

91
L 19 I

LATVIJAS

ZEME

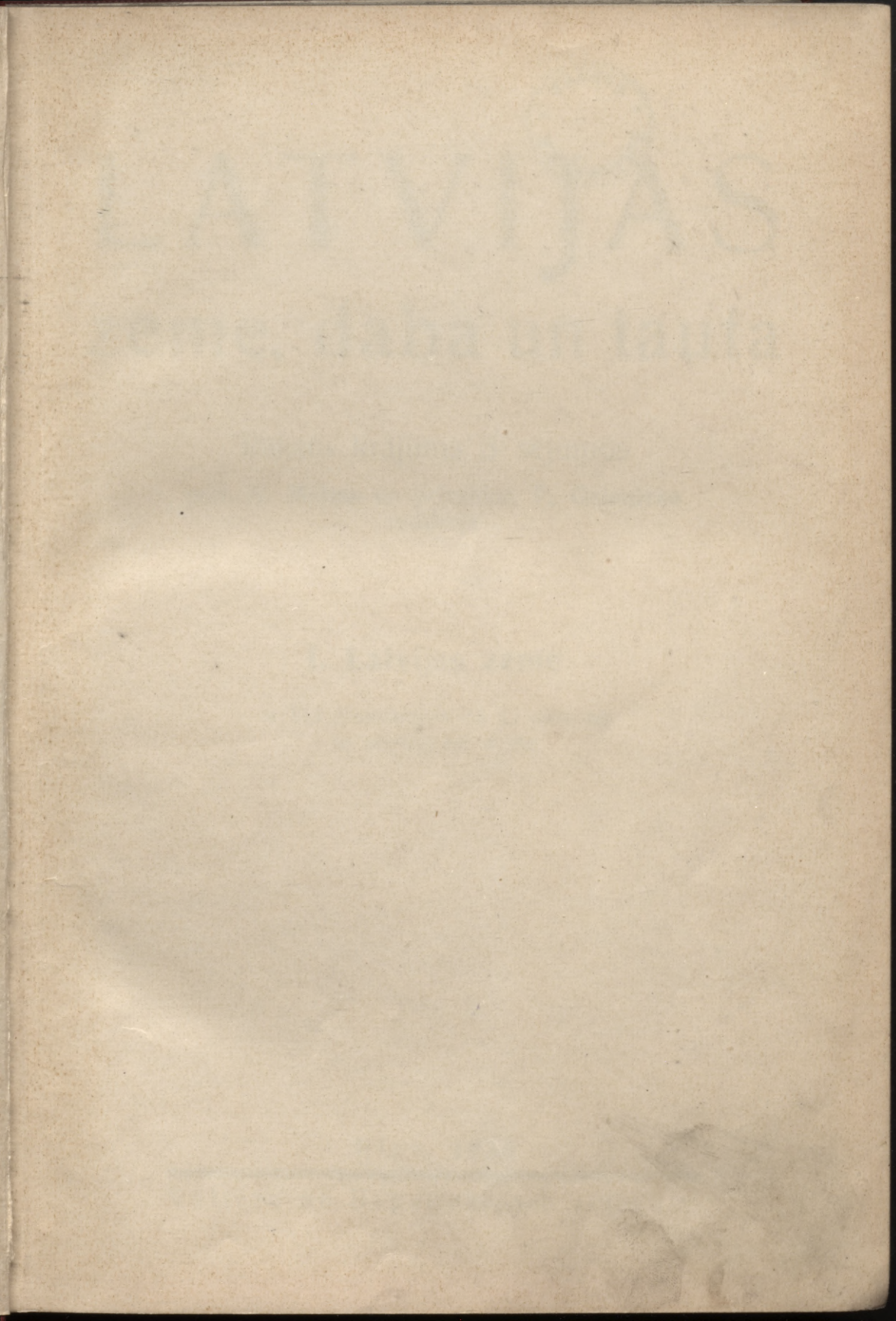
DABA

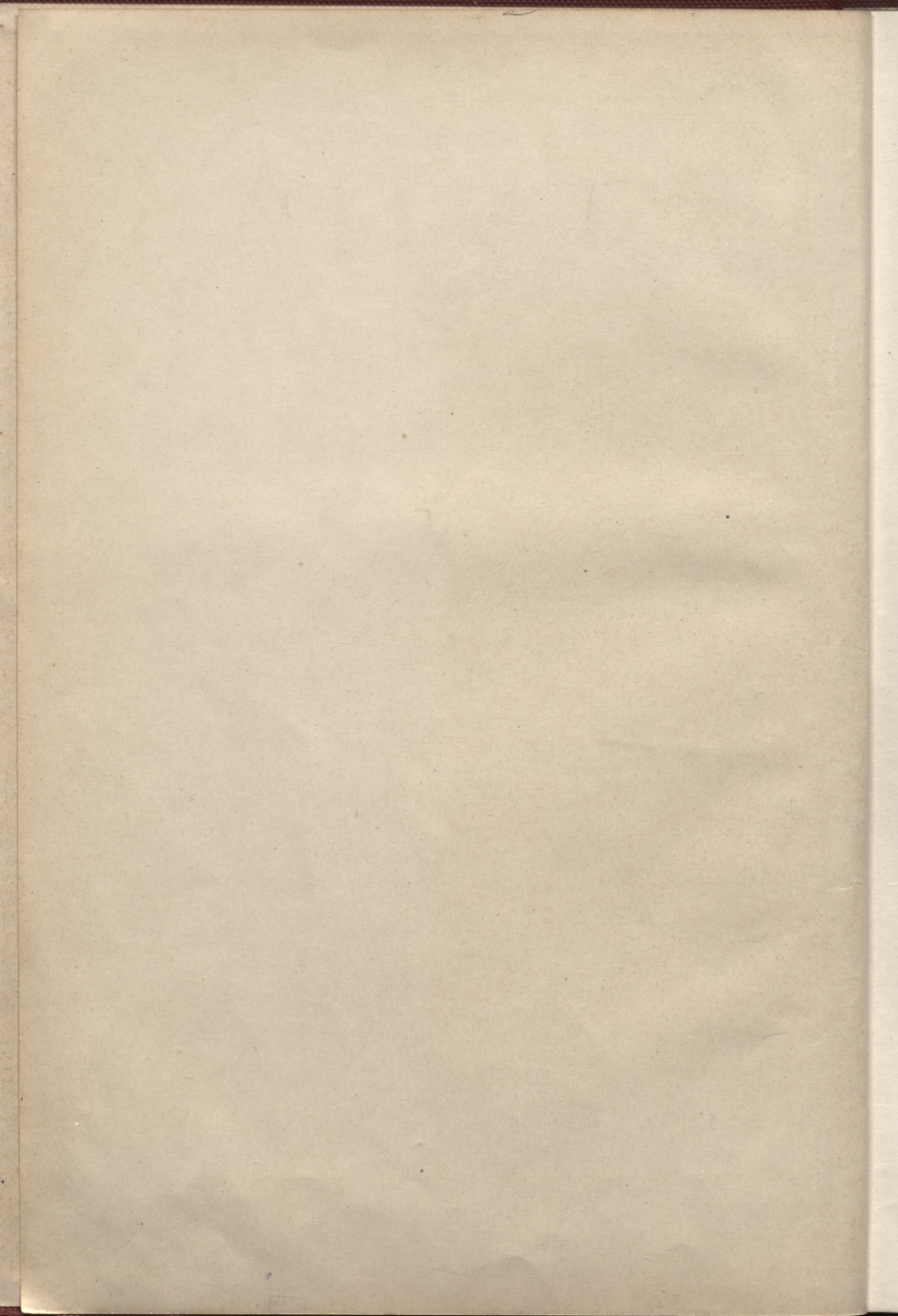
TAUTA



VALTERA. UN RAPAS 26

Parl. 1952. I LR





L 91
19

L



LATVIJAS

zeme, daba un tauta

Rakstu krājums 3 sējumos
prof. N. Maltas un privātdoc. P. Galenieka
redakcijā

I. Latvijas zeme

ar 214 ilustrācijām un 12 ainavām
uz atsevišķām lapām

Rīgā, 1936

Valtera un Rapas akc. sab. izdevums

Parē. 1964.

1953

Latv. P.š. Valsts Bibliotēka
inv. 51-4.992

12 lp. d. 0307085042



Valtera un Rapas
akc. sabiedrības spiestuve
Rīgā, Brīvības ielā 129/133

Priekšvārds.

Vecākā grāmata, kurā pirmo reiz savāktas kopā ziņas par Latvijas teritorijas zemi un dabu, ir Fischer'a „Versuch einer Naturgeschichte von Livland“, kas iznāca Leipcigā 1778. gadā, tā tad priekš 158 gadiem. Šīs grāmatas 400 lappuses satur datus par mūsu apgabala virsu, klimatu, augu un dzīvnieku valstīm un zemē atrodamiem minerāliem. Pats par sevi saprotams, ka ziņas par mūsu zemi un dabu toreiz bij vēl visai trūcīgas, uz ko norāda arī pats autors savas grāmatas priekšvārdā. Tāpat sniedzamie dati un zinātniskās atziņas bieži vien ir nepareizi un dažās vietās pat pārvēršas nepārbaudītos pasakainos nostāstos. Tā, grāmatā starp citu lasam, ka augstākais kalns Vidzemē (ietverot šinī jēdzienā arī tagadējās Igaunijas teritoriju) ir Cēsu kalns; nodaļā par dzīvniekiem autors stāsta, ka lācis ziemas guļā „pārtiek no gļotainas sulas, ko tas izsūc no savas ķepas“ u. t. t. Bet no otras puses šī grāmata tomēr sniedz zināmu ieskatu tālaika dabā un dzīves apstākļos, kas vienā otrā ziņā bijuši atšķirīgi no tagadējiem. Tā, Vidzemē toreiz dzīvojuši vēl lāči, bet ar aitkopību neesot bijis iespējams nodarboties daudzo vilku dēļ.

Vēlākos laikos mūsu zemi ir pētījuši gan Krievijas valdības ierēdņi, gan vietējie vācu zinātnieki, sniegdami īsākus vai garākus pārskatus par savu pētījumu rezultātiem gan atsevišķu darbu veidā, gan periodiskos izdevumos. Arī vairāki latviešu rakstnieki un zinātnieki, kā Dinsbergs, Ilsters u. c. pag. gadu simteņa otrā pusē ir izdarījuši patstāvīgus zinātniskus novērojumus un devuši arī nelielus populāri zinātniskus apcerējumus par mūsu dabu.

