^1/_5$ mm biezumā, tik ilgi, kamēr nesastādās vajadzīgais sienas biezums (10 līdz 40 mm, atkarīgi no caurules diametra). Visu laiku, kamēr siena veidojas, viņu spiež ar hidraulisku spiedi. Tādā ceļā dabū blīvu, vienmērīgu cilindra sienu, kas atgādina labu ko-



463. zīm. Eternīta cauruļu mašīna.

ku, un ko var arī kā koku zāģēt vai viņā izurbt caurumus. Veltni ar gatavo cauruli izņem iz mašīnas un viņa vietā ieliek citu. Viena un tā pati mašīna var noderēt dažāda diametra cauruļu izgatavošanai (d = 50 līdz 1.000 mm), gaŗumā 3 līdz 4 m.

No veltņa noņemtās caurules ieliek caurumainās silēs, cauruļu galus aizbāž ar koka aizbāžņiem un ar transportieŗu palīdzību viņas novieto sevišķā telpā, kuŗā viņas tur 12—36 st. pie istabas temperātūras. Pēc tam caurules ieliek baseinā ar ūdeni un atstāj tur 2—6 dienas, tad viņas izņem un žāvē apmēram 1 mēneši. Beidzot viņas izmēģina zem hidrauliskas preses, tad nogriež līdzeni galus, un galus 15—18 mm platumā nolīdzina, lai savienojumu varētu izdarīt blīvāku.

Sienu biezumu nosaka atkarībā no diametra un darba spiediena. Hidrauliskam aprēķinam uzstādīta formula no «S c i m a m i»:

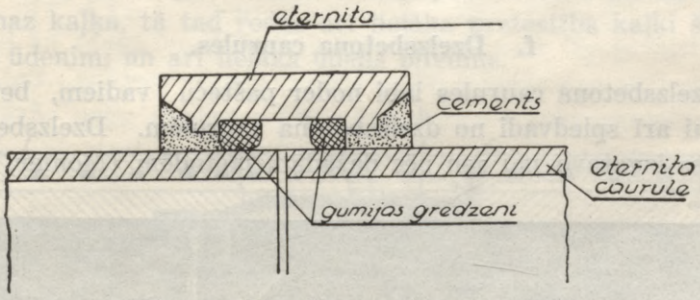
$$v = 57{,}66 \cdot d^{0{,}68} \cdot J^{0{,}56}$$

vai

$$J = 0{,}0011 \cdot \frac{Q^{1{,}786}}{d^{4{,}786}},$$

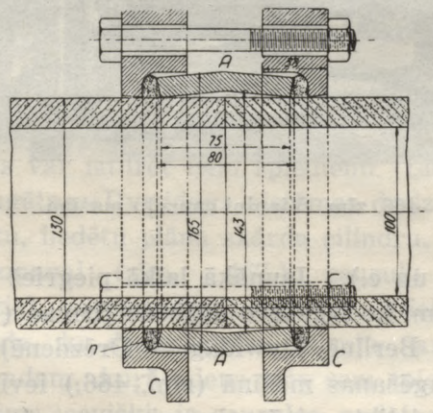
kur izteikti Q — m^3/sek. un v un d — m.

Tā kā caurules izgatavo ar gludiem galiem, bez uzmavām un atlokiem, tad savienojumiem jāpielieto uzmaucamas uzmavas. Ar to mērķi var pielietot uzmavu Simpleks (zīm. 464.), kas taisīta arī no eternīta masas. Noblīvēšanai noder



464. zīm. Eternita cauruļu savienojumi.

gumijas gredzeni, kas blīvi iedzīti starpā. Ļoti laba ir arī uzmava Žibō (Gibault) (zīm. 465.), kur tikpat centrālais gredzens (A), kā arī abi malas gredzeni (C), kas savelkami bultām, ir



465. zīm. Uzmava «Gibault».

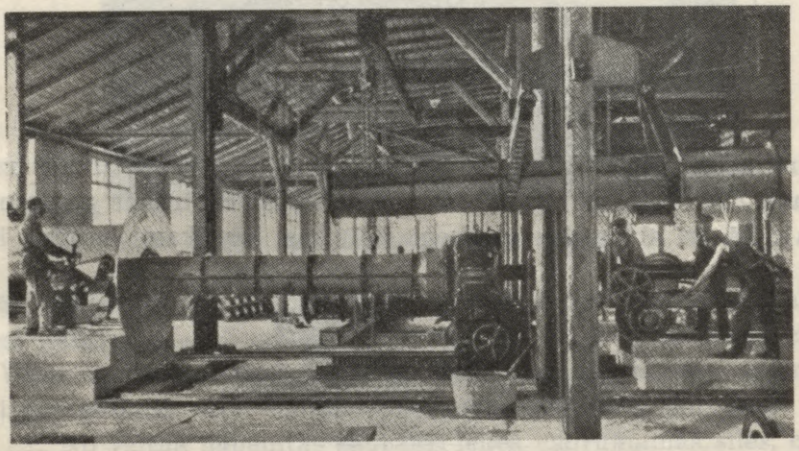
čuguna. Noblīvēšanai arī te noder gumijas gredzeni (n). Var pielietot arī parastās uzmaucamās uzmavas, noblīvēšanai lietojot darvotu grīzti un svina aizlējumu.

Veidgabalus (krusta gabali, T — gabali un c.) neizgatavo no eternīta, un tādēļ pielieto parastos čuguna vai tērauda.

Līdzšinējie piedzīvojumi ar eternīta caurulēm ir rādījuši, ka sienas ir pietiekoši ūdens blīvas, iekšpusē gludākas par čuguna asfaltētām. Caurulēm ir maza siltumcaurlaide, viņas nevada elektrību, necieš no ķīmiskām vielām (skābēm un sāļiem) un ir samērā vieglas. Domājams arī, ka eternīta caurules vadi varēs kalpot ilgus gadus, lai gan šai ziņā novērojumu nav, jo viņu pielietošana ir sākusies tikai nesen.

f. Dzelzsbetona caurules.

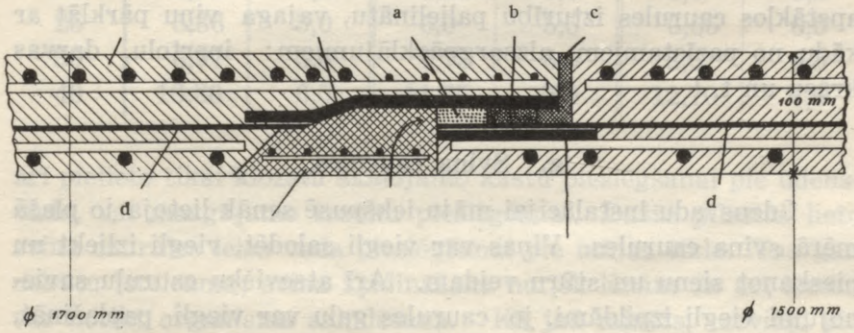
Dzelzsbetona caurules labi noder pašteču vadiem, bet sastopami arī spiedvadi no dzelzsbetona caurulēm. Dzelzsbetona caurules izgatavo jau sen pēc dažādām metodēm (Monier, Bor-



466. zīm. Vianini cauruļu mašīna.

denave, Zisseler un c.). Jaunākā laikā piegriež vērību centrifugētām caurulēm, ko izgatavo dažādas firmas (Vianini — Lucernā, Hume — Berlīnē, Dywidag — Drēzdenē). Pēc Vianini metodes centrifugēšanas mašīnā (zīm. 466.) ievieto sagatavotu dzelzs formu, ar ieliktu viņā stiegrojumu no 1 vai 2 spirālēm, no 2½ līdz 12 mm resnas dzelzs, atkarīgi no cauruļu lieluma un sienu biezuma. Tad formu piepilda ar plastisku cementa javu resp. betonu, ar paceļamu t. s. karoti, vai visu formu uz 1 reiz vai pie lielākām caurulēm 2 paņēmienos. Viens no abiem for-

mas galu noslēdzējiem mašīnā ir cieti, otrs var tikt pabīdīts, atkarīgi no iepildīšanas gaitas. Par iepildīšanas un javas sadalīšanas laiku mašīna griežas ar ātrumu 5—8 m/sek. (ārējo virsmu rēķinot). Materiālam noblīvējoties iepilda papildu betonu, un pēc tam palielina griešanās ātrumu uz 10—22 m/sek. Centrifugēšana ilgst 10—25 min., pie kam materiāls tiek piespiests pie ārējās sienas. Tādā ceļā tad notiek materiāla nogrupēšanās masā, ar ūdens izspiešanu, sagādājot caurulei lielu stiprību un iekšējo gludumu. Arī blīvums ar to pieņemas. Caurules iekšpusē arī izveidojas kādu 1 mm stipra cementa kārta, saturoša maz kaļķa, tā tad rodas arī lielāka pretestība kaļķi šķīdinošam ūdenim, un arī lielāks ūdens blīvums.



a— Svins. b — Kaņepāju grīzte. c — Asbesta betons. d— Liedēts skārda mantelis.

467. zīm. Dzelzsbetona cauruļu savienojums.

Pēc B o n n a metodes ievieto caurules vidū slēgtu skārda cilindru, un stiepuļu stiegrojumu liek abās pusēs. Tādā kārtā dabū cauruli, kas var izturēt lielu spiedienu. Līdzīgā kārtā izveidotas centrifugētas «Dywidag» sistēmas dzelzsbetona caurules ar vidū ieliktu, liedētu plāna skārda cilindru. Sevišķs izveidojums ir uzmavai (zīm. 467.), cauruļu savienošanai. Noblīvējums notiek no caurules iekšpuses (lielās caurulēs). Vispārīgi jānorāda, ka dzelzsbetona cauruļu savienojumu noblīvēšana ūdensvadam, kuŗā ūdens stāv zem spiediena, ir diezgan grūta problēma, sevišķi, ja caurules padotas temperātūras svārstībām, kā tas ir, p. p., pie upes ūdens vadiem, vai kad caurules neguļ pietiekoši dziļi zemē (pārvedumi zem tiltiem). Tas apstāklis arī ir par galveno iemeslu, kādēļ dzelzsbetona caurules spiedvadiem pielieto reti.

Kas attiecas uz centrifugēto cauruļu statisko aprēķinu, tad metodes vēl nav pietiekoši izstrādātas. Pieņem stiegrojumam pielaižamo piepūli 800 kg/cm², betonam stiepes pretestību nepielaiž. Tomēr domā, ka tāds aprēķins neņem vērā centrifugēšanas iespaidu, un cauruļu sienas iznāk biezākas, kā tas varbūt būtu vajadzīgs. Prof. Saliger's ieteic dzelzsbetona caurules pielaist pie spiedieniem līdz 3 atm., un sienu biezums tad varētu būt:

d =	150	300	500	800	1.000	1.500	2.000 mm
δ =	15	25	35	45	50	60	90 mm.

Beidzot vēl jāņem vērā, ka dzelzsbetons, tāpat kā betons, var ciest no nelabvēlīga ūdens un arī grunts sastāva. Lai tādos apstākļos caurules izturību palielinātu, vajaga viņu pārklāt ar kādu no pazīstamiem aizsargpārklājumiem: inertolu, darvas krāsu un t. l.

g. Svina caurules.

Ūdensvadu instalācijai māju iekšpusē senāk lietoja jo plašā mērā svina caurules. Viņas var viegli salodēt, viegli izliekt un pieskaņot sienu un stūŗu veidam. Arī atsevišķu cauruļu savienojumi viegli izpildāmi, jo caurules galu var viegli paplašināt, iedzenot attiecīgu irbuli, un, iebāžot otras caurules galu, var salodēt savienojamu vietu. Tāpat var viegli pietaisīt nozarojumus. Bez tam svins, kā metalls, nezaudē savu vērtību. Māju instalācijās svina caurules pielieto ar d = 15 līdz 50 mm. Caurules jāizgatavo no mīksta, lokāma svina un viņas liecot nedrīkst rasties plaisas. Svina cauruļu mēri un svari jāpieskaņo darba spiedienam (tab. 19.).

Svina caurulēm piemīt tas ļaunums, ka viņas var viegli sabojāt, vai piesitot ar kādu smagu priekšmetu, vai sitot naglu sienā, vai žurkas viņas var sakošļāt. Arī no liela spiediena (ūdens trieciena) var celties deformācija.

Agresīvi ūdeņi, saturoši ogļskābi, sevišķi, ja pie tam ūdens ir mīksts, var svinu šķīdināt, un tā kā svins ir indīgs, tad var saindēt arī ūdeni. Lai to novērstu, agresīviem ūdeņiem var pielietot tikai tādas svina caurules, kas izsargātas no svina aiztikšanas, p. p., ja viņas izliktas iekšpusē ar 0,5 mm biezu alva izoderējumu. Bet tāds materiāls apgrūtina instalāciju. Labāk ir, ja svina caurules nemaz ūdensvadu instalācijā nelieto. Viņas

Tabula 19.

Svina cauruļu izmēri un svari.

Iekšējs diam. mm	Darba spiediens 5 atm. Svars kg/m	5 atm. Sienas biezums mm	7 atm. Svars kg/m	7 atm. Sienas biezums mm	10 atm. Svars kg/m	10 atm. Sienas biezums mm
10	1,54	3,25	1,69	3,5	2,0	4,0
13	2,24	3,75	2,43	4,0	2,83	4,5
20	3,94	4,5	4,47	5,0	5,0	5,5
25	5,36	5,0	6,0	5,5	6,65	6,0
30	6,97	5,5	7,73	6,0	8,5	6,5
40	10,80	6,5	11,75	7,0	12,70	7,5

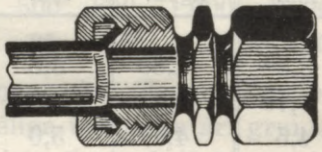
arī pielieto tikai klozetu skalojamo kastu pieslēgšanai pie ūdensvada, vai mazgājamo trauku pieslēgšanai. Dažās pilsētās lieto svina caurules ielas vada pieslēgšanai pie mājas tīkla. Tas gan nebūtu ieteicams; svina šķīdināšana notiek lēnām un arī lēnām var notikt organisma saindēšana. Kā jau minēts, sevišķi pie mīkstiem ūdeņiem, kam ir agresīvas īpašības, nedrīkstētu nemaz un nekur pielietot svina caurules.

h. Dažādu citu materiālu caurules.

Māju instalācijām bez kaļamās dzelzs un tērauda caurulēm dažos gadījumos pielieto vēl dažādu citu materiālu caurules.

Vaŗa un misiņa caurules Vācijā izgatavo diam. 4,5 līdz 95 mm un sienu biezumā 0,5 līdz 3,0 mm, saskaņā ar normām (DJN 1754.). Zem ogļskābes iespaida rodas no ūdenī atrodošā kaļķa plāna plēvīte uz caurules sienas, kas aizsargā pret tālāku ūdens agresīvo īpašību iespaidošanu. Tomēr ūdenī bez ogļskābes var atrasties arī citas skābes, kas vaŗu stiprāk aiztiek, un tā kā vaŗš ir inde, tad dzeŗamā ūdens piegādāšana ar vaŗa un misiņa caurulēm no higiēniskā viedokļa nav uzskatāma par pilnīgi drošu. Bet gan vaŗa caurules ļoti labi var pielietot, kur vēlams sevišķs spožums, p. p., luksus vannu ietaisēm, vai ūdens pievadīšanai tvaika katliem un t. t.

Vaŗa caurules ir iekšpusē sevišķi gludas, tā tad ar labu caurvades spēju, un var iztikt ar mazāku diam. kā pie dzelzs caurulēm; tas samazina zināmā mērā vaŗa cauruļu dārdzību. Vaŗa caurules savieno vai ar saliedēšanu, vai ar saskrūvēšanu, uzliecot galus (zīm. 468.). Vajadzīgās vietās var caurules diam. līdz 1½″ liekt aukstā veidā. Lielāku cauruļu saliekšanai viņas piepilda ar smilti, aizbāž galus cieti, un tad liec iepriekš sasildot.



468. zīm. Vaŗa cauruļu savienojums.

Nerūsējošā tērauda caurules būtu ļoti labs materiāls, ja nebūtu vēl tik dārgs. Varbūt tās būs nākotnes materiāls.

Alvas caurules arī būtu labs materiāls, bet viņas ir dārgas, un tādēļ alvas pielietošanu var tikai sastapt svina un vaŗa cauruļu izoderēšanai vai pārklāšanai.

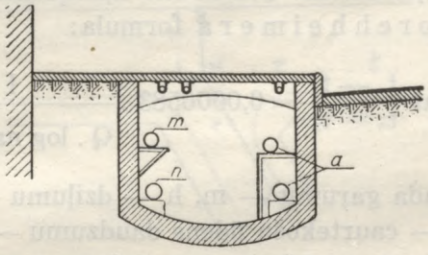
Cinka caurules arī dārgas, un sevišķas priekšrocības viņām pret citiem cauruļu materiāliem nav saskatāmas.

41. Vadu ielikšana zemē.

Uz ielas vadiem jāizvēl vieta brīva no citiem vadiem: gāzes, elektrības, tēlefōna, arī ielu dzelzceļa. Platās ielās, ar lielu ielas kustību, un sevišķi, kas nobruģētas ar moderno, dārgo ielu bruģi, var būt izdevīgāk vadus likt katrā ielas pusē, trotuāra malā (kādu 1 m no bordes). Ar to iznāk īsāki māju pievienošanas vadi, un ņemot vērā ielas bruģa uzlaušanu tādiem pievienojumiem, var būt gadījumi, ka dubulti ielu vadi arī atmaksājas, bet tas jānoskaidro ar attiecīgu maksas aprēķinu. Gan jāņem arī vērā, ka ielās, kuŗās nolemts nolikt dārgo, moderno ielas bruģi, iepriekš jau paredz un izbūvē pēc iespējas visus pievienojumus, kā arī pārbauda visus jau pastāvošos vadus. Zem ietves (trotuāra) nav ieteicams likt ūdensvadus, jo vadu bojājuma gadījumā būtu apdraudēti ēku pamati. Tāpat arī ūdensvadi un gāzes vadi jāliek tālāk viens no otra, vislabāk

dažādās ielas pusēs, lai ūdensvada bojāšanās gadījumā neciestu arī gāzes vads.

Ievērojot grūtības, kādas rodas ar ielas bruģa uzlaušanu vadu labošanas gadījumā, dažas lielpilsētas (p. p., Ņujorka, Londona un c.) izbūvē zem trotuāriem (vai arī zem ielas) sevišķas vadu galerijas (zīm. 469.), kur ievieto visus ielu vadus: ūdens,



469. zīm. Vadu galerija Cīriches p.

gāzes, tēlefōna, elektriskās apgaismošanas, siltūdens vadus un t. l., dažās vietās arī kanālizācijas vadus. Parīzē dažādi vadi ievietoti lielajos kanālizācijas kanāļos. Ir celti dažādi iebildumi pret tādu ietaisi, p. p., gāzes vada bojājuma un gāzes izplūšanas gadījumā var notikt eksplozija, kas var bojāt visus vadus. Galerijās uzkrājas mitrums, kas var vadu rūsēšanu veicināt. Kā redzams, vadu galeriju jautājums jāizšķir pēc nopietnas pārbaudes, saskaņā ar vietējiem apstākļiem.

Vadu dziļums zem zemes virsas atkarājas no 2 apstākļiem, no temperātūras svārstībām un no satricinājumiem no ielas kustības. Kas attiecas uz pēdējo apstākli, tad jau pie dziļuma vairāk par 1 m nebūtu jābaidās no satricinājumiem.

Temperātūras svārstību dēļ vadi gan nevarēs būt likti seklāk par 1 m. Sevišķi jāņem vērā zemes sasalšanas dziļums, un ūdensvadiem vajadzētu atrasties vismaz 20—30 cm dziļāk par visdziļāko zemes sasalšanas dziļumu. Vācijā mēdz pieņemt 1—1,5 m dziļumu, pie mums vajadzētu pieņemt, Vidzemē 1,75—2 m, Kurzemē 1,5—1,75 m, Latgalē 2—2,5 m kā vismazāko vadu dziļumu. Dziļuma apstākļi atkarājas arī no ūdens temperātūras vados. Gruntsūdenim ir diezgan pastāvīga temperātūra (6—8°C), un tā tad ūdens vados tik ātri nesasalst kā upes ūdens, kam temperātūra ziemā ir nedaudz pāri par 0°. Jāņem vērā arī grunts apstākļi. Sausa smilts ir slikts siltuma vadītājs, bet rudenī, kad smilts piemirkusi, viņa sasalst dziļāk pat

kā māla zeme. Vadi liela tilpuma, pa kuŗiem ūdens pastāvīgi kustas, atdziest lēnāk kā mazi vadi, un sevišķi vadi, kuŗos ūdens kustas tikai periodiski, atrodas nelabvēlīgos apstākļos.

Siltā klimatā zeme sasilst un vadi jāliek dziļāk, lai ūdens viņos nesasiltu. Pie mūsu, samērā īsajām vasarām šis apstāklis gan nav nozīmīgs.

Ūdens temperātūras svārstības aprēķināšanai ūdensvados var noderēt Forchheimera formula:

$$\log \text{nat} \frac{t_0 - t_1}{t_0 - t_2} = 0{,}0006583 \cdot \frac{l}{Q \cdot \log \text{nat} \frac{4h}{d}},$$

kur l apzīmē vada gaŗumu — m, h — dziļumu — m, d — vadu diam. — m, Q — caurtekošu ūdens daudzumu — sl., t_0 — zemes temperātūru °C, t_1 — ūdens temperātūru vada sākumā un t_2 — ūd. temp. vada galā.

Piemērs: $t_0 = +20°$, $t_1 = 7°$, $l = 23000$ m, $h = 1{,}5$ m, $d = 0{,}350$ m un $Q = 200$ sl.

$$\log \text{nat} \frac{20 - 7}{20 - t_2} = 0{,}0006583 \cdot \frac{23000}{200 \cdot \log \text{nat} \cdot \frac{4 \times 1{,}5}{0{,}350}} = 0{,}027.$$

No tā seko $t_2 = 8{,}9$ m.

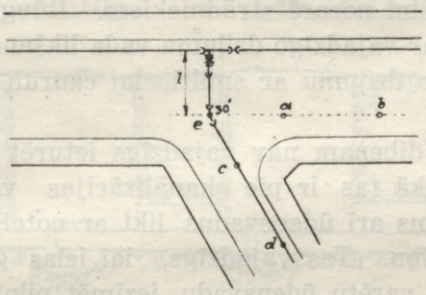
Tā tad šai gadījumā ūdens varēja vados sasilt par kādiem $8{,}9 - 7 = 1{,}9$°C. Tāda neliela ūdens sasilšana nenāk ūdenim par ļaunu.

Augšā uzrādītie dziļumi uzskatāmi kā vismazākie. Protams, jāpieskaņojas ielas profilam, un augstākās vietās vads jāieliek dziļāk, lai visam vadam tomēr būtu kritums virzienā uz kādu zināmu tīkla zemāku vietu, kuŗā tad ietaisa nolaidi vada iztukšošanas gadījumam.

Vada virziena nospraušanu uz ielas izdara pieturoties projektā paredzētam virzienam, ar spraudēm, ar ko apzīmē būvgrāvja vidus līniju (zīm. 470.). Attālumos 20—30 m apzīmē grāvja platumu vienmērīgi uz abām pusēm no nospraustās vidus līnijas. Grāvja platumu apzīmē ar mietiņiem, un, izvelkot šņori gar rokamā grāvja malām, apzīmē grāvja malas ar krītu uz ielas brūģa. Tāpat arī visu sānvadu pievienojumi jānosprauž, kā arī visi event. līkumi.

Būvgrāvja platumam vajaga būt tādam, lai varētu ērti aizliet un noblīvēt uzmavas, vai saskrūvēt atlokus.

Tā tad vajadzīgais platums jāpieņem ap 0,6—0,7 m platāks par uzmavas iekšējo diametru. Vismazākais platums jāpieņem 1 m (noder līdz d = 300 mm). Pie sekliem būvgrāvjiem pieņem dažreiz arī vismazāko platumu = 0,8 m, un pie dziļiem, ja vajadzīgas rievsienas, platums jānosaka pēc vajadzības.



470. zīm. Būvgrāvja nospraušana.

Būvgrāvja rakšana. Iekām stājas pie būvgrāvja izrakšanas, iepriekš jāuzlauž rūpīgi ielas bruģis un bruģa materiāli jānovieto vislabāk ārpus būvgrāvja, trotuāra pusē, ja materiāls ir vēlāk izlietojams, p. p., bruģa akmeņi. Lai nodrošinātu ūdens notecēšanu pa ielas teknēm (renstelēm), viņas pārklāj ar dēļu segumu, zem kuŗa atstāj noteci (zīm. 471.).



471. zīm. Būvgrāvja vietas iekārta.

Izraktā zeme jānovieto uz ielas gar būvgrāvi tā, lai netraucētu ielas satiksmi. Starp zemes uzbērumu un būvgrāvja malu jāatstāj no uzbērtās zemes brīvs celiņš (ne mazāk par 0,6 m plats), lai strādnieki varētu droši staigāt, un lai zeme nekristu būvgrāvī, kas traucētu cauruļu noblīvēšanas darbus. Arī zemes slodze uz grāvja malu tad ir mazāka.

Grāvja izrakšanu izdara ar parasto lāpstu, zemi izsviežot iz grāvja, pie kam otrs strādnieks augšā viņu aizsviež uz vaja-

dzīgo attālumu. Rakšana ar mašīnām atmaksājas tikai sevišķos gadījumos, kad darba spēks dārgs un mašīnu spēks izmaksā lēti.

K l i n t ī būvgrāvi izlauž ar laužņa un ķīļu palīdzību. Ja tas dara grūtības, tad klints jāspridzina. Spridzināmā materiāla ielikšanai iztaisa caurumus. Spridzināšanas darbi jāizdara ar piedzīvojušiem šinī nozarē strādniekiem. Būvgrāvi izlauž nedaudz dziļāku par vajadzīgo dziļumu vada likšanai (10—20 cm), un uzpilda lieko dziļumu ar smilti, lai cauruli varētu vienmērīgāk noguldīt.

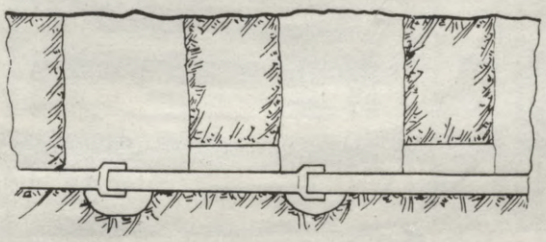
Būvgrāvja dibenam nav vajadzīgs ieturēt tik stingri noteiktu kritumu kā tas ir pie kanālizācijas vadu ielikšanas. Tomēr ļoti vēlams arī ūdensvadus likt ar noteiktu kritumu, ar vizīrlatu palīdzību. Tas vajadzīgs, lai ielas gaŗgriezumā un šķērsgriezumos varētu ūdensvadu iezīmēt pilnīgi noteikti, kas dotu vajadzīgu ieskatu citu zem ielas darbu izvešanai. Visādā ziņā vadi jāliek ar kritumu uz zināmu zemāku vietu, kur viņos ietaisa izlaidi ērtākai vadu iztukšošanai vajadzības gadījumā, izlaižot ūdeni vai uz tuvāko upi, strautu, vai kanālizācijas kollektoru. Ja tādas iespējas nebūtu, tad ūdens iz vada būtu jāizpumpē, kas prasītu izdevumus un laiku.

Pēc būvgrāvja aizbēršanas paliek pāri zeme. Vispirms jau paliek pāri tas tilpums, ko ieņem vads. Otrkārt izraktā zeme ir irdenāka, kā zeme dabiskā veidā, un tā tad visa nesaiet vairs atpakaļ būves grāvī. Var būt arī nederīga zeme būvgrāvju aizbēršanai, p. p., klints šķembas. Tāda nederīga zeme jāaizved projām no būvvietas tūliņ pēc izņemšanas, lai velti neaizņemtu jau tā ierobežoto ielas laukumu. Var pat būt gadījumi, šaurās ielās, ka jāaizved visa izraktā zeme uz kādu sānielu, un pēc vadu nolikšanas atkal jāatved atpakaļ būvgrāvja pildīšanai.

G r u n t s ū d e n s a p k a ŗ o š a n a. Grūtības ar gruntsūdeni ūdensvadu būvē gan nebūs tik lielas, kā pie kanālizācijas darbiem, jo būvgrāvis parasti ir sekls, un gruntsūdens pietece būs samērā ne stipra. Var būt tomēr atsevišķi gadījumi, kad rodas vajadzība vest cīņu ar gruntsūdeni. Ja ūdens pietek nedaudz, viņu sakrāj kādā padziļinājumā būvgrāvja dibenā, un izlej ar spaini. Ja pietece ir lielāka, tad izpumpē ar parasto būves membrānpumpi. Ja vads jāliek peldu smiltī, var būt lietderīgi gruntsūdens līmeni pazemināt zem vada līmeņa, ar urbtu aku palīdzību, kuŗas ietaisa rindā 3—10 m attālumā vienu

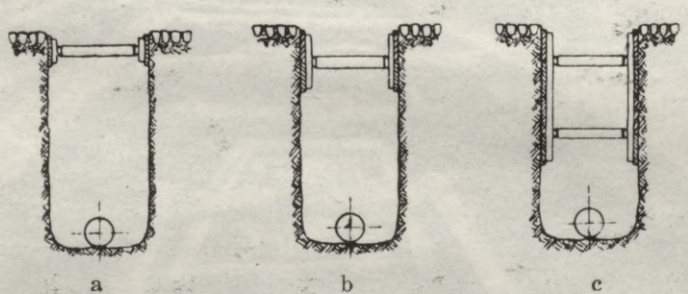
no otras, atkarīgi no grunts rakstura un ūdens pieteces stipruma. Akas pieslēdz pie kopīga sūcējvada, un pēc vada ielikšanas izvelk un pārnes uz jaunu vietu.

Būvgrāvja nostiprināšana. Cietā gruntī var būvgrāvi izrakt bez sevišķas nostiprināšanas. Lai tomēr būvgrāvis būtu drošāks, neizrok zemi visā garumā, bet atstāj uz neliela garuma neaiztiktu zemi (zīm. 472.), caur kuru tikai



472. zīm. Būvgrāvis ar pārtraukumiem.

apakšā izrok caurumu caurules izbāšanai. Dažos gadījumos atkal pietiek, ja būvgrāvja virsējo malu nostiprina ar 1 vai 2 horizontālām dēļu rindām, viņus atstutējot ar šķēršiem (koka vai dzelzs). Pie birstošas vai citādi nestipras grunts nostipri-

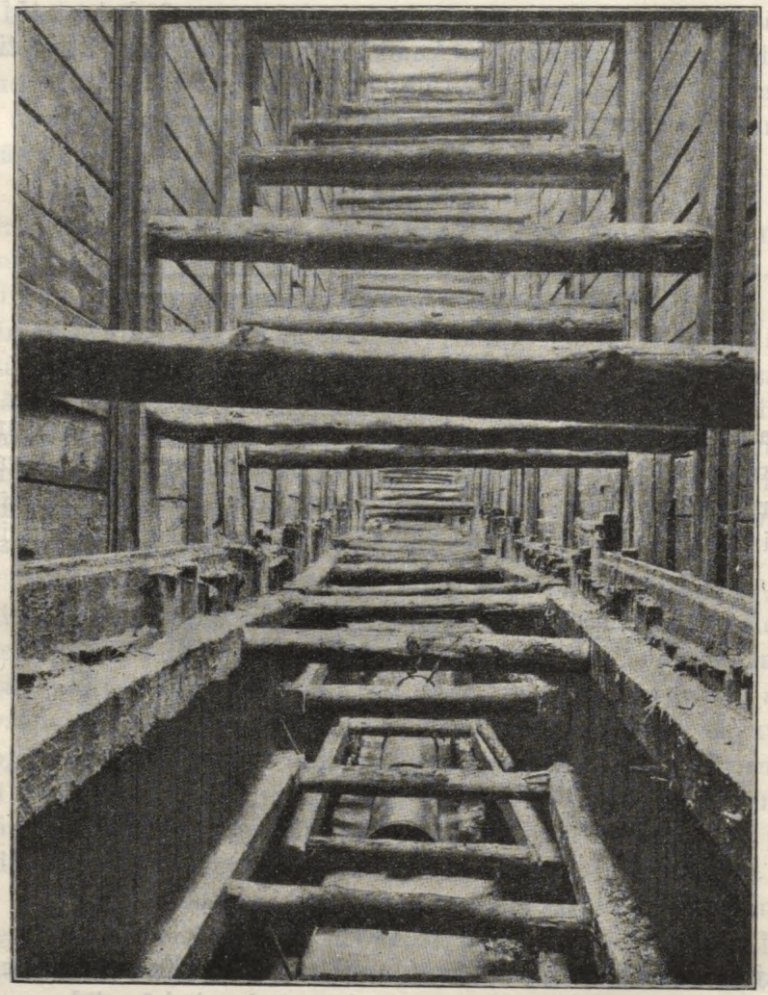


473. zīm. Būvgrāvja nostiprināšana.

nājumi jāietaisa līdz būvgrāvja dibenam. Ja būvgrāvis nāk lielākā dziļumā un pie tam gruntsūdenī, tad vajadzīgs līdz gruntsūdens līmenim grāvi izrakt ar parastiem nostiprinājumiem, visa siena jānoliek ar dēļiem un zemāk jāiesit rievsienas, lai grāvis labāk būtu nodrošināts un varētu labāk ūdeni izpumpēt (zīm. 474.).

Kad būvgrāvis izrakts līdz vajadzīgam dziļumam, dibenu labi nolīdzina, lai caurule varētu uzgulties visā savā garumā

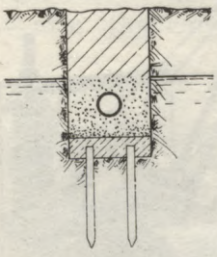
vienmērīgi uz zemes. Ja grunts ir tāda, ko vienmērīgi norakt nav iespējams, tad jāizrok dziļāk (15—20 cm) un jāuzbeŗ smilts. Sliktā gruntī (p. p., peldsmiltī) arī ieteicams izcelt grunti dziļāku un uzbērt rupju, sausu smilti. Parasti citādi



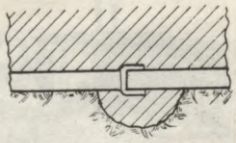
474. zīm. Ūdensvadu likšana lielākā dziļumā.

pamatojumi nav vajadzīgi, izņemot varbūt ļoti šķidru grunti, kad jātaisa pamats uz pāļiem (zīm. 475.), iebetonējot pāļu galus un tad uzbeŗot smilti, caurules ieguldīšanai. Tas tomēr ir iespējams tikai tad, ja pāļi paliek gruntsūdenī pie viņa viszemākā līmeņa.

Pēc būvgrāvja sagatavošanas stājas pie cauruļu likšanas, pie kam sadursmes vietās uzmavu vai atloku aizblīvēšanai jāizrok bedrītes zem savienojuma vietas (zīm. 476.).

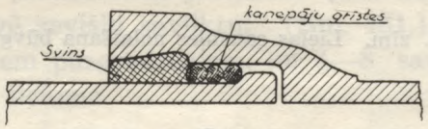


475. zīm. Būvgrāvis sliktā gruntī.



476. zīm. Būvgrāvja dibens.

Caurules liek arvien ar uzmavu priekšgalā, lai astes gals labāk piespiestos pie uzmavas dibena (zīm. 477.). Mazākas caurules nolaiž būvgrāvī ar virves palīdzību. Lielākām un sma-



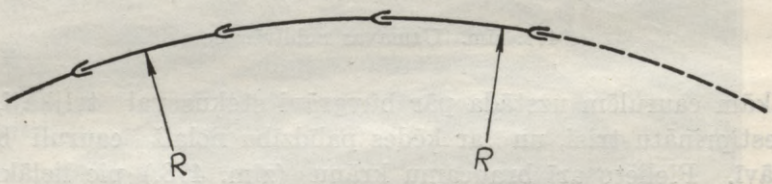
477. zīm. Uzmavas noblīvēšana.

gākām caurulēm uzstāda pār būvgrāvi steķus vai trijkāji, ar piestiprinātu trisi, un ar ķēdes palīdzību nolaiž cauruli būvgrāvī. Pielieto arī braucamu krānu (zīm. 478.) pie lielākiem darbiem. Nolaistā caurule jāiebīda pēc iespējas blīvi jau atrodošā uzmavā un caurule jānostāda pareizā virzienā. Pēc caurules pareizas novietošanas izdara noblīvēšanu.

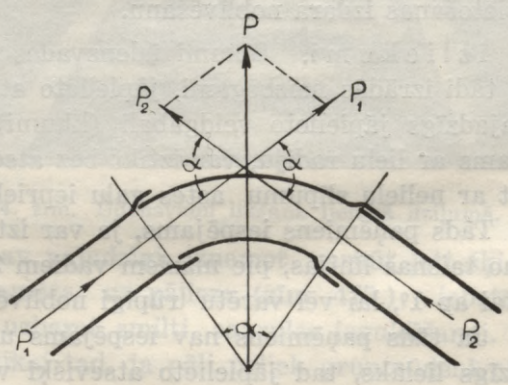
Vadu izliekumi. Līkumi ūdensvados pēc iespējas jāizbēg. Ja tādi izrādās neizbēgami, jāpielieto attiecīgie paņēmieni, ja vajadzīgs jāpielieto veidgabali (līkumi). Ja izliekums iespējams ar lielu radiju, var iztikt bez atsevišķām veiddaļām, liekot ar nelielu slīpumu astes galu iepriekšējā uzmavā (zīm. 479.). Tāds paņēmiens iespējams, ja var iztikt ar nelielu novirzumu no taisnas līnijas, pie maziem vadiem 2—3°, bet pie lielākiem tikai ap 1°, lai vēl varētu rūpīgi noblīvēt cauruļu savienojumu. Ja tāds paņēmiens nav iespējams un vada izliekums vajadzīgs lielāks, tad jāpielieto atsevišķi veidgabali (līkumi vai līkņi) (zīm. 480.). Tādos asos līkumos iedarbojas



478. zīm. Lielas caurules nolaišana būvgrāvī.



479. zīm. Vada izliekums ar lielu radiju.



480. zīm. Ass vada izliekums.

zināms spēks (P), kas cenšas līkumu izspiest no viņa savienojumiem. Šī spēka lielumu var aprēķināt. Apzīmēsim ar d — vada iekšējo diam. — cm, ar α — līkuma centrleņķi, un P — izspiedējspēku — kg, ar p — iekšējo spiedienu vadā līkuma vietā — atm. (kg/cm²), tad ir:

$$P = \frac{d^2 \pi}{4} \cdot 2\,p \cdot \sin\frac{\alpha}{2} = \frac{d^2 \pi}{2} \cdot p \cdot \sin\frac{\alpha}{2}.$$

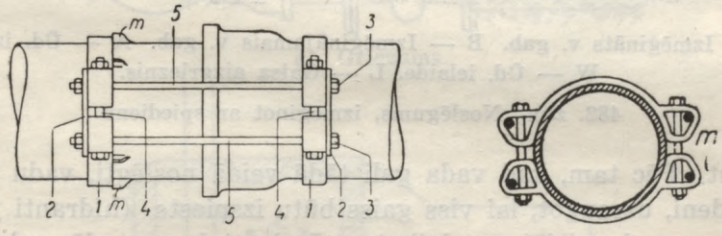
(spiediens var būt no abām pusēm).

Pie liela spiediena vadā, kas sevišķi var būt liels pie ūdens grūdieniem, un arī liela diametra vados, spēks P — var būt ievērojama lieluma.

Piemērs. p = 10 atm., d = 200 cm, α = 90°, tad ir:

$$P = \frac{200^2 \cdot 3{,}14}{2} \times 10 \times 0{,}707 = \text{ap } 400000 \text{ kg}.$$

Šāda spēka pretdarbībai jāuzmūrē pret līkumu mūŗa masīvs, vai jāiebūvē sevišķi savilktņi (zīm. 481.), kas sastāv no kopā saskrūvētiem pusgredzeniem, un 4—8 savilktņiem, atkarīgi no caurules lieluma.



a b.

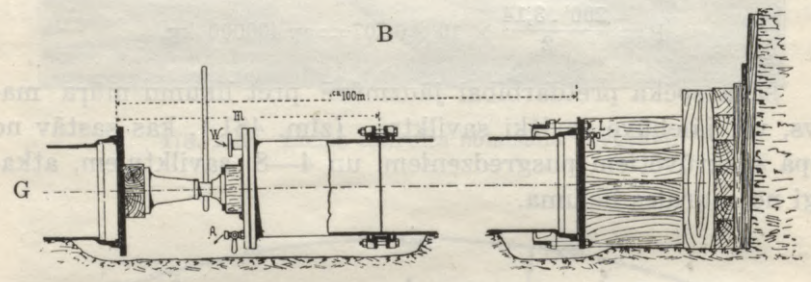
481. zīm. Savilktņi līkuma uzmavās.

Līdzīgi mēraukļi kā līkumiem horizontālā virzienā, vajadzīgi arī līkumiem vertikālā virzienā.

Izmēģinājums spiedienam. Pēc uzmavu noblīvēšanas caurules apbeŗ ar zemi, nedaudz un ne vairāk par 1 m, atstājot uzmavas neapbērtas.

Ja no grāvja izsviestā zeme ir māls, tad tomēr vēlams grāvja apakšā caurules apbērt ar smilti. Pēc tam tad izdara vada izmēģinājumu spiedienam. Tas jādara ar

katru noliktu vada gabalu (500—700 m), jo tikai tādā ceļā var iegūt pilnīgu pārliecību, ka cauruļu noblīvējumi nelaiž cauri ūdeni, un arī pašas caurules nav bojājušās (p. p., no triecieniem pārvadājot). Izmēģinājuma spiediena lielumu nosaka darba noteikumos. Spiediena lielumu vācu literātūra ieteic ne mazāk kā 2 reizes lielāku par sagaidāmo darba spiedienu. Krievu noteikumi paredz par 5 atm. lielāku spiedienu par sagaidāmo darba spiedienu, bet ne mazāku par 10 atm. Jāņem vērā tas, ka lielam izmēģinājuma spiedienam var būt arī ļaunas sekas, jo tas var iespaidot savienojumu blīvumu. Izmēģinājumam nolemto vada gaŗumu noslēdz vai ar aizlaidņiem, ja tādi jau nolikti, vai ar aizliktņiem vada galā, kas cieti, ūdensblīvi piespiežami (zīm. 482.) ar stipriem balstikļiem, lai spiediens nevarētu viņus at-



G — Izmēģināts v. gab. B — Izmēģinājamais v. gab. A — Ūd. izlaide. W — Ūd. ielaide. L — Gaisa aizgrieznis.

482. zīm. Noslēgums, izmēģinot ar spiedienu.

spiest. Pēc tam, kad vada gali tādā veidā noslēgti, vadu pilda ar ūdeni, uzraugot, lai viss gaiss būtu izspiests (hidranti jātur vaļā pa vada pildīšanas laiku). Ja kaut kur vadā uzkrātos gaiss, tas iespaidotu uzdzītā spiediena ātru krišanu un tādā veidā sarežģītu novērojumus. Pēc tam, kad vads ar ūdeni piepildīts, viņā ar hidrauliskas preses palīdzību paceļ spiedienu līdz vēlamam lielumam un pēc tam, kad prese apstādināta, viņš nedrīkst nokrist pa 1 atm., un tad viņam jāturās vienā stāvoklī vismaz 15 min. laikā (dažos noteikumos paredz īsāku laiku, 3 līdz 5 min.).

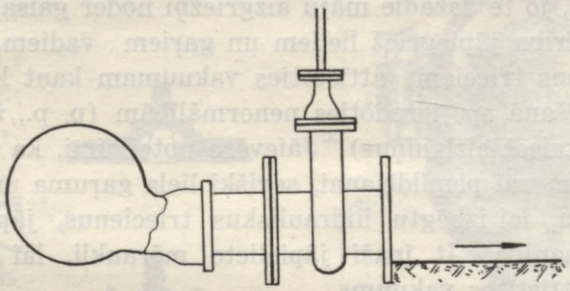
Pēc tam, kad vads izmēģināts un viss atrasts kārtībā, apbeŗ ar zemi arī uzmavas un noblietē (nostampā) uzbērto zemi. Sevišķi rūpīgi jānostampā ar šauru stampu zeme ap cauruli. Kad vads pārklāts ar zemes kārtu, 30 cm biezu, turpmāk zemi

uzbeŗ atsevišķiem horizontāliem slāņiem 25—30 cm, blīvi noblietējot katru slāni. Kad zemes uzbērums nobeigts, ielu nobruģē. Jāparedz, ka pēc kāda laika iela grāvja vietā sēdīsies un būs jāpārbruģē. Noderīgi ir jau grāvi aizpildot uzbērt zemi tā, lai bruģis iznāktu kādu pāri cm augstāk pār neaiztikto ielas bruģi, protams, malas pielīdzinot pēdējam. Neskatoties uz to, tomēr jāsagaida bruģa sēšanās un pārbruģēšanas vajadzība kādas pāri reizes.

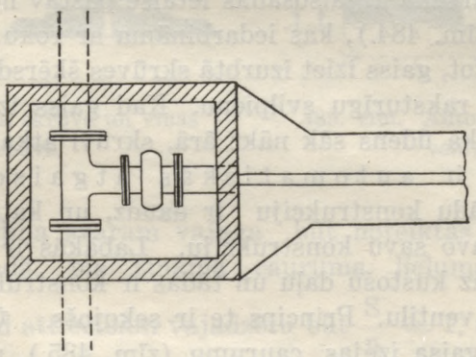
42. Vadu sevišķas ietaises.

a. Izlaidņi.

Izlaidņi (zīm. 483.) uz ūdensvadiem jāietaisa visās zemākās vietās, kur kritumi sanāk kopā. Viņi vajadzīgi vada iztuk-



a. Griezums.



b. Plāns.

483. zīm. Izlaide.

šošanai remonta gadījumā, kad, noslēdzot zināmu vada gabalu ar aizlaidņiem, no viņa jāizlaiž ūdens. Arī vadu skalošanas gadījumā izlaides noderīgas. Izlaidņi pastāv no nozarojuma, uz kuŗa iebūvēts aizlaidnis. Visu veidgabalu ar aizlaidni iebūvē

iekāpjamā akā. No ūdensvada izlaisto ūdeni novada ar cauruļu vadu uz tuvāko grāvi, strautiņu, upi vai pilsētas kanālizācijas kollektoru. Ārpus pilsētas pa lielai daļai būs iespējams tādu ūdens novadīšanu iekārtot tieši ar vaļēju notekgrāvi.

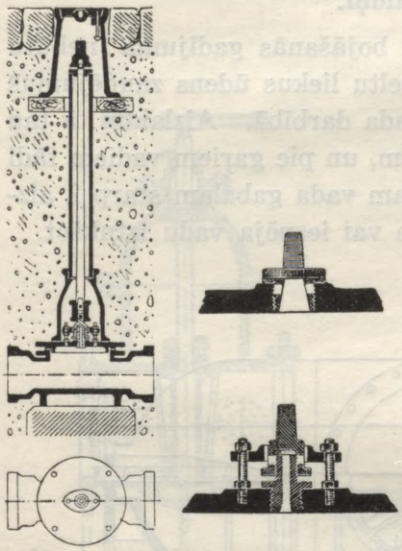
b. Gaisa ventiļi.

Vadu augstākās vietās sakrājas gaiss un gāzes, kas ūdenī atrodas un var sakrāties tādā daudzumā, ka saspiestas viņas apturētu ūdens kustību, ja vadā spiediens mazāks nekā uzkrājušos gaisa resp. gāzu spiediens. Kā redzams, vajadzīgas ietaises gaisa izlaišanai — gaisa ventili (vantūži), kuŗus iebūvē uz vada un ievieto iekāpjamās akās. Tādas ietaises vajadzīgas sevišķi uz gaŗiem ārpilsētas vadiem. Pilsētas tīklā viņas nav vajadzīgas, jo te dažādie māju aizgriežņi noder gaisa izlaišanai. Sevišķa vērība jāpiegriež lieliem un gaŗiem vadiem, jo te var celties ūdens triecieni, attīstoties vakuumam kaut kādā vietā ūdens tecēšanā spēji rodoties nenormālībām (p. p., ātri aiztaisot vai attaisot aizlaidņus). Jāievēro noteikumi, ka ūdensvadu iztukšošanai vai piepildīšanai, sevišķi liela gaŗuma un liela diametra vadu, lai izbēgtu hidrauliskus triecienus, jāpiegriež sevišķa uzmanība. It īpaši jāpielieto mēraukļi, lai augstākās vietās neattīstītos vakuums.

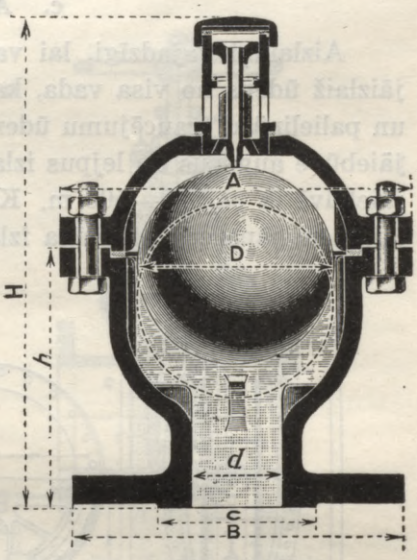
Visvienkāršākā atgaisošanas ietaise pastāv no t. s. gaisa skrūves (zīm. 484.), kas iedarbināma ar roku. Ar slēdzēju skrūvi pagriežot, gaiss iziet izurbtā skrūves šķērsdobumā un līdz ar to ārā, ar raksturīgu svilpienu. Kad gaiss izgājis, kas redzams no tā, ka ūdens sāk nākt ārā, skrūvi atkal aiztaisa.

Labākas ir automatiskās atgaisošanas ietaises. Tādu konstrukciju ir daudz, un katra armātūras fabrika izgatavo savu konstrukciju. Labākās ir tās, kam pēc iespējas ir maz kustošu daļu un tādas ir konstrukcijas ar lodes pludiņu resp. ventilu. Princips te ir sekojošs. Ūdens piespiež pludiņu pret gaisa izejas caurumu (zīm. 485.), un tā tad noslēdz izeju. Ja tagad ap pludiņu sakrājas gaiss, kas ūdens līmeni nospiež zemāku, tad, pārsniedzot zināmu norēgulētu līdzsvara stāvokli, pludiņš noslīd uz leju un līdz ar to atveŗas caurums gaisa iziešanai, un pēc tam, kad gais izgājis, pludiņš atkal paceļas un aizspiež caurumu cieti. Tādiem automatiskiem gaisa ventiļiem ar pludiņu atzīmējamas sekojošas attiecības. Ja apzī-

mējam ar S — pludiņa svaru — kg, f — cauruma platību — cm^2, p — spiedienu vadā — atm., tad pludiņš varēs krist uz leju tikai tad, ja $(P = p \cdot f) < S$, vai $f < \frac{S}{p}$. Ja f būtu lielāks par $\frac{S}{p}$, tad pludiņš nevarētu caurumu attaisīt, t. s. piesūktos pie cauruma, jo kamēr gaisa spiediens ierīcē ir tikpat liels kā ūdens spiediens, gaiss nevar iziet. Kā no apcerējuma



484. zīm. Gaisa skrūve un viņas iebūve.



485. zīm. Automatisks gaisa ventils.

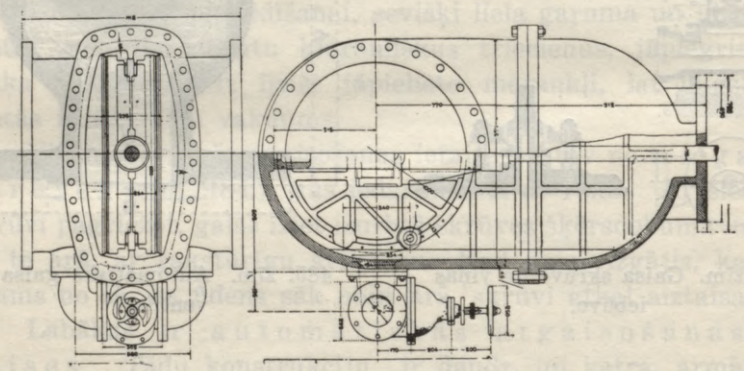
redzams, pludiņa svaram vajaga būt noteiktās attiecībās ar spiedienu vadā, pie zināma cauruma lieluma. Ja, p. p., $f = 1\ cm^2$, tad attiecībām vajadzētu būt $\frac{S}{p} = 1$, un S vajadzētu būt 1 kg, ja p = 1 atm. (pārspiediens) un 5 kg, ja p = 5 atm. Tā kā spiediens vadā ir mainīgs, redzams, ka gaisa ventila funkcionēšanai stājas ceļā grūtības un var sagaidīt kārtīgu darbību tikai tad, ja spiediens vadā svārstās nelielās robežās. Ja spiediens vadā mazāks kā pludiņa svars, tad caurums pilnīgi neaiztaisīsies un iztecēs ūdens.

Kā jau minēts, patentētu atgaisošanas ietaišu konstrukciju ir daudz, un praktiski ar viņu darbību var apmierināties. Visuzticamāk tomēr būtu augstākās vietās ietaisīt vaļējas, vertikālas pjezometriskas caurules.

Vēl būtu jāpiezīmē, ka gaisa ventilus ietaisa uz sevišķa nozarojuma no vada, uz kuŗa arī iebūvē aizlaidni, lai ventilu varētu noņemt un izlabot bez darbības pārtraukšanas.

c. Aizlaidņi.

Aizlaidņi vajadzīgi, lai vada bojāšanās gadījumā nebūtu jāizlaiž ūdens no visa vada, kas celtu liekus ūdens zaudējumus un palielinātu traucējumu ūdensvada darbībā. Aizlaidņi tā tad jāiebūvē augšpus un lejpus izlaidēm, un pie gaŗiem vadiem tādi jāiebūvē ik pa 300—500 m. Katram vada gabalam starp 2 aizlaidņiem jāparedz attiecīga izlaide vai iespēja vadu iztukšot.

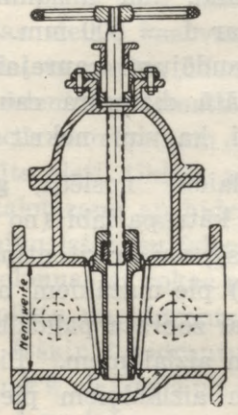


486. zīm. Liela aizbīdņa ietaise.

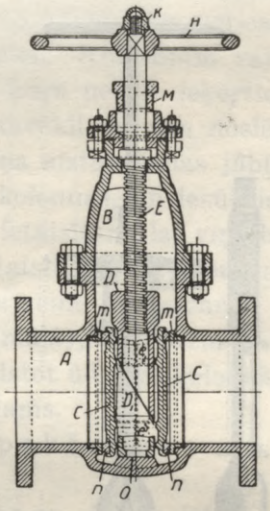
Aizlaidņu konstrukciju ir daudz, bet liela atšķirība konstrukciju principos nav saskatāma. Galvenā prasība ir, lai aizlaidnis noslēgtu cauruli tik pilnīgi, ka ūdens nevarētu sūkties viņam gaŗām. Tālāka prasība ir, lai aiztaisīšana un attaisīšana varētu notikt pamazām un varētu izbēgt hidrauliskus grūdienus. To panāk ar attiecīgu skrūvju vītņu izvēli. Lielu aizbīdņu bīdīšanai vajadzīgi sevišķi iekonstruēti mēchanismi, ar zobratu

transmisiju (zīm. 486.). Bez tam lieliem aizlaidņiem, lai atvieglotu bīdīšanu, izlīdzinot spiedienu augšpus un lejpus aizlaidņa, ietaisa sevišķu neliela diametra vadu palīgsavienojumam pāri lielajam aizlaidnim, ar tāda paša neliela diametra aizlaidni uz viņa.

No aizlaidņu konstrukcijām te apstāsimies pie divām: Bopp un Reitera (Bopp & Reuther) un Ludlo. Pie pirmās (zīm. 487.) aizbīdāmā, apaļā plātne ir ķīļveidīga (ar slīpumu 1:10), kamēr pie Ludlo aizlaidņa (zīm. 488.) aizbīdāmā daļa sastāv



487. zīm. Aizlaidņa griezums.



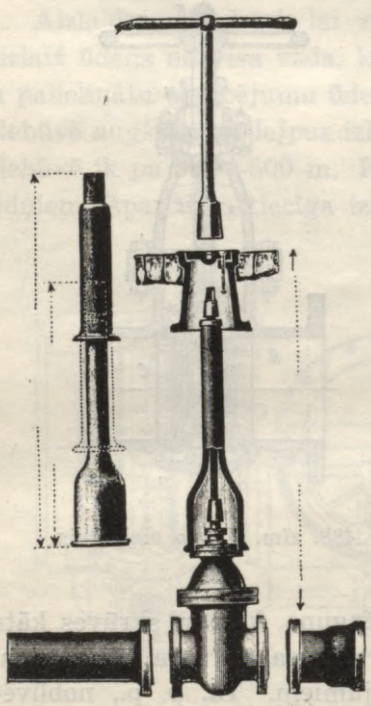
488. zīm. Ludlo aizlaidnis.

no 2 ķīļiem. Aizlaidņa apvalks ir čuguna, kamēr skrūves kāts un uzgrieznis, kā arī visi blīvslēgi jātaisa no vaļa vai misiņa, vai no sevišķiem metalla sakausējumiem. Tā, p. p., noblīvējumu gredzenus taisa no vaļa (80%) un cinka (20%) sakausējuma.

Ludlo aizlaidnis (zīm. 488.) sastāv no čuguna apvalka (A), kuŗā ievietotas 2 ripas (C), starp kuŗām atrodas 2 ķīļi (augšējais D un apakšējais D_1), augšējā ietaisīta vīte, skrūves (E) iedarbībai. Ja aizlaidnis aiztaisīts cieti, virsējais ķīlis stipri spiežas uz apakšējo un līdz ar to stipri piespiež abas ripas (C) pie aizlaidņa korpusa (A), aizslēdzot blīvi vadu. Aizlaidni attaisot, vispirms atslābst augšējā ķīļa spiediens uz

apakšējo, tad augšējais ķīlis aizķeŗ ripas augšējo ribu, un, viņam ceļoties uz augšu, aizķeŗas arī apakšējais ķīlis aiz otras ripas ribas un visa aizlaidņa konstrukcija paceļas uz augšu, atbrīvojot vadu.

Aizlaidņus iebūvē ar atlokiem, lai viņus vieglāk varētu izņemt, tā tad vajadzīgs starp pārējām vada caurulēm, kas ir ar uzmavām, iebūvēt vēl attiecīgus veidgabalus. Bez tam lieli aizlaidņi ir dārgi un smagi, un tādēļ liela diametra vados iebūvē aizlaidņus mazāka diametra, ar pārejas veidgabalu palīdzību. Uz novērojumu pamata var pieņemt mazāko diametru ap 0,85 no lielākā. Ja, p. p., vada diam. ir 600 mm, tad aizlaidni var ietaisīt ar d = 500 mm. Spiediena zaudējumi caurejai caur samazinātā diametra cauruli ir tik mazi, ka viņi nekrīt svarā.



489. zīm. Aizlaidņu iebūves garnitūra.

Aizlaidni noslēdz, griežot skrūves kātu pa labi (no virsas skatoties), vai ar ritentiņa (vai slēdzēja) pie mazākiem aizlaidņiem, vai zobrata palīdzību, pie lielākiem aizlaidņiem. Pie svarīgākiem aizlaidņiem pietaisīta rādītāja ietaise, no kuŗas redzams, cik lielā mērā aizlaidnis ir attaisīts. Ir arī mēchaniskas ierīces, starp citu ar elektrības palīdzību, ātrāka aizlaidņa aiztaisīšanai.

Lielākus aizlaidņus iebūvē sevišķās iekāpjamās akās vai kamerās, lai viņus varētu uzraudzīt un izcelt remonta gadījumā. Mazākiem aizlaidņiem iekāpjamās akas netaisa, bet viņu skrūves kātu ievieto vertikālā aizsargcaurulē, kas zem ielas virsas nobeidzas sevišķi iebūvētā apaļā čuguna kastē ar vāku (zīm. 489.). Aizlaidņu vieta uz ielas jāatzīmē ar redzamām zīmēm un attāluma uzrakstiem, kas piestiprināti pie tuvējās mājas sienas.

d. Hidranti.

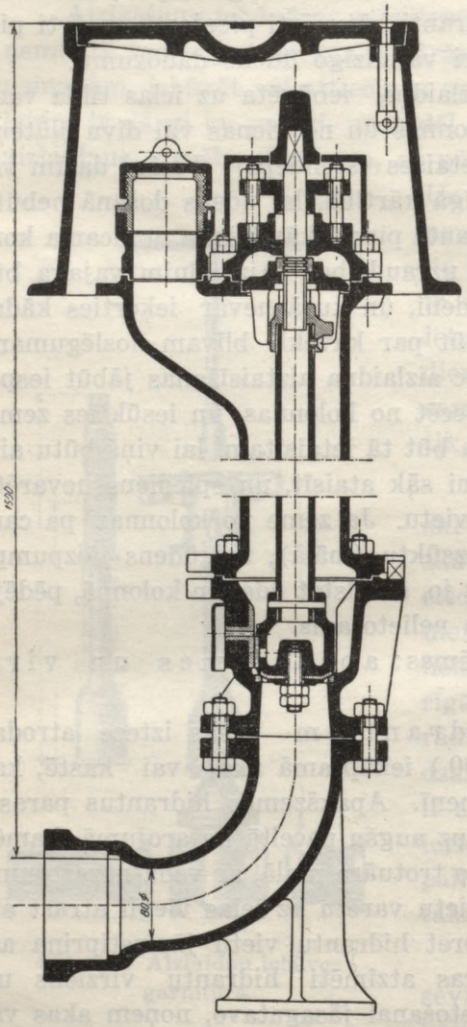
Hidranti noder ūdens saņemšanai dažādiem mērķiem: ugunsgrēka dzēšanas vajadzībām, ielu laistīšanai, kanālizācijas un ūdensvadu skalošanai un t. t. Lai sekmīgi kalpotu minētiem mērķiem vajadzīgs, lai hidranti būtu ērti pieejami un ērti pielietojami, un viņi dotu ātri vajadzīgo ūdens daudzumu.

Hidranti sastāv no aizlaidņa, iebūvēta uz ielas tīkla vada nozarojuma, no izteces kolonnas un no vienas vai divu šļūteņu pārnesamas pieslēgšanas ietaises (stendeŗa). Visām daļām vajaga arvien atrasties pilnīgā kārtībā, lai ūdens došanā nebūtu nekādi traucējumi. To garantē pirmā kārtā laba, uzticama konstrukcija un otrkārt laba uzraudzība. Aizlaidnim vajaga būt tādam, kas cieti noslēdz ūdeni, un kuŗā nevar ieķerties kādas cietas vielas, kas varētu būt par kavēkli blīvam noslēgumam un laistu gaŗām ūdeni. Pēc aizlaidņa aiztaisīšanas jābūt iespējai ūdenim automatiski iztecēt no kolonnas, un iesūkties zemē. Izteces caurumiņam vajaga būt tā ietaisītam, lai viņš būtu aiztaisīts cieti, tiklīdz aizlaidni sāk ataisīt, un spiediens nevarētu izskalot zemi ap hidranta vietu. Ja zeme no kolonnas pa caurumiņu iztekošu ūdeni neuzsūktu (mālā), tad ūdens jāizpumpē iz kolonnas ar rokas pumpi, jo, sasalstot ūdenim kolonnā, pēdējā pārplīstu un hidrants būtu nelietojams.

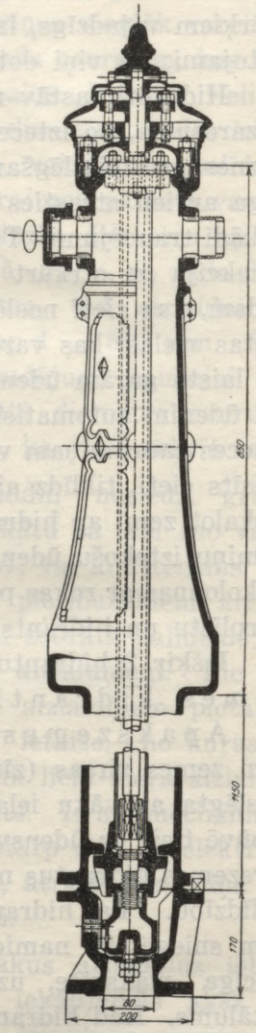
Izšķiŗ 2 hidrantu sistēmas: apakšzemes un virszemes hidranti.

Apakšzemes hidrantiem ūdens iztece atrodas zem zemes virsas (zīm. 490.) iekāpjamā akā, vai kastē, kas noslēgta ar vāku ielas līmenī. Apakšzemes hidrantus parasti iebūvē tieši uz ūdensvada, uz augšu paceltā nozarojumā, kamēr virszemes hidrantus novieto trotuāra malā, ar vada nozarojuma palīdzību. Lai hidrantu vietu varētu uz ielas viegli atrast arī zem sniega, uz namiem pret hidrantu vietu jāpiestiprina attiecīga plāksnīte, uz kuŗas atzīmēti hidrantu virziens un attālums. Kad hidrants lietošanai jāsagatavo, noņem akas vai kastes vāku, noskrūvē kolonnas galvas segu un uzskrūvē sevišķu izteces ietaisi vai hidranta galvu (stenderi), pieskrūvē pie tās šļūteni, tad ar slēdzamā palīdzību, kas iet no hidranta galvas caur kolonnu līdz aizlaidnim, attaisa aizlaidni, un ūdens ar ielu tīkla spiedienu tad ietecēs šļūtenē. Ūdens noslēgšanai aiztaisot aizlaidni, kolonnā paliek ūdens, kas notek jau aizrādītā ceļā.

Virszemes hidrantam (zīm. 491.) kolonna paceļas pāri pār zemes virsu, dažādi izveidota, kādu 0,8 m augstu, un nobeidzas virsū ar hidranta galvu, caur kuŗu iet slēdzēja



490. zīm. Apakšzemes hidrants.



491. zīm. Virszemes hidrants.

kāts. Hidranta galva ir ar 2 pieslēgumiem šļūtenēm. Hidrants viegli piesniedzams, jo viņš novietots uz trotuāra malas, un vajadzīgs tikai no izteces caurumiem noskrūvēt vākus, pieskrūvēt šļūtenes, noskrūvēt galvas vāku un atslēgt aizlaidni un hidrants var sākt strādāt.

Sistēmas izvēle atkarājas no vietējiem apstākļiem. Mazākās pilsētās un ielās, ar mazu ielas kustību, virszemes hidranti var būt pilnīgi vietā. Pie lielas ielu kustības viņu lietošana būtu par traucēkli, un viņus viegli var sabojāt (no automobiļiem vai no ļaunprātības). Pie tam virszemes hidranti ir daudz dārgāki kā apakšzemes. Apakšzemes hidranti ir nodrošināti pret ielas kustību, bet viņu uzmeklēšanai ziemā zem sniega jākavē zināms laiks, tāpat arī vāku atkausēšanai, ja tie piesaluši. Tā ir īstenībā viņu vienīgā ļaunā puse, bet, ievērojot tomēr viņu lielāku drošību, lielās pilsētās sastopama gandrīz visur vienīgi šī sistēma.