Tikai pēc 133 gadiem kopš minētās Fischer'a grāmatas iznākšanas parādas nākamais kopsavilkums par Baltijas apgabala, tā tad arī Latvijas, dabu. Tas ir K. R. Kupffer'a „Baltische Landeskunde“, kas iznāca Rīgā 1911. gadā. Šī grāmata var jau balstīties uz apmēram pusotra gadu simteņa pētījumu rezultātiem un sniedz vispusīgas un pārbaudītas ziņas par mūsu dzīvo un nedzīvo dabu;

tikai ievietotie dati par latviešu tautu jāuzskata par nepilnīgiem un vienpusīgiem.

Jaunā posmā mūsu dzimtenes pētīšana iegāja līdz ar neatkarīgās Latvijas nodibināšanos. Vesela rinda latviešu zinātnieku, kas līdz tam strādāja ārpus Latvijas, tagad atrada iespēju veltīt savu darbu dzimtās zemes pētīšanai. Līdz ar viņiem izauga arī mūsu jauno zinātnieku paaudze. Roku rokā ar tīri zinātniskiem meklējumiem gāja mūsu dabas un tās bagātību pētīšana jaunās valsts praktiskām vajadzībām.

Valsts administratīvām un kultūras iestādēm bija nepieciešami noteikti un aptveroši dati par Latvijas teritorijas iedalījumu, dabu, tautu, iedzīvotāju nodarbošanos u. t. t. Šo robu aizpildīja M. Skujenieka darbs „Latvija; zeme un iedzīvotāji“, kas iznāca Rīgā 1921. g. un piedzīvojis 3 izdevumus. Šī grāmata jau lielā mērā dibinas uz patstāvīgās Latvijas laikā izdarītiem pētījumiem un savāktām statistiskām ziņām, izmantodama arī vēl priekškaŗa laikā iegūtos datus.

Tomēr varētu teikt, ka tikai tagad, pēc gandrīz 20 gadu ilgas Latvijas zinātnisko iestāžu un atsevišķu zinātnieku darbības, ir iespējams sniegt sakarīgu pārskatu par visu mūsu zemi un dabu mūsu pašu pētījumu gaismā. Protams, ievirzītais dzimtenes pētīšanas darbs, nepārtraukti turpinoties visos virzienos, joprojām papildinās mūsu atziņas. Vienā otrā mazāk izpētītā nozarē (piem. dziļāko slāņu ģeoloģijā) var pat sagaidīt arī pilnīgi jaunus atklājumus, jo dabas pētīšanā nekad nevar iestāties pilnīgs noslēgums.

Sniedzami šinī darbā līdz šim sakrātās atziņas un datus par mūsu zemi, dabu un tautu, mēs mēģinām raksturot mūsu dzimteni š o d i e n, tagadnes uzskatu apgaismojumā, tā darot plašākām aprindām pieejamu visu to datu un atziņu materiālu, kas līdz šim iekrāts zinātniskos kabinetos un pētīšanas laboratorijās.

Pirmais sējums sniedz ziņas par Latvijas ģeoloģiju un ģeografiju ar blakus nozarēm. Otrā sējumā apskatīta Latvijas dzīvā daba — viņas augu sega un dzīvnieki. Trešā sējumā sakopoti dati par Latvijas tautu un tās dzīvi.