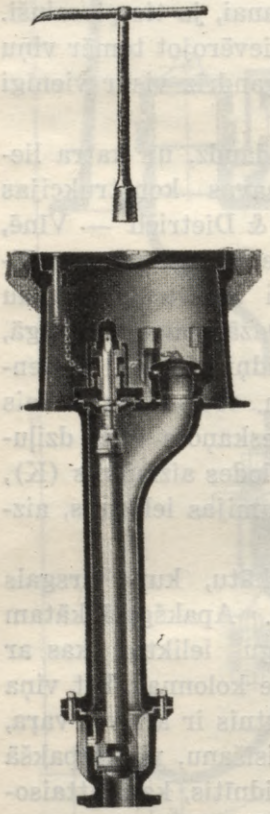
Hidrantu konstrukciju ir daudz, un katra lielāka armātūras fabrika izgatavo tos pēc savas konstrukcijas (p. p., Bopp & Reuther — Vācijā, Teudloff & Dietrich — Vīnē, Pont-a-Mousson — Francijā un t. t.). Ir ieteiktas arī normāltipa konstrukcijas [DJN — 3221/3222 vai krievu ūdensvadu kongresā pieņemtais tips (zīm. 493.)]. Dažās pilsētās (Rīgā, Maskavā) pielieto hidrantus ar lodes aizlaidņiem. Tie ir vienkārši un darbībā izrādījušies uzticami (zīm. 494.). Vertikālais stobrs ir 125 mm diametrā, un gaļums pieskaņots vada dziļumam. Ūdens noslēgšanai noder tukšu vidu lodes aizlaidnis (K), diam. 159 mm, ap kuŗu atrodas vaŗa un gumijas ieliktnis, aizlaidņa blīvumnoslēgumam.

Aizlaidņa kustību izdara ar vertikālu kātu, kuŗa virsgals taisīts kvadrātisks, atslēdzēja uzmaukšanai. Apakšgalā kātam iegriezta vītne, kas iet caur gredzenveidīgu ieliktni, kas ar ārējām sienām piestiprināts ar skrūvēm pie kolonnas, bet viņa vidējā daļa noder skrūves uzgrieznim. Ieliktnis ir arī vai vaŗa, vai bronzas. Lai atvieglotu aizlaidņa attaisīšanu, viņa apakšā atrodas uz tā paša skrūves kāta mazs aizlaidnītis, kam attaisoties ūdens caur lodi ietek kolonnā un tā izlīdzina spiedienu.

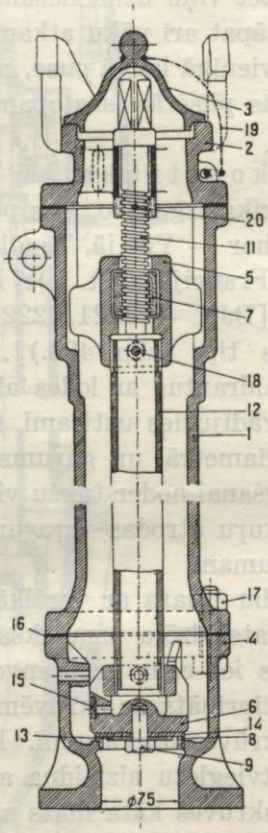
Sākot attaisīt galveno aizlaidni, vispirms attaisās mazais aizlaidnītis, un tikai tad vīte iekeŗas uzgriežņa vītē un attaisās lielais lodes aizlaidnis. Pēc mazā aizlaidnīša attaisīšanās jānogaida mazu laiciņu, kamēr kolonna piepildās, pēc kam tad lielo aizlaidni var viegli attaisīt.

Ūdens, kas paliek kolonnā pēc aizlaidņa aiztaisīšanas, iztek automatiski caur mazu sānu caurumiņu (o), kas aizlaidni nolaižot attaisās ar maza, pie skrūves kāta piestiprināta, virzuļa (3) palīdzību.

Ūdens saņemšanai no apakšzemes hidranta noder sevišķas pārnesamas ietaises vai stendeŗi (zīm. 495.), ko uzskrūvē uz hidranta galvas, un pie kuŗām pieskrūvē šļūtenes, vienu vai divas. Tāds stenderis konstruktīvā ziņā (zīm. 496.) sastāv no cilindriskas kolonnas, caur kuŗu iet, ar blīvslēga noblīvējumu virsējā daļā, atslēdzēja kāts. Pie kolonnas atrodas viens vai



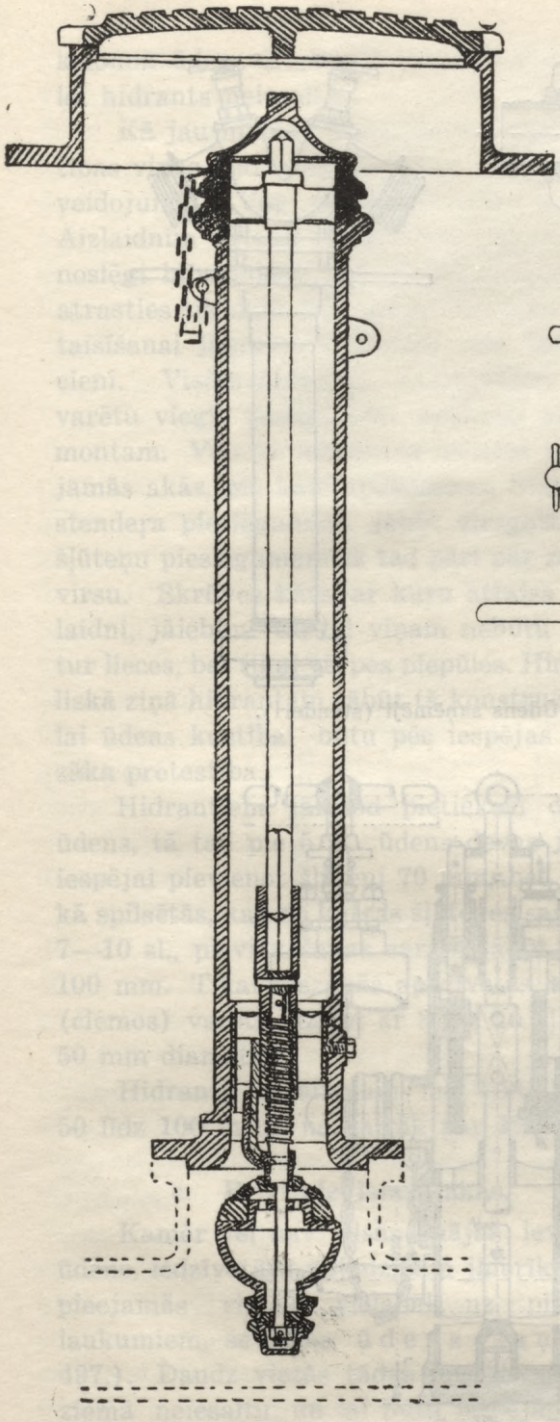
492. zīm. Hidrants Bopp & Reuther konstr.

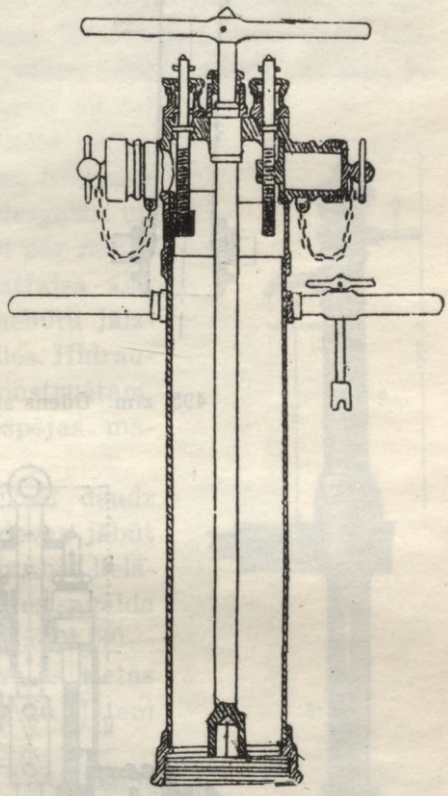


493. zīm. Krievu ūd. v. kongresa normāltips.

1. Čuguna kolonna d = 100 mm.
2. Galva 165 mm augsta.
3. Vāks ar ķēdīti.
4. Aizlaidņa korpuss.
6. Aizlaidnis 65 mm augsts.
15. Izlaides caurums.
6.—9. Aizlaidņa sīkdaļas.
12., 18., 20. Ceļamās skrūves daļas.

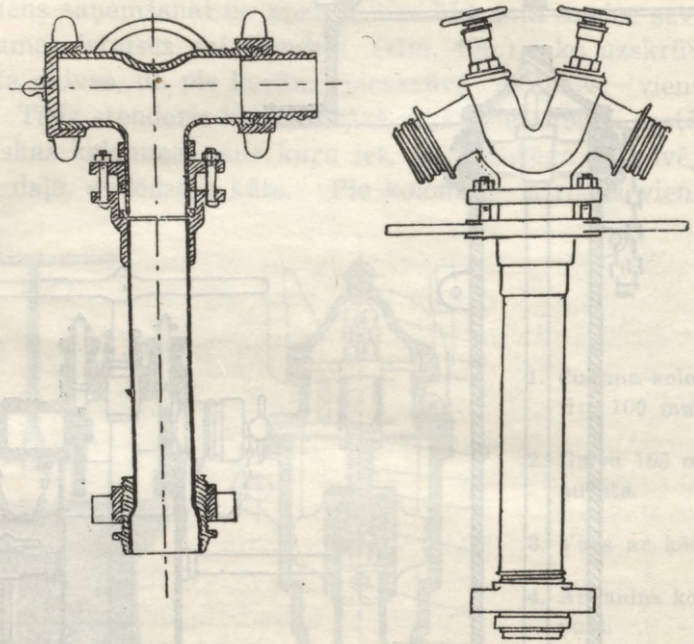
divi (reti vairāk) nozarojumi, pie kuŗiem pievieno šļūtenes. Noskrūvējot hidranta vāku, uzskrūvē stenderi, vai piestiprina ar bajonetpieslēgumu, ja tāds paredzēts. Pēc tam uzskrūvē uz stendeŗa nozarojumiem šļūtenes, attaisa ar atslēgas palīdzību hidranta aizlaidni, un hidrants sāk strādāt. Ūdens ņemšanu nobeidzot, aiztaisa hidranta aizlaidni, noņem šļūteni un tad pašu stenderi, un uzskrūvē hidranta galvas noslēgumu. Palikušais



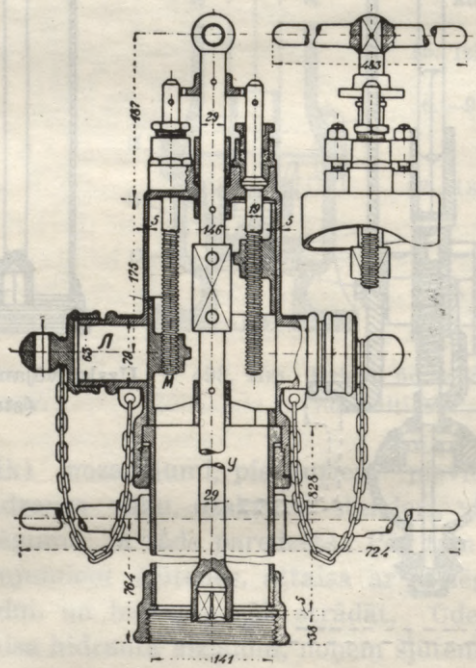


Uzskrūvējama hidranta ierīce (stenderis).

494. zīm. Hidrants ar lodes aizlaidni.



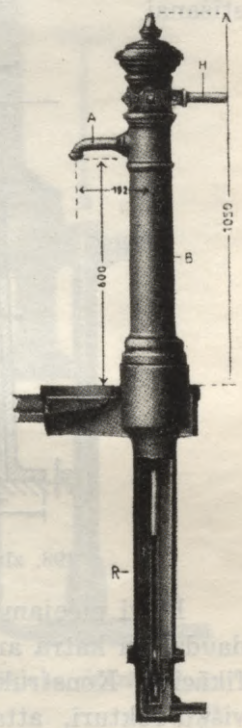
495. zīm. Ūdens saņēmēji (stenderi).



496. zīm. Ūdens saņēmēja konstrukcija.

kolonnā ūdens iztek automatiski, pretējā gadījumā jāizpumpē, lai hidrants neiesaltu.

Kā jau minēts, hidrantu konstrukciju ir daudz, bet pēc būtības viņas maz atšķiras viena no otras, tikai atsevišķu daļu izveidojumā. Var uzstādīt dažas galvenās prasības. Aizlaidnim vajaga būt pēc iespējas vienkāršākam, izturīgam un noslēgt blīvi ūdeni, kad aizlaidnis aiztaisīts. Aizlaidnim vajaga atrasties tik dziļi, lai viņš neciestu no sala. Attaisīšanai un aiztaisīšanai jānotiek pietiekoši lēni, lai neceltos hidrauliski triecieni. Visām hidranta svarīgākām daļām jābūt tādām, lai varētu viegli pietikt klāt apskatei un remontam. Vēlams hidrantus ievietot iekāpjamās akās, pie kam apakšzemes hidrantu stendeŗa pieslēgumam jābūt virsgalā, un šļūteņu pieslēgumam tā tad pāri pār zemes virsu. Skrūves kāts, ar kuŗu attaisa aizlaidni, jāiebūvē tā, lai viņam nebūtu jāiztur lieces, bet tikai vērpes piepūles. Hidrauliskā ziņā hidrantam jābūt tā konstruētam, lai ūdens kustībai būtu pēc iespējas mazāka pretestība.



497. zīm. Brīvi pieejama ūdens saņemšanas aka.

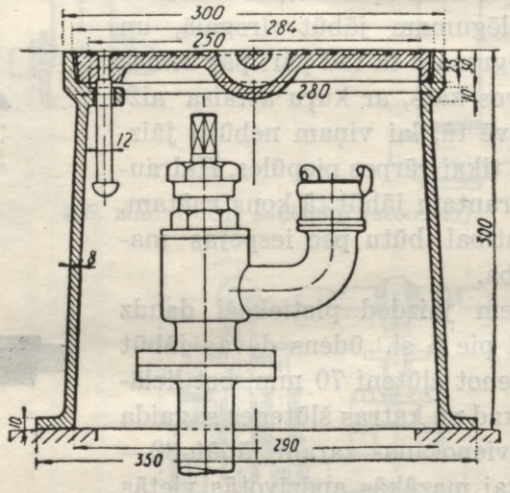
Hidrantiem jāizdod pietiekoši daudz ūdens, tā tad pie 5 sl. ūdens devas jābūt iespējai pievienot šļūteni 70 mm, bet lielākā spilsētās, kad no katras šļūtenes sagaida 7—10 sl., pievienošanas zaram jābūt 80—100 mm. Tikai mazākās apdzīvotās vietās (ciemos) varētu iztikt ar 3 sl., un šļūteni 50 mm diametrā.

Hidrantu attālumam ielu tīklā jābūt 50 līdz 100 m un ne vairāk par 120 m.

e. Brīvi pieejamas akas.

Kamēr vēl nav visās mājās ievadīts ūdens, iedzīvotāju vajadzībām jāierīko ērti pieejamās vietās, vislabāk uz pilsētas laukumiem, sevišķas ūdens saņemšanas akas (zīm. 497.). Daudz vietās tādas ietaisa mazās mājiņās, lai aizlaidņi ziemā neiesaltu un lai būtu iespējams, kur ievietoties pilsētas naudas saņēmējam, ja ūdeni nodod pret maksu. Dažreiz tādas

mājiņas, ja viņām ir ilgstošs raksturs, taisa siltas, apkurināmas. Ja viņām ir provizorisks raksturs, tad viņas taisa no koka, viegli izjaucamas un pārnesamas uz jaunu vietu. No šādām brīvi pieejamām akām ūdeni saņem arī ielas laistāmās mucas. Var saņemt ūdeni tam mērķim arī no hidrantiem. Tiešai ielu laistīšanai ar šļūteni hidranti būtu maz noderīgi, jo iztecētu ļoti daudz ūdens bez vajadzības. Ielu laistīšanai ar šļūteni ūdeni saņem no mājas vadiem, no sevišķa nozarojuma, kas iziet caur sienu pie trotuāra, un pie tā pieskrūvē šļūteni. Dažās vietās ietaisīti arī sevišķi apakšzemes hidranti neliela tipa (zīm. 498.), no kuŗiem ņem ūdeni ielu, dārzu vai laukumu laistīšanai.

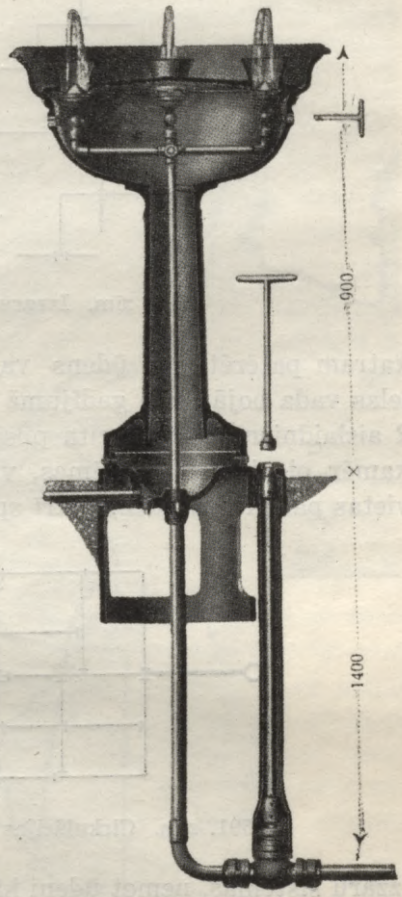


498. zīm. Hidrants ielu un dārzu laistīšanai.

Brīvi pieejamo ūdens saņemšanas aku konstrukciju ir ļoti daudz, un katra armātūru firma viņas izgatavo ar savu modifikāciju. Konstrukcija tā ierīkota, ka paceļot vai nospiežot sevišķu rokturi, attaisās ūdens aizvars un, atlaižot rokturi pēc ūdens saņemšanas, aizvars automatiski aiztaisās ar atsperes palīdzību. Ja ielu vadā liels spiediens, tas jāreducē ar sevišķu ietaisi (reducēšanas ventilu), jo citādi aizlaidņa ātra attaisīšana vai aiztaisīšana varētu būt par cēloni lielam hidrauliskam triecienam.

Ir arī tādas akas, no kuŗām ūdeni var dabūt zināmā daudzumā pret zināma naudas gabala iemešanu, tā tad nav vajadzīgs cilvēks maksas saņemšanai.

Vietās, kur uzturas pa laikam daudz cilvēku, arī uz bulvāriem un dārzos, dažreiz uzstāda sevišķas strūklakas (zīm. 499.), kur ūdeni tieši var saņemt mutē. Akas ietaise, no kuŗām ūdeni saņem ar trauku, kas ar ķēdīti piestiprināts pie akas, nav ieteicama no higiēniskā viedokļa, jo trauks dzeršanai, ko lieto viens cilvēks pēc otra, var būt par slimību izplatītāju.



499. zīm. Strūklaka dzeršanai.

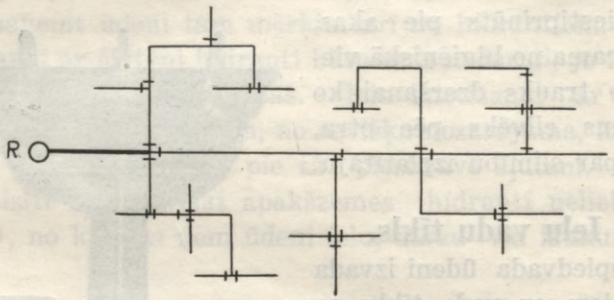
43. Ielu vadu tīkls.

No spiedvada ūdeni izvada patērētājiem ar vada tīklu pa pilsētas ielām, pie kam vadi pa atsevišķām ielām ir dažāda lieluma, atkarīgi no apkalpojamo patērētāju daudzuma un patēriņa lieluma, tā tad arī no attāluma no spiedrezervuāra. No ielu tīkla nozarojas pievadi pie gruntsgabaliem, un tālāk ūdeni pievada tieši patērētāju saņemšanas ietaisēm ar māju vadiem.

Izdalīšanas tīklu var izveidot vai kā izzaru vai radiālsistēmu, vai kā cirkulācijas vai riņķveidīgu sistēmu.

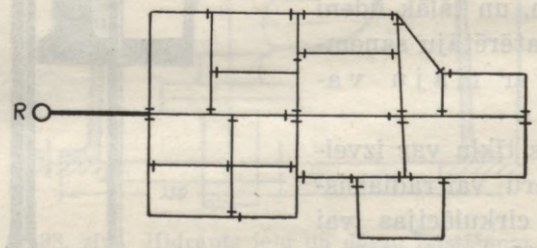
Izzaru vai radiālsistēmu (zīm. 500.) nosauc tādu, pie kuŗas ūdens no spiedrezervuāra pienāk pie tīkla ar vienu vai vairāk kā vienu galveno vadu, atkarīgi no pilsētas lieluma, un tad sadalās pa ielu tīklu, pa atsevišķām rajonu maģistrālēm, kuŗas atkal no savas puses izzarojas pa atsevišķām ielām. Sistēma līdzinās koka izzarojumam, un tādēļ arī nosaukums. Vadu diametri, turpinot pa izzarojumiem, pastāvīgi samazinās. Sistēmas galvenā pazīme ir tā, ka patērētājam ūdens pietek no vienas puses, un vados ūdens kustas tikai vienā virzienā.

Pie riņķveidīgās (cirkulācijas) sistēmas (zīm. 501.) vadi arī izzarojas līdzīgi tam, kā tas ir pie izzaru sistēmas, bet vadu galus savieno ar papildu vadu. Tādā veidā



500. zīm. Izzaru vai radiālsistēma.

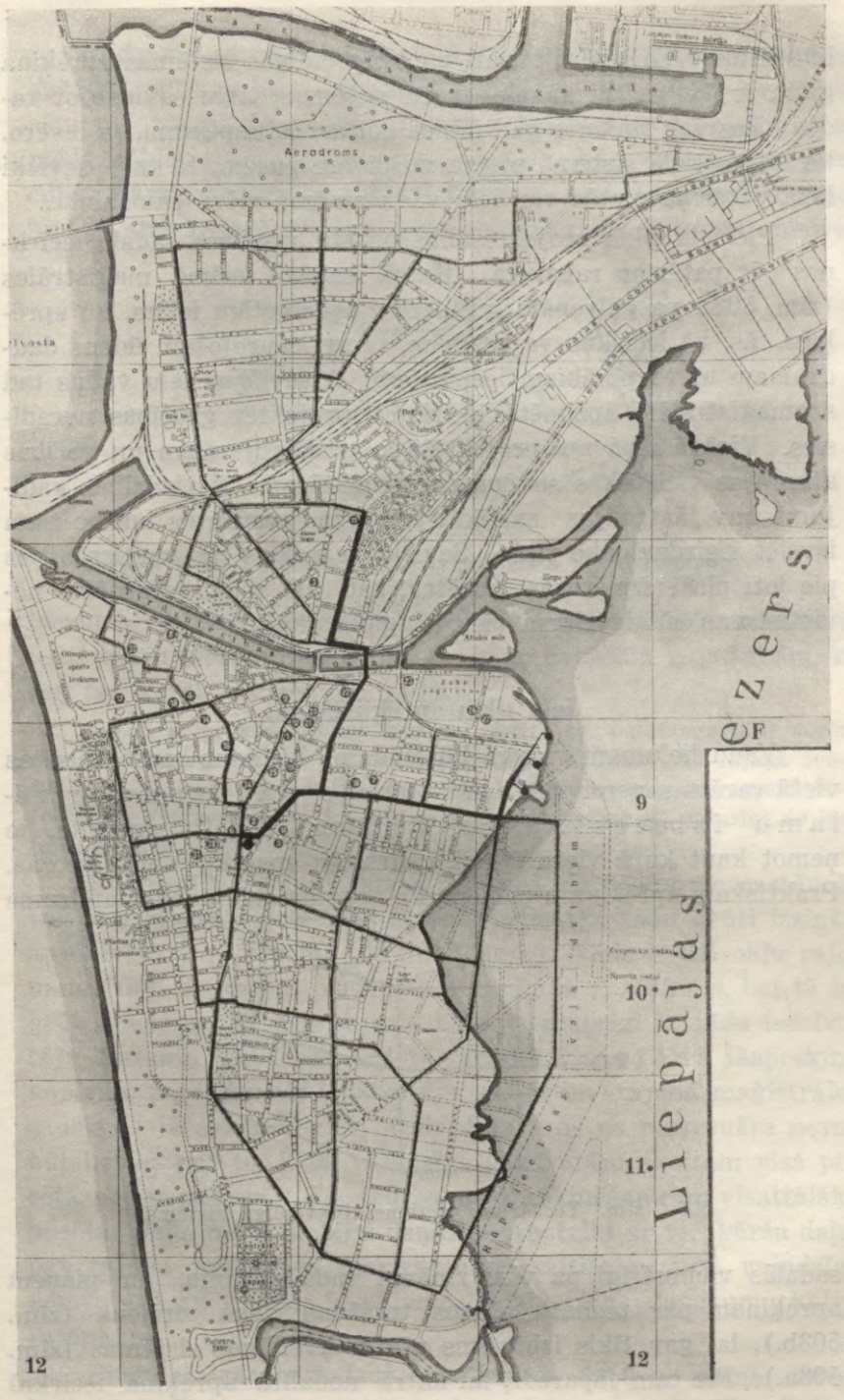
katram patērētājam ūdens var pietecēt no 2 pusēm, un kāda ielas vada bojāšanās gadījumā jāizslēdz tikai vada gabals starp 2 aizlaidņiem un visa cita pilsētas daļa dabū ūdeni netraucēti, kamēr pie izzaru sistēmas, visa pilsētas daļa lejpus bojātās vietas paliek bez ūdens. Arī spiediens tīklā ir vienādāks, jo pie



501. zīm. Cirkulācijas vai riņķveidīga sistēma.

izzaru sistēmas, ņemot ūdeni kādā vietā lielākā daudzumā, p. p., ugunsgrēka gadījumā, lejpus šīs vietas spiediens visā tīklā būs samazināts. Kā redzams, riņķveidīgai sistēmai ir tādi izcilus labumi, ka projektēt ielu tīklu īstenībā nemaz citādi nevarētu kā pēc riņķveidīgas sistēmas, un tikai daži vadi, kas iziet tālu priekšpilsētu malās, aiz taupības iemesliem var būt likti vienā virzienā. Arī pilsētas paplašināšanās gadījumā grūtības ar papildu tīkla projektēšanu ir daudz mazākas kā pie izzaru sistēmas.

Izzaru sistēmai ir viens nenoliedzams labums tas, ka vadus var aprēķināt tieši ūdens patēriņa lielumam, tā tad sistēma var



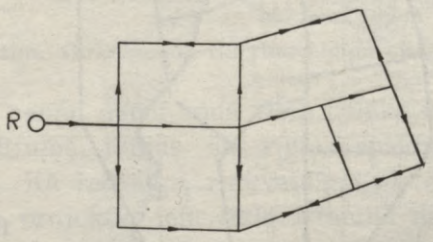
502. zīm. Maģistrāles Liepājas ūd. v. projektā.

būt lētāka. To ievērojot, arī pie riņķveidīgās sistēmas aprēķina gaita ir līdzīga tai kā pie izzaru sistēmas, tikai savienojot vadus. Tas var zināmos gadījumos dot arī ietaupījumu, ja ievēro, ka ūdens tādā sistēmā pietek no divām pusēm, tā tad sevišķi liela patēriņa vietās var ielu vadu zināmā mērā samazināt.

Pie ielu tīkla projektēšanas pilsētu vispirms sadala iecirkņos pēc patēriņa rakstura. Katrā iecirknī iezīmē maģistrāles (zīm. 502.) pa galvenām, visbiezāki apdzīvotām ielām, un aprēķina tās, kā iecirkņa vajadzībām, tā arī caurejošam ūdens daudzumam uz turpmākiem iecirkņiem. Atsevišķus ielu vadus tad ar maģistrālēm apzīmētā iecirknī ieprojektēt grūtības neradīsies. Visādā ziņā no projektētāja piedzīvojumiem un vērības atkarājas vislētākās sistēmas ieprojektēšana. Vajadzības gadījumā nav jāatraujas sastādīt projekta variantus un no tiem izvēlēt visizdevīgāko tīklu. Sevišķi vajadzīgs tas var izrādīties pie ļoti plaši izplētušās pilsētas, kad arī spiedrezervuāra novietne var būt izvēlama visizdevīgākā vietā.

Ielu tīkla aprēķināšana.

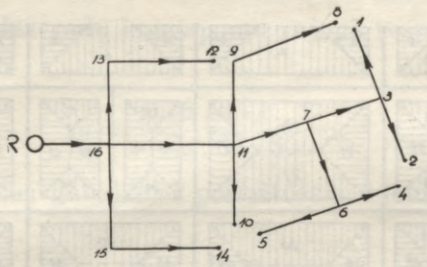
Vadu lielumam vajaga būt tādam, lai kaut kurā pilsētas vietā varētu saņemt vēlamu ūdens daudzumu ar vēlamu izteces sparu. Jautājums ir ļoti sarežģīts, jo ņemot kaut kurā vietā ūdeni, caurteces apstākļi vadā grozās. Praktiskam aprēķinam pieņem, ka noņemamais ūdens daudzums



503a. zīm. Tecēšanas virziens riņķveidīgā sistēmā.

sadalās vienmērīgi pa visu zināmu vada gaŗumu, un pieņem aprēķinam par pamatu ūdens tecēšanu vienā virzienā (zīm. 503b.), lai gan tīkls izbūvētas pēc riņķveidīgas sistēmas (zīm. 503a.). Pie tam jāparedz, lai katrā nodalītā aprēķina iecirknī ūdens uz vistālāko vietu varētu aiztecēt uz vistuvākā ceļa.

Ūdens daudzums atkarājas no patēriņa un šai ziņā dažādas pilsētas daļas jāaplūko atsevišķi. Pie mūsu jauno pilsētu vai pastāvošo paplašinājumu izbūves plānu projektēšanas mēdz izšķirt sekojošus rajonus: saimniecisko, dzīvokļu, rūpniecības, dārzu, vasarnīcu, dārzkopības un lauksaimniecības rajonus. Katrā rajonā pilsētas būves noteikumos noteikts apbūves



503b. zīm. Tecēšanas virziens pieņemts pie aprēķināšanas.

biezums un namu augstums, tā tad iespējams arī izkalkulēt iedzīvotāju biezumu un ūdens patēriņu dažādām vajadzībām, kā tas jau agrāk minēts, (l. p. 18.).

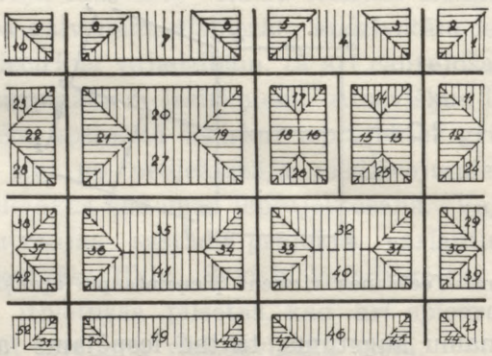
Ņemot, p. p., kādu vidēja lieluma pilsētu (p. p., Daugavpili) varētu sagaidīt šādu iedzīvotāju daudzumu uz 1 ha: saimnieciskā rajonā 300—400 iedz., dzīvokļu rajonā 100—300 iedz., dārzu un vasarnīcu rajonā 50—100 iedz., dārzkopības — 10—50 un lauksaimniecības — atkarīgi no īpašuma lieluma.

Rūpniecības rajonā ūdens patēriņš jāsaskaņo ar pastāvošo vai paredzamo rūpniecības attīstību, bet, ja tādu grūti izzināt, aprēķinam var pieņemt tādu daudzumu, kāds ir dzīvokļu rajonam. Tādi daudzumi pieņemami ielu vada aprēķinam, bet tā kā grūti pieņemt, ka viss rajons būtu vienmērīgi ar tādu iedzīvotāju biezumu apdzīvots, tad vēl katrā rajonā jāaprēķina kopīgais paredzamais iedzīvotāju skaits un rajona maģistrāles caurlaide jāsaskaņo ar to. Galvenais vads no rezervuāra nevar būt lielāks par to, kāds vajadzīgs iedzīvotāju skaitam visā pilsētā pēc n gadiem. Tā tad sākot aprēķināšanu ar visattālāko pilsētas daļu, nevar kopīgu daudzumu noteikt ar vienkāršu daļu, pat rajonu izrēķināto daudzumu saskaitīšanu, bet vajadzīgs ņemt vērā arī patiesi iespējamo iedzīvotāju daudzumu katrā rajonā.

Piegulošo pie ielas laukuma lielumu dabū no plāna, ievelkot stūros līnijas, kas stūra leņķi sadala uz pusi. Kur līnijas

griežas, ir piegulošo laukuma robeža (zīm. 504.). Laukumu aprēķina ar planimetra palīdzību, ja nav rēgulārs. Ja ir trapēcveidīgs, tad var tieši aprēķināt, ņemot līnijas mērogā.

Dabūtos laukumus pareizina ar iedzīvotāju daudzumu uz laukuma vienības.



504. zīm. Sadalījums apgādājamos kvartālos.

Apzīmēsim ar:

E — iedzīvotāju daudzumu uz 1 ha zināmā pilsētas daļā.

A — pie zināmas ielas piegulošo būvlaukumu no 1 vai 2 pusēm — ha.

q — vidēju ūdens patēriņu uz 1 iedz. dienā (vislielāko stundas patēriņu rēķinot ar 15% no vidējā dienas patēriņa) — sl.

Tad zināmā ielas gabalā vajadzīgais ūdens daudzums sl — ir:

$$Q = \frac{0{,}15 \cdot q \cdot A \cdot E}{60 \cdot 60}.$$

No šī daudzuma var pieņemt 0,55-to daļu, jo visā ielā uzreiz neņem ūdeni.

Otrs paņēmiens ir sekojošs. Neaprēķina piegulošos laukumus, bet tikai ņem ielas gabala gaŗumu. Priekšnoteikums tādam paņēmienam ir pieņēmums, ka zināmā iecirknī ūdens patēriņš sadalās vienmērīgi uz vada gaŗuma. Praktiski tāds paņēmiens pielaižams arī tad, ja apbūve iecirknī ir vienmērīga, un

nevienāda ūdens ņemšana atsevišķās vietās izlīdzinās. Tā tad jāatrod ūdens patēriņš uz 1 m ielas gaŗuma. Apzīmēsim ar:

m — ūdens daudzumu — sl. uz 1 m vada gaŗuma.

F — iecirkņa koplaukumu — ha.

E — iedzīvotāju daudzumu uz 1 ha.

q — vidēju dienas patēriņu 1 iedz. — sl. (stundas patēriņš 15%).

L — visu ielas vadu kopgaŗumu rajonā resp. iecirknī — m.