R ī g ā, 1936. g. janvārī.

Redaktori.

Latvijas pamatformācijas.

Latvija līdz ar tuvākām kaimiņu zemēm (Polijas ziemeļu daļu, Lietuvu, Igauniju, Eiropas Krieviju, Somiju un Zviedriju) pieder vienai ģeoloģiskai vienībai, proti viņa atrodas virs tā sauktā Baltijas vairoga jeb Krievijas platformas. Šīs platformas veidošanās sākums meklējams sirmā senātnē — archaiskā ērā (ap 3000 miljonu gadu atpakaļ), kad, līdzīgi tam, kā ziemā virs atdzisušās jūras ūdeņiem parādās ledus gabali, virs šķidrās magmas izveidojās pirmie, peldošie sastingušas magmas blāķi, kas bija pirmatnējo kontinentu gabali, karstās, kvēlošās magmas jūrā.

Arī virs šiem samērā plāniem pirmatnējiem kontinentiem vēl ilgi norisinājās spēcīga vulkaniska darbība. Izverdumi deva magmas strāvas, kas izplatījās pa sastingušo kontinentu virsu. Vulkaniskie pelni veidoja virs tiem pirmos slāņotos nogulumu iežus.

Vēlākā laikā, kad zemes temperatūra nokrita tik zemu, ka arī ūdens, gan vēl karstā veidā, varēja jau palikt un krāties uz zemes virsas, starp šiem pirmatnējiem kontinentiem izveidojās karstas jūras un okeani. Tie nu sāka savu ārdošo darbību, sevišķi kad kontinentu virsa, lēni grimstot vai ceļoties (tā sauc. epirogenetiskās kustības), nāca zem jūras līmeņa vai pacēlās pār to.

Starp šiem pirmatnējiem kontinentiem, viens no kuriem bija arī Baltijas vairogs, jūru dibenā, zem samērā plānas atdzisušās magmas segas, atradās vēl šķidra, labīla pirmatnējā nesadalītā*) magma. Šīs labīlās magmas horizontālās un galvenā kārtā vertikālās kustības, kuņu cēlonis vēl līdz šim nav skaidrs**), minētos starpkontinentu apgabalos radīja lēnu, ilgstošu jūras dibena grimšanu.

Grimšanas apgabalos vai, kā mēs tagad viņus saucam, geosinklinālēs, krājās vienmēr jaunākie no kontinentiem noskaļotie iežu sadēdēšanas un sadrupšanas produkti, kuņiem pievienojās vēl jūras faunas un floras atliekas. Grimstot un nonākot lielākos dziļumos, šie slāņi sakrkojās, saplaisāja, pārbīdījās un arī metamorfizējās (pārveidojās).

Plaisās un ejās ieplūda sākumā jauktā, vēlāk vieglākā skābā magma. Tas viss palielināja geosinklināles nogulumu biezumu, kas

*) Nesadalītā jeb jauktā magma sastāv kā no smagās baziskās, tā arī no vieglās skābās daļas. Pie sadalīšanās vai diferenciācijas jauktā magma sadalās tā, ka skābā vieglā ieņem stāvokli virs smagās baziskās magmas. Kontinenta pirmatnējie blāķi sastāvēja galvenā kārtā no vieglās skābās magmas produktiem.

**) Var būt šo kustību izsauca magmas diferenciācija - sadalīšana.

sasniedza dažus līdz dažus desmitus kilometru biezumu. Beidzamā geosinklināles dzīves posmā, kad magmas kustības dziļumā sāk norimt vai apstājas, visi šie kilometriem biezie, visvairāk no vieglas skābas magmas un viņas sadēdēšanas produktiem sastāvošie nogulumi, būdami vieglāki par dziļumā esošo magmu, sāk lēnām virzīties uz augšu; tie uzpeld (izostāzijas parādība) un, paceļoties augstāk par jūras līmeni, kādreiz arī augstāk par blakus guļošā kontinenta blāķa virsu, pievienojas tam, palielinot viņu platību un izveidojot grēdai līdzīgu paaugstinājumu.

Šis, savā iekšienē komplicēti no sakrokotiem slāņiem un magmas ieklūdumiem uzbūvētais paaugstinājums, zem ilgstošas atmosfēriliņu ietekmes un sevišķi ūdens ģeoloģiskās darbības iznākumā, pamazām izveidojās tad par to, ko mēs saucam par kalniem ģeografiskā nozīmē.

Šis nupat aprakstītās norises, kuŗas mēs saucam par *oroģenētiskām* jeb kalnu rašanās cikliem, spēlēja lielu lomu zemes agrākā ģeoloģiskā vēsturē. Bet arī tagad vēl šie procesi turpinājas, it sevišķi Klusajā okeanā. Āzijas un Amerikas piekrastēs.

Šie oroģenētiskie procesi no atsevišķiem, pirmatnējo kontinentu blāķiem jeb vairogiem ar jaunās, geosinklinālēs uzbūvētās daļas pievienošanu vai divu vairogu savienošanu izveidoja tos kontinentu grupējumus, kas pastāv mūsu dienās.

Kas norisinājās tieši uz Baltijas vairoga virsas, **archaiskā** un **proterozoiskā** jeb **algonkija ērās**, kad notika vairoga tālākā veidošanās, mums tagad visai grūti spriest.

Šī visvairāk no kristalliskiem iežiem, kā granītiem un gneisiem, kā arī no pirmatnējiem, tagad pa lielākai daļai metamorfizētiem (pārveidotiem) un arī nepārveidotiem nogulumu iežiem sastāvošā platforma, ir pārklāta vēl jaunākiem nogulumiem; tā atdzas tikai savās perifērijas daļās, proti Zviedrijā, Somijā, Kolas un Kaninas pussalās, Timanā, Urālos un beidzot kā Ukrainas kristalliskā 300 km plata josla, kas iet no Podolijas līdz Azovas jūrai un tālāk līdz Kaukazam. Atsevišķi šīs kristalliskās platformas atsegumi sastopami vēl Voronežas apgabalā pie Pavlovskas; urbumos tās ieži atrasti Kurskas apkārtnē un pēdējā laikā arī Druskenikos. 100 km uz dienvidiem no Kauņas.

Labākie šo iežu atsegumi atrodami Somijā, tāpēc arī te tie labāk pazīstami, sevišķi pateicoties J. Sederholma, A. Högbom'a un W. Ramsay'a pētījumiem. Šo ģeologu darbi dod iespēju sadalīt visu slāņu kompleksu sekošos horizontos*):

*) Kā šī, tā arī citas formāciju sadalījumu tabulas sakartotas tā, ka augšā atrodas jaunākie un zem viņiem vecākie horizonti, t. i. tā, kā tie sastopami dabā.

Palαιοzoiskā ēra. Kembrija formācija

~~~~~ Diskordance\*) ~~~~~

Jotnija form. — *nesakrokoti* un nepārveidoti sarkani un balti kvarcīta smilšakmeņi ar slīpslāniskumu un vilņu rievu zīmēm (bieži mūsu leduslaikmeta nogulumos kā laukakmeņi); vietām konglomerāti, kas pieskaitāmi sauszemes nogulumiem, bez tam šiferi, kaļķakmeņi, diabāzi un granīta rapakivi izlējumi. Visumā sasniedz ap 2000 m biezumu.

Proterozoiskā ēra

(Archaizojs vai Algonkijs.)

~~~~~ liela diskordance — stipri kalnu rašanās procesi.

Jatūlija form. — *sakrokoti* māla slānekļi, smilšakmeņu konglomerāti, ogļu slānekļi „šungiti“ (visvēcākā pazīstamā akmeņogle).

Dolomīti ar koraļu dzīvnieku atliekām (*Carelozoon jatulicum Metzger*). Kopbiezums ap 1500 — 2000 m.

~~~~~ liela diskordance ~~~~~

Kalevija form. — konglomerāti, kvarcīti, dolomīti, vizlas slānekļi u. c.

~~~~~ ļoti liela diskordance ~~~~~

Svionija form. — smalki laukušpatiem bagāti slānekļi (Leptita formācija) — leptīti, kaļķakmeņi, dzelzs, vara un svina rūdas, kvarcīti u. c., ap 2000 m. biezumā.

Botnija form. — konglomerāti, fillīti ar gada kārtām, līdzīgi mūsu slokšņumāliem, metamorfizētie vulkaniskie ieži un tufi, ap 2000 m. biezumā.

Archaiskā ēra

~~~~~ Diskordance ~~~~~

Ladogas form. — Vizlas slānekļi, fillīti, kvarcīta slānekļi, kaļķakmeņi u. c. vairāku tūkstošu metru biezumā.

~~~~~ Diskordance.

Katarchaiskie granīti un gneisi — pirmgranīti, kas izveidojās pirmā zemes garozas sacietēšanas stadijā.

Baltijas vairoga uzbūve un platības palielināšanās archaiskā un proterozoiskā erās, kā redzam no tabulas, norisinājas ar orogēnetisko ciklu palīdzību. Dažus tūkstošus metru biezie atsevišķo formāciju nogulumi varēja izveidoties tikai geosinklinālēs.

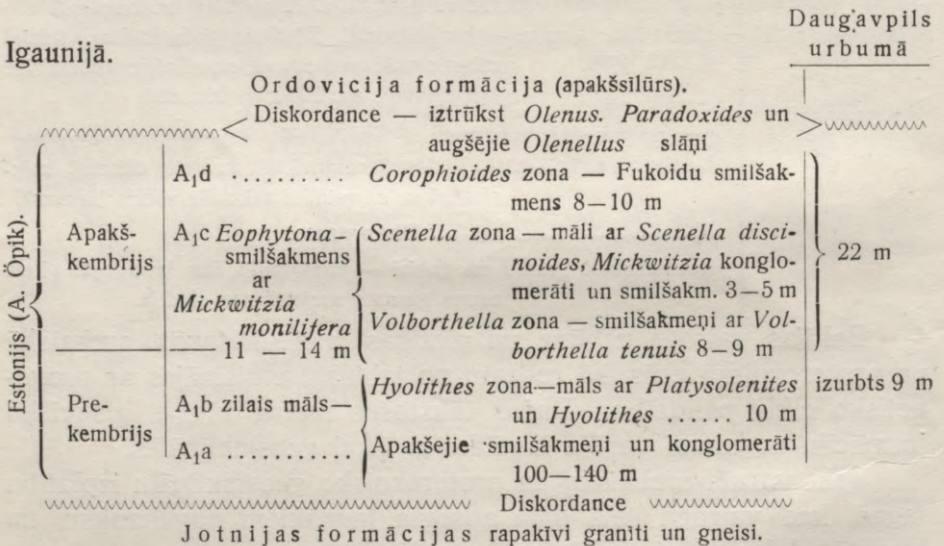
Rekonstruēt archaisko un proterozoisko geosinklināļu izplatību tagad, kad vairoga lielā daļa apsegta jaunākiem nogulumiem un atsegtās daļas stipri nodeldētas, nav iespējams.

Citādi ir **palαιοzoiskā ērā**. Te jau no paša sākuma gar Baltijas vairoga malām manāmas sekošās, viņu no citiem vairogiem šķīrušās un jūrām pildītās geosinklināles.

*) Diskordance — ģeoloģisks, termins, kas apzīmē nesaskaņu vai iztrūkumu nogulumos. To var radīt 1) nogulsnešanas pārtraukums; nogulsnešanas apgabals top par sauszemi, kas parasti stāv sakaros ar orogēnetiskiem procesiem; 2) kad jau nogulsnētie slāņi nodilst un jaunie nogulumi uzguļas virsū daudz vecākiem slāņiem.

Gar rietumu malu, tagadējās Anglijas un Norveģijas vietā, nodalot Baltijas vairogu no Kanādas vairoga, izplatās t. s. Kaledonijas jeb Grempiena geosinklināle; tā turpinājas arī uz N un NO, kur savienojas ar Uralu geosinklināli, tagadējo Uralu un Timanu kalnāju vietu. Uralu geosinklināle šķīra Baltijas un Sibīrijas vairogus. Gar Baltijas vairoga dienvidmaļu plētās t. s. Vidusjūras geosinklināle, savienojot abu iepriekšējo geosinklināļu dienvidu galus. Tā turpinājas vēl tālāk uz rietumiem un austrumiem, atdalot ziemeļu un dienvidu kontinentu vairogus. Šīs visas trīs geosinklināles, kā redzēsim tālāk, no šīs ēras sākot jēma lielu daļību Baltijas vairoga apsegšanā jaunākiem nogulumiem, pie kam galvenā loma sākumā piederēja Kaledonijas, vēlāk Uralu un beidzot Vidusjūras geosinklinālei.

Palaeozoiskās ēras sākumā, **kembrija formācijā**, no Kaledonijas geosinklināles, Baltijas kontinentālā vairoga rietumdaļu grimšanas dēļ, pāri Zviedrijai līdz Leņingradai un Daugavpiliņ, izplatījās sekla, epikontinentāla (virskontinenta) jūra, kuŗas nogulumi Latvijā sastapti pagaidām tikai Daugavpils urbumā (V. Zāns 1935.) no 536—566 m dziļumā. Šīs jūras nogulumi atsedzas gar Somijas līča Igaunijas piekrasti un sadalās sekoši:



Nekavējoties ilgāk pie šiem Latvijā neatsegtiem nogulumiem, redzam no tabulas, ka tanīs dominē smilšakmeņi un māls — seklas jūras nogulumi.

Ar līdzīgiem seklas jūras nogulumiem sākas arī **ordovicija formācija** (apakšsilūrs), bet vēlāk šī epikontinentālā jūra, ar jaunu no Kaledonijas geosinklināles iecelojušu faunu, pamazām padziļinājās

un izplatījās tālu Baltijas vairoga iekšienē un beidzot savienojās ar Urala geosinklināles jūru, izveidojot diezgan platu jūras šaurumu.