Tad:

$$m = \frac{0{,}15 \cdot q \cdot F \cdot E}{L \cdot 60 \cdot 60}.$$

Zināmam ielas gabalam l piekrītošais ūdens daudzums tad ir:

$$Q = l \cdot m.$$

Tādā kārtā aprēķina, vai ar vienu vai otru metodi, zināmā ielas gabalā vadāmo saimniecisko ūdens daudzumu. Ja ir kāda vieta ar sevišķi noteicamu ūdens patēriņu, p. p., slimnīca, skola, pirts un t. l., tad tur patērētais ūdens daudzums jāņem atsevišķi vērā. Tāpat arī no rūpniecības ietaisēm.

Jāaprēķina arī ūdens vajadzība ugunsgrēka dzēšanai. Var pieņemt, ka kaut kuŗā vietā vajaga būt iespējai nodarbināt 2 šļūtenes à 5—6 sl., tā tad kopā 10—12 sl. Lielākās pilsētās ar lieliem namiem pat pieņem līdz 20 sl. (Maskavā 2 šļūtenes à 10 sl.). Mazās pilsētiņās ar retu apbūvi varētu pat noiet līdz 5 sl. Jautājums vēl ir lielās pilsētās, cik daudz šļūtenes var atrasties vienā laikā darbā, vai cik ugunsgrēku var pilsētā būt vienā laikā. Pēc agrākiem apcerējumiem (l. p. 515.) var pieņemt mazām un vidējām pilsētām 600—1.200 l/min. (2—4 šļūtenes à 5 sl.) uz 1 ugunsgrēka.

Kas attiecas uz ugunsgrēku skaitu, tad pilsētas ar mūŗa mājām un ar mazu skaitu, un maza lieluma degoša materiāla noliktavām, var pieņemt 1 ugunsgrēku, bet, ja vietu ar degošiem materiāliem ir daudz, jāpieņem 2 un vairāk ugunsgrēku. Lietderīgāk tomēr ir vietās ar daudz degošiem materiāliem iekārtot savas pašas ugunsgrēka dzēšanas ietaises.

Vēl jāpiemin, ka ugunsgrēka gadījums jāparedz stundā ar vislielāko saimniecisko ūdens patēriņu. Sevišķi no svara tas ir pie mazākiem vadiem, lai, izlaižot daudz ūdens no hidranta, nesamazinātos lielā mērā spiediens māju vados.

Hidrantus ievieto ielu krustojumos un gaŗos vadu gabalos, kā jau minēts, vēl ik pa 50—100 m. Pie tādas novietnes iespējams ar gaŗākām šļūtenēm, p. p., 150 m, ņemt ūdeni vismaz no 4 hidrantiem vienā laikā, kas arī jāparedz pie vadu aprēķināšanas.

V a d u l i e l u m s. Pēc ūdens daudzuma aprēķināšanas var aprēķināt vada diametru ar formulu:

$$d = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{v}}.$$

Ātruma lielumu pieņem 0,6—1,0 vidēji 0,8 m iepriekšējiem aprēķiniem, lai varētu tad spiediena zaudējuma lielumu aprēķināt un diametrus tīklā galīgi noteikt, ja izrādītos par vajadzīgu spiedlīniju grozīt. Aprēķinus izdara vislabāk tabulveidīgi (tab. 20.). Var aprēķināšanai arī pielietot rokas grāmatās atrodošās tabulas (p. p., 580.—584. l. p.).

Vismazākais vada diametrs d varētu būt tāds, kas ūdeni pievada 1 hidrantam ar Q = 5 līdz 6 sl., un tas būtu d = 100 mm. Īsās šķērsielās, kuŗās nav hidrantu, ja tie ir tikai ielu krustojumos, varētu likt vadus pat ar d = 50 mm, ja tikai nav pie vada pieslēdzama kāda ietaise, kas patērē vairāk ūdens, nekā spētu pievadīt ar d = 50 mm (p. p., kāda pirts vai veļas mazgātava, vai fabrika un t. t.).

Aprēķinātā d lielums jāpieskaņo tuvākam cauruļu tirgū pieņemtam diametram. Parastie diametri ir, cik tas mūsu pilsētām varētu krist svarā: 50, 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300, 350, 400, 450, 500 mm. Pasaules tirgū līdz šim daudzreiz vēl mēdz cauruļu diametrus apzīmēt angļu collās (2, 2¼, 2½, 3, 4, 5, 6 collas un t. t.). Ja, p. p., pēc aprēķina iznāktu d = 130 mm, tad varētu ņemt 125 mm, bet labāk ir, kad noapaļojumu izdara uz augšu, tā tad pieņem 150 mm.

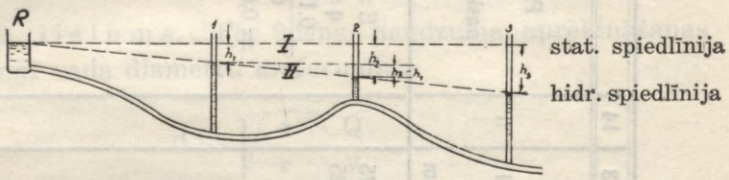
Ar iegūtajiem norādītā ceļā vadu diametriem tālāk jāaprēķina s p i e d i e n a a p s t ā k ļ i dažādās tīkla daļās un, saskaņojot visā tīklā spiedienu, tad var galīgi noteikt vadu lielumus. Kā jau zināms (l. p. 571.), zem s p i e d l ī n i j a s saprot to augstumu, līdz kādam ūdens paceltos vertikālās vai pjezometriskās caurulēs, kad ūdens atrodas kustībā (zīm. 505.). Ja ūdens pa vadu tek nemainīgā daudzumā un iztek vada galā, un vads ir visā ceļā viena un tā paša diametra, tad spiedlīnija būs taisna. Turpretim, ja mainās diametri, kā tas ielu gājienā patie-

Tabula 20.

Paraugs ūdens daudzuma un vada diametra aprēķinam.

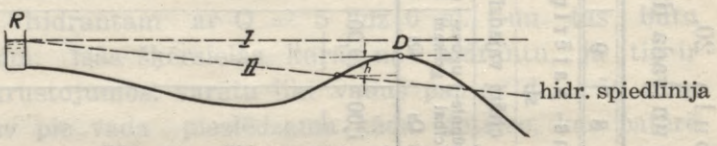
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tekošs №	Ielas nodalījums		Ielas nosaukums	Pieguloša apbūves laukums	Iedzīvotāju skaits	Ūdens patēriņš sl.					Ātrums	d	h	Piezīmes un paskaidrojumi
	no punkta	līdz punktam				māju vajadzības Q_1	cītām vajadzībām			Kopā	v			
							rūpniecībai Q_2	ugunsgrēkam Q_3	caurtekošais Q_4					
				A (ha)	A. E.	= 0,00417 . A . E				Q	m	mm		
1	1	2	Pētera . .	0,4	100	0,42	1,00	10,00	—	11,42	1,0	125		E = 250/ha
2	2	3	Andreja . .	0,5	125	0,52	—	—	11,42	11,94	1,0	125		q = 100 l
														$Q = \frac{0{,}15 \times 100}{60 \cdot 60}$. A . E
														= 0,00417 A . E

sībā ir, un arī ūdens daudzums samazinās, tad spiedlīnija būs lauzta līnija. Spiedlīnija katram vadam projektā jāaprēķina un jāiezīmē gaŗgriezumā. Vads nedrīkst pacelties pāri spiedlīnijai, bet viņam jāpaliek projektā dažus metrus zem spiedlīnijas, lai



505. zīm. Spiedlīnija un pjezometriskas caurules.

būtu rezerve gadījumam, kad caurules pieaug ar inkrustācijām, ar ko pieaug kustības pretestības un spiediena zaudējumi paliek lielāki. Teorētiski ņemot iespējama vada pacelšanās vietām pāri pār spiedlīniju, ja tā nav lielāka par atmosfērisko spiedienu (zīm. 506.), un ja augstākā vietā (D) ietaisa gaisa izsūcēju.



506. zīm. Sifons pāri spiedlīnijai.

Tomēr tādus sifonus varētu taisīt tikai pie maziem vadiem; pie lielākiem tāda sistēma nav ieteicama un varētu būt traucējoša kārtīgai vada darbībai.

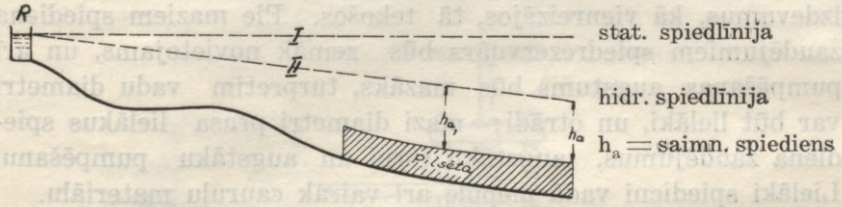
Kustības pretestību aprēķināšanai cauruļu vadiem, kā no agrākā jau zināms, pielieto formulu:

$$h = \left(\frac{6{,}5}{c^2}\right) \cdot \frac{Q^2}{d^5} \cdot l = k \cdot \frac{Q^2}{d^5} \cdot l.$$

Ar šo formulu aprēķinātie spiediena zaudējumi jāiezīmē projekta ielu gaŗgriezumos. Nav arvien vajadzīgs aprēķināt h visiem ielu vadiem, bet daudzreiz pietiek izvest tādu aprēķinu tikai visneizdevīgākai līnijai, galvenai maģistrālei, sākot no visgrūtākās vada vietas: visaugstākās un vistālākās. Tomēr pie lielāka vadu tīkla ar to vien nepietiktu, jo jāpieskaņo pie šīs galvenās līnijas arī rajonu maģistrāles un arī citi galvenie vadi. Pievienojuma vietās spiediena augstumiem jāsaskan, un ja tas nav, tad jāgroza diametri, tos samazinot vai palielinot,

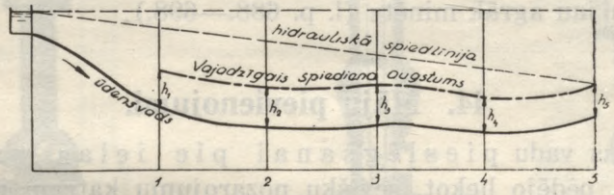
kā tas izrādās par vajadzīgu, atkarīgi no tā, vai spiediena zaudējums par mazu vai par lielu pievienojamā vadā.

Iezīmētai gaŗgriezumā spiedlīnijai jānobeidzas ar rezervuāra viszemāko ūdens līmeni. Ja tas nav tad jāizlabo, grozot pieņemto v un līdz ar to d.



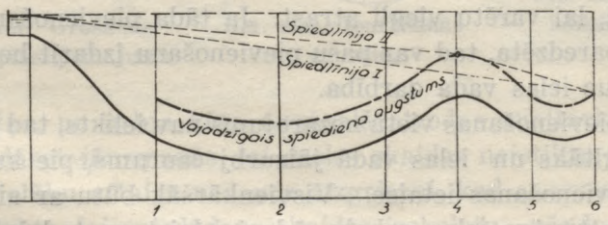
507. zīm. Spiedlīnijas augstums pār pilsētu.

Aprēķinu izdara, ņemot vērā vajadzīgo saimniecisko spiedienu, kuŗa apstākļi jau agrākā vietā noskaidroti (l. p. 528.). Arī tas jāiezīmē gaŗgriezumā (zīm. 507.). Spiedlīnija sākas ar



508. zīm. Spiedlīnija pilsētā.

ūdens līmeni krājrezervuārā un nobeidzas ar visattālākās un visaugstākās vietas vajadzīgo saimniecisko spiediena augstumu (zīm. 508.). Ja iezīmētā spiedlīnija kādā vietā izrādās zemākā



509. zīm. Vajadzīgais spiedlīnijas izlabojums.

stāvoklī par vajadzīgo saimniecisko spiedienu, tad viņa tai vietā ir jāizlabo (zīm. 509.), paceļot spiedlīniju vienā pusē ar ātruma v palielināšanu un d pamazināšanu, un otrā pusē otrādi: ar d palielināšanu, līdz ar ko v un h samazināsies.

Saimnieciski visizdevīgākā ielu tīkla noteikšanai ieteicams sastādīt projektu variantus ar tīkla aprēķināšanu. Pa lielai daļai pietiek apskatīt variantus ar iezīmētām maģistrālēm, jo atsevišķu ielu vadi ar vismazākajiem ielu vadiem nav padoti lielām grozībām.

Visizdevīgākais ielu tīkls būs tas, kas prasīs vismazākos izdevumus, kā vienreizējos, tā tekošos. Pie maziem spiediena zaudējumiem spiedrezervuārs būs zemāk novietojams, un arī pumpēšanas augstums būs mazāks, turpretim vadu diametri var būt lielāki, un otrādi; mazi diametri prasa lielākus spiediena zaudējumus, augstāku torni un augstāku pumpēšanu. Lielāki spiedieni vadā piepūlē arī vairāk cauruļu materiālu.

Mazās pilsētās, kur darba spiediens nav lielāks par 30 m (3 atm.), tīklu jāizveido tā, lai spiediena zaudējumi nepārsniegtu 3—5 m.

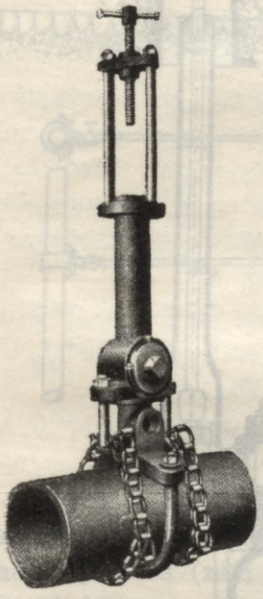
Ielu vadu tīkla atsevišķie objekti ir hidranti, aizlaidņi un brīvi pieejamās akas, par kuŗu iekārtu un konstrukciju jau agrāk minēts (l. p. 688.—698.).

44. Māju pievienojumi.

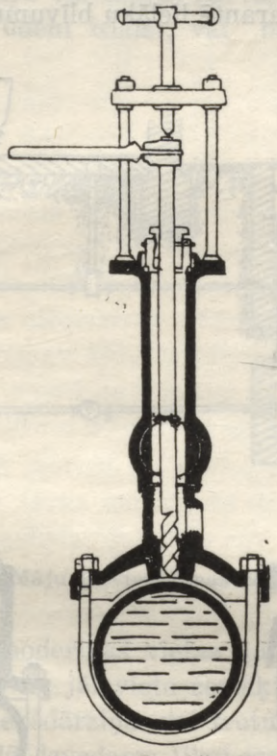
Mājas vadu pieslēgšanai pie ielas vada paredz jau, pēdējo liekot, sevišķu nozarojumu katram gruntsgabalam. Pievienojumi parasti pagriezti vertikāli uz augšu (var arī guļus likt) un noslēgti ar aizlaidni. Ja māju pievienošana nenotiek vienā laikā ar vada likšanu, tad nozarojuma vietā iela jāatrok, ja nozarojums nav iebūvēts iekāpjamā akā. Tādā gadījumā viņa vietai vajaga būt apzīmētai uz mājas sienas, vai citādi kā, lai varētu viegli atrast. Ja tāda pievienošanas iespējamība paredzēta, tad var pašu pievienošanu izdarīt bez kā būtu jāpārtrauc ielas vada darbība.

Ja pievienošanas vietā nozarojums nav ielikts, tad jau darbs ir sarežģītāks un ielas vadā jāizurbj caurums, pie kuŗa jāpiebūvē pievienošanas ietaise. Visvienkāršāk būtu ar aizlaidņiem noslēgt attiecīgo ielas gabalu, ūdeni izlaist un tad izdarīt urbšanu un pievienošanu. Bet ar tādu metodi saceļ daudz neērtības, jo piegulošo māju iedzīvotāji paliek uz laiku, gan ne ilgu, bez ūdens. To ievērojot, ir konstruēti rīki, ar kuŗu palīdzību var pievienošanas ietaisi iebūvēt darbojošā vadā bez darbības pārtraukuma. Sevišķi izplatīti ir aparāti, ko izgatavo pazīstamā

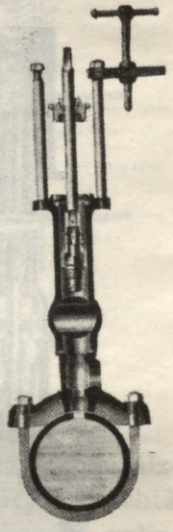
armātūras fabrikas Bopps & Reuters, Vācijā. Pie caurules pieskrūvē seglveidīgu gabalu (zīm. 510.), pie kuŗa tad vispirms piestiprina ar ķēdēm, vai pie seglu atloka ar skrūvēm, urbšanas aparātu. Pēdējais (zīm. 511.) sastāv no sevišķas kolonnas, caur kuŗu iet urbjstanga, kas kolonnas virsū iet caur blīvslēgu. Apakšējā daļā ir aizgrieznis. Aparātā ievieto urbi pie attaisīta



510. zīm. Urbšanas ietaises piestiprinājums.



511. zīm. Ieurbšanās caurulē.

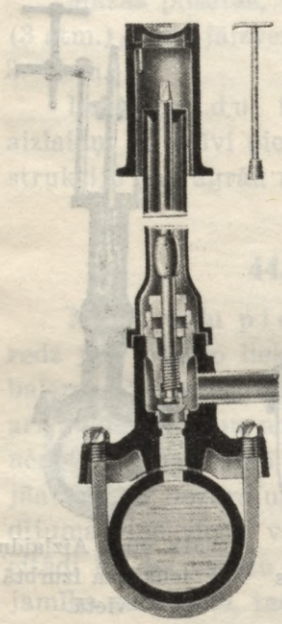


512. zīm. Aizlaidņa ielikšana izurbtā vietā.

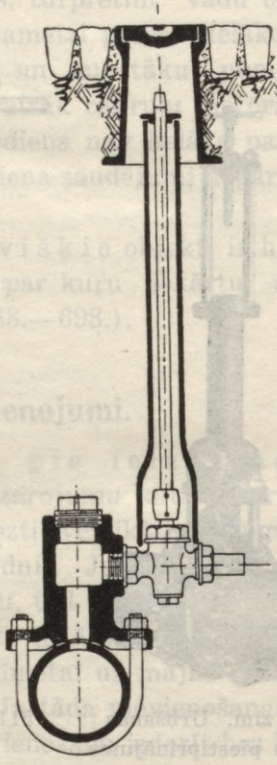
aizgriežņa, un urbja kāta augšgalā atrodas urbjtarkšķis. Urbšanu izdarot jāuzmanās, lai dzelzs skaidas neietiktu ūdensvadā. Ar to nolūku attaisa nedaudz aizgriezni, kad caurums jau gandrīz izurbts, lai spiedūdens skaidas izskalotu, pēc kam tad aizgriezni aiztaisa. Kad urbšana nobeigta noņem tarkšķi, pavelk urbja kātu uz augšu, aiztaisa aparātā aizgriezni pavisam cieti, atbrīvo blīvslēgu un izvelk ārā urbi. Pēc tam tad ievada iekšā galīgo aizlaidni (zīm. 512.), kas novietojas ar ieskrūvēšanu apakšējā aizlaidņa sēdeklī ar attiecīgu blīvslēgu. Aizlaidņa kāts

virsgalā izveidots četrkantīgs, slēdzēja uzmaukšanai. Visu ievieto kastē ar vāku (zīm. 513.), un vietu uz ielas, kā jau minēts, apzīmē uz mājas sienas, lai viņu varētu atrast zem sniega vai dubļiem.

Dažreiz attaisāmo pievienojumam aizlaidni nenovieto vertikāli pāri pār izurbto caurumu, bet viņu novieto uz nozarojuma, pie kuŗa domāts pieslēgt māju pievienojumu (zīm. 514.). Tāds novietojums garantē lielāku blīvumu.



513. zīm. Gatava pievienošanas vieta.

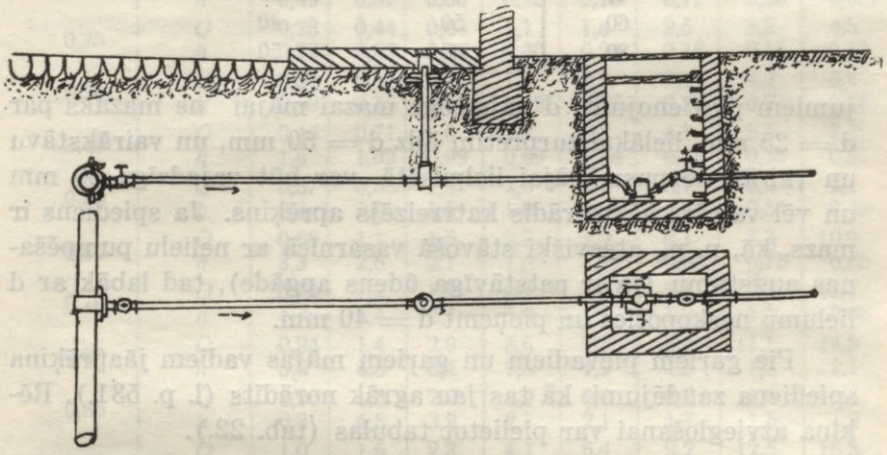


514. zīm. Aizlaidņa novietojums sāniski.

Māju pievienošanas vads sākas ar aizlaidni pie mājas nozarojuma no ielas vada un nobeidzas mājas iekšpusē ar ūdensmērītāju, no kuŗa sākas mājas vadi (zīm. 515.). Aizlaidnis pie ielas vada vajadzīgs, lai varētu māju atvienot no ielas vada, un viņu parasti ievieto tūliņ pie ielas vada, bet, ja būtu kāds kavēklis, viņu var novietot arī trotuāra malā. Mājas atvienošana vajadzīga retos gadījumos, un tādēļ arī sevišķas

ērtības viņa apkalpošanai nav vajadzīgas, p. p., iekāpjamas akas pielieto retos gadījumos, lai gan viņas dod iespēju pārliecināties par nozarojuma blīvumu, bet viņas sadārdzina sistēmu.

Tūliņ pēc ievada mājā, cauri mājas ārsienai, parasti mājas pagraba telpā, ietaisa vēl otru mājas noslēguma aizlaidni, kam seko ūdens mērītājs un tad vēl aizlaidnis, kas atrodas mājas pārvaldes ziņā, un ar kuŗu var mājas pārvalde noslēgt ūdeni, ja mājā būtu vajadzīgs ūdeni izlaist, vai bojājuma vai citu iemeslu dēļ.



515. zīm. Māju pievienošanas schēma.

Ja pašā mājā nav noderīgas vietas ūdensmērītāju un aizlaidņu novietošanai, tad tie jāievieto sevišķi izbūvētā šachtā mājas priekšā (zem priekšdārziņa vai trotuāra), bet tas palielina izdevumus, un tādēļ izvedams tikai izņēmuma gadījumos.

Pievienojuma vada lielums jānosaka, ņemot vērā spiedienu ielu tīklā dotā vietā, kā arī augstākās mājās ūdens izteces atzīmi, pievienojuma gaŗumu, izlaidņu daudzumu resp. vienā laikā ņemamā ūdens daudzumu, pie kam jāņem vērā, ka ūdeni neņems no visiem izlaidņiem vienā un tai pašā laikā, bet var pieņemt apmēram pusi. Izlaidņu skaitu var noteikt sekojoši. Ja vienu ķēķa izlietni pieņem par 1, tad mazgājamās bļodas un arī klozeta skalojamās kastes ieteci var arī pieņemt katru par 1, bet izteci vannā par 2. Saskaitot visas mājas izlaides vietas var noteikt vajadzīgo d lielumu (tab. 21.). Pie parastā spiediena ielu tīklā (3—5 atm.) no praktiskiem piedzīvo-

Tabula 21.

Māju pievienošanas vadu d.

Ūdens izlaišanas vietu skaits	Vadu diam. d — mm pēc dažādiem gaŗumiem un spiediena lielumiem	
	Gaŗums 40 m spied. 3—4 at.	Gaŗums 20 m spied. 6—10 at.
10	25	20
20	30	25
40	40	30
60	50	40
80	60	50

jumiem pievienojums d vajadzīgs mazai mājai ne mazāks par d = 25 mm, lielākai turpretim līdz d = 50 mm, un vairākstāvu un vairāk korpusu mājai lielpilsētā var būt vajadzīgs 80 mm un vēl vairāk, kā to rādīs katrreizējs aprēķins. Ja spiediens ir mazs, kā, p. p., atsevišķi stāvošā vasarnīcā ar nelielu pumpēšanas augstumu (ja ir patstāvīga ūdens apgāde), tad labāk ar d lielumu neskopoties un pieņemt d = 40 mm.

Pie gaŗiem pievadiem un gaŗiem mājas vadiem jāaprēķina spiediena zaudējumi, kā tas jau agrāk norādīts (l. p. 531.). Rēķina atvieglošanai var pielietot tabulas (tab. 22.).

Māju pievienojuma vadu materiāli ir čuguna, dzelzs, tērauda vai svina caurules. Čuguna caurules ūdensvadiem, kā jau agrāk minēts, ir ļoti noderīgs materiāls, un sākot ar d = 50 mm (un pat 40 mm) viņu pielietošana ieteicama. Čuguns ir trausls materiāls, un tādēļ jāpiegriež vērība tām vietām, kur varētu celties lieces piepūles, p. p., caurejot caur mājas sienu.

Dzelzs un tērauda caurules sevišķi mazākiem pievienojumiem (¾ līdz 2″) ieteicams materiāls, jo dzelzs spiedes pretestība ir liela un viņas lētākas, kā, p. p., svina caurules. Arī savienojumi un noblīvējumi ērti un viegli izdarāmi. Lai izsargātu pret bojājumiem no agresīvām vielām, kas varētu atrasties ūdenī un zemē, caurules labi jāasfaltē no iekš- un ārpuses, un no ārpuses jāaptin ar džūtas aizsarglentu. Ļaunums dzelzs- un tērauda caurulēm ir arī vēl tas, ka pa viņām tiek ļoti viegli vadīti dažādi trokšņi, kas jānovērš ar attiecīgiem aizsargmēraukļiem.

Tabula 22.

Spiediena zaudējums māju vados uz katriem 100 m gaŗuma.

(*Q* — caurteces lielums m³/st., *h* — spiediena zaudējums m)

Ātrums	*Q* — m³/st.	Vadu diametri *d* — mm							
v m/sek.	*h* — m	20	25	30	40	50	60	70	80
0,10	*Q*	0,11	0,18	0,25	0,45	0,71	1,0	1,4	1,8
	h	0,15	0,12	0,091	0,062	0,047	0,036	0,030	0,026
0,15	*Q*	0,17	0,27	0,38	0,68	1,1	1,5	2,1	2,7
	h	0,30	0,23	0,18	0,12	0,094	0,075	0,062	0,052
0,20	*Q*	0,23	0,35	0,51	0,91	1,4	2,0	2,8	3,6
	h	0,49	0,37	0,30	0,20	0,16	0,12	0,30	0,087
0,25	*Q*	0,28	0,44	0,64	1,1	1,8	2,5	3,5	4,5
	h	0,72	0,53	0,44	0,30	0,23	0,18	0,15	0,13
0,30	*Q*	0,34	0,53	0,76	1,4	2,1	3,1	4,2	5,4
	h	0,99	0,75	0,60	0,42	0,32	0,26	0,21	0,18
0,40	*Q*	0,45	0,71	1,0	1,8	2,8	4,1	5,5	7,2
	h	1,6	1,02	0,99	0,69	0,53	0,43	0,36	0,31
0,50	*Q*	0,57	0,88	1,3	2,3	3,4	5,1	6,9	9,1
	h	2,4	1,9	1,5	1,0	0,80	0,65	0,54	0,46
0,60	*Q*	0,68	1,1	1,5	2,7	4,2	6,1	8,3	10,9
	h	3,3	2,6	2,1	1,5	1,12	0,90	0,75	0,65
0,70	*Q*	0,79	1,2	1,8	3,2	5,0	7,1	9,7	12,7
	h	4,4	3,4	2,7	1,9	1,5	1,2	1,0	0,86
0,80	*Q*	0,94	1,4	2,0	3,6	5,7	8,1	11,1	14,5
	h	5,6	4,3	3,4	2,5	1,9	1,5	1,3	1,1
0,85	*Q*	0,96	1,5	2,2	3,9	6,0	8,7	11,8	15,4
	h	6,3	4,8	3,9	2,7	2,1	1,7	1,5	1,2
0,90	*Q*	1,0	1,6	2,3	4,1	6,4	9,2	12,5	16,3
	h	6,9	5,3	4,3	3,0	2,4	1,9	1,6	1,4
0,95	*Q*	1,1	1,7	2,4	4,3	6,7	9,7	13,2	17,2
	h	7,7	5,9	4,8	3,4	2,6	2,1	1,8	1,5
1,00	*Q*	1,1	1,8	2,6	4,5	7,1	10,2	13,9	18,1
	h	8,3	6,4	5,1	3,7	2,9	2,3	2,0	1,7
1,05	*Q*	1,2	1,9	2,7	4,8	7,4	10,7	14,6	19,0
	h	9,2	7,1	5,7	4,1	3,1	2,5	2,2	1,8
1,10	*Q*	1,2	1,9	2,8	5,4	7,8	11,2	15,2	19,9
	h	9,9	7,6	6,2	4,4	3,4	2,8	2,3	2,0
1,15	*Q*	1,3	2,0	2,9	5,2	8,1	11,7	15,9	20,8
	h	10,8	8,3	6,7	4,8	3,8	3,0	2,6	2,2
1,20	*Q*	1,4	2,1	3,1	5,4	8,5	12,2	16,6	21,7
	h	11,7	9,0	7,2	5,2	4,0	3,3	2,8	2,4
1,25	*Q*	1,4	2,2	3,2	5,7	8,8	12,8	17,3	22,6
	h	12,5	9,7	7,8	5,6	4,3	3,5	3,0	2,6
1,50	*Q*	1,7	2,7	3,8	6,8	10,6	15,3	20,8	27,1
	h	17,4	13,5	10,1	7,8	6,1	5,0	4,2	3,6
1,75	*Q*	2,0	3,1	4,5	7,9	12,4	17,8	24,3	31,7
	h	23,1	18,0	14,6	10,5	8,1	6,6	5,7	4,8
2,00	*Q*	2,3	3,5	5,0	9,1	14,1	20,4	27,7	36,2
	h	29,6	23,0	18,6	13,4	10,5	8,6	7,2	6,2
2,50	*Q*	2,8	4,4	6,4	11,3	17,7	25,5	34,6	45,2
	h	45,0	34,7	28,3	20,5	16,0	13,1	11,1	9,6

Svina caurules daudz vietās pielietotas, bet jāņem vērā, ka svins ir ļoti jūtīgs pret ārējiem bojājumiem, bet galvenais tomēr ir tas, ka svinu šķīdina daži ūdeņi, sevišķi mīksti ūdeņi, kuŗos var būt, p. p., daudz agresīvās ogļskābes. Ieteic tādiem gadījumiem svina caurules izoderēt ar 0,5 mm biezu alvas oderi, vai pielietot sēra svinu iekšpusē. Svins ir indīgs un viņa šķīdums ūdenī ir ļauns, un tādēļ, neskatoties uz ērtību vada nolikšanā, tomēr nevar ieteikt nekādā gadījumā pielietot svina caurules māju pievadiem.

Māju vadi (instalācija), ko liek mājas iekšpusē, jāpieskaņo tām pašām prasībām, kas jau izteiktas. Parasti māju vadus liek no cinkotām dzelzs vai tērauda caurulēm. Lielums atkarājas no apgādājamo izlaides vietu skaitu resp. ūdens daudzuma, kā jau norādīts.

Lielākā mājā, ar daudz un lieliem dzīvokļiem, vēlams māju vadus tā iekārtot, lai varētu katrā dzīvoklī uzstādīt ūdensmērītāju, ja tas izrādītos par vēlamu, un tāpat visādā ziņā, lai būtu iespēja dzīvokļa ūdens vadu atvienot no mājas vada. Ūdens jāpievada pie visām mājā uzstādītām higiēniskām ietaisēm[1]). Dažās zemēs izstrādāti noteikumi mājas vadu likšanai (p. p., DJN 1988.).

Māju vadus, tāpat kā ievadu mājā, vedot cauri mūrim, pēdējā jāatstāj ap vadu brīva sprauga (1—2 cm), lai vads no zemes vai mājas sēšanās nevarētu tikt pārlauzts.

Māju vadi jāliek tā, lai būtu nodrošināti pret salu, tā tad viņus nevar likt pie aukstām ārsienām, vai aukstos koridoros. Tāpat viņiem jābūt nodrošinātiem pret bojājumiem.

Visām ūdens izlaidēm patēriņam jābūt ar lēni slēdzošiem aizlaidņiem, lai vados neceltos ūdens triecieni. Visai ūdens armātūrai vajaga būt viegli pieejamai pārbaudei un izlabojumiem. Aizlaidņiem vajaga būt no laba materiāla (misiņa vai bronzas), un tādas konstrukcijas, lai tie būtu blīvi noslēdzami, un neceltos lieki ūdens zaudējumi. Pievadiem, pie atsevišķām izlaidēm, jābūt lielākiem kā pašai izlaidei. No vienas izlaides var iztecēt: virtuves izlietnei 6—10 l/min., vannai 60 l/min.

Māju ietaisēm vajaga tā būt iekārtotām, lai kādi netīri ūdeņi vai netīrumi nevarētu tikt iesūkti tīrūdens vados. Ar to

[1]) M. Bīmanis — Sanitārtechniskās labierīcības atsevišķās saimniecībās.

nolūku visas ūdens izteces ietaisa pāri pār noteces rezervuāra augstāko malu (izlietnes, vannas un t. t.). Ja tas nav iespējams, tad vadā jāiebūvē automatiski izteces pārtraucēji, vai atsitvārstuļi. Noliegts tieši pieslēgt pie vada tvaika katlus, pisuarus, klozeta podus, zivju bas. un t. l.

Tādos gadījumos jāietaisa starprezervuāri. Klozetiem vajadzīgas atsevišķas skalošanas kastes. Visas minētās ietaises var tieši pieslēgt pie vada tikai ar speciālas konstrukcijas skalojamiem krāniem, kas nepielaiž gaisa iesūkšanu (tuvāk šis jautājums apstrādāts M. Bīmaņa — Sanitārās labierīcības).