Vēl vēlāk, **Gotlandija formācijā** (augšsilūrā), šī jūra sāka palikt seklāka un sāka atkāpties, gan ne atpakaļ Kaledonijas bet, kā liekas, Uralu geosinklināles virzienā.

Pa to laiku Kaledonijas geosinklinālē iesākās spēcīgi orogēnētiski procesi un pēc tam arī šo orogēnētisko ciklu beigu stadija: geosinklināles vietā pacēlās t. s. Kaledonijas kalni un izveidojās jauna kontinenta daļa, kas savienoja Baltijas un Kanadas vairogus vienā lielā Ziemeļatlantijas kontinentā. Šī Kaledonijas stadija pilnīgi izbeidzās tikai apakšdevonā.

Ordovicija un Gotlandija formācijas nogulumi atsedzas visvairāk Igaunijā, kura, pateicoties Fr. Schmita darbiem, skaitījās agrāk par vislabāk izpētīto Krievijas daļu.

Pēc kara šos darbus turpina Igaunijas ģeologi sevišķi A. Öpik's, A. Luha un K. Orviku, pa daļai arī citi, kā K. Teichert's. *)

Latvijā šie nogulumi sasniegti pagaidām nedaudzos dziļurbumos (Valmierā 158 m dziļumā, Rūjienas apkārtne 95 m dziļumā, Daugavpilī tie caururbti 340,8 m kopbiezumā). Viņu sīkāks sadalījums horizontos pārskatāms sekojošā tabulā, sākot no jaunākiem, augšā gulošiem, horizontiem:

| | | | |
|-----------------------|---|---|---|
| | D ₂ — Vidusdevona sarkanais smilšakmens. | | |
| | ~~~~~ Diskordance — iztrūkst apakšdevons ~~~~~ | | |
| Gotlandija formācija. | {
apakš. pentamerus
augš. pen-
tam. kalķi
kalķi } | K — Saaremaa (Augšējie Sāmsalas) slāņi — pēlēki un iedzeltani kalķakmeni, merģeļi un dolomīti — <i>Eurypterus fischeri</i> Fr. Schn., <i>Pterygotus</i> un c. Sekla lagunāra jūra | Daugavpils urbums |
| | | J — Jaani (Apakš. Sāmsalas) slāņi — pēlēki un dzeltenī dolomīti merģeļi, u. c. | } apm. 90 m |
| | | H — Adavere (Estonus) slāņi — dolomitizēti vai merģelaini kalķakmeņi ar <i>Pentamerus estonus</i> . | |
| | | G ₃ — Raikūla slāņi — dolomītu, korallu un plātņu kalķakmeņi | } 5—6 m |
| | | G ₂ — Borealis slāņi — dolomitizētie korallu un pleckāju kalķakmeņi ar <i>Pentamerus borealis</i> | |
| | | G ₁ — Juuru (Jōrdena) slāņi — merģelaini plātņu kalķakmeņi | |
| | | | } pēlēki, dolomitizēti kalķakmeņi ar gipsakmeņa iegulām ar samērā nabaga faunu <i>Favosites gotlandica</i> ap 234,20 m diezumā. |

*) Sk. N. Skupin'a 1928. g. un L. Rūgera 1934. g. darbus, kur pievesta arī cita literatūra.

| | | | | | |
|--|----------|-------------------------|--|--|-------------|
| O r d o v i c c i j a | apakšējā | Baltiski stāvs | ~~~~~ Diskordance ~~~~~ | | |
| | | | B ₂ — Glaukonīta kalņakmens — tumši zaļš kalņakmens ar <i>Megalaspis planilimbata</i> Ang. un c. | 1—3,3 m | |
| | | | B ₁ — Glaukonīta smilšakmens — ar faunu <i>Megalaspis</i> , <i>Orthis</i> <i>Obolus siluricus</i> Eichw. un c. | 0,02—5,5 m | |
| | vidējā | Kukersita stāvs | ~~~~~ Diskordance ~~~~~ | | |
| | | | C ₃ — Itfera slāņi — cieti, pēlēki kramaini kalņakmeņi ar bagātu faunu | | |
| | | | C ₂ — Kukruse (Kukersita) slāņi — dzeltēns uu pēlēks kalņakmenis ar brūngana degslānekļu iegulām ar alģi <i>Gloeocapsomorpha prisca</i> Zal. trilobiti un cita bagāta fauna | 8—12 m | |
| | augsējā | apakšējā | Pakri stāvs
(Pakerortia stāvs) | ~~~~~ Diskordance ~~~~~ | |
| | | | | A ₃ — Dictyonema - slāneklis bituminozi māla slāneklji ar <i>Dictyonema flabelliforme</i> Eichw. un c. | lidz 5,00 m |
| | | | | A ₂ — Obolus - smilšakmens, brūni smilšakmeņi ar <i>Obolus apollinis</i> Eichw. un c. ... | 1,6—7,00 m |
| | | ~~~~~ Diskordance ~~~~~ | | | |
| D ₁ — apakš. Jōhvi slāņi — kramaini un merg. kalņakmeņi | | | | | |
| D ₂ — Keila (Kegela) slāņi — mergel. un krist. kalņakmeņi. | | | | | |
| D ₃ — Vasalema slāņi — <i>Encrinitu</i> Kalņi | | | | | |
| D — Jōhvi (Jeves) slāņu grupa | | | | | |
| E — Rakvere (Vezenbergas) slāņi kalņakmeņi un mergēli, pleckāju un cita bagāta fauna. | | 15 m | | | |
| F ₁ — Saaremōisa (Lyckholma) slāņi — kramaini un mergelaini kalņakmeņi ar dolomitiem <i>Halysites escharoides</i> Lam., <i>Iliaenus</i> un c. | | 6 m | | | |
| F ₂ — Porkuni (Borkholma) slāņi — krinoidu, briozoju un koraļļu kalņakmeņi, rupji kalņakmeņi — daudz <i>Halysites</i> sugas, <i>Syringophyllum organum</i> | 6 m | | | | |

Pēlēki, dziļāk iesarkani un zaļgani kalņakmeņi ar bagātu pleckāju faunu *Orthoceras*, *Endoceras* un c. 106,60 m biezumā.

Apakškembrijs — *Corophioides* zona (Fukoidu smilšakmens)

Kā jau augšā minēts, Gotlandes formācijas beigās jūra atkāpās Uralu ģeosinklināles virzienā, atstājot pēc sevis seklas lagunas ar pārāk lielu sāls saturu un slēgtus baseinus. Bagātā fauna izmira; uzglabājās tikai visādiem apstākļiem labi piemērotās formas, kā piem. no pleckājiem *Lingula*, no vākuvēzišiem (*Ostracoda*) *Leperditia* un beidzot līdz $1\frac{1}{2}$ —2 un pat līdz 3 m garie milzu vēži *Euryp-terus fischeri* Eichwal. un *Pterygotus osiliensis* Schmidt. Bez tam te bija sastopamas arī dažādas pirmzivju formas.

Arī šī fauna Kaledonijas kalnu veidošanās procesu radītās epirogenetiskās celšanās dēļ pamazām izmira. Nu Baltijas vairoga rietumu daļā iestājās sauszemes periods — **apakšdevona formācija**, spriežot pēc visa, ar samērā nokrišņiem bagātu klimatu. Sākās agrāk nogulsņēto iežu deldēšanas procesi un izveidojās vesels upju tīkls. Šī pēdējā atliekas uzglabājušās pat līdz mūsu dienām, jo arī tagad vēl daudzas upes izmanto šīs vecās gultnes. Ir izrādījies (Pogrebov, 1918), ka gandrīz visās Somijas līča virzienā vērstās upju ielejās vēlāk nogulsņētie vidusdevona smilšakmeņi izplatās daudz tālāk uz ziemeļiem nekā blakus upēm gulošās augstienās, kur parasti atsedzas silūra slāņi.

Šis jau īstenībā apakšdevona upes transportēja ziemeļkontinenta sadēdēšanas produktus ģeosinklināles virzienā (Uralā, Vidusjūrā). Tas norisinājās līdz **vidusdevona sākumam**, kad Baltijas vairoga vidējā daļā iesākās lēna E—W virzienā ejoša grimšana, laikam šoreiz zem Uralu ģeosinklināles cikla ietekmes, jo tai pārgāja noteicošā loma Baltijas vairoga tālākā izveidošanā. Klimats tapa sauss, upes seklas un nebija spējīgas transportēt sadēdēšanas materiālus, kas tikai pateicoties pavasaļa plūdiem un stiprām lietus gāzēm tomēr nonāca šīnī lēni grimstošā apgabalā. Te tie nogulsņējās mums pazīstamā vecā sarkanā (*Old Red*) smilšakmeņa veidā. Šie sarkanie smilšakmeņi izveido pirmo, vecāko Latvijā atsegto nogulumu grupu.

Pirms šīs, kā arī virs tās guļošās jaunākās formācijas apraksta, gribu te īsumā pakavēties pie tiem dažādu pētnieku darbiem, kas noveduši mūs līdz tagadējai skaidrībai par mūsu zemes ģeoloģisko būvi.

Kā pirmais mināms Jelgavas *Academia Petrina* jeb *Gymnasium academicum illustrum* profesors *I. Ferbers*. Savā Kurzemes fiziskā aprakstā, kuŗš parādījās kā piezīmes pie *I. Fīšera* 1784. g. darba, autors runā par Nāves salas, Baldones un Tomes ģipsiem un zemes iebrukumiem, kuŗu izveidošanu ved sakarā ar ģipša izskalošanu dziļākos slāņos. Viņš min arī kaļķakmeņa (*dolo-*

mīta) atsegumu Mēmeles krastos un pieved arī daudz citu datu par mūsu zemes ģeoloģiju.

Šie J. Ferbera minētie ģipša slāņi, kas citās zemēs bieži saistīti ar akmeņsāls nogulumiem, pamudināja 1825. g. Pēterpils kalna departamentu sūtīt uz Baltiju ekspedīciju meklēt akmeņsāli, kalninženieru Ulmana, Vansoviča un Lemana vadībā. Pirmais no tiem apskatīja arī Daugavas krastus. Meklējamo sāli atrast neizdevās, rezultāti publicēti 1827. g.

1829. g. parādas kopīgs Tartu Universitātes profesora M. Engelhardt'a un konservatora E. Ulprecht'a darbs par Igaunijas un Vidzemes ģeoloģisko būvi ar petrografisko karti, kurā gan mūsu devona smilšakmeņi pieskaitīti apakšējā triasa raibiem smilšakmeņiem un dolomīti — vidējā triasa gliemjukaļķiem.

Pirmais, kas grieza vērību uz to, ka Daugavas krastos pie Iksķīles—Salaspils atsegto dolomītos atrastie pārakmeņojumi pie der ne triasam, bet devonam bija Leopolds v. Buch's 1840.

Ar šo darbu un it sevišķi pēc R. Murchison'a, E. Verneuil'a un A. Keyserlinga Daugavas atsegumu apmeklēšanas pie Salaspils, Sēlpils, Kokneses un Pļaviņām (1841. g.) sākās otrs, sevišķi intensīvs Daugavas krastu pētīšanas periods, kur galvenā uzmanība bija piegriezta devona nogulumiem. Šis periods galu galā arī noveda pie, ne tikai Daugavas krastos, bet arī citur Baltijā atsegto devona nogulumu stratigrafiskas sadalīšanas horizontos.

Pirmais mēģinājums redzams H. Pandera sadalījumā, kurū pieved savos darbos viņa līdzstrādnieki Pfeiffer's 1843. un sevišķi Sokolovs 1844. g. Pēc H. Pandera devons sadalās trīs stāvos. Pirmā, apakšējā guļ baltie smilšakmeņi, piem., Pļaviņu krokas centrā. Otrā — Daugavas dolomīti, trešā — N. Vidzemē, Daugavas krastos pie Lielvārdes un Mēmeles upes izplatītie smilšakmeņi līdzās visjaunākiem — Cēsu, Raunas, Gaujenes apkārtnēs izplatītiem dolomītiem, kurus viņš domāja guļam visaugstāk. Beidzamā stāvā, kā redzam, Panders novietoja visus viņam neskaidros devona nogulumus, kurī tagad pieskaitāmi dažādām nodaļām (a, b, c).

R. Pacht's 1848. g., pētot Daugavas krastus starp Aivieksti un Salaspili, norāda, ka šeit atsegtie dolomīti sadalāmi divos — apakšējā un augšējā — stāvos. Beidzamā stāva pamatā parasti sastopami ģipša slāņi. Uzstādot šo sadalījumu autors piezīmē, ka tam atbilst netikai faunas atšķirība, bet arī upes krastu uzbūve itkā no divām terrasveidīgām, pakāpēm.

G. Helmersens 1850. pirmais apskatīja nepārtraukti Daugavas krastus no Rīgas līdz Vitebskai; viņa darbā aizskārti gan tikai nedaudzi atsegumi Latvijas daļā.

1857. g. parādās C. Grewingk'a darbs par cechšteinu Kurzemē un Lietuvā.