Noliegts tīrūdens vadus likt netīrā ūdens novados, vai dūmeņos, vai vest cauri atejas vai mēslu bedrēm, vai to tuvumā. Nedrīkst ne vienu acumirkli izlaist iz acīm, ka dzeramais ūdens ir higiēniskā ziņā dārga manta, un viņš nedrīkst caur neuzmanību, vai neprātību, vai vienaldzību tikt bojāts.

45. Ūdensmērītāji.

Piegādātais ūdens ir prece, kas saņēmējiem jāsamaksā. Nomaksa var notikt pēc viena no diviem nodokļa veidiem, vai 1) pēc zināma paušaltarifa, kuŗu noteic uz dažāda pamata, kā par to turpmāk būs norādīts, vai 2) pēc patiesi noņemtā ūdens daudzuma. Kā piedzīvojumi rāda, pirmais nodokļa veids noved pie izšķērdīgas ūdens izlietošanas, nepiegriežot pietiekošu vērību mājas instalācijas (aizlaidņu un aizgriežņu) kārtībā turēšanai un arī neskopojoties ar ūdens lietošanu. Otrs veids ierosina paņudinājumu taupīgāk apieties ar ūdeni un turēt kārtībā ietaisi, un šāds veids arī pielietots lielākā pilsētu skaitā. Paušaltarīfs var vēl būt vietā tikai pagaidām, pēc jauna ūdensvada atklāšanas, lai pieradinātu patērētāju pielietot ūdeni tik lielā mērā, cik tas vēlams higiēnisko prasību pietiekošai apmierināšanai.

Patiesi patērēto ūdens daudzumu nosaka ar ūdensmērītāju palīdzību, kuŗu iebūvē pievienošanas vadam nobeidzoties un mājas instalācijai iesākoties. Ūdensmērītāju konstrukciju ir daudz un katrai armātūras firmai ir viņu katalogā uzrādītas vairākas konstrukcijas. Šai vietā iespējams tikai norādīt uz dažām principiālām prasībām un konstrukciju grupām.

Galvenās prasības, kuŗu atrisinājums liekams par pamatu ūdensmērītāju konstrukcijām, varētu raksturot sekojoši:

1) Vajadzīga pietiekoši pareiza ūdens daudzuma uzrādīšana (nepareizība pielaižama ± 2%), arī mainīgam ūdens daudzumam, no mazākās līdz vislielākai caurtecei.

2) Mērītājam vajaga paturēt savu jūtīgumu, precīzitāti un vienmērību pēc iespējas ilgāku laiku.

3) Mērītājam jāuzrāda pēc iespējas mazāka hidrauliska pretestība ūdens caurtecei, lai novērstu lielus spiediena zaudējumus ūdensvadā.

4) Konstrukcijai vajaga būt pēc iespējas vienkāršai, visām daļām viegli pieejamām un viegli izlabojamām.

5) Mērītāja skaitļu rādītājam vajaga būt viegli pieejamam nolasīšanai.

6) Ūdensmērītājam vajaga būt pēc iespējas lētam kā iegādāšanā, tā arī uzturēšanā. Jāņem vērā, ka, uzstādot katrā mājā ūdensmērītāju, viņu skaits ir ļoti liels un no patērētājiem kopskaitā ar to prasa lielas summas.

7) Ūdensmērītājam jāstrādā bez trokšņa. Sevišķi no svara tas ir, ja mērītājs uzstādīts dzīvojamā telpā (p. p., sētnieka dzīvoklī). Jānovērš trokšņa izplatīšanās pa vadiem, kā arī tieši telpā.

Ūdensmērītājus konstruktīvi var sadalīt 2 galvenās grupās: a) ātruma vai spārnu mērītāji, kas uzrāda caurtekošo ūdens daudzumu ar zināmas konstrukcijas spārnu apgriezienu skaitu, pie kam spārnu griešanos ierosina caurtekošais ūdens, un b) tilpuma mērītāji, kuŗos ūdens piepilda zināma tilpuma kameras, un pie kuŗiem uz skaitītāja ciparnīcas atzīmē kameru pildījuma skaitu.

a. Pie ātruma mērītāju grupas pieskaitāmi Venturi mērītāji, spārnrata un Voltmaņa ūdensmērītāji.

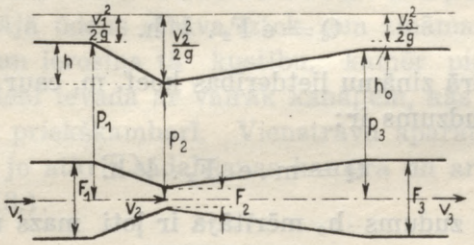
Venturi mērītāji noder sevišķi lielu daudzumu ūdens mērīšanai, p. p., pumpētavās, un viņu pielietošana ir diezgan izplatīta. Viņu lielā priekšrocība ir tā, ka viņiem nav nekādu kustošu daļu. Venturi mērītāji dibinās uz ātruma augstumu starpību dažāda diametra vadā pie tā paša zināmā ūdens daudzuma caurteces (zīm. 516.). Apzīmējot ar v_1 — ātrumu pie ieteces Venturi caurulē, v_2 — ātrumu šaurajā daļā un v_3 — pēc izteces iz Venturi aparāta, F_1, F_2 un F_3 — šķērsgriezuma platību dažādās aparāta daļās, ar p_1, p_2 un p_3 — spiediena lielumu un ar h — spiediena starpību pie ieejas un

šaurākajā vietā un h_0 — spiediena zaudējumu aparātā, tad pastāv attiecības (pēc Brinkhausa):

$$p_1 + \frac{v_1^2}{2g} = p_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

vai:

$$p_1 - p_2 = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}.$$



516. zīm. Venturi mērītāja schēma.

Starpība $p_1 - p_2 = h$ (pēc apzīmējuma zīm. 516.), tā tad

$$h = \frac{v_2^2 - v_1}{2g}.$$

Uzstādot attiecību:

$$n = \frac{v_1}{v_2} = \frac{Q}{F_1} : \frac{Q}{F_2} = \frac{Q \cdot F_2}{Q \cdot F_1} = \frac{F_2}{F_1}$$

vai $v_1 = \frac{F_2 \cdot v_2}{F_1}$.

Tā tad:

$$h = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = \frac{1}{2g} \cdot \left[v_2^2 - \left(\frac{F_2}{F_1} \cdot v_2 \right)^2 \right] = \frac{1}{2g} \left[1 - \left(\frac{F_2}{F_1} \right)^2 \right] \cdot v_2^2$$

vai arī:

$$v_2^2 = \frac{h \cdot 2g}{1 - \left(\frac{F_2}{F_1} \right)^2}.$$

Tā kā zināmā aparātā F_1 un F_2 ir konstanti, tad var apzīmēt izteiksmi:

$$\sqrt{\frac{2g}{1-\left(\frac{F_2}{F_1}\right)^2}} \text{ ar e}$$

un tad ir:

$$v_2 = e\sqrt{h}$$

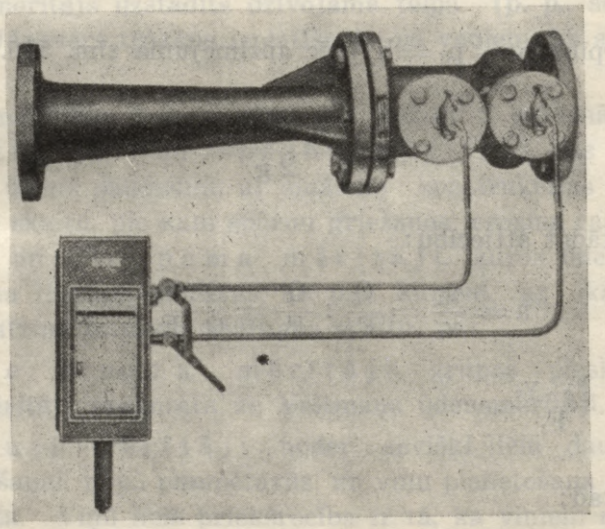
vai arī:

$$Q = e\,F_2 \,.\, \sqrt{h}.$$

Ņemot vērā zināmu lietderības koef. m, caur aparātu tekošais ūdens daudzums ir:

$$Q = m \,.\, e \,.\, F_2 \,.\, \sqrt{h}.$$

Spiediena zudums h_0 mērītājā ir ļoti mazs un iztaisa pie labas konstrukcijas ap 10% no h.



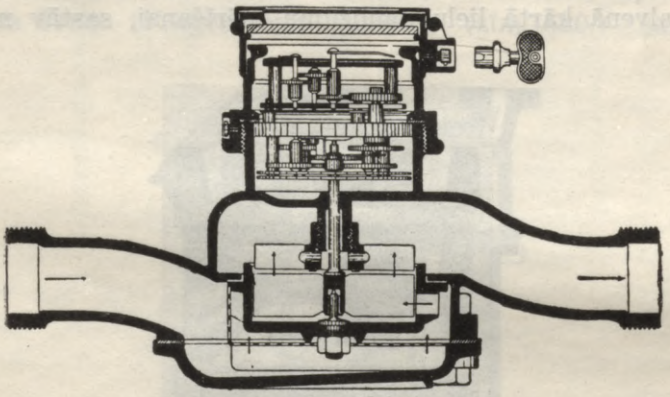
517. zīm. Venturi ūdensmērītājs.

Spiediena lielumu noņem pie ieteces aparātā (F_1) un sašaurinātā vietā (F_2), un ar šaurām caurulēm, pildītām ar dzīvsudrabu, pārnes uz diferenciālmanometru, uz kuŗa nolasa tieši caurtekošā ūdens daudzumu. Aparātu vēl savieno ar pašuzrakstītāju (zīm. 517.). Aparāta mērīšanas robeža atkarājas no

sašaurinājuma lieluma, t i. no attiecībām starp sašaurinātā (F_2) un ieteces caurules (F_1) šķērsgriezuma, pie kam parasti tādas attiecības atrod robežās no 1 : 2 līdz 1 : 10.

Venturi mērītāju, kā jau minēts, pielieto pie liela ūdens daudzuma mērīšanas, bet viņu var izveidot pielietošanai arī vados visāda lieluma. Viņa pareizība ir līdz 2%.

Spārnrata mērītāja sastāvdaļa ir spārnrats, kuŗu dzen viena vai vairākas vienādi stipras ūdens strāvas (vienstrāvu vai vairākstrāvu aparāts). Vienstrāvu mērītājā ūdens strāva iztek zem zināma leņķa uz aparāta spārnu un ierosina tā kustību, kamēr pie vairākstrāvu aparātiem ūdeni ievada ar vairāk kanāļiem, kas vienmērīgi sadalīti spārnu priekškambarī. Vienstrāvu aparāta konstrukcija vienkāršāka, jo atkrīt sadalīšanas kamera un arī vairāk pielietota (zīm. 518.).



518. zīm. Spārnrata mērītājs.

Spārnstrāvu aparātus taisa kā slapjgājējus un kā sausgājējus. Pie pirmajiem viss rādītāja mēchanisms atrodas ūdenī, no kā var rasties neērtības nolasīšanā, ja pārklājošais stikla vāks palicis no dažām ūdens ķīmiskām īpašībām netīrs vai neskaidrs un tad grūti caurredzams. Turpretim pie sausgājējiem rādītāja mēchanisms atrodas ārpus ūdens, no ūdens atšķirts ar stipru metalla plātni, caur kuŗu iet vārpsta ar blīvslēgu. Pēdējā rodas berzes pretestība, kas samazina aparāta jūtīgumu, lai gan pēdējos gados tirgū atrodas arī ļoti jūtīgi sausgājēji, un novirzīšanās no pareizā ūdens daudzuma var būt ne vairāk par ± 2%. Nolasīšanai ērtāki ir sausgājēji.

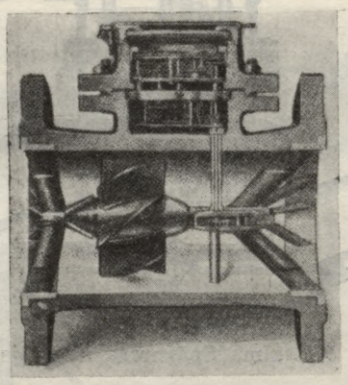
Mazus ūdens daudzumus aparāti nerāda pilnīgi pareizi un ļoti mazus pat nemaz.

Spārnu rats sastāv parasti no 4 spārniem iz celluloida. Spārni piestiprināti pie vārpstas, kuŗas augšējā daļā ierīce, kas iekustina skaitītājā mēchanismu. Ūdens, pie ieteces aparātā, iet caur sietiņu, lai atturētu no ietikšanas aparātā no nejauši ūdenī atrodošās cietās vielas.

Lieluma ziņā ūdensmērītājus iedala pēc viņu caurlaides spējas pie 10 m (ūd. staba) spiediena zaudējuma aparātā. Tā, p. p., 15 mm ūdensmērītāju apzīmē tādu, kas pie 10 m spiediena zaudējuma laiž cauri 3 m^3 ūdens stundā. Ūdensmērītāji no 3 m^3 līdz 20 m^3/st. caurleides Vācijā normēti (DJN 3260.).

Iebūvei mājā noder mērītāji no 10 līdz 40 mm, atkarīgi no mājas lieluma.

Voltmaņa ūdensmērītājs (zīm. 519.), kas noder galvenā kārtā lielu daudzumu mērīšanai, sastāv no Volt-



519. zīm. Voltmaņa ūdens mērītājs.

maņa spārnu rata, iebūvēta īsā caurules gabalā. Ūdenim caurtekot rats griežas, un katram apgriezienam atbilst noteikts ūdens daudzums. Apgriezienus pārnes uz skaitītāja mēchanismu, kas ietaisīts parasti ārpus ūdens (sausgājējs).

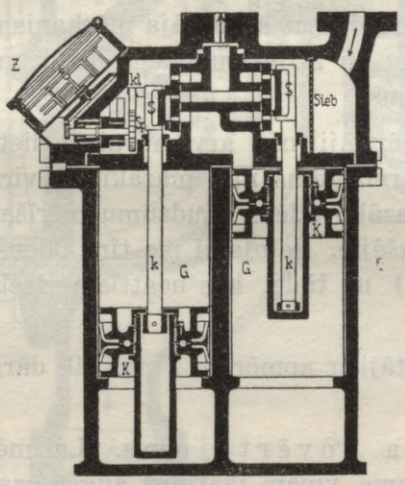
Voltmaņa mērītājs, ja pareizi iebūvēts, strādā diezgan precīzi, labāk kā iepriekšējie, ar ± 2% pareizību, vēl pie 10 m (1 atm.) spiediena. Jārūpējas, lai pievadu caurule strādātu arvien ar pilnu šķērsgriezumu, tā tad sevišķi, ja vadi ir pašteču vadi, skaitītājs jānovieto zemākā vietā (caurules noliekumā)

un ieteces caurulei vajaga būt ar taisnu gabalu, līdzīgu 10 kārtīgam caurules diametram, bet ne mazāk par 1 m.

Voltmaņa mērītājus izgatavo 50 līdz 1.000 mm platiem vadiem un viņi noder pievadūdens mērīšanai spēka turbīnās, vai kā iecirkņa mērātāji, vai lielāku gruntsgabalu, vai fabriku, ūdens apgādei. Ja ūdens daudzumi stipri svārstās, tad ieteicams maziem daudzumiem ierīkot papildu mērītājus maza lieluma, kas automatiski ieslēdzas un izslēdzas saskaņā ar caurtekošo ūdens daudzumu. Tā kā spiediena zaudējumi mērītājā ir ļoti mazi, tad parasti arī pašu mērītāju ietaisa mazāka diametra caurulē, nekā ir normālais vada lielums, kas palētina ietaisi, un skaita labāk mazu caurteci.

b. Tilpuma mērītāji. No šīs mērītāju grupas minēsim 2 sistēmas: virzuļu un ripas mērītājus.

Virzuļu mērītāji ir dažādas konstrukcijas. Pazīstamais Fražē (Frager) sist. mērītājs (zīm. 520.) sastāv no



520. zīm. Virzuļu ūdens mērītājs.

2 galvenām nodaļām: augšējās un apakšējās. Apakšējā nodaļa sastāv no 2 cilindriem, kuŗos kustas virzuļi pie virzuļu kāta. Virsējā daļa ir ūdens virziena maiņas ietaise, tā kā, lai viens cilindrs pildītos, kamēr no otra ūdens tiek izspiests, virzulim kustoties uz augšu un leju. Katrs pildījums atbilst zināmam ūdens daudzumam, un aparāta skaitītāja ietaise rēģistrē katru

virzuļa kustības maiņu un līdz ar to caurtekošo ūdens daudzumu.

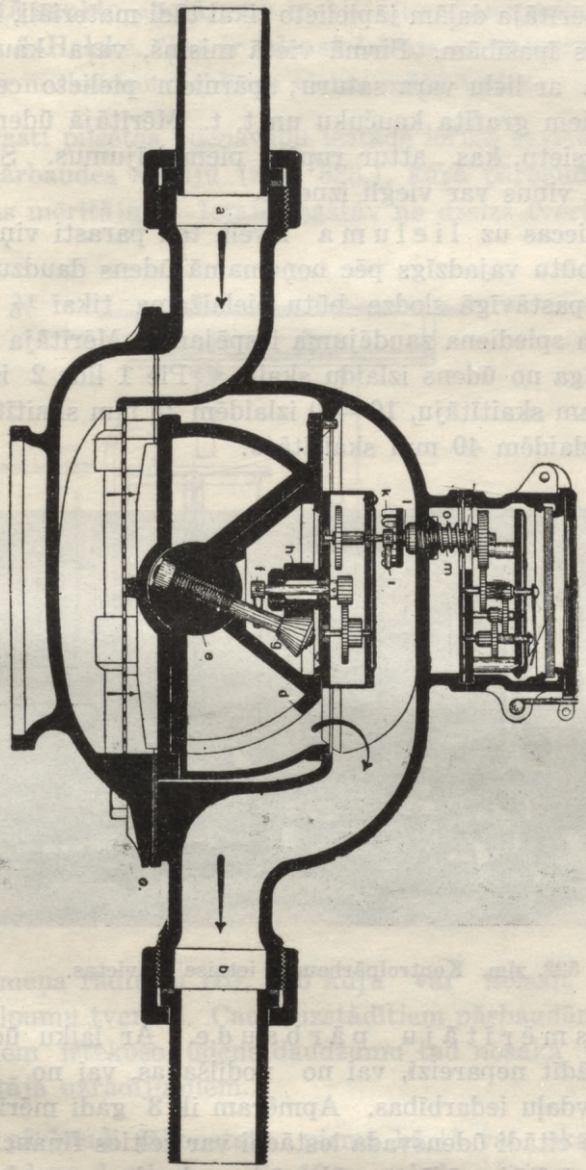
Fražē sist. ūdensmērītāji uzrāda ļoti precīzi ūdens daudzumu, bet viņi ir smagi, prasa daudz telpas un ir dārgi, bet viņi, neskatoties uz sarežģīto konstrukciju, ir diezgan izturīgi. Virzuļa kustība ir trokšņaina. Viņi pielietoti lielā mērā Parīzē un izmēģinājuma dēļ arī Maskavā. Pēdējā vietā novērots, ka dažreiz mērītāja darbība apstājas, vai no kāda defekta mēchanismā, vai no sakrājušās gaisa un arī bez redzama cēloņa, un tad ūdens piegāde mājā arī apstājas, kamēr mērītājs nav izlabots. Visādā ziņā sasniegts tas, ka bez mērīšanas ūdens mājā neietiks.

Ripas ūdensmērītāji (zīm. 521.) sastāv no plakanas vai kōniskas ripas, kas kustas lodes gultnē, lodes izgriezuma veidīgā kamerā. Kamera sastāv no 2 nodalījumiem. Caurtekošais ūdens spiež uz ripu un liek viņai valstīties ap kōnusu, kas ierosina no vienas puses ripas valstošo kustību, no otras puses iedarbojas uz skaitītāja mēchanismu, pie kam katru pilnu apgriezienu un attiecīgu ūdens daudzumu pārņem skaitītāja mēchanisms.

Šā veida mērītāji nāk arvien vairāk lietošanā un viņiem jūtīgums un pareizīgums nav mazāki kā virzuļu skaitītājiem, un noder arī mazāku ūdens daudzumu mērīšanai. Bet arī viņi, tāpat kā iepriekšējie, lietojami pie tīra ūdens (mērītājā ūdens ietek caur sietu) un tāda, kas neattīsta dzelzs vai kaļķa izkritumus.

Ripas mērītāji ir apmēram 2 reiz tik dārgi kā spārnu mērītāji.

Mērītāja novērtējums. Lai mērītājs būtu kādas sistēmas nebūdams, viņam jāatbilst augšā uzstādītām prasībām (l. p. 718.). Ūdens daudzuma uzrādījuma pareizība ir liela pie tilpuma mērītājiem, jo tie uzrāda kā mazu, tā lielu ūdens daudzumu. Tomēr tie ir dārgi un viņus nepielieto visos gadījumos. Visvairāk izplatīti ir ātruma mērītāji resp. spārnu mērītāji, kas sāk skaitīt tikai no zināma minimāla ūdens daudzuma, kamēr par to mazākais daudzums iziet cauri skaitītājam bez mēchanisma iedarbināšanas. Iekustinātais mēchanisms pēc izlaidņa aiztaisīšanas turpina ar inerciju vēl griezties kādu laiku, tā atzīmē-

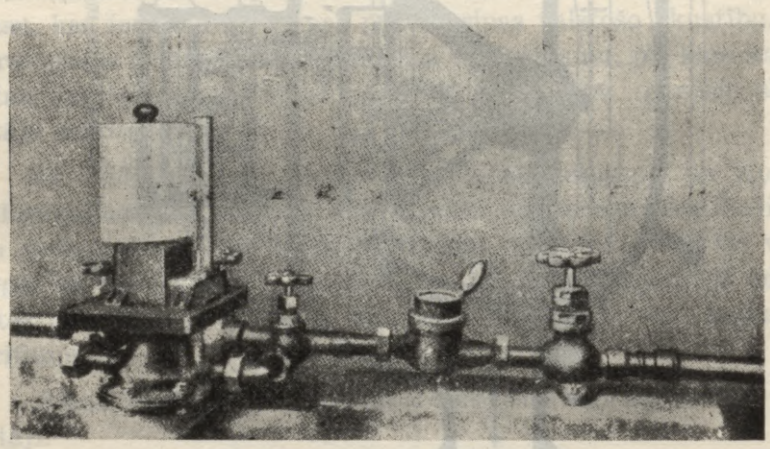


521. zīm. Ripas ūdens mērītājs.

dams lielāku ūdens daudzumu nekā patiesi saņemts. Tomēr sava lētuma dēļ ātruma mērītāji ir vairāk izplatīti kā tilpuma mērītāji.

Ūdensmērītāja daļām jāpielieto tikai tādi materiāli, kas piemēroti ūdens īpašībām. Pirmā vietā misiņš, vara kausējumi, fosforbronza ar lielu vara saturu; spārniem pielieto celluloida masu, gultņiem grafita kaučuku un t. t. Mērītājā ūdens ietek caur aizsargsietu, kas attur rupjus piemaisījumus. Sieti tā jāietaisa, ka viņus var viegli izņemt.

Kas attiecas uz lieluma izvēli, tad parasti viņus ņem lielākus kā būtu vajadzīgs pēc noņemamā ūdens daudzuma, un tā kā viņu pastāvīgā slodze būtu pielaižama tikai $\frac{1}{5}$ no tās, kas pie 10 m spiediena zaudējuma iespējama. Mērītāja lieluma izvēle atkarīga no ūdens izlaidu skaita. Pie 1 līdz 2 izlaidēm pieņem 10 mm skaitītāju, 10—20 izlaidēm 25 mm skaitītāju un 40 līdz 60 izlaidēm 40 mm skaitītāju.



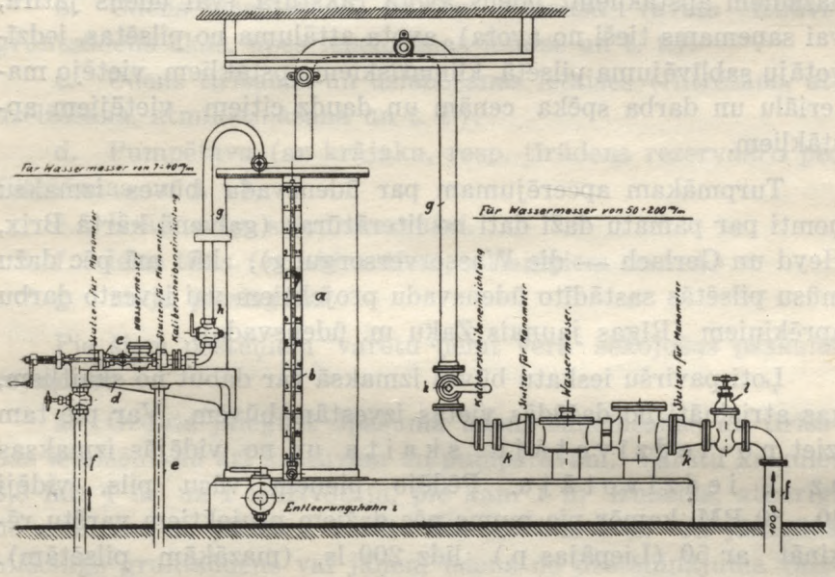
522. zīm. Kontrolpārbaudes ietaise uz vietas.

Ūdensmērītāju pārbaude. Ar laiku ūdensmērītāji sāk rādīt nepareizi, vai no nodilšanas, vai no ķīmisku ūdens sastāvdaļu iedarbības. Apmēram ik 3 gadi mērītājs jāpārbauda, jo citādi ūdensvada iestādei var celties financiāli zaudējumi, ja mērītājs rādīs mazāku ūdens daudzumu, nekā patiesībā ir patērēts.

Mērītāja pārbaudei uz vietas iebūvē pie māju mērītāja nozarojumu, uz kura var uzskrūvēt kontrolmērītāju un pārbau-

dīt vai iebūvētais, pastāvīgais mērītājs rāda to pašu kā pārbaudītais kontrolmērītājs (zīm. 522.). To var izdarīt, bez kā būtu jāpārtrauc ūdensvada piegāde. Kontrolmērītāja vietā pielieto dažreiz tā saukto «bojājumu meklētāju», konstruētu no firmas Siemens & Halske. Tas ir ūdensmērītājs ar pašuzrakstītāju, ar kuŗu var noskaidrot neblīvas vietas māju vados.

Parasti pilsētas ūdensvadu iestādē ierīko sevišķu ūdensmērītāju pārbaudes staciju (zīm. 523.), kuŗā pārbauda noņemtos no vietas mērītājus. Ietaise sastāv no dzelzs tvertnes (a) ar



523. zīm. Ūdens mērītāja pārbaudes stacija.

ūdens līmeņa rādītāju (b), no kuŗa var nolasīt katrreizējo ūdens tilpumu tvertnē. Cauri uzstādītiem pārbaudāmiem ūdensmērītājiem iztekošo ūdens daudzumu tad nosaka un salīdzina ar mērītāja uzrādījumiem.

Ar pārbaudi jākonstatē pirmā kārtā vai skaitītājs rāda pareizu ūdens daudzumu pie 10 m spiedzaudējuma, un arī pie dažādiem caurlaistiem ūdens daudzumiem. Otrā kārtā jāpārbauda arī vai mērītājs ir pietiekoši blīvs savā konstrukcijā, pie 5 atm. lielāka spiediena par darba spiedienu tīklā.

46. Ūdensvadu izmaksa.

Ūdensvadu izmaksa kā būvē, tā arī ekspluatācijā ir tik tuvu saistīta ar vietējiem apstākļiem, ka katrā atsevišķā gadījumā tikai sastādot attiecīgos projektus un maksas aprēķinus, var dabūt piemērīgu atbildi. Lai tomēr iepriekšējai kalkulācijai būtu kaut kāds pamats, jāpiegriežas panākumiem, kādi iegūti vietās, kur būvēti un pastāv ūdensvadi.

1. Ūdensvadu būves izmaksas.

Ūdensvadu izbūves izmaska atkarājas no ļoti dažādiem apstākļiem: ūdens avota rakstura (vai ūdens jātīra, vai saņemams tieši no avota), avota attāluma no pilsētas, iedzīvotāju sablīvējuma pilsētā, klimatiskiem apstākļiem, vietējo materiālu un darba spēka cenām un daudz citiem vietējiem apstākļiem.

Turpmākam apcerējumam par ūdensvadu būves izmaksu ņemti par pamatu daži dati no literātūras (galvenā kārtā Brix, Heyd un Gerlach — die Wasserversorgung), kā arī pēc dažu mūsu pilsētās sastādīto ūdensvadu projektiem vai izvesto darbu aprēķiniem (Rīgas jaunais Zaķu m. ūdensvads).

Ļoti paviršu ieskatu būves izmaksā var dabūt no skaitļiem, kas atrisināti no dažādās vietās izvestām būvēm. Var pie tam iziet no iedzīvotāju skaita un no vidējās izmaksas uz 1 iedzīvotāju. Pēdējo pieņem vācu pils. vidēji 40—80 RM, kamēr pie mums pēc dažiem projektiem varētu rēķināt ar 50 (Liepājas p.) līdz 200 ls. (mazākām pilsētām). Maksa uz 1 iedz. atkarājas no būvtechniskiem apstākļiem, sevišķi grunts apstākļiem, materiālu cenām, ūdens saņemšanas ietaisēm un ūdens sagatavošanas ietaisēm, tā arī no apbūves apstākļiem: biezai apbūvei vajadzīgs īsāks ielu tīkls un plašai apbūvei ielu tīkls ir garš.

Apzīmēsim ar:

M — visas būves izmaksu.

E — iedzīvotāju skaitu.

m_1 — vidēju izmaksu uz 1 iedz.

tad:

$$M = m_1 . E.$$

Labāk ir, ja vienības cenu attiecina uz 1 m ielas vadu gaŗuma, kas iztaisa 20 līdz 40 RM, pēc Latvijas pilsētu projektiem 20 līdz 50 ls. Tad ir:

$$M = L \cdot m_2,$$

kur L — ielas tīkla gaŗums un m_2 — izmaksa uz 1 m vada.

Arī te vienības maksa atkarājas no apbūves blīvuma.

Pareizak maksas aprēķinu iegūst, ja kalkulāciju sastāda pēc idejiska projekta, ņemot vērā atsevišķus izdevuma posteņus. Pēdējos var sadalīt sekojošos:

a. Grunts īpašuma iegūšana būves vajadzībām.

b. Ūdens ieņemšanas ietaišu izmaksa (avota izbūve, gruntsūdens akas, upes ieņemšanas ietaise un t. t.).

c. Ūdens tīrīšanas un uzlabošanas ietaises (filtrēšana, atdzelžošana, atmīkstināšana un t. t.).

d. Pumpētava (ar krājaku, resp. tīrūdens rezervuāru pēc filtrēšanas un t. t.).

e. Krāj- resp. spiedrezervuāri.

f. Ielas tīkls (ar hidrantiem, aizlaidņiem un t. t.).

g. Māju pieslēgumi.

Pie šiem posteņiem varētu ņemt vērā sekojošus paskaidrojumus:

a. Grunts jāiegūst īpašumā ūdens saņemšanas un tīrīšanas ietaisēm, kā arī krātuvēm un pumpētavām. Varētu kalkulēt 0,5 līdz 1 m^2 uz 1 iedzīvotāja, pie kam 1 m^2 izmaksa, atkarīgi no attāluma no pilsētas, varētu būt 0,5 līdz 1 ls. Ja jāsagādā mākslīgs gruntsūdens vai jāņem ūdens no uzstādinājuma (aizsprosta), tad vajadzīgs lielāks īpašums.

b. Ūdens saņemšanas ietaišu izmaksa atkarājas no ūdens avota rakstura.

Avotu izbūves izmaksa svārstās ļoti plašās robežās (no 160 līdz 4.000 MR. uz 1 sl. pēc Prinz und Kampe — Handb. d. Hydrologie Bd. II. S. 138), tā kā nekādu vidēju skaitli nevar uzrādīt.

Aku izmaksa atkarājas no aku dziļuma, akas devības un viņu skaita un attāluma (sifona vads). Gremdaku vai krājaku var aprēķināt pēc m^3 apbūvēta tilpuma (40 līdz 60 RM/m^3). Rīgā, Zaķu m. maksāja 1 m^3 ap 60 ls. Urbtas akas

izbūve atkarājas kā no grunts īpašībām, tā arī no dziļuma un diametra. Pielieto šādu formulu vieglā smiltī 1 akai:

$$M = \frac{t \cdot D}{10} \cdot \left(1 + \frac{t}{100}\right) \text{ (vācu RM)},$$

kur t — akas dziļums — m, D — urbuma diametrs — mm.

Izmaksā M — ierēķinātas caurules, filtri un t. t. Sifonvads Rīgas Zaķu m. stacijā d = 250 līdz 550 mm, maksāja 1 km ap 90.000 ls.

P. p., t = 30 m, D = 800 mm, $M = \frac{30 \cdot 800}{10}\left(1 + \frac{30}{100}\right) =$ = 3.120 RM. Rīgas jaunā Zaķu m. ietaisē maksāja akas 3.000 līdz 4.000 ls. + 1.400 ls. par aizlaidņu šachtu.

c. Ūdens tīrīšana un uzlabošana. Betona vai dzelzsbetona pārklāti baseini var maksāt 25 līdz 50 ls. uz 1 m^3 tilpuma. Atdzelžošanas ietaisi (vaļēju) varētu rēķināt ar 500—600 ls./1 m^2 laukuma, bet filtrus, pārklātus, ar 100—150 ls./ 1 m^2.

d. Pumpētavas, ierēķinot ēkas, mašīnas un visu instalāciju, var kalkulēt ar 5 līdz 10 RM uz 1 iedz. [Rīgā Zaķu m. (15.000 m^3, kas pietiktu vismaz 100.000 iedz.) mašīnu māja un ēkas izmaksāja ap 400.000 ls., tā tad uz 1 iedz. 4 ls. Spiedvads d = 800 mm izmaksāja 1 km — 130.500 ls.] Pareizākus skaitļus dabū, aprēķinot ēkas, pumpjus un dzinējus atsevišķi.

e. Krātuves. Zemē būvētas krātuves, no mūŗa, betona vai dzelzsbetona, izmaksu kalkulē ar 20—50 RM/m^3.