1861. g. parādas tā paša autora līdz šim kā pamats visiem mūsu pētījumiem uzskatāmais darbs par Baltijas zemes ģeoloģiju. Darbam klāt ģeoloģiska karte, mērogā 1:1200.000 ar krāsās atzīmētām dažu formāciju atsegumu vietām un pa daļai arī atsevišķu nodaļu un faciļu izplatību. Stratigrafiski devons sadalīts trīs nodaļās: 1) apakšējie — apakšdevona smilšakmeņi, 2) dolomīti ar Pachta sadalījumu divos stāvos un 3) augšējie — augšdevona smilšakmeņi. Bez tam autors, norādot uz šo nogulumu faciālo atšķirību, uzstāda Daugavas, Kurzemes un Veļikajas faciļas. Uz ģeoloģiskās kartes redzami arī faciali sadalīti mūsu devona nogulumi, novilkta izplatības robežas ģipšakmeņiem un Productus dolomītiem. Bez tam doti pirmie Daugavas, Ventas, Mēmeles, Mūsas upes un arī Kurzas N—S un N—O ģeoloģiskie profili. Aprakstīti arī cechšteina, jūras, krīta un terciāro nogulumu profili, fauna un izplatība.

1858.—62. g. R. Pachta pētīšanas rajonu no jauna apmeklēja F. Rosens. Savā darbā 1863. g. autors lielāko vērību piegriez kā Daugavas tā arī Veļikaja faciļas profilu atsevišķu slāņu ķīmiskām analizēm, kas sakopotas tabulās. Pirmo reizi arī uz mazas kartes norādīta atsevišķu devona nodaļu izplatība gar Daugavas krastiem.

Šie F. Rosena dabūtie dati izlietāti no C. Grewingk'a 1879. viņa Baltijas zemes ģeoloģiskās kartes otrā izdevumā, tagad lielākā mērogā 1:600.000.

Apmēram tanī pašā laikā Daugavas krastus pētīja arī M. Antonovičs 1871. un A. Štukenbergs 1873. Pirmais galvenā kārtā Daugavas augčteci līdz Pļaviņām, aprakstot siki visus, kā devona, tā arī kvartāra formāciju atsegumus. Otrais — no Daugavpils līdz Rīgai, bet diemžēl savāktie dati palika neapstrādāti.

1872. un 1874. g. C. Grewingk's publicē darbu par Austrumbaltijas krītu un terciāru; te tas pieved Lētižas upes terciāro atsegumu pie Pulverniekiem un krīta profilu Vormsātas urbumā.

1883. g. šis pats autors publicē darbu par Daugavas lejasdaļas, Rīgai tuvākās apkārtnes ģeoloģisko būvi. Šo pašu vēlāk atkārtoja B. Doss 1903., piegriežot galvenā kārtā vērību kvartāram.

1891. g. K. Rugevičs īsumā apraksta Ķemeru un Baldones apkārtnes ģeoloģisko būvi, sakarā ar sērūdeņu aizsardzības rajonu

noteikšanu. Baldones aprakstā viņš runā par Iecavas apkārtnē atsegtiem slāņiem un Daugavas kreiso krastu no Bērzsmentes līdz Tomei, griežot vērību sevišķi uz slāņu kļošanu un Nāves salas uzbūvi.

No 1892. g. Latvijas teritorijā ģeoloģiskos pētījumus iesāka Pēterpils ģeoloģijas komitejas ģeologi E. T o l l ' s , N. J a k o v l e v s un J e g u n o v s , kuri vāca datus 10 verstu Krievijas ģeoloģiskai kartei. Tā bija paredzēta ģeoloģijas komitejas uzdevumā, un tās 4., 13., 14., 27 un 28. lapās ietilpa Latvijas teritorija.

Pirmais, E. T o l l ' s , pētīja visvairāk Zemgales līdzenumu (Lielupes baseinu) un Kursas austrumdaļu, bet N. J a k o v l e v s no 1907.—1910. gadam Rietumkursu (Ventspils, Liepājas un Lietuvas robežas apkārtni).

J e g u n o v s 1910. gadā pētīja Jaunlatgales apriņķa NO daļu ap Kuchvas un Vjadas upēm Veļikajas baseinā. Diemžēl visi šie darbi iznāca tikai kā iepriekšēji īsi ziņojumi. Lielākos no tiem publicēja E. T o l l ' s 1892., 1896., 1897. un 1898. gados.

Beidzot H. H a u s e n s — (1913.) — pētot 1910.—12. g. Baltijas zemes kvartārās formācijas nogulumus, apskata arī Daugavu no Daugavpils līdz Rīgai.

Ar šo tad arī beidzas priekš pasaules kara pētīšanas periods. Pašā karā, vācu okupācijas laikā, Latvijas teritorijā strādāja daudz vācu kara ģeologu. Viņu savāktie dati apstrādāti un publicēti no E. K r a u s a 1928. un H. S c u p i n a 1928. g., pie kam pirmais galvenā kārtā apraksta terciāru un kvartāru, bet otrais pamatiežus sākot ar algonkiju līdz terciāram.

Pēc kara un arī pēc Latvijas nodibināšanas pamazām atjaunojās arī Latvijas ģeoloģiskā pētīšana. Vispirms ar praktisku nolūku Daugavas rajonā, sakarā ar Doles spēkstacijas projektu. Pētīšanas darbi ar urbumiem norisinājās salas apkārtnē un arī pa Daugavu uz augšu līdz Nāves salai. Sākumā šos darbus vadīja prof. C. Bogdanovičs, vēlāk prof. E. Krauss. Rezultāti atrodami Finanču ministrijas 1931. g. izdotā prospektā.

Tai pašā laikā Daugavas pētīšanai piegriezās privātdoc. M. Gutmanis. Kā šo pētījumu rezultāti publicēti darbi 1925. un 1926. g.; te autors, apskatot īsumā Daugavas devonu, min arī tā jaunus atsegumus.

No tā paša laika (1925. g.) ar ģeoloģijas institūta dibināšanu pie Latv. Ūniv., prof. Dr. E. Krausa vadībā ar Latvijas ģeoloģisko pētīšanu sāka nodarboties šīs iestādes darbinieki, kā arī ģeoloģijas stu-

denti. Līdzšinējie rezultāti izkaisīti atrodami institūta direktora prof. E. Krausa 1929., 1930., 1931., 1934. g. darbos, kušos apskatīti kā devona tā arī permas (cehšteina), jūras un terciārās formācijas nogulumi, viņu izplatība, atsegumi, stratigrafija un paleoģeografija.

1930. g. inž. J. Gailītis publicēja pārskatu par saviem pētījumiem S Kurzemē augšdevona un cehšteina rajonos. Atsevišķi devona formācijai veltīti 1933. un 1935. g. N. Delle's darbi, kušos apskatīti devona nogulumi Gaujas baseinā, Talsu novadā, Zemgales līdzenumā un Augšzemē, kā arī piegulošā Lietuvas daļā.

1934. g. P. Stakles sakopojumā, Finanču ministrijas izdevumā, parādījās The Foundation Company 1932./1933. g. izdarītie Daugavas ģeoloģiskie pētījumi pie Ķeguma, Aizkraukles, Mucukroga un Pļaviņu apkārtnē, sakarā ar projektējamo spēkstacijas būvi. Tanī pašā gadā W. Gross publicēja nelielu darbu par Baltijas Old Red sadalījumu, kā atbildi uz E. Krausa kritiku; darbs norāda uz nesaskaņām devona stratigrafiskā sadalījumā minētā autora darbos.