Ūdens torņu izmaksa atkarīga vienkārt no rezervuāra lieluma un materiāla, otrkārt no torņa augstuma. Dr. Letrs (Ges. Ing. 1932.), ņemot vērā Vācijas apstākļus, uzstādījis tuvinošu formulu, izmaksai RM:

$$M = 7 \cdot J \cdot h,$$

kur J — rezervuāra tilpums, h — ūdens torņa augstums.

P. p., J = 1.500 m^3 un h = 25 m, M = 262.500 RM. (Liepājas torņa projektā J = 1.500 un h = 25 m, izmaksa aprēķināta ar 285.000 ls.)

Tāpat tuvinošus skaitļus dabū, aprēķinot torņa izmaksu pēc iedzīvotāju skaita. Segellkens (Ges. u. Wasserfach 1929.) uzstādījis formulu:

$$M = E \cdot \left(4 + \frac{20000}{E}\right) \text{ (RM.)}$$

ar E — apzīmējot iedzīvotāju skaitu. Formulā ieslēgts mašīnista dzīvoklis un tālsignālizācija. Formulas pielietošana domāta pilsētām 1.000 līdz 15.000 iedzīvotājiem. Pareizus skaitļus, protams, var iegūt tikai, sastādot būves projektu un novērtējot tā izmaksu pēc vietējām materiāla un darba spēka cenām.

f. Ielu tīkls. Kamēr nav ielu vadu diametri zināmi, var kā vidēju izmaksu pieņemt 1 m vada gaŗumu ar 20 ls. (pēc Liepājas projekta, Vācijā pieņem 15 RM/1 m), ierēķinot visus darbus un materiālus, kā caurulēm, tā arī aizlaidņiem, hidrantiem un t. t. Atsevišķiem vadiem, kuŗu diametrs resp. novadāmais ūdens daudzums un tecēšanas ātrums vai kritums zināmi, 1 m izmaksu (RM) pēc Eigenbrodta var pieņemt:

$$m = 170 \cdot d^{1,335} = 200 \cdot \left(\frac{Q}{v}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{27{,}96 \times \sqrt{Q}}{J^{0,275}}.$$

g. Māju pievienojumi. Ja nav sevišķi gaŗi pievienojumi, 1 mājai pieņemti pēc vācu literātūras 70 līdz 80 RM, ieskaitot ūdensmērītāju.

Augšminētās vērtības pieņemtas pie materiāla un darba spēka cenām, kā arī pēc valūtas kursa, kāds pastāvēja 1936. g. sākumā.

2. Ūdensvadu ekspluatācijas izdevumi.

Visas ietaises jātur tīras un jāuztur kārtībā. Novērotie defekti bez kavēšanās jāizlabo. Aizsargjosla jātur arvien zem uzraudzības. Ūdens labums laborātorijās pastāvīgi jāpārbauda. Vadi jāskalo un jātīra.

Ietaises ekspluatācijai un remontiem vajadzīgi zināmi gada izdevumi, kuŗus var sakopot sekojošās grupās:

1. Izdevumi ietaises izbūves (būvkapitāla) vai vienreizēju izdevumu atmaksa. Parasti pilsētas naudu aizņemas ar zināmu procentu nomaksu gadā (p. p., 6%), pierēķinot vēl zināmu procentu kapitāla deldēšanai noteiktā laikā (p. p., 2%), parasti 25 gados. Ir arī pilsētas, kas uzbūvē ietaisi pamazītiņām, cik to atvēl tekošie līdzekļi, bet tādi gadījumi gan ir uzskatāmi kā izņēmums. Nevēlams tāds paņēmiems ir no dažādiem viedokļiem. Ilggadīga būve novilcina sagaidāmos labumus lielākai daļai pilsētas iedzīvotāju. Tā kā dažas pamata būves, p. p., ūdens saņemšanas ietaises izbūves, pumpētavas, krātuves jātaisa uz reiz, tad varētu pakāpe-

niski izbūvēt tikai tīklu, bet izbūves novilcināšana novilcina arī ienākumu saņemšanu, kas vajadzīgi pamata ietaišu uzturēšanai. Arvien lietai par labu nāk, ja labierīcības var pielietot vismaz lielākā daļa pilsētas iedzīvotāju. Protams, ka pilsētas nomalēm, kas vāji apbūvētas, būs jāpaciešas bez labierīcībām, kamēr viņas nebūs saimnieciski attiecīgi nogatavojušās.

Jāmin, ka pilsēta ņem uz sava rēķina tikai ūdens sagādāšanu un viņa izdalīšanu pa ielu tīklu. Ūdens ievadīšanu mājā no ielu vada izdara uz grunts īpašnieka rēķina. Tāpat arī ūdens izdalīšanu mājas iekšpusē izdara grunts īpašnieks uz sava rēķina.

Tā tad parasti pilsētas izdevumos ūdensvadiem jāieskaita procentu nomaksa būvkapitālam, un viņa amortizācijai.

Daudzreiz mēdz nodibināt arī atjaunošanas fondu, atskaitot zināmu summu procentos no ietaises vērtības, un viņu uzkrājot, nodilušu vai citādi nepietiekoši labi strādājošu ietaises daļu kapitālremontam, pārbūvei vai paplašināšanai.

2. Tālāk gada izdevumi vajadzīgi ekspluatācijai un remontiem. Arī tos var noteikt iepriekšējai kalkulācijai % no būvkapitāla (tab. 23.). Algas pārvaldes un apkalpošanas personālam jāpierēķina atsevišķi, ņemot vērā paredzēto uzraudzības organizāciju. Automatiskas mašīnas prasa mazāk nodarbinātu personālu. Vispārīgi mašīnu apkalpošanai izdevumi pieaug ar mašīnu lielumu, nodarbināšanas laiku, bet var, uz vienību rēķinot, būt mazāki pie lielāka mašīnu skaita.

47. Ūdens tarīfa pamati.

Kā no iepriekšējā redzams, ūdensvadu gada izdevumi sastāv no šādiem posteņiem:

1) procentu nomaksa no būvkapitāla (ja pēdējais iegūts ar aizņēmumu);

2) būvkapitāla amortizācijas vai ietaises nodilšanas maksa;

3) norakstījumi vai ieņēmumi atjaunošanas fondā, izteikti procentos no ieguldītā kapitāla;

4) ekspluatācijas izdevumi;

5) remontu izdevumi.

Tabula 23.

Nodilšanas ilgums ietaises daļām un viņu uzturēšanas izmaksa.
(Pēc Brix un c. Die Wasserversorgung.)

Būvju apzīmējumi	Nodilšanas laiks gados	Gada uzturēšanas izmaksa % no ieguldīt. kapitāla
Ēkas un pamatojumi	60—80	0,5
Avotu izbūve	100	1—2
Aku ietaises	50	2—3
Upes ieņemšanas ietaises	50	3—5
Virzuļu pumpji	30	1—2
Centrbēgpumpji	20	3
Tvaika katli	15	1—2
Tvaika mašīnas	30—40	2
Tvaika turbīnas	20	2
Dīzeļmotori	15	2—3
Elektromotori	20	1—2
Elektriski atklāti vadi	30	1—3
Elektriska instalācija	20	2—3
Filtri	30	2—3
Nostādināšanas bas.	60	1
Zemes bas. (būvēti zemē)	60—80	0,5
Ūdens torņi	40	1—2
Cauruļu vadi	100	0,3—0,5

Šiem izdevumiem jāstāv pretim attiecīgiem gada ieņēmumiem, iegūtiem no patērētājiem nodokļa veidā pēc zināmām tarīfa likmēm.

Jautājums ir plaši diskutēts, vai pilsētas nevar nodokļa likmes tā noteikt, ka paliktu pāri zināma summa vispārīgai pilsētas kasei. Jāņem vērā, ka ūdensvadi uzlabo veselības apstākļus pilsētā, un uz viņiem nav jāskatās kā uz peļņas avotu. Tomēr liela daļa pilsētu uzskata arī ūdensvadus par peļņu nesošu (rūpniecisku) uzņēmumu, un pie tarīfa likmes sastādīšanas paredz zināmu lielāku vai mazāku atlikumu no ienākumiem pēc visu ūdensvadiem vajadzīgo izdevumu nomaksas.

Ūdensvadu tarīfa noteikšanai var par pamatu pieņemt dažādas metodes. Nodokļa lielumu var noteikt vai 1) pēc patiesi patērētā ūdens daudzuma, ko nosaka ar mērītājiem vai pēc kādām citām pazīmēm, un 2) ņemot maksu zināmas paušalsummas veidā. Pirmā metode ir taisnīgāka un arī

labāka, jo izsargā no liekas ūdens izšķērdēšanas, pieradina pie zināmas taupības ūdens lietošanā, kā tas pierādīts pilsētās, kurās agrāk ņēma paušalmaksu, bet vēlāk ieveda ūdens mērītājus. Samaksājot paušalmaksu, patērētājs vairs nav tieši ieinteresēts rūpēties, lai visi aizlaidņi būtu blīvi un aiztaisīti; viņš pat pielieto ūdeni, p. p., dažādu ēdamu vielu vai dzērienu dzisināšanai (ja ūdens ir auksts) un t. t. Dažās pilsētās aiz saimnieciskiem motīviem pastāv abas metodes, un ar ūdensmērītājiem aprēķina patēriņu tikai rūpniecības ūdeņiem, kamēr māju saimniecībām atstāj paušalmaksu, vai uzstāda mērītājus tikai lielākās mājās, aprēķinot nodokli mazām mājām pēc mērena paušaltarīfa (Kauņā).

Pamatus ūdens tarīfa likmēm var iegūt no dažāda viedokļa. No techniskā viedokļa varētu krist svarā tas, ka augstāk gulošām pilsētas daļām ūdens jāpaceļ augstāk un tā prasa lielākus izdevumus kā zemākām. Arī attālākām pilsētas daļām ūdens piegāde dārgāka, jo dažreiz jāuzstāda pat sekundāra pumpētava. No sociālā viedokļa paaugstinātās likmes ārpilsētām, kur parasti dzīvo mazāk pārtikuši iedzīvotāji, nav taisnīga un ir pareizāk, ja mazāk pārtikušiem aprēķina ūdeni lētāk, kā bagātākiem patērētājiem. Tā, p. p., dažās vācu pilsētās neprasa maksu par ūdeni dzīvokļiem, kas maksā 200 līdz 250 RM. gadā īres. Hallē nodod 25 l katram iedzīvotājam pa brīvu.

No komerciālā viedokļa zināma interese ir ar lielpatērētājiem, un tādiem var būt likme noteikta pēc slīdoša tarīfa, t. i. līdz zināmam m^3 daudzumam rēķina pēc vienas likmes, bet lielākam patēriņam pēc pazeminātas likmes. Tas dažreiz attaisnojams ar to, ka tikai ņemot vērā tādus lielpatērētājus bija iespējams ūdensvadu izbūvēt un sagādāt labumu arī mazākpatērētājiem.

Izejot no šādiem viedokļiem, taisnīga ūdens maksas noteikšana izrādās par ļoti sarežģītu jautājumu un gandrīz katrā pilsētā problēma atrisināta citādi, pieskaņojoties vietējām prasībām.

Visparastākais veids iekasēt ūdensvada nomaksu ir tas, ka gruntsgabalā ir uzstādīts 1 ūdensmērītājs un nomaksu par patērēto ūdeni iekasē no mājas īpašnieka, atstājot viņam tiesību ierēķināt īres maksā arī ūdens maksu. Tā tad viens pats mājas īpašnieks atbildīgs par nomaksas izdarīšanu noteiktā

laikā. Var sastapt arī uzskatus, ka būtu pareizāk ņemt maksu par patērēto ūdeni no katra dzīvokļa atsevišķi, tāpat kā to dara ar gāzi un elektrību. Tādā gadījumā būtu katrā dzīvoklī jāuzstāda ūdensmērītājs un to skaits pieaugtu ļoti lielā mērā, un prasītu sevišķus izdevumus patēriņa uzņemšanai un maksas norēķināšanai. Pēc kādas kalkulācijas, kas izdarīta Leipcigas pilsētā, tas prasītu ap 30% izdevumu lieluma paaugstināšanu par ūdensvadu uzturēšanu. Nebūtu tāds paņēmiens arī ieteicams no sociālā un higiēniskā viedokļa, jo taisni tie mazturīgākie iedzīvotāji pielietotu lielu taupību ūdens patēriņā. Protams īrnieks var, vienojoties ar mājas īpašnieku uzstādīt sevišķu ūdensmērītāju savām vajadzībām un uz sava rēķina, sevišķi, ja ūdeni patērē rūpnieciskiem uzņēmumiem. Tāds ūdensmērītājs uzskatāms tikai kā otras šķiras mērītājs un noder īrnieka norēķināšanās atvieglošanai ar mājas īpašnieku, bet ne ar pilsētas valdi, atbildīgais par kārtīgu nomaksu paliek mājas īpašnieks. Tādas pilsētas, kas iekasētu ūdens maksu tieši no dzīvokļa turētāja, uzskatāmas par izņēmumu.

Tomēr izteiktai kārtībai, gan vairāk no teorētiskā viedokļa, var celt ierunas. Mājas īpašnieks, kam jāmaksā nodoklis, protams, ierēķinās ūdens maksu īres maksā, neaizmirsdams pie šī gadījuma arī sev ierēķināt zināmu summu. Bez tam īpašnieks mēģinās ietaupīt, visādi īrniekiem atraudams ūdeni. Tā, p. p., vācu pilsētās bija novēroti īpašnieki, kas deva īrniekiem ūdeni tikai dažas stundas dienā. Pārējā laikā, p. p., klozetiem būtu jāpaliek neskalotiem, ja šo ievērojamo sanitārtechnisko ietaisi iedzīvotāji gribētu pielietot. Lai tādas varbūtības novērstu, pilsētas var noteikt zināmu minimālo maksu no mājas, lai īpašniekam vairs nebūtu lielas intereses dzīties pēc tādiem ārkārtīgiem ietaupījumiem.

Jāatzīst tomēr, ka pareizāk būtu ūdens maksu ņemt no tiešā patērētāja. Uzstādot mērītājus katrā dzīvoklī, apdzīvotā no vienas ģimenes, kas var būt dažāda lieluma, un var būt arī ar apakšīrniekiem, atkristu mājas īpašnieka starpnieka loma, un būtu ievērots vairāk taisnības princips, jo maksātu katrs tieši tik daudz, cik viņš patērējis. Lai izbēgtu lielo skaitu mērītāju, kas būtu jāuzstāda lielājās, kazarmu veidīgās mājās ar maziem 1—2 istabu dzīvokļiem, un ievērojot to, ka tādās mājās dzīvo nabadzīgākie pilsētas iedzīvotāji, ir uzskati,

ka būtu pareizi tādos gadījumos nekādu maksu neņemt, sadalot ūdens nodokli uz labāk situētiem pilsētas iedzīvotājiem.

Ūdensmērītāju vērtību samaksā vai mājas īpašnieki, vai ūdensvadu pārvalde tos uzstāda uz sava rēķina, ņemot nomu par uzstādīto mērītāju, kuŗas lielumam principiāli jālīdzinās procentu un amortizācijas nomaksai no mērītāja iegūšanas summas. Ja pilsēta ņem vairāk, tad tas ir ūdens maksas paslēpts palielinājums. Mērītāju uzturēšanu kārtībā atstāj sev ūdensvadu pārvalde arī tai gadījumā, ja mērītājs iegūts ar īpašnieka līdzekļiem, un ņem no lietotājiem zināmu atlīdzību. Nomas maksu parasti nosaka pēc ūdensmērītāja lieluma, t. i. viņa caurlaides spējas vai viņa caurteces platuma. Tā, p. p., Rīgā šobrīd par ūdensmērītāju, ko uzstāda pils. valde, ņem šādu nomas maksu gadā:

½″ — 9 ls., ¾″ — 12 ls., 1″ — 15 ls., 1½″ — 18 ls., 2″ — 48 ls., 3″ — 75 ls. un 4″ — 120 ls. Ūdensmērītājs tad paliek pilsētas īpašumā un pilsēta izdara tekošu remontu uz sava rēķina.

Ūdensmērītājos ūdens daudzumu mēra un maksu nosaka pēc m^3 (kubikmetriem), bet ir arī pilsētas, kas nerēķina maksu no m^3, bet no ūdensmērītāja caurlaides platības. Visvienkāršākais tarīfs ir, ja maksu par m^3 nosaka visiem gadījumiem vienu un to pašu, vienalga vai ūdeni patērē mazā vai lielā daudzumā, mājturībai vai rūpniecībai. Maksa dažādās pilsētās grozās parasti starp 15 līdz 40 sant./m^3, atkarīgi no pašizmaksas. Rīgā ūdens šobrīd (1937. g.) maksā 12 sant./m^3. Daudzās pilsētās visiem vienāds tarīfs nepastāv. Dažās pilsētās liela daudzuma patērētājiem ūdeni dod par lētāku maksu kā mazajiem patērētājiem. To varētu uzskatīt par dibinātu pa daļai, tomēr daudzi izdevumi ir gandrīz tie paši uz 1 m^3 kā lielam, tā mazam patēriņam, kā p. p., pumpēšanas izdevumi. Liktos, ka nebūtu pareizi, ja mazie patērētāji, kas pa lielai daļai ir tie mazturīgākie, maksātu par ūdeni dārgāk kā parasti labāk situētie, lielākie patērētāji. Tomēr dažreiz jārīkojas no komerciālā viedokļa, lai lielie patērētāji, p. p., rūpniecības iestādes, kas patērē daudz ūdens, neierīkotu sev atsevišķu ūdensvadu, bet palīdzētu segt izdevumus, kas saistīti ar centrālo vadu. Tarīfu likmes tādai dažādai cenai par 1 m^3 ir dažādas. Dažās pilsētās nosaka patēriņa normu, līdz kuŗai maksā dārgāku tarīfu, un tad tālāk arī normas turpmākiem patēriņa daudzumiem.

Tā, p. p., Helsinkos maksā:

24 sant./m³ pie patēriņa 1—1.000 m³ gada ceturksnī.
23 „ „ „ 1.001—2.000 „ „ „
22 „ „ „ 2.001—4.000 „ „ „
21 „ vairāk par 4.000 „ „ „

Tallinā maksā:

Kr. 0,15—0,17 m³ līdz 500 m³ mēnesī.
„ 0,12 — vairāk par 500 m³ mēnesī.

Dažādu avotu ūdeņi, ja pilsētā ir dubultvads, aprēķina dažādi (Hanoverā senāk ņēma par upes ūdeni 10 Pf., turpretim gruntsūdeni 20 Pf./m³). Ir pilsētas, kas vasarā liek ūdeni samaksāt citādi kā ziemā (Frankfurtē a/M. — ziemā 15 Pf., vasarā 25 Pf./m³). Dārgāku tarīfu pilsētas ņem, ja ūdeni pielieto pārejošām vajadzībām (būvēm, gada tirgos un t. t.) Ugunsgrēka dzēšanai ūdeni aprēķina lētāk, vai atdod pavisam bez maksas.

Rūpniecības vajadzībām aprēķina pēc atsevišķa tarīfa.

Dažas pilsētas aprēķina lielākiem patērētājiem rabatu, vārda īstā nozīmē, t. i. procentus no aprēķinātās maksas pēc pamattarīfa. Tā, p. p., Varšavā (tarīfs 43 sant./m³) aprēķina rabatu gada patēriņam no 2.000—4.000 m³ — 5%, pāri par 4.000 m³ — 10%. Arī Rīgā senāk pastāvēja tāds aprēķināšanas veids, un 1912. g. pie pamattarīfa 7 k/m³ aprēķināja rabatu patēriņam 10.000—15.000 m³ — 5%, 15.000—25.000 m³ — 10%, 25.000—35.000 m³ — 15%, vairāk par 35.000 m³ — 20%.

Kā redzams, ūdens tarīfa aprēķina lielumi un pat veidi pēc notērētiem m³ ir ļoti dažādi, un viņi daudz pilsētās ar laiku mainījušies, jo parasti maksu par ūdeni pilsētu pārvaldes organi mēdz noteikt budžeta kārtībā uz 1 gadu. Nav zināms, vai valsts likumdošanas ceļā kādā vietā šo jautājumu norēgulē.

Minimālmaksa. Lai izsargātos no pārāk lielas taupības, kas dažādā ziņā nevēlama, dažās pilsētās ievesta zināma minimālmaksa, ko arī var noteikt uz dažāda pamata. Protams, ka izejas viedoklis ir noteikt minimālo patēriņa lielumu, bet arī to var noteikt dažādi pēc ikreizējiem uzskatiem. Tā, p. p., Dancigā, kā minimālmaksa pieņemta 3 M. no katras apdzīvotas telpas mājā ar ievestu ūdeni. Par apdzīvotu skaita katru telpu ne mazāku par 10 m² grīdas laukuma, vienalga vai viņa apkurināma vai nē, izņemot trepju telpu, mājas vestibilu, bēniņus

un pagrabus, bet gan ieskaitot maksājamo skaitā bēniņu un pagrabu istabas. Manheimā minimālmaksa noteikta pēc mājas nomas vērtības. Senāk bija pieņemtas 3 īres maksātāju klases ar sekojošu ūdens minimālmaksu: mājām ar gada ienākumu no īrēm līdz 1.000 M. — 20 M., 1.001—3.000 M. — 50 M. un pāri par 3.001 M. — 70 M. Tomēr izrādījās, ka tāds skaitlis nav pilnīgi taisnīgs, jo dažam īpašniekam zemākā klasē iznāca samērā dārgāk samaksāt kā no īpašuma ar augstāku vērtību. Tādēļ šo iekārtu grozīja un pārgāja uz tādu aprēķina veidu, ko noteic nodoklis no nomas normālās maksas 3% lielumā un aprēķināja restorāniem no ⅔ un kantoriem, magazīnām, fabrikām un darbnīcām ⅓ no īstās nomas vērtības.

Ķelnē bija tāda metode: mazāko ūdens maksu nosacīja atkarīgi no īpašuma nodokļu lieluma un par 1 gada ceturksni bija jāmaksā: nebija jāmaksā līdz 12 M. mājas nodokļa, bet pie nodokļa 12—16 M. — 50 Pf., no 16—20 M. — 1 M. un t. t. līdz 41. pakāpei, pie kam pēc nodokļa lieluma pāri par 3.000 M. bija jāmaksā par ūdeni 300 M.

Lielā daļa pilsētu minimālmaksu aprēķina kā maksu par zināma daudzuma ūdeni vai viņu patērē vai nē, un tikai lielāks patēriņš jānomaksā atsevišķi pēc tarīfa. Berlīnē ņēma no katra pieslēgtā gruntsgabala par katru gada ceturksni 4 M. kā pamatmaksu, kas uzskatāma it kā atlīdzība par to, ka gruntsgabals pieslēgts pie ūdensvada tīkla. Īsto maksu ņem pēc patērētā ūdens daudzuma.

Stokholmas tarīfs ir 26 sant. par 1 m^3, bet ne mazāk par 20 ls. no ūdensmērītāja, kas uzrāda līdz 1.000 m^3. Lielākam patēriņam nolaidums: 1,3 sant. pie patēriņa 1.000—2.000 m^3, 2,6 sant. — 2.000—3.000 m^3, 3,9 sant. — 4.000—8.000, 5,2 sant. — 8.000—12.000 un 6,5 sant. — vairāk par 12.000 m^3. (Stokholma ņem vienreizīgi par pieslēgumu 39 sant. no katra m^2 gruntsgabala laukuma.)

Minimālmaksai ir divējāda nozīme, vienreiz financiāla, otrreiz higiēniska. Financiālā ziņā viņa garantē ūdensvadu pārvaldei zināmu ienākumu, neatkarīgi no lielāka vai mazāka ūdens patēriņa. Higiēniskā ziņā nozīme tā, ka iedzīvotāji nav ieinteresēti apieties visai skopi ar ūdeni, jo par zināmu noteiktu ūdens daudzumu ir jāmaksā tā kā tā, vai to ūdeni patērē vai nē. No abiem viedokļiem var nākt pie slēdziena, ka minimālā vai pamatmaksa jāpieskaņo mājas iedzīvo-

tāju skaitam, un viņa nav nosakāma visai zema, lai iedzīvotājiem nevajadzētu skopoties ar ūdens patēriņu, kas neatnestu labumu ne ūdensvadu iestāžu financēm, ne iedzīvotāju veselības piekopšanai.

P a u š a l m a k s a. Ar ūdensmērītājiem varēja maksu noteikt saskaņā ar patiesi patērēto ūdens daudzumu. Ja tādus neuzstāda, tad maksa jānosaka ar zināmu paušalsummu, tomēr pieskaņojot to patērētam ūdens daudzumam, kas tad jāatrod uz novērtējuma pamata. Novērtējumu patēriņa lielumam izdara ar dažādiem paņēmieniem.

Sastopami sekojoši pamati: 1) mājas iedzīvotāju skaits (arī mājlopu skaits), 2) mājas telpu skaits, 3) dzīvokļu skaits, 4) ūdens saņemšanas aizgriežņu skaits, 5) mājas (vai dzīvokļu) īres vērtība, 6) mājas ienākumu vērtība (brutto ienākums), 7) nekustama īpašuma nodokļa vērtība, 8) apbūvēta laukuma vai apdzīvota laukuma lielums, 9) uguns apdrošināšanas maksa. Visbiežāk sastopams nodokļa aprēķins pēc telpu skaita mājā. Bet te nu vēl jānoskaidro, kādas telpas skaitīt. Dažās vietās ieskaita apkurināmās telpas, citās atkal apdzīvojamās un vēl citās vietās telpas ar lielāku par zināmu minimālplatību. Tā, p. p., Altonas p. noteikta mazākā grīdas platība 7 m^2, dažās citās pilsētās 8 m^2.

Nodokļa lieluma aprēķināšana pēc mājas ienākumiem no dzīvokļiem var izlikties vēlama no sociālpolītiskā viedokļa, jo tas, kas var dārgāk maksāt par dzīvokli, var arī dārgāk samaksāt par ūdeni, lai tam, kam līdzekļi mazāki, atvieglotu ūdens patēriņu. Bet var celt iebildumus pret šādu aplikšanas metodi, jo ūdens sagādāšanas izmaksa tak ir priekš visiem vienāda. Bet šo domu mēģināts mīkstināt ar to, ka mazos patērētājus atbrīvo pavisam no nodokļa.

Noteiktas paušalsummas dažās pilsētās ņem tikai par ūdeni parasto vajadzību patēriņam, p. p., no viena virtuves aizgriežņa, kamēr par atsevišķām ietaisēm, ja tādas nav visās mājās, ņem vēl papildu nodokli.

Tā, p. p., Kopenhagenā ņem 12 sant./m^3 ielas un 8 sant./m^3 sētas mājā, un par to piegādā ūdeni ar 1 aizgriezni sētā, 1 — virtuvē un 1 vannas istabā. No papildu aizgriežņiem 4,5 ls., pagalma mazgāšanai — 18 ls. gadā. WC skalošanai 18 ls. gadā par katru ateju, ja izlieto ne vairāk par 25 m^3 pusgadā. Par vairāk izlietotu 55 sant./m^3. Ja ūdeni WC skalošanai noņem

no tā, kas iet caur skaitītāju citām vajadzībām, tad par ūdeni sevišķi nav jāmaksā, bet jāmaksā sevišķa nodeva 11,5 ls. gadā par katru ateju. Rūpniecībai cits tarīfs.

Nodokļu ņemšana pēc paušaltarīfa atvieglo naudas saņemšanu, jo nav vajadzīgs katrreiz nolasīt ūdensmērītāju. Neērtības tās, ka nav iespējams kontrolēt ūdens patēriņu dažādās vietās, un ir zināms tikai kopīgais, nodotais no ūdens iestādes, ūdens daudzums. Bet paušals var būt ieteicams pārejas laikā, kā jau minēts, kamēr nav pieslēgušās visas mājas, ar to nolūku, lai pieradinātu iedzīvotājus pie laba ūdens patēriņa.

Amerikāņi savos tarīfa noteikumos stingri pieturas pie sekojošiem principiem: 1) vispārības un privātas intereses jāievēro šķirti viena no otras un 2) būves un ekspluatācijas izdevumi arī jāšķiro. Nomaksas aprēķina objekti arī Amerikā ir tie paši kā Eiropā: īpašuma vērtība, būvlaides gaŗums, ūdensmērītājs, patērētais ūdens daudzums un mājas pievienojums pie vadu tīkla. Maksājumu veida sadalījums parasti šāds:

1) Būves izdevumu atmaksa saskaņota ar sekojošiem nodokļa veidiem: a) vērtības nodokli, ar kuŗu nomaksā to izbūves daļas izmaksu, kas nāk par labu visiem īpašumiem, kā: rezervuāru, pumpētavu, tīrīšanas ietaišu un galveno pievadu izmaksa; b) būvlaides gaŗuma nodokli, ar kuŗu nomaksā to izbūves daļas izmaksu, kas nāk par labu īpašumiem, kas tieši piegulst pie attiecīgā vada; c) maksa par mājas pievienojuma izbūvi pie ūdensvada.

2) Ekspluatācijas izdevumus, kā algas, remontu un turēšanu kārtībā, aprēķina par patērētiem materiāliem un darba spēkiem. Tos izdevumus sedz ar: a) nodokli par ūdensmērītāja lietošanu un b) maksu par patērēto ūdens daudzumu. Pēdējās maksas lielums dažās vietās saskaņots ar patiesu izdevumu lielumu.

Pēc Eiropā parastām metodēm maksu aprēķina tikai pēc viena objekta, vai mājas vērtības, vai izmērītā ūdens daudzuma, vai kā citādi. Amerikas metode ir gan daudz sarežģītāka, bet jāsaka, ka viņa arī ir taisnīgāka. Bez šaubām, tādas labierīcības ietaises, kā ūdensvads un kanālizācija, visā pilsētā paceļ īpašuma vērtību, un arī nāk par labu visiem pils. iedzīvotājiem, un tādēļ taisnīgi, ka šo ietaišu galvenās sastāvdaļas samaksā visi tie īpašumi pēc savas vērtības, kam par labu var nākt šīs ietaises. Pie galvenām sastāvdaļām jāpieskaita nevien, kā jau

minēts, rezervuāri, pumpētavas, tīrīšanas ietaises un galvenās maģistrāles, bet arī tā ielas tīkla daļa, kas pārsniedz katram atsevišķam īpašumam vajadzīgā vada lielumu. Turpretim izdevumi par vadu, kas vajadzīgi, lai pievestu ūdeni gruntsīpašuma patēriņam, sedzami ar nodokli, ko maksā no gruntsīpašuma, p. p., no būvlaides gaŗuma, vai īpašuma vērtības. Ja atmaksu aprēķina pēc frontes gaŗuma, tad tam var noderēt kā pamats b ū v l a i d e s v i e n ī b a s m a k s a, kuŗu atrisina, aprēķinot zināmam ielas gabalam vai zināmam tīkla rajonam visu izdevumu summu par vismazākā diametra vadu, ieskaitot arī hidrantus, iekāpjamās akas un vismazāko aizlaidņu vērtību, un šo summu sadalot ar visu pie šā pieņemtā rajonā atrodošos ielu kopgaŗumu resp. abās pusēs piegulošo gruntsgabalu būvlaidu kopgaŗumu. Visi citi ielu tīkla izdevumi, kas pārsniedz minēto aprēķināto summu, ietilpināmi visas pilsētas vērtības nodokļa summā. Mājas pievienojuma vads pie ielas vada izbūvējams uz īpašnieka rēķina, jo tas dod labumu tikai mājai. Šāds pievienojums jāizbūvē pilsētai kā ielas saimniekam, bet uz gruntsgabala īpašnieka rēķina. Pievienojuma izmaksu aprēķina pēc visiem īpašumiem vienādas takses, neņemot vērā katras vietas īpatnējos apstākļus. Varētu uzskatīt arī par taisnīgu, ja šo maksu aprēķinātu atkarīgi no mājas vērtības.

Būvlaides gaŗuma nodokļa aprēķināšanai jāņem vērā vēl daži citi motīvi. Pieskaņojoties vietējiem apstākļiem var dažos gadījumos būt vēlams, apdzīvoto vietu iedalīt atsevišķos rajonos un klasēs, atkarīgi no viņu nozīmes un katrā atsevišķā klasē pieņemt citādu nodokļa likmi. Tas jādara ar nolūku mazāk apgrūtināt tos īpašumus, kam, p. p., gaŗa būvlaide, dažreiz pie maza gruntsgabala dziļuma. Atkal citos gadījumos pie būvlaides gaŗuma nodokļa normas aprēķināšanas būtu taisnīgi ņemt vērā īpašuma vērtību. No higiēniskā viedokļa jāveicina reta apbūve ar vien- vai divģimeņu mājām ar dārziņu klāt. Protams, ka nebūtu taisnīgi no tādiem gruntsgabalu īpašniekiem prasīt nodokli, kas būtu aprēķināts ar to pašu normu, kā lielajiem, centrā biezi apbūvētiem gruntsgabaliem ar lieliem veikaliem vai ar rūpniecības iestādēm, jo ienākumu ziņā tādi gruntsgabali tak nav līdzvērtīgi.

E k s p l u a t ā c i j a s i z d e v u m i (algas, kā arī materiāli un darba spēks tekošam remontam un uzturēšanai) sedza-

mi ar nodokli, kuŗa lielums aprēķināms pēc patiesi patērētā ūdens daudzuma, un tam jābūt vienādam visiem patērētājiem.

Būvkapitāla sagādāšana var būt vai aizņēmuma ceļā, vai no gruntsgabalu īpašnieku iemaksām. Pēdējā gadījumā noteikto summu aprēķina vai pēc īpašuma vērtības vai būvlaides gaŗuma, un īpašnieks var nomaksāt vai vienā reizē, vai īsos termiņos. Bet šāda būves summas nomaksa varētu apgrūtināt īpašumus, un tādēļ gan pilsētai būs labāk aizņemties visu pirmai izbūvei vajadzīgo summu un no īpašniekiem prasīt atmaksu neliela gada nodokļa veidā, aprēķinot šo nodokli vai no īpašuma vērtības, vai ienesīguma vērtības, vai no būvlaides gaŗuma. Īpašniekam atstāta tiesība uz viņa daļu pienākušos aizņēmuma lielumu samaksāt vai uz reizi, vai īsos termiņos, kas dotu jau iespēju sakrāt būvkapitālu turpmākai ietaises paplašināšanai.

No apcerējuma redzams, ka pilsētas izdevumu atmaksa par ūdens apgādes ietaisēm var būt dibināta uz dažādiem aprēķina veidiem. Katrā atsevišķā pilsētā jāizvēl tie aprēķina veidi, kas vislabāk pieskaņojami vietējām prasībām.

X. Ūdens apgāde lauku saimniecībās.

48. Ūdens lauku saimniecībā.

Ūdens apgādes jautājums lauku saimniecībās nav mazāk svarīgs kā pilsētās. Pie tam ūdens vajadzība var būt ļoti plaša. Ūdens vajadzīgs nevien cilvēkiem ēdiena izgatavošanai, dzeršanai, tīrības uzturēšanai, ugunsgrēka dzēšanai, bet viņš vajadzīgs arī lopu ēdiena sagatavošanai un lopu dzirdināšanai. Bez šādām vajadzībām vēl ūdens jāsagādā, un varbūt vēl lielākā mērā, stādu audzināšanai. Pirmā vietā uz laukiem jāparedz ūdens sakņu un augļu dārzu laistīšanai. Plašākā mērogā ūdens vajadzība domājama arī citu lauksaimniecības stādu augšanas veicināšanai: labību un pļavu (āboliņa lauku) aplaistīšanai sausā laikā, lai tie neciestu no liela sausuma.

Tā tad, stājoties pie lauksaimniecības ūdens apgādes jautājuma atrisināšanas, jānoskaidro kādām vajadzībām un cik daudz ūdens jāsagādā. Tad arī jāapsveŗ jautājums, kāda labuma ūdens dažādām vajadzībām lietojams. Visi tie ir tie paši

jautājumi, kas pacēlās pie pilsētu apgādes ar ūdeni, tikai te viņi dažā ziņā ir jāapskata no atsevišķa viedokļa.

Kā jau agrāk norādīts (l. p. 19., 20.), ūdens prasību apmierināšanai arī uz laukiem vajadzīgs:

1 cilvēkam	30—50 l dienā
1 zirgam vai liellopam	40—50 „ „
1 mazlopam	10—15 „ „
Dārza laistīšanai sausās dienās uz 1 m^2 .	2— 3 „ „
Lauku sējumu laistīšanai uz 1 m^2	1— 3 „ „
Pirtī uz 1 cilvēka	30—50 „ „

P i e m ē r s. Saimniecībā 6 cilvēki, 10 zirgu un liellopu, 20 mazlopu un 2.000 m^2 dārza. Ūdens būtu vajadzīgs visu gadu katru dienu $6 \times 30 + 10 \times 40 + 20 \times 10 = 780$ l līdz $6 \times 50 + 10 \times 50 + 20 \times 15 = 1.150$ l. Vidēji varētu pieņemt 1.000 l = 1 m^3 ūdens dienā. Pirts dienās (1 reiz nedēļā) vēl nāktu klāt 180—300 l, bet sausās vasaras dienās dārza laistīšanai 4.000—6.000 l = 4 līdz 6 m^3/dienā. Minētā saimniecība varētu būt 25 ha liela. Ja liela sausuma laikā gribētu apslacīt dienā ap 5 ha = = 50.000 m^3 lauka tikai ar 1 l ūdens uz 1 m^2, tad būtu vajadzīgs vēl 50 m^3 ūdens dienā. Vajadzīgs vairāk, varbūt 2—3 l/m^2 nedēļas laikā.

Ū d e n s ī p a š ī b a s var būt dažādas, dažādām vajadzībām. Cilvēkiem dzeršanai un ēdiena izgatavošanai, tāpat arī lopu dzirdināšanai vajadzīgs higiēniski tīrs ūdens, kā tas jau minēts pie ūdens apgādes vispār, turpretim dārzu, un vēl jo vairāk lauku, laistīšanai var būt jau mazāk tīrs ūdens noderīgs, zem apstākļiem pat tāds, kam piejaukta staļļu virca. Dažām lauku rūpniecības ietaisēm, p. p., pienotavām, vajadzīgs ļoti tīrs ūdens. Lopu dzirdināšanai var pielietot pa daļai ūdeni, kas satur barības vielas, p. p., ēdienu atliekas, ķēķa samazgas.

49. Ūdens sagādāšana lauku saimniecībās.

Parastais ūdens avots uz laukiem ir akas un dažos gadījumos arī virszemes ūdeņi: upes, ezeri, dīķi. Pie mūsu saimniecību iekārtas pa lielākai daļai ūdens jāapgādā katrai saimniecībai atsevišķi, un reti būs tie gadījumi, kad vairāki kaimiņi kopīgi varēs ūdeni pievadīt no kāda kopīga avota. Ārzemēs (p. p., Vācijā), kur saimniecības sagrupētas sādžveidīgi, pielieto g r u p u (puduru) ū d e n s p i e g ā d i, kas ūdeni piegādā ne vienai vien saimniecību grupai, bet pat lielākam skaitam. Tāda ūdens piegāde dod iespēju racionālāk izmantot labu ūdeni, un

visu piegādi nostādīt zem lietpratīgas uzraudzības. Kur saimniecības atrodas lielākā attālumā viena no otras, kā tas pie mums mēdz būt, tāda ūdens piegādes sistēma maksātu dārgi, un mums būs varbūt retos izņēmuma gadījumos šī sistēma pielietojama. Bet gan mūsu pilsētām, ciemiņem un citām biezāk apdzīvotām vietām ieteicams piegriezt tādai kopīgai ūdens piegādei vērību, jo tikai tādā ceļā var uzlabot higiēniskus apstākļus, un izbēgt no lipīgām slimībām: dizenterijas un vēdertīfa.

Atsevišķi stāvošā saimniecībā, kā jau minēts, parastākais ūdens apgādes veids ir m ā j u a k a, par kuŗas novietni (l. p. 85.) un izbūvi (l. p. 174.) jau augrāk minēts. Māju akas mūsu saimniecībās parasti izmanto virsējo gruntsūdeni, jo dziļāki slāņi ir pie mums devona kaļķakmens vai smilšakmens slāņi, kas parasti nav bagāti ar ūdeni, tomēr arī ūdens no viņiem ir jāuzmeklē, ja virsējais gruntsūdens nebūtu noderīgs.

Akai izvēlot virsējo gruntsūdeni, vispirms jāizvēl pareiza novietne (l. p. 85.). Parasti prasītais attālums 10 m no mēslu bedrēm un atejas vietām vēl negarantē akas tīrību. Jāuzzina gruntsūdens kustības virziens (l. p. 106.) un aka jānovieto augšpus minētām netīrumu vietām, rēķinot pēc atrastā gruntsūdens virziena. Ja gruntsūdens slāni pārklāj bieza māla kārta (3—5 m), tā jau labāk aizsargā no netīrumu ietikšanas ūdenī, un tad aka var būt arī tuvāk, turpretim, ja grunts ir viegli caurlaidoša, attālumam jābūt lielākam, līdz 25 m un zem apstākļiem pat vēl vairāk. Cenšanās ir aku nenovietot tālu no staļļiem, lai ūdens pienešanu atvieglotu, bet tas ne arvien ir labi no higiēniskā viedokļa. Ja ūdeni pievada no pumpja ar cauruļu vadiem, tad lielāks attālums nav grūti iekārtojams, izmaksās tikai vairāk cauruļu vadi, dažreiz pietiek koka renes.

Visādā ziņā aka jāizsargā arī no netīrumiem, kas varētu ietikt no virszemes, visu viņas apkārtni noblīvējot ar mālu vai ar betonu. Veļas vai trauku mazgāšana akas tuvumā, vai lopu dzirdīšana, izbēgami un tie jāiekārto pietiekošā attālumā no akas. Ja tomēr, neskatoties uz visu rūpību, akā atrastu netīrumu vielas (p. p., no mēslotiem laukiem), kas laiku pa laikam jāpārbauda ar analizi, tad aka jādezinficē (l. p. 86.), bet tas tomēr nedod pastāvīgu drošību, jo arī uz priekšu akā var ietikt netīrumu vielas. Vienīgā izeja tādos gadījumos ir vai nu atrast izdevīgāku vietu jaunai akai, vai izmantot dziļāku grunts-

ūdens slāni, kas izsargāts no netīrumu ietikšanas ar biezu (3—5 m) māla starpslāni. Tādā gadījumā seklās grodu akas vietā stāsies urbta aka, bet arī tās apkaime jānodrošina pret netīrumiem, kas varētu gar akas caurules sienu iesūkties ieņemamā gruntsūdenī.

Kas attiecas uz akas izbūvi atsevišķās saimniecībās, tad attiecīgi aizrādījumi jau doti (l. p. 175.). Aku materiāli jāpieskaņo ūdens īpašībām. Materiāliem vajaga būt tādiem, ko ūdens nebojā, bet otrādi arī tādiem, kas nebojā ūdeni. K o k a grodi ar laiku satrūd, sevišķi tai daļā, kas atrodas virs ūdens; pie koka pieķeŗas un aug visādi ūdens sīkorganismi (sēnītes). Visu to ievērojot, koka grodi jāimpregnē ar kādu vielu, kas nebojā ūdeni (p. p., ūdensstiklu vai tml.). M ū r ē t a s un b e t o n a akas ir izturīgākas, bet lai neiesūktos caur neblīvumiem mūrī vai betonā nevēlams (no netīriem slāņiem) ūdens, vajadzīgs akas no ārpuses gludi apmest. Arī iekšpusē apmetums vēlams, ja mūris vai betons nav pietiekoši gludi paši par sevi. Protams, slānī, no kuŗa ūdeni saņem, jāietaisa akas sienās ieteces caurumi, ja nav pietiekoša ietece no akas dibena.

Ūdens smelšanai iz akas jāpielieto p u m p j i (l. p. 440. un turpm.). Ūdens smelšana no vaļējas akas ar spaini pilnīgi atmetama kā nehigiēniska. Nelielām vajadzībām varētu iztikt ar rokas pumpi, tomēr lielākam patēriņam ūdens pienešana ir nogurdinoša un arī laiku kavējoša. Tādēļ jāpielieto mēchanisks dzinējspēks, kā par to vēl turpmāk būs aizrādīts.

Vēl par akas ūdens īpašībām. Dažreiz gruntsūdens satur lielu daudzumu dzelzs, vairāk par 0,2—0,3 mg/l, tad viņš jāatdzelžo, kas sevišķas grūtības nedara (l. p. 379.). Ciets ūdens parasti baudīšanai ļaunumu nenes, bet nav lietojams tvaiku katliem, jo attīstās katla akmens. Pēdējam gadījumam ūdens būtu jāatmīkstina, kas tomēr prasa sarežģītus paņēmienus un izmaksā dārgi (l. p. 361.) un tādēļ pie šī līdzekļa uz laukiem jāķeŗas tikai sevišķu vajadzību gadījumos, un kad iespējams ietaisei nodrošināt lietpratīgu vadību.

Ūdens no virszemes tvertnēm: upēm, ezeriem un dīķiem nav tieši lietojams baudīšanai, jo viņā varēja ietikt dažādas netīrumu vielas, p. p., ar notekām no apdzīvotām vietām, vai iesūcoties no mēslotiem laukiem. Ūdens no tādiem avotiem baudīšanai jāpadara lietojams ar dažādiem tīrīšanas paņēmieniem,

ar kuŗiem var grāmatas attiecīgās vietās atrast norādījumus. Turpretim dārzu laistīšanai, lielāku lauku gabalu vai pļavu apūdeņošanai var ļoti labi pielietot ūdeni, ņemtu no minētām virszemes tvertnēm, ja tas nav bojāts ar kādiem ļauniem rūpniecības ūdeņiem.

Pielietojot tīrīšanas paņēmienu dzeŗamā ūdens sagādāšanai, arī jānodrošina lietpratēja norādījumi, jo tādu tīrīšanas ietaišu, kas strādā automatiski, nav. To ievērojot, uz laukiem laba ūdens sagādāšana gan būs vienīgi ieteicama ar labām, pareizi iekārtotām akām. Raktas grodu akas vietā, ja gruntsūdens atrodas sekli zemē, bet lielākā dziļumā (vairāk par 5 m) jau būs izdevīgāk ietaisīt urbtu aku, sevišķi, ja ūdens slānis ir biezs (vairāk par 2 m).

50. Ūdens piegādāšana lauku saimniecībā.

No izvēlētā ūdens avota ūdens jāpiegādā visām tām vietām, kur saimniecībā ūdens jāpatērē: dzīvojamām mājām, staļļiem un kūtīm, dārzu laistīšanai un t. t. Ja avots atrodas daudz augstāk pa šādām vietām, tad ūdens pietecēs pats no sevis, ietaisot vai koka renes vai apakšzemes cauruļu vadus. Pēdējie ir labāki, jo ūdens ir aizsargāts kā no netīrumu ietikšanas, tā arī pret temperātūras iespaidiem. Tomēr tādi pašteču pievadi gan, domājams, būs iespējami tikai retos gadījumos. Parasti ūdens būs jāpaceļ augstāk par savu dabisko līmeni dabiskā tvertnē. No akām un tvertnēm ūdeni paceļ ar p u m p j i e m. Tie var būt sūcējpumpji, ja ūdens no neliela dziļuma jāizceļ pāri par zemes virsu. Ja ūdens jāpaceļ augstāk, lai viņu ielaistu kādā augstākā tvertnē, no kuŗas tad viņš varētu pietecēt patēriņa vietai pats no sevis, tad jāuzstāda sūcēj- spiedējpumpis.

Kā aprēķina mašīnu jaudu ūdens pumpēšanai, tas atrodams citā vietā (l. p. 440. un turpm.). Jārēķina, ka spēka vajadzība 1 litra ūdens pacelšanai 1 sekundē 1 m augstu vajadzīgs 0,025 līdz 0,03 ZSp. = 0,018 līdz 0,022, vidēji 0,02 KW, ierēķinot mašīnu izmantošanas iespējamību.

Kā spēka avotu pumpju dzīšanai var pielietot c i l v ē k a r o k u s p ē k u (ar rokas pumpi), ja jāpumpē neliels ūdens daudzums uz nelielu augstumu. Rokas pumpji ir virzuļu pumpji, un viņus izgatavo attiecīgas mašīnu fabrikas dažādā veidā. Ar labu rokas pumpi vidēji spēcīgs vīrietis var 1 min. pacelt (uz-

pumpēt) 1 m augstu apm. 450 l ūdens (pēc Ziemeļa — Ūdens piegādāšana lauku saimniecībās). Tā tad cilvēka spēks īsā darba laikā var līdzināties ap 0,10 ZSp., bet ilgāku laiku 0,05 ZSp. Ja jāpumpē uz dažādu augstumu, tad vidēji spēcīga vīrieša produktīvitāte 10 stundās, kā redzams no sekojošas tabulas, varētu būt:

Pumpēšanas augstums metros	2	6	10	15	20	30	40	50
Ūdens daudzums litros minūtē	225	75	45	30	22	14	10	8

Cilvēka spēku nav lietderīgi izmantot lielāka daudzuma ūdens pumpēšanai. Pielieto dzīvnieku spēku: zirga vai vērša, iejūdzot viņus ģēpelī. Viņi var strādāt ne vairāk par 8 st. dienā, ar attiecīgiem pārtraukumiem atpūtai un barības ieņemšanai. Ņemot par pamatu teōrētisko ZSp., var zirga vai vērša darbu pielīdzināt 0,5 ZSp. Lielāka ūdens daudzuma pumpēšanai tomēr ir labāk pielietot mēchanisku spēku. Ja viegli pieejama tvaika mašīna (p. p., lokomobīle), var to pielietot. Stacionārās tvaika mašīnas uz laukiem reti sastopamas. Visparastākā spēka mašīna lauku vajadzībām gan būs iekšdegmotors: naftas, petrolejas, benzīna, spirta, sūcgāzes. Tādas mašīnas var dabūt tirgū dažāda lieluma un dažādām sīkrūpniecības vajadzībām, arī ūdens pumpēšanai. Šādu mašīnu apkalpošana ļoti vienkārša un viegla, konstrukcija droša. Liela priekšrocība pret tvaika mašīnām tā, ka viņas var ātri un viegli laist darbā un tikpat ātri apturēt. Viņas aizņem maz vietas un samērā ar tvaika mašīnu iegādāšanā ir lētākas, bet lietošanai vajadzīgas pa lielai daļai degvielas, kādu mūsu pašu zemē nav, izņemot sūcgāzi un spirtu. No mūsu pašu dabiskiem spēka avotiem varam nodarbināt vēja motorus un ūdensspēka ietaises.

V ē j a m o t o r u nozīme jau aprakstīta agrāk (l. p. 467.). Ar vēja motoru konstruktīviem motīviem var iepazīties prof. E. Ziemeļa grāmatā: «Ūdens piegādāšana lauku saimniecībās». Vēja motora konstrukciju ir daudz, un viņus var viegli izgatavot arī pašu mājās. Pie mums, uz laukiem, sastopami daudz vietās pašu izgatavoti vēja motori. Ieteicams tomēr ir katrā atsevišķā gadījumā griezties pie attiecīgām firmām, vai griez-

ties pēc attiecīgiem aizrādījumiem pie lietpratējiem, kādi Lauksaimniecības kamerā sastopami.

Vēja motori ir lēti ekspluatācijā, jo spēka avots nekā nemaksā. Bet par to spēka avots nav pieejams katrā laikā, un ir vajadzīgas rezerves mašīnas resp. lielas ūdens tvertnes bezvēja periodam. To ievērojot, vēja mašīnu priekšrocība stipri samazinās, un viņu izdevīgums katrā atsevišķā gadījumā jānoskaidro.

Ūdens spēks lauku ūdens vadiem reti pielietots un prasa diezgan sarežģītas ietaises. Visbiežāk sastopams Peltona rats (l. p. 469.) vai Peltona motors, kas pielietojams gadījumos, kad ir darba ūdenim pietiekšs kritums, lai to izdevīgi varētu izmantot apgādājamā ūdens celšanai. Vēl vienkāršāka mašīna ūdens pumpēšanai ir ūdens triecis (l. p. 482.), bet tas pielietojams vienīgi tādos gadījumos, kad pieietams lielāks ūdens krājums, no kuŗa daļu var izlietot ūdens piegādāšanai, bet lielāko daļu izmantot mašīnas dzīšanai.

Ūdens piegādāšanas mēchanizāciju uz laukiem plašākā mērā varēs sagaidīt pēc tam, kad būs pieejama elektrība un būs iespējams pielietot elektromotorus (l. p. 479.), savienotus ar centrifugālpumpjiem. Jautājums, cik saimnieciski izdevīgi lietot elektrisku enerģiju ūdens piegādāšanai, pirmā kārtā atkarīgs no tā, cik maksā elektriskā strāva. Jāņem tomēr vērā arī lielās ērtības, kādas var sasniegt tikai ar elektrības pielietošanu.

Ūdens uzkrāšana. Nebūtu lietderīgi ūdens pumpēšanu pieskaņot tiešam patēriņam. Pēdējais ir svārstīgs un vislielākais patēriņš daudzkārt pārsniedz vismazāko, un nebūtu izdevīgi mašīnu darbu iekārtot vislielākam patēriņam. Tādēļ vajadzīgi ūdens rezervuāri, kas ūdeni uzņem, kad pumpis dod vairāk kā patēriņš to prasa, un tā tad uzkrājas ūdens daudzums lielākam patēriņam. Vislabāk lauku apstākļiem piemērots rezervuāra lielums ir vismaz 1 dienas patēriņam, tad rezervuāru var 1 reiz dienā piepumpēt pilnu un no viņa lietot ūdeni pēc vajadzības, dienu un nakti.

Krājrezervuāru uzstāda kādā visaugstākās ēkas vietā tik augstu, lai no viņa ūdens varētu iztecēt patērēšanas vietā ar pietiekošu spiedienu. Ja gribētu dzēst vēl ugunsgrēku no rezervuāra, tad viņš jāuzstāda tik augstu, ka rastos jau vajadzība uzbūvēt sevišķu torni, kuŗa apakšējā daļā arī varētu novietot

pumpējamās mašīnas. Rezervuārs kā arī pievadi jāietaisa tā, lai ūdens nesasaltu (l. p. 525. un turpm.).

Rezervuāru mājas vajadzībām, ja viņš nav liels, var taisīt no gludi noēvelētām cieta koka plankām, bet tāda tvertne iekšpusē jāizoderē ar cinka skārdu. Svina skārds nav ieteicams aiz jau agrāk aizrādītiem iemesliem. No virsas rezervuārs jāpārsedz ar vāku, lai putekļi un netīrumi netiktu iekšā. Telpai, kurā novietots rezervuārs, vajaga būt aizsargātai pret temperātūras iespaidiem, un viņai vajaga būt tīrai. Lielākus rezervuārus taisa no dzelzs, no kniedētām vai liedētām dzelzs plātnēm. Protams, ka balstiem, uz kuŗiem rezervuārs gulstas, jābūt pietiekoši stipriem, un tie statiski jāaprēķina. Dzelzs rez. dibens parasti ir sfērisks, kas statiskā ziņā izdevīgāks. Taisa arī dzelzsbetona rezervuārus, bet tie labi jānostrādā un jāpārklāj ar kādu ūdeni aizturošu līdzekli: pirolitu, antihidrātu, inertolu un t. l. Dzelzs rezervuāri jānokrāso ar miniju vai citu aizsargkrāsu, un laiku pa laikam krāsa jāatjauno, lai dzelzs nevarētu rūsēt. Jānokrāso arī no iekšpuses, ja parādītos rūsa, un tādēļ jāparedz, kā iekārtoties ar ūdeni, pa to laiku, kamēr iekšpusi krāso. Vislabāk jautājumu atrisina, ja ir 2 rezervuāri, vai vismaz 2 nodaļas rezervuārā.

Mūrēti rez. iespējami, ja viņi nāk zemē, kā tas kalnainās vietās var gadīties. Ja rezervuārs jānovieto bēniņos, vai pat jātaisa uz sevišķas apakšbūves (ūdens tornis), tad gan parastais materiāls viņam būs koks vai dzelzs. Ja dzinējspēks ir vēja motors, tad rezervuāra novietošanai var izmantot to pašu torni, uz kuŗa uzstāda motoru.

Ūdens ievads rezervuārā, novads uz patēriņa vietu, tāpat arī liekā ūdens notece un dibens nolaide jāiekārto tāpat, kā tas jau agrāk minēts (l. p. 533.). Lai varētu zināt, kad pumpis jāiedarbina, jāietaisa ūdens līmeņa rādītājs (l. p. 535.), kas ar pludiņa un trosa (drāts virvītes) palīdzību rāda ūdens līmeni (p. p., uz mērlatas) mašīnu telpā. Ja dzinējspēku dod elektromotors, var līmeņrādītāju apvienot ar automatisku pumpja ieslēdzēju un izslēdzēju, vienkārši pie trosa piestiprinot 2 bumbiņas un elektrības ieslēdzēju izveidojot ar rokturi. Pie viszemākā līmeņa rezervuārā bumbiņa aizķer rokturi un ieslēdz motoru, pie visaugstākā līmeņa otra bumbiņa izslēdz motoru (zīm. 304., l. p. 481.).

Ievērojot to, ka rezervuāra izbūve prasa lielākus izdevumus, sevišķi, ja jābūvē tornis, dažreiz mazākās saimniecības iztiek bez augsta rezervuāra, pielietojot hidroforus vai spiedkatlus (l. p. 516.), tos izveidojot lielākai saimniecībai par pneumatisku ūdens apgādes ietaisi (l. p. 519.). Hidrofors, kā minētā vietā redzams, sastāv no neliela spiedkatla, uzstādīta līdzās pumpim, kuŗā ūdeni iepumpējot saspiež gaisu un, gaisa spiedienam sasniedzot zināmu lielumu, pumpja motors automatiski izslēdzas. Otrādi, ja gaisa spiediens, palielinoties gaisa tilpumam, ūdeni no rezervuāra izņemot, samazinās līdz zināmam vismazākam lielumam (tomēr vēl pietiekošam ūdens spiediena sagādāšanai tīklā), motors atkal ieslēdzas un katls piepildās ar ūdeni. No spiedkatla ūdens tek pa spiedvadu tieši uz ūdens patērētāja saņemšanas vietu. Pie lielākām ietaisēm ūdens katli un gaisa katli ir atsevišķi, tāpat arī ūdens pumpis un gaisa pumpis (pneumatiska ūdens apgādes ietaise). Pie šādām ietaisēm nav iegūta ūdens rezerve, jo spiedkatls ir maza tilpuma, un ietaises bojājuma gadījumā jāiztiek ar kādu rokas pumpi, kamēr ietaisi neizlabo. Lauku apstākļiem šādas ietaises nav ieteicamas, jo viņu sarežģītākā iekārta prasa arī sarežģītāku uzraudzību, nekā tas ir pie vienkāršas pumpēšanas spiedrezervuārā.

Ūdensvada tīkls un viņa sastāvdaļas jāaprēķina un jāizbūvē pēc tiem pašiem principiem, kas ietverti VIII un IX daļā.

Caurules no koka (l. p. 660.—662.) var uz laukiem atrast vairāk vai mazāk plašu pielietošanu apgabalos, kur ir labi priežu meži, jo ar tām ūdensvadu var ierīkot diezgan lēti. Koks var būt arī ļoti derīgs materiāls ūdens pievadīšanai ar pašteču renēm dārzu laistīšanai, vai pievadīšanai no pumpja līdz staļļiem un t. t. Modernie ūdensvadu materiāli, vadiem ko liek zemē, ir čuguns (l. p. 631.—653.) un tērauda (l. p. 655.—659.). Čuguna caurules pielieto sākot ar 2″ = 50 mm diametrā; pie mazākiem diametriem, kā arī māju instalācijai pielieto tērauda (dzelzs) caurules. Māju instalācija ir saistāma ar netīrā ūdens novadīšanas ietaisēm, ar ko var iepazīties no prof. M. Bīmaņa grāmatas: Sanitārtechniskas labierīcības atsevišķās saimniecībās.

Ūdens pielietošanu dārzu laistīšanai atvieglo, ja pa dārzu ieliek sevišķu ne visai dziļu (pietiek 0,5 m) cauruļu

vadu tīklu, ar vertikāliem nozarojumiem, pie kuŗiem var pieskrūvēt šļūtenes ūdens izšļākšanai vajadzīgās vietās. Lielāku dārzu laistīšanai var būt nevēlami ūdeni ņemt no māju akas, ja no tās ūdens daudzums ir ierobežots. Tādā gadījumā jāņem ūdens no kāda dīķa vai citas atklātas ūdens tvertnes, bet tad būs vajadzība šim mērķim ierīkot sevišķu pumpju ietaisi. Līdzīgā kārtā var ierīkot arī lauku aplaistīšanu. Lauku apūdeņošanas jautājums tomēr neietilpst šīs grāmatas robežās, un viņa iztirzāšana prasa sevišķu apstrādāšanu, un ietilpst meliorācijas zinātnes nozarē.

Literātūra.

1. Prof. E. Ziemelis — Ūdens apgādāšana lauku saimniecībās. 1927.
2. Prof. M. Bīmanis — Ūdensvadi. 1921./22. g. lasīto lekciju konspekts.
3. Flinn, Weston, Bogert — Waterworks Handbook. New-York and London. 1927.
4. Babbitt,, Doland — Water supply Engineering. New-York and London. 1931.
5. Baylis — Elimination of Taste and Odor in Water. New-York and London. 1935.
6. Гениев — Водоснабжение городов и промышленных предприятий ... Москва-Ленинград 1931.
7. Турчинович — Улучшение качества воды. Москва-Ленинград 1935.
8. Бахметев — О равномерном движении жидкости в каналах и трубах. Ленинград — 1931.
9. Smreker — Die Wasserversorgung d. Städte H. d. W. III, 3. Leipzig und Berlin. 1914.
10. Weyrauch (Lueger) — Die Wasserversorgung d. Städte Leipzig. 1914.
11. Prinz — Handbuch d. Hydrologie I. Berlin. 1919.
12. Prinz und Kampe — Handbuch d. Hydrologie II (Quellen). Berlin. 1934.
13. Heilmann — Wasserversorgung, die naturwissenschaftlich — technischen Grundlagen. Wittenberg. 1927.
14. Gross — Handbuch d. Wasserversorgung. Műnchen u. Berlin 1930.
15. Brix, Heyd, Gerlach — Die Wasserversorgung. 2. Bände. Műnchen und Berlin. 1936.
16. Eigenbrodt — Die Jahres ausgaben von Gruppenwasserwerken und deren Verteilung. Műnchen und Berlin. 1932.
17. Weyl — Die Betriebsfűhrung von Wasserwerken. Leipzig. 1909.

18. Žurnāli:
    a) Surveyar.
    b) Engineering. New-Record.
    c) Gesundheits Ingenieur.
    d) Technisches Gemeindeblatt.
    e) Das Gas und Wasserfach.
    f) Wasser und Gas.
19. Schoklitsch — Der Wasserbau. I. Wien. 1930.
20. Sierp —Trink und Brauchwasser. Leipzig. 1936.
21. Weyrauch-Strobel — Hydraulisches Rechnen. Stuttgart. 1930.
22. Pengel-Bieske — Der praktische Brunnenbauer. Berlin. 1932.
23. Vom Wasser I.—XII.
24. Grundzűge der Trinkwasser hygiene, herausgegeben von der Preuss. Landesanstalt f. Wasser-Boden u. Lufthygiene zu Berlin-Dahlen.
25. Ūdens piegāde lauku saimniecībās. L. lauks. kam. izd. 1937.
26. R. Pāvels — Par Rīgas pilsētas ūdens apgādi. 1937.
27. M. Bīmanis — Sanitārtechniskās labierīcības atsevišķās saimniecībās. 1931.

Zīmējumu saraksts.

Zīm.		Lapp.
1.	Patogēnās baktērijas	50
2.	Lietus mērītājs	59
3.	Nokrišņu kartes Latvijā	61, 62
4.	Gruntsūdens slāņi	72
5.	Apakšzemes ūdens tvertnes	73
6.	Arteziskā ūdens slāņi	74
7.	Upes iespaids uz gruntsūdeni	78
8.	Avots iz smilšu slāņa	79
9.	Avots iz klinšu plaisām	80
10.	Uz virsu spiedošais avots	80
11.	Avots no klinšaina slāņa	80
12.	Nepareizi novietota aka	85
13.	Ūdens apstākļi jūras kāpās	87
14.	Akas jūras tuvumā	88
15.	Blīva upes gultne	89
16.	Gruntsūdens ietek upē	89
17.	Upes ūdens iztek gruntsūdenī	89
18.	Gruntsūdens iegūšana no upes un grunts	90
19.	Gruntsūdens aka upes tuvumā	92
20.	Mērāmā kaste	94
21.	Ūdens colla	95
22.	Franču ūdens colla	95
23.	Bornemanna ūdens colla	96
24.	Pārgāzes novietošana strautā	97
25.	Bazina (Kastella) pārgāze	98
26.	Ponseleta pārgāze	98
27.	Bazina pārgāzes griezums	98
28.	Thompsona pārgāze	99
29.	Mērāmā ietaise	102
30.	Ranga līmeņrādītājs	103
31.	Stokera elektrisks līmeņrādītājs	103
32.	Neīsts gruntsūdens līmenis uz necaurl. slāņa	104
33.	Neīsts gruntsūd. līmenis no iedobumiem ūd. blīvā sl.	105
34.	Izohipses	106
35.	Gruntsūdens virziena noteikšana	107
36.	Gruntsūdens līmeņa un dzīvgriez. attiecības	107
37.	Gruntsūd. papildina upes ūd.	108
38.	Gruntsūd. ietek upē	108
39.	Gruntsūd. tek upes virzienā	108
40.	Slichtera gruntsūd. ātruma mērīš. aparāts	112
41.	Ideālā ātruma noteikšana	114

Zīm.		Lapp.
42.	Ietaise koef. k. noteikšanai	115
43.	Akas pietece gruntsūdenī	118
44.	Temperātūras iespaids uz caurteces daudzumu	120
45.	Pietece savākšanas galerijai	121
46.	Pietece akai	124
47.	Aka tekošā gruntsūdenī	127
48.	Ieteces akā, robeža un platums 1 akā	128
49.	Aku savstarpējs iespaids	130
50.	Arteziska aka	131
51.	Griezums gruntsūdens nesējā	134
52.	Aku virziena atrašana	135
53.	Akas pieteces novērošana	136
54.	Šķērsgriezuma gaŗumi starp aku grupām	138
55.	Zaķu m. plāns ar pumpjaku grupām	139
56.	Rīgas ūd. v. mēģinājuma aku novietne	142
56a.	Izmēģināšanas aku ietaise	143
57.	Akas iespaida attālums	146
58.	Vēdināšanas šachtas avotu izbūvē	153
59.	Uz augšu iztekoša avota izbūve	156
60.	Lielāka izbūve uz augšu izlīstoša avota	157
61.	Uz augšu izlīst. avota izbūve ar priekškambari	157
62.	Nogāzes avota izbūve	158
63.	Mazāka nogāzes avota izbūve	159
64.	Avota uzķeršana betona akā pie Cēsu p. proj.	159, 160
65.	Avota uzķeršana mūrētā kambarī pēc Cēsu p. proj.	161, 163
66.	Avota izbūve Reiselfingenā	164
66a.	Ķeizara aka Vīnes ūd. v.	165
67.	Savākšanas ietaises kopschēma	167
68.	Savākšanas ietaises krājaka	167
69.	Savākšanas ietaises upes tuvumā	168
70.	Filtrgalerija upes tuvumā	168
71.	Savākšanas galerijas šķērsgriezums	169
72.	Ieņemšanas vads no māla	170
73.	Projektētā savākšanas ietaise Ķemeŗu p.	170
74.	Betona galerija	171
74a.	Savācējcaurules šķērsgriezums	171
74b.	Staigājamā savienošanas galerija	172
75.	Savākšanas galerija Karalaučos	172
76.	Savākšanas galerija Bāden-Bādenē	173
77.	Grodu aka	175
78.	Māju aka no cementa caurulēm	176
79.	Māju aka ar pumpi	177
80.	Ietece akā no apakšas caur filtru	178
81.	Ietece akā no sāniem	178
82.	Attiecības starp dziļām un seklām akām	179
83.	Akas ar dubultsienām Tegeles ūd. v. Berlīnē	180
84.	Aka ar filtrrestēm	181

Zīm.		Lapp.
85.	Šachtu akas schēma	182
86.	Sienas biezuma aprēķinam	183
87.	Caurumu ietaisīšana mūrī	185
88.	Gremdvainags no koka	186
89.	Gremdvainags no dzelzs	186
90.	Gremdvainags no dzelzsbetona	186
91.	Enkuru iestiprināšana mūrī	188
92.	Kōniska akas apakšdaļa	188
93.	Betona aka ar caurlaidīgu mūri	189
94.	Dzelzsbetona aka	189
95.	Čuguna gremdaka	189
96.	Glazēta māla cauruļu aka	190
97.	Zemes izcelšana no akām	191
98.	Liela mūrēta aka ar piederumiem	195
99.	Aku vāki	196
100.	Saņemšanas līnijas virziens	197
101.	Izohipses uz kaptāžas līnijas	198
102.	Iesitamā aka	200
103.	Trejstati akas iedzīšanai	200
104.	Braucama iesišanas ierīce	201
105.	Aku tipi	202
106.	Urbjcauruļu savienojumi	203
107.	Zemes urbšanas rīki	203
108.	Koka trijkājis	204
109.	Dzelzs urbšanas tornis	205
110.	Mašīnas vinča	206
111.	Rotācijas aparāts urbšanai	206
112.	Dimanta urbis	207
113.	Filtrstāvs no koka	208
114.	Filtrstāvs no māla	208
115.	Filtrstāvs no caurumota skārda	209
116.	Čuguna filtrstāvs pēc Thiema	209
117.	Filtrstāvs no vaļa	210
118.	Filtrstāvs no misiņa	210
119.	Filtru platība	211
120.	Piesērējis filtrs	212
121.	Padziļināts filtrs	212
122.	Metallaudumi filtriem	213
123.	Filtrmateriāla graudiņu lieluma attiecības	214
124.	Smilšu filtrs	214
125.	Rīgas filtraka Zaķu m.	215
126.	Kabatu filtrs, Pollemsa	216
127.	Aizauguši ieteces caurumi	217
128.	Gruntsūd. bojāta dzelzs akas caurule	218
129.	Ieteces pretestība akā	219
130.	Novērošanas caurule pretestības noteikšanai	219
131.	Akas devības samazināšanās	220

Zīm.		Lapp.
132.	Akas pretestība atkarībā no nopump. dziļuma un daudz.	220
133.	Filtrstāva piestiprināšana pie akas caurules	220
134.	Akas galva	221
135.	Viegli pieejama akas galva (pēc Thiema)	221
136.	Akas galva Prāgas ūd. v.	222
137.	Thiema cauruļu aka	222
138.	Cauruļu aka pēc Prinza	223
139.	Akas galva pēc Brinkhausa	224
139a.	Manheimas akas	225
139b.	Filtraku pieslēgums sifona vadam Rīgā	226
140.	Spiediena zudumi sifonvadā	227
141.	Akas pievienojums sifonvadam	228
142.	Aku pieslēgums sifonvadam	228
143.	Aku grupu pieslēgums sifonvadam	229
144.	Atgaisošanas tornis Prāgas ūd. v.	229
145.	Automatiska atgaisošana pēc Lindley'a	230
146.	Gaisa uzsūkšana Lindley'a ietaisē	231
147.	Ķelnes krājaka	232
148.	Rīgas krājaka Zaķu m.	233
149.	Sifonvads galerijā	234
150.	Arteziskas akas tēleskopēts cauruļu ceļš	236
151.	Aparāts caurumu ieurbšanai apvalkcaurulē	236
152.	Infiltrācijas metode	239
153.	Gruntsūd. pieaugums uz Berlīnes tīrīš. l.	240
154.	Mākslīga gruntsūd. iestāde Gotenburgā	241
155.	Ūdens ieņemšana Frankfurtē a/M.	242
156.	Veneciešu cisterna	246
157.	Cisterna ar tīrūdens krātuvi	247
158.	Amerikāniska cisterna	247
159.	Maza cisterna ar priekštīrītāju	248
160.	Maskavas ūd. ieņemšanas vietas rēgulēšana	252
161.	Ieņemšanas ietaises schēma	253
162.	Maza ieņemšanas ietaise pie krasta	254
163.	Upes ūd. ieņēmēja izbūve	255
164.	Maskavas upes ieņemšanas ietaise	256, 257
165.	Upes ūd. ieņemšanas ietaise	257
166.	Ieņemšanas ietaise St. Louis p. Z. A.	258
167.	Ūdensvada iestādes «Jeruzaleme» (Karalaučos) situācija	259
168.	Ietece no upes krājbas.	260
169.	Pievads no krājbas. sūcējakai	260
170.	Kustīgs cauruļu savienojums	262
171.	Ieņemšanas ietaise ezerā	263
172.	Ezera ieņemšanas vieta	263
173.	Ieņemšanas ietaise no Cīriches ez.	264
174.	Ieņemšanas izbūve Buffalo p. Z. A.	264
174a.	Ieņemšanas ietaise Tampēras p.	265
175.	Reostats ledus atksausēšanai	266

Zīm.		Lapp.
176.	Altberga aizsargs pret ledu	267
177.	Mākslīga ūd. krātuves schēma	268
178.	Aizsprosts pie «Charmes» (Fr.)	277
179.	Aizsprosts «Scout Dike» (Angl.)	278
180.	Aizsprosta virziens plānā	279
181.	Masīva aizsprosta pamatveids	279
182.	Izveidots aizsprosta šķērsgriezums	279
183.	Ieņemš. un noteces ietaises pie aizsprostiem	281
184.	«Wilson» aizsprosts ar galeriju	282
185.	Dibens nolaide «Habras» aizsprostā	282
186.	«Komotau» aizsprosts	283
187.	Vielu izkrišanas schēma	294
188.	Nostādināšanas bas. tips	299
189.	Dorra sašķūrētājs	301
190.	Filtrietaise Remscheidā	303
191.	Sietu ietaise Pēterpils ūd. v.	303
192.	Koagulanta sagatavošana mazā iestādē	306
193.	Koagulanta piejaukšanas schēma	307
194.	Filtrmateriāla graudiņu starpas	312
195.	Filtra princips	312
196.	Filtra plāns	316
197.	Kollektors un drenāža	317
198.	Filtra drenāža	317
199.	Drenāžas plātnes	317
200.	Ūdens ietece filtrā ar reni	321
201.	Ietece ar aerāciju	321
202.	Ieteces automatisks rēgulātors	322
202a.	Maskavas filtru ieteces plāns	322
203.	Aizlaidnis kā rēgulātors	323
204.	Rēgulātors ar pārgāzi	323
205.	Rēgulātors Lindley'a sist.	324
206.	«Götze's» sist. rēgulātors Brēmenē	325
207.	Didelon sist. rēgulātors	326
208.	Filtrstacijas novietnes plāns	327
209.	Smilšu mazgājamā rene	330
210.	Kūleņveidīga smilšu mazgājamā mašīna	331
211.	Ežektora princips	332
212.	Kertinga smilšu mazgājamā mašīna	333
213.	Smilšu transports spiedvadā	333
214.	Ūdens līmenis tīrūdens krātuvē	335
215.	Filtra pildīšana no blakus filtra	335
216.	Priekšfiltri Maskavā	336
216a.	Sadalošā kamera uz pretfiltriem Maskavā	337
217.	Tiflisas filtru schēma	339
218.	Ātrfiltru ietaises schēma	341
219.	Ūdens sagādes ietaise Am. pils.	343
220.	Džūel filtri	344

Zīm.		Lapp.
220a.	Bollmann sist. ātrfiltri	345
221.	Ātrfiltru darbības schēma	346
222.	Cauruļu drenāža ar ieskrūvētiem sietiņiem	346
223.	Drenāžas ūd. izklīdinātāji	347
224.	Vagveidīga drenāžas konstr.	347
225.	Spiediena zuduma rādītājs	348
226.	Rēgulātors sist. «Weston'a»	349
227.	Simpleks tipa ātruma rēgulātors	350
228.	Bamag-Meguin A/S. rēgulātors	351
229.	«Lehmann» sist. ātrfiltri	353
230.	Ātrfiltrs sist. «Robert Filtr Co»	354
231.	Nepārpludinātie filtri Šatoden p.	356
232.	Averina sist. filtrs	356
233.	Aerātors Vinčestrē (Am.)	359
234.	Kōnisks uzgalis	359
235.	Kērtinga izšļācējs	360
236.	Amsterdamas tipa izšļācējs	360
237.	Aparātūras schēma kaļķsodas metodei	363
238.	Reiserta atmīkstināšanas aparāts	363
239.	Ceolita filtrs	366
240.	Pifkes atdzelžotāja schēma	371
241.	Šarlottenburgas atdzelžošanas ietaise	372
242.	Voroņežas atdzelžošanas ietaise aerātoros	372
243.	«Oestena» sist. atdzelžošanas schēma	373
244.	«Oestena» sist. atdzelžošanas ietaise Freienvaldē	374
245.	Amsterdamas izputekļotājs	375
246.	Slēgts atdzelžotājs (Bamag-Meguin)	376
247.	«Breda» sist. atdzelžotājs	377
248.	«Bollmann» sist. ātrfiltrs	378
249.	«Dunbar» muca atdzelžošanai	380
250.	Atdzelžotājs, ielaižams akā	381
251.	Bastardpumpis	381
252.	Agresīvitātes robežas noteikšana	385
253.	Degāzēšana vakuumā	387
254.	Degāzēšanas ietaise	388
255.	Atskābļošanas schēma Frankfurt a/M.	389
256.	Atskābļošanas ietaise ar aerāciju	390
257.	Aerātors sērūdeņraža izdzīšanai	392
258.	Dzīvsudraba kvarca lampa	395
259.	Ultrāvioletō staru aparāts Vestinghousa	395
260.	Aparāts sterilizācijai ar ultrāvioletiem stariem	396
261.	Lielāka steriliz. ietaise ar ultrāvioletiem stariem	397
262.	Ozōnēšanas ietaises schēma	399
263.	Ozōnātors sist. Siemens-Halske	400
264.	Sterilizātors Friza sist.	402
265.	Emulsieris, Otto sist.	402
266.	Ozōnstacijas schēma	403

Zīm.		Lapp.
266a.	Ozōnēšanas ietaises schēma Pēterburgā	404
267.	Chlōrkaļķa sagatavošanas schēma	408
268.	Chlōrūd. sagatavošanas toveŗi	409
269.	Chlōrkaļķa sagatavošanas aparāts	409
269a.	Chlōrkaļķa piejaukšanas aparāts	410
270.	Šķidra chlōra balons	411
271.	Chlōrgāzes dezinfekcijas aparāts	413
272.	Chlōra ievada aparāts	415
273.	Chlōraparāts, Ornšteina met.	415
274.	Vakuumchlōrātora schēma	416
275.	Vakuumchlōrātors sist. Wallace and Tiernan	418
276.	Chlōrūdens ievads sūcvadā	420
277.	Aktīvātora schēma	424
278.	Elektro-katadinietaise	426
279.	Māju filtri no 1899. g.	431
280.	Chlōrdiagrammas	436
281.	Chlōrdiagrammas pēc ADM metodes	437
282.	Ietaise ūd. dezinfekcijai pēc ADM metodes	438
283.	Pulverizētas akt. ogles pielietošanas schēma	439
284.	Mašīnu jaudas aprēķinam	442
285.	Vienkārši darbojošos pumpju schēma	454
286.	Dubulti darbojošos pumpju schēma	455
287.	Diferenciālpumpis	456
288.	Virzuļu pumpis Jelgavas ūd. v.	457
289.	Centrbēgpumpis ar vedratu	459
290.	Schēmatisks centrbēgpumpis	459
291.	Piemērs pumpja izmantošanas reizuļa noteikšanai	460
292.	Centrbēgpumpis 3 pakāpēs	461
293.	Zulcera augstspiediena centrbēgpumpis 5 pakāpēs	462
294.	Kājas vārstulis	462
295.	Dziļpumpja ietaise	464
295a.	Dziļpumpja iebūve	465
296.	Centrbēgpumpis ar vertikālu asi	465
297.	Elmo dziļsūcietaise	466
297a.	Mazais Elmo pumpis	466
298.	Dziļpumpis kopā ar motoru	466
299.	Peltonrats	470
299a.	Peltonmotora skats	471
300.	Tvaika pumpja griezums	473
301.	Gāzes motors	476
302.	Dīzelmotors	477
302a.	Dīzelmotors saslēgts ar centrbēgpumpi	478
303.	Automatiska pumpju ietaise	480
304.	Pludiņa automatisks slēdzējs	481
305.	Ūdenstrieča schēma	482
305a.	Ūdenstrieča novietnes piemērs	482
305b.	Trieča ūdensvads no upes	483

Zīm.		Lapp.
306.	Trieča konstr. piemers ar automat. gaisa atjaun.	485
307.	Trieča ievietošana šachtā	486
308.	Dubulttriecis «Gauja»	487
309.	Mammutpumpis	488
310.	Pēdas konstr. Borsiga firmas	489
311.	Pēdas gabali pēc Frisell un Pohle	489
312.	Pēdas konstr. «Economy»	489
313.	Pneumatiska dziļpumpja schēma	492
314.	Hidraulisks ežektors	492
315.	«Lambach» pumpja schēma	494
316.	«Lambach» pumpja uzstādīšanas schēma	494
317.	Pumpja ietaise šachtā pāri pār aku	496
318.	Dziļpumpja ietaise	497
319.	Dziļsūcējietaise	498
320.	Pumpju telpas izolācija pret ūdeni	500
321.	Pumpētava apdzīvotā rajonā	501
322.	Pumpētava fabrikas rajonā	502
323.	Pumpju novietnes piemērs	502
324.	Rīgas pumpētava Zaķu m. fotogr. uzņ.	503
324a.	Rīg. pump. Zaķu m. plāni un griezums	503
324b.	Mašīntelpas Zaķu m. pumpētavā	504
325.	Patēriņa svārstības dažāda lieluma pils.	513
326.	Hidrofora schēma	517
327.	Hidrofora darbības periods	517
328.	Pneumatiskas ūd. piegādes schēma	519
329.	Pneumatiska ūd. apg. nelielai pils.	521
330.	Tipiska stāvrezerv. instalācija	522
331.	Spiedrez. novietne	525
332.	Rīgas rezerv. novietnes plāns	526
333.	Liepājas rezerv. novietne	527
334.	Ūdens ieteces un izteces iekārta rez.	528
335.	Rezerv. novietnes iespaids uz spied. apstākļiem	529
336.	Caurules izteces gals rezerv.	533
337.	Aizlaidņu telpas iekārta	535
338.	Līmeņa tālrādītājs	535
339.	Ūdens mērīšana ar pārgāzi	536
340.	Rezerv. dziļuma aprēķinam	539
341.	Sienu savienojums ar grīdu	541
342.	Sienu veidi	541
343.	Taisnstrūraina tvertne ar velves veidīg. sienām un griestiem	542
344.	Rezervuāru šķērsgriezums	543
345.	Rezerv. iedalījums plānā	544
346.	Apaļa rezerv. iekārta	544
347.	Vēdināšanas kanāļa uzgalis	545
348.	Vēdināšanas iebūve	545
349.	Atsitējvārstulis	546
350.	Noslēdzējs ar pludiņu	546

Zīm.		Lapp.
351.	Galvenā ūd. tvertne Kreicnach apr. grupu ūd. v.	547
352.	Osnabrikas rez.	548
353.	Tvertne ar noliektu dibenu	551
354.	Intces rez. ar uzliektu dibenu	551
355.	Intces rez. ar noliektu dibenu	552
356.	Spēku sadalījums Intces rez.	552
357.	Barkhausena rez.	553
358.	Barkhausena rez. konstrukcija	553
359.	Klennes rez.	554
360.	Klennes rez. 300 m^3	554
361.	Dibens aprēķinam	554
362.	Vienkārša balstu gredzena konstr.	556
363.	Balsta gredzenu konstrukcijas	556
364.	Balsta gredzens Intces rez.	557
365.	Dzelzsbetona rezerv. uzgultne	557
366.	Intces rez. konstruktīvs izveidojums	558
367.	Augsta balsta konstrukcija	559
368.	Trepes pie rezerv.	559
369.	Klennes rezerv. griezums	560
370.	Intces rez. pie skursteņa	561
371.	Skursteņa rez. konstrukcija	562
372.	Koka ūdens tornis	563
372a.	Rīgas Čiekurkalna tornis	564
372b.	Ķemeru tornis	565
372c.	Proj. Cēsu p. tornis	566
372d.	Proj. Liepājas p. tornis	567
373.	Dzelzsbetona tornis	568
374.	Dzelzsbetona tornis ar vairākiem rez.	569
375.	Tornis Šuchova konstrukcijas	569
376.	Dilatācijas ietaises	570
377.	Spiedlīnija pašteču vadam	571
378.	Spiedlīnija spiedvadam	571
379.	Atsevišķas kustības pretestības	593
380.	Diķeris	595
381.	Sifons	596
382.	Vads ar negrozīgu slodzi	600
383.	Vads ar negroz. slodzi dažādos vada gabalos	600
384.	Vads ar vienmērīgu slodzes pamazināšanos	601
385.	Vads ar vienm. slodzes samaz. dažādos gabalos	602
386.	Vaļēji kanāļi	604
387.	Izbruģēts vaļējs kanālis	605
388.	Mazs, vaļējs kanālis	605
389.	Liels, vaļējs kanālis	605
390.	Arcueil vads	607
391.	Akmeņiem noklāts vads	608
392.	Ūdens tunelis klintī	609
393.	Ūdens tunelis nedrošā klintī	609

Zīm.		Lapp.
394.	Minchenes ūd. v. tunelis	609
395.	Ņujorkas «Catskill» ūd. v.	610
396.	Apaļš vads labā būvgruntī	610
397.	Tipisks dzelzsbetona profils	610
398.	Parīzes «Vanne» ūd. v. profils	611
399.	Māla cauruļu savienojums	612
400.	Betona cauruļu savienojums	612
401.	Dzelzsbetona cauruļu savienojums	612
402.	Avota ūd. v. proj. Cēsu p.	613
403.	Diķeris upes šķērsojumam	614
404.	Diķeŗa šachta krastmalā	614
405.	Diķeris ieguldīts betonā	614
406.	Diķeŗa nodrošinājums upes gultnē	615
407.	Diķeris zem upes dibena	616
408.	Nolaišanas sastatnis	617
409.	Cīriches ez. ūd. ieņēmējs	618
410.	Akvēduktu atliekas Romas līdzenumā	619
411.	Akvēdukts «Pont du Gard»	619
412.	Akvēdukts Tisino upes ielejā	620
413.	Vīnes kalnavotu akvēdukts	620
413a.	Akvēdukta šķērsgriezums	621
414.	Parīzes ūd. v. «Vanne» akvēdukts	622
415.	Vīnes akvēdukta šķērsgriezums	622
416.	Vada izolācija koka kastē	623
417.	Vads uz Daugavas tilta Rīgā	623
418.	Vada novietojums ielas tilta konstrukcijā	623
419.	Vads uz konsolēm pie Rīgas tilta	624
420.	Vada tilts no atbalst. siju kopnes	624
421.	Vadu tilts no režģotas kopnes	625
422.	Vada tilts Parīzes ūd. v. pār Jonnas up.	625
423.	Ūdens vadu lokveidīgs pārvedums	625
424.	Pārvedums pār Rīgas tilta izgriežamo daļu	626
425.	Blīvslēgs kā kompensātors	627
426.	Kompensātors pie Daugavas tilta	627
427.	Spiedvads zem dzelzceļa Mask. tuvumā	628
428.	Dzelzceļa krustojums aizsargcaurulē	629
428a.	Dzelzceļkrustojums pie Rīgas	630
429.	Vads aizsargcaurulē dzelzceļkrustojumā	631
430.	Kroncirkulis cauruļu sienu biezuma mērīšanai	632
430a.	Kroncirkulis uzmavas biezuma mērīšanai	632
431.	Centrifugāllejmašīna	633
432.	Čuguna struktūra	635
433.	Sienu biezuma aprēķinam	638
434.	Vācu normālā uzmava	640
435.	Krievu jaunā uzmava	641
436.	Franču normālā uzmava	641
437.	Angļu un amerikāņu uzmavas	642

Zīm.		Lapp.
438.	Šarnierveidīgais savienojums	642
439.	Cauruļu savienojums «Gibault»	646
440.	Iedrīvēšanas rīks	646
441.	Māla lejgredzens	647
442.	Uzmavas noblīvējums ar skrūvēm	649
443.	Uzmavas noblīvējums ar gumijas gredzeniem	649
444.	Vācu atloku normas	650
445.	Krievu atloku normas	650
446.	Veidgabali	653
447.	Veidgabalu apzīmējumi	654
448.	Pāreja no čuguna uz tērauda cauruli	655
449.	Tērauda caurules izgatavošana	657
450.	Liedējamās mašīnas schēma	657
451.	Dažādas liedēšanas pakāpes	658
452.	Tērauda cauruļu uzmavas	658
453.	Tērauda cauruļu atloki	659
454.	Mannesmanna metode cauruļu izgatavošanai	659
455.	Dzelzs cauruļu savienojuma gabali	660
456.	Koka cauruļu savienojumi	664
457.	Koka caurules tīrīšanas caurums	664
458.	Koka cauruļu savienojums	665
459.	Lielas koka caurules	665
460.	Iedzītņi	666
461.	Čuguna pieliktņi	666
462.	Koka caurules pievienošana čuguna caurulei	666
463.	Eternīta cauruļu mašīna	668
464.	Eternīta cauruļu savienojumi	669
465.	Uzmava Žibō	669
466.	Vianini cauruļu mašīna	670
467.	Dzelzsbetona cauruļu savienojums	671
468.	Vaŗa cauruļu savienojums	674
469.	Vadu galerija Cīriches p.	675
470.	Būvgrāvja nospraušana	677
471.	Būvgrāvja vietas iekārta	677
472.	Būvgrāvis ar pārtraukumiem	679
473.	Būvgrāvja nostiprināšana	679
474.	Vadu likšana lielākā dziļumā	680
475.	Būvgrāvis sliktā gruntī	681
476.	Būvgrāvja dibens	681
477.	Uzmavas noblīvēšana	681
478.	Lielas caurules nolaišana būvgrāvī	682
479.	Vada izliekums ar lielu radiju	682
480.	Ass vada izliekums	682
481.	Savilktņi līkumu uzmavās	683
482.	Noslēgums, izmēģinot ar spiedienu	684
483.	Izlaide	685
484.	Gaisa skrūve un viņas iebūve	687

Zīm.		Lapp.
485.	Automatisks gaisa ventils	687
486.	Liela aizbīdņa ietaise	688
487.	Aizlaidņa griezums	689
488.	Ludlo aizlaidnis	689
489.	Aizlaidņu iebūves garnitūra	690
490.	Apakšzemes hidrants	692
491.	Virszemes hidrants	692
492.	Hidrants Bopp & Reuther konstr.	694
493.	Krievu ūd. v. kongresa normāltips	694
494.	Hidrants ar lodes aizlaidni	695
496.	Ūdens saņēmēja konstrukcija	696
497.	Brīvi pieejama ūd. saņemšanas aka	697
498.	Hidrants ielu un dārzu laistīšanai	698
499.	Strūklaka dzeršanai	699
500.	Izzaru vai radiālsistēma	700
501.	Cirkulācijas vai riņķveidīga sist.	700
502.	Maģistrāles Liepājas ūd. v. projektā	701
503a.	Tecēšanas virziens riņķveidīgā sist.	702
503b.	Tecēšanas virziens, pieņemts pie aprēķināšanas	703
504.	Sadalījums apgādājamos kvartālos	704
505.	Spiedlīnija un pjezometriskas caurules	708
506.	Sifons pāri spiedlīnijai	708
507.	Spiedlīnijas augstums pār pilsētu	709
508.	Spiedlīnija pilsētā	709
509.	Vajadzīgais spiedlīnijas izlabojums	709
510.	Urbšanas ietaises piestiprinājums	711
511.	Ieurbšanās caurulē	711
512.	Aizlaidņa ielikšana izurbtā vietā	711
513.	Gatava pievienošanas vieta	712
514.	Aizlaidņa novietojums sāniski	712
515.	Māju pievienošanas schēma	713
516.	Venturi mērītāja schēma	719
517.	Venturi ūdensmērītājs	720
518.	Spārnratu mērītājs	721
519.	Voltmaņa ūdensmērītājs	722
520.	Virzuļu ūdensmērītājs	723
521.	Ripas ūdensmērītājs	725
522.	Kontrolpārbaudes ietaise uz vietas	726
523.	Ūdensmērītāju pārbaudes stacija	727

Tabulas.

Nr.		Lapp.
1.	Stundu patēriņš % no dienas patēriņa	26
1a.	Diagramma. Ūdens patēriņš % pa diennakts stundām	28
1b.	Temperātūras iespaids uz ūd. tilpumu un svaru	30
2.	Attiecības starp l/min. un m^3/st. un diennaktī	100

Nr.		Lapp.
3.	Koef. ε un ūd. daudzuma noteikšana Rīgas pētījumos	140
4.	Skābekļa uzņemšana, ūd. krītot no dažāda augstuma	358
5.	Sērūdeņradis paliek šķīdumā, atk. no aerācijas laika	358
6.	Ogļskābe paliek ūd., atk. no aerācijas laika	359
7.	n — lielums	447
8.	Mašīnu iekārtas izmaksa uz 1 ZS — m	449
9.	e — ekspluatācijas izdevumi uz 1 ZSst.	450
10.	Spiedgaisa cēlēju cauruļu vadu diam.	491
11.	Spiedrez. tilpums, atkarīgi no ūd. pieteces	512
12.	Spiediena zudums, ātrums un caurteces daudzums pēc Kuttera form.	580
13.	Ūdens ātrums v un caurteces daudzums pēc Manninga form.	586
14.	Čuguna uzmavu cauruļu mēri pēc krievu normām	643
15.	Čuguna cauruļu uzmavu mēri pēc vācu normām	644
16.	Čuguna uzmavu cauruļu mēri un svari pēc franču normām	645
17.	Čuguna atloku cauruļu mēri un svari pēc vācu normām	651
18.	Čuguna atloku izmēri pēc jaunajām krievu normām	652
19.	Svina cauruļu izmēri un svari	673
20.	Paraugs ūd. daudz. un vada d. aprēķinam	707
21.	Māju pievienošanas vadu d.	714
22.	Spiediena zaudējums māju vados	715
23.	Nodilšanas ilgums un uzturēš. izmaksa ietaises daļām	733

Nosaukumu rādītājs.

	Lapp.
A.	
Abesiniskas akas	199
Aerācija	357
Agresīvitāte	385
Aizblīvēšana	645
Aizlaidnis	688
Aizsardzība	286
Aizsprosti	273
Akas	123
abesiniskas	199
māju	85, 176, 744
arteziskas	284
urbtas	197
Aku dezinfekcija	86
Aktīvā ogle	432
Akvēdukti	617
Aluminija caurules	666
Ammōnjaks	41
Analize	29
fizikālas īpašības	29
temperātūra	30
dzidrība	31
krāsa	31
smaka	32
ķīmiskas īpašības	33
ūdeņraža jōnu koncentr.	34
sausnes	35
organiskas vielas	36
suspendētas vielas	37
cietību vielas	38
Apakšzemes ūdens	69, 82
Apakšzemes ūdens izcelšanās	74
Apcinkošana	660
Arteziskas akas	284
Artezisks ūdens	74
Atchlōrēšana	430

Lapp.

Atdzelžošana 368
Atgāzēšana 384
Atloki 649
Atmangānošana 382
Atmīkstināšana 360
Ātrfiltri 339
Ātruma koef. 573
Atskābļošana 384
Avoti 79
Avotu izbūve 150
Avotu ūdens 82

B.

Baktērijas 50
Baktērioloģisks sastāvs 49
Bioloģisks sastāvs 49
Būvgrāvis 676
gruntsūd. apkaļošana . . . 678
nostiprināšana 679

C.

Caurules 631, 655
alumīnija 666
alvas 674
cinka 674
čuguna (ķeta) 631
dzelzs 655
dzelzsbetona 670
eternīta 667
koka 660
svina 672
tērauda 655
vaļa un misiņa 673
Cauruļu sienu biezums . . . 637
Centrbēgpumpji 458
Ceoliti 365
Cietība 38
Cirkulācijas sistēmas 700
Cisternas 82, 245

Ch.

Chlōramins 421, 429
Chlōrātors 413
Chlōrēšana 405
Chlōrgāze 411
Chlōridi 45

Lapp.

Chlōrkaļķis 406
Chlōrs 45

D.

Depresijas līkne 121
Dezinfekcija 86, 392
Dibens ledus 251
Diferenciālpumpis 455
Diķeris 614
Diķeŗu aprēķini 595
Dīzeļmotors 477
Drīvētājs 645

Dz.

Dzelzs 43
Dzelzs caurules 655
Dzelzsbetona caurules 670
Dziļums 675

E.

Elektriska ūd. tīrīšana . . . 367
Elektrolitchlōrs 411
Elektromotors 479, 748
Elmopumpji 463
Eternīta caurules 667
Ezera ūdens ieņemšana . . 261
Ežektors 492

F.

Filtrādiņa 311
Filtrēšana 310
Filtri:
lēnie smilšu f. 314
priekšfiltri 336
ātrfiltri 339
nepārpludināti f. 335

G.

Gaisa ventiļi 686
Gāzes motors 475
Ģeoloģiski noslāņojumi 109
Gruntsūdens 69, 78, 83
daudzums 100, 132
kustība 109
mākslīgs 237
pietece savākš. ietaisēm . 121
saņemšana 166
upes tuvumā 89

Lapp.

H.

Hidranti 691
Hidrofori 516
Hidrografija 58
Hidroloģija 58
Hidrotaiti 648
Horizontālās ieņemšanas ietaises 121, 166
Huminvielas 36

I.

Inkrustācijas 591
Instalācijas 716
Izlaidņi 685
Izliekumi 681
Izmaksa 728
Izmēģinājuma akas 141
Izmēģinājuma panākumi . . . 147
Izmēģinājuma spiediens . . . 683
Izohietas 61
Izohipses 74, 105
Izzaru sistēma 699

Ie.

Iecirkņu mērītāji 22

J.

Jūras ūdens 248

K.

Kaļķsodas metode 361
Kāpu ūdens 88
Karbosterils 411
Karparīts 410
Katadinmetode 422
Koagulants 304
Kompensātori 625
Krājaka 232
Krātuves 509, 748
Krustojumi 613

L.

Lambachpumpis 493
Ledus grūtības 266
Lejgredzens 645
Lidīts 648
Lietus mērītājs 59

Lapp.

Lietus ūdens 81
Lietus ūdens saņemšana . . . 245
Līmeņrādītājs 534

M.

Magnocids 411
Māju akas 85, 176, 744
Mākslīgs gruntsūdens 237
Mākslīgas ūdens tvertnes . . . 268
Mammutpumpis 486
Mangāns 44
Mašīnu māja 452
Mērīšana, ūd. daudz. 93
Minerālizācija 43

N.

Natrija hipochlōrits 411
Nepārpludināmie filtri 355
Nitrāti 43
Nitriti 42
Nokrišņi, atmosfēriskie 58
Normas ūdens sastāvam . . . 54
Nostādināšana 294

O.

Ogļskābe 46
Ombrometrs 59
Organiskas vielas 36
Ozōnēšana 398

P.

Pārgāzes 97
Pašteču vadi 603
Peltonrats 469
Permutiti 365
Pieslēgumi 710
Pneumatiska ūd. apgāde . . . 519
Pneumatisks dziļpumpis . . . 491
Priekšfiltrs 336
Pulzometrs 493, 748
Pumpētava 440
Pumpju komplekts 451

R.

Radiālsistēma 699
Rēgulātors filtram 322
Rezervuārs (ūd. krātuves) 509, 748

Lapp.

Rīgas ūdens apgāde 23
Riņķveidīgā sistēma 700
Rūpnieciskām vajadzībām . . . 56

S.

Sērūdeņradis 45
Sifons 596
Sifonvadi 224
Sīkorganismi 38
Skābeklis 48
Spiedfiltri 352
Spiedlīnija 571, 708
Spiedvads 629
Sterilizācija 393
Strūklaka dzeršanai 699
Suspendētās vielas 37
Svārstīgais ūd. daudzums . . 27
Svina caurules 672
Svins 47, 645

Š.

Šachtu akas 177
Šļūtenes 597

T.

Tarīfs, ūdens 732
Tērauda caurules 655
Tīrūdens krātuves 334
Turbopumpji 474
Tvaika turbīnes 473

U.

Ūdeņraža iōnu koncentrācija . 34
Ūdeņraža eksponents 34
Ūdens avotu izvēle 284
Ūdens daudzuma mērīšana . . 93

Lapp.

Ūdens izcelšanās 59
Ūdens īpašības 28
Ūdens krātuves 509, 748
Ūdens lauksaimniecībā 742
Ūdensmērītāji 535, 717
Ūdensmērītāju novērtējums . . 724
Ūdensmērītāju pārbaude . . . 726
Ūdensmērītāju sistēmas . . . 718
Venturi 718
spārnu ratu 721
Voltmaņa 722
tilpuma mērītājs 724
Ūdens motors 474, 748
Ūdens nodoklis sk. tarīfs . . . 732
Ūdens patēriņš 15
iedzīvotājiem 15, 16
sabiedrisk. vajadz. . . . 15, 20
rūpniecības vajadz. . . . 16, 21
zaudējums 22
svārstības 24
Ūdens tornis 549
Ūdens triecis 482, 748
Ūdensvadu izmaksa 728
būve 728
ekspluatācija 731
Ultravioletie stari 394
Upes ūdens saņemšana 250
Urbtas akas 197

V.

Vadu tilti 623
Veidgabali 651
Vēja motors 467, 747
Virszemes ūdens 58, 82
Virziens vadā 676
Virzuļu pumpji 453

[20-]

LATVIJAS NACIONĀLĀ BIBLIOTĒKA
0309101118