Kā pēdējais stratigrafiska rakstura darbs minams arī 1934. g. publicētais L. Rūger'a raksts par Baltijas zemes ģeoloģiju, kušā gan galvenā kārtā pēc literatūras datiem dots īss kopsavilkums par minēto zemju ģeoloģisko būvi. Labākais pārskats dots par silūra nogulumiem Igaunijā. Devona aprakstā dati stipri novecojuši. Kas attiecas uz paleontoloģiskiem, Latvijas dažādās formācijās atrastās faunas aprakstiem, tad no tiem atzīmējams jau augšā minētais R. Pacht'a 1848. g. darbs. Atsevišķi darbi mūsu vidus- un augšdevona bruņu zivju faunai veltīti vecākie Ch. Pandler'a 1857., 1858., 1860. g. un jaunākie W. Gross'a 1930., 1931. un 1933. g. darbi monografijās. Pirmā autora darbi tīri paleontoloģiskas dabas, otrs mēģina dot arī smilšakmeņa stratigrafisku sadalījumu horizontos, dibinādamies uz atsevišķu zivju sugu vertikālo izplatību.

Atgriežoties tagad atkal pie vidusdevona smilšakmeņa nogulsnešanas apstākļiem mūsu zemes veidošanās aprakstā, redzam, ka visi Latvijā sastopamie devona nogulumi, pēc minēto autoru pētīšanas darbu rezultātiem sadalās sekojošos horizontos, sākot atkal no augšas (salīdzināšanai un vieglākas orientēšanas dēļ dažādu autoru darbos uzstādītie mūsu devona stratigrafiskie sadalījumi tabulā novietoti līdās) — sk. lp. 16.

Apskatot tagad sīkāk devona, Latvijā dominējošās formācijas, atsevišķu nodaļu izplatību un nogulsnešanas apstākļus, redzam, ka viņa apakšējos horizontos D₂a, valda smilšakmeņi. Šie, pēc C. Grew in g k'a (1861) apakšējie jeb apakšdevona smilšakmeņi, pēc J. L a-

Autors

| Kurzemē | Vidzemē | E. Kraus* 1934. |
|--|---|---|
| <p>i? dolomīti, stipri dolomītizēti smilšakmeņi ar zaļganiem māla oļiem
Fauna nav atrasta.
— Smilšakmeņi, īrdeni un cementēti balti, rožaini un sarkani (vietām atgād. a smilš).
Fauna: <i>Bothriolepis sp. Cocosteus sp. Dipterus sp.</i> Apakšējos horizontos plāni slāņi ar <i>Spirifer archiaci</i>. Vern. <i>Protoschizodus baltica</i>, Pr. <i>baltica var. dubia</i>, Altorisma borussicum.</p> | <p>Vidzemē auzstāk sekojošie horizonti iztrūkst; pēdējo vākam norisinājusies viņu stipra deldēšana.</p> | <p>i ar <i>Spirifer archiaci</i> Žagares un Jāniškes dolomīti, kā noskaidrojies tagad, tie pieder g.</p> |
| <p>g ledzeltensarkani, traipaini vai raibi dolomīti, apakš. horiz. zaļganpelēki Fauna: <i>Spirifer archiaci</i> Vern. <i>Spir. verneuli</i>, <i>Productella subaculeata</i>, <i>Rhynchonella livonica</i>, <i>Conularia latviensis</i> n. sp.</p> | | <p>h Ketleri?
<i>Bothriolepis ornata</i>, <i>Onchus tenuispinatus</i>, <i>Holoptychius flemingi</i> un c.
g <i>Spirifer archiaci</i> Vern. <i>Productus subaculeat.</i> <i>Rhynchonella livonica</i></p> |
| <p>e/f Zilgaras glūdas, dolomītmergēļi, mergēļaina dolomīta starpslāņi un plātņu dolomītmergēļi ar sāls krist. pseudomorfozām, smilšakm. ar <i>Dipterus</i>, <i>Holoptychius</i> u. <i>Bothriolepis</i>, vietām ģipša lēcas un slāņi (Ventā) Sīkāk horiz. grūti sadalams</p> | <p>Balti smilšakmeņi ar zivju faunu <i>Holoptychius giganteus</i> H. <i>nobilissimus</i> Ag. un c
Zaļgani un raibi sarkanvioleti māli ar dolomīt mergēļa starpkārtām</p> | <p>f₂ Productus horizonts
<i>Productella subaculeata</i>
<i>Productus productoides</i>
<i>Sp. archiaci</i> Sp. tentic.
f₁ <i>Holoptychius giganteus</i> H. <i>nobilissimus</i> Ag.
ē <i>Bothriolepis ornata</i></p> |
| <p>d_{1,3} Rožaini dolomīti ar <i>Spirifer semgalensis</i> n. sp.
d₃ Pelēki dolomīti un mergēļaini dolomīti Faunā dominē <i>Spirifer semgalensis</i> n. sp. un tālāk <i>Platyschisma kirchholmiensis</i> Keys.
d₂ <i>Natica kirchholmiensis</i>, Pacht.
d₁</p> | <p>dolom., dominē <i>Platyschisma kirchholmiensis</i>. <i>Natica kirchholmiensis</i>. <i>Ptyctodus</i>.
Cementmergēļu kārtā 0.60 līdz 1.00 biezumā.
Dolomīti — Faunā dominē: <i>Platyschisma kirchholmiensis</i>, <i>Natica Spir. tenticulum</i>. <i>Schizodus devonicus</i> <i>Gomhoceras</i>.</p> | <p>d₃
d₂
d₁</p> |
| <p>c₂ Plātņu dolomītmergēļi raibi zaļgani māli ar <i>Chelionophorus</i> sp.
c₁ Smilšakmeņi un ķiršu sarkani māli. <i>Bothriolepis maxima</i> Gron. <i>Psamnos-teus meadrius</i> <i>Holsptychias nobilissimus</i> Ag.</p> | <p>Plātņaini dolomītmergēļi, <i>Lingula squamiformis</i>
pie Jurenskas uz Pededzes upes krastiem, Gauja augšpus Vizlas ietēkas.</p> | <p>c₂ <i>Chelophorus</i>, <i>Holoptychius nobilissimus</i></p> |
| <p>c₁ zaļgani māli un ģipsis,</p> | <p>Zilgani māli, ģipsis, sāls brekcijas ar <i>Eurypterus landsmanii</i></p> | <p>c₁ <i>Bothriolepis panderi</i>.</p> |
| <p>b₄ dolomīti, droši pie tiem horizontiem pieskaitāmi Abavas lejā atsegtie slāņi, Kuldīgas ur Tebras</p> | <p>Dolomīti <i>Atrypa reticularis</i>.</p> | <p>D₄ <i>Atrypa reticularis</i>, <i>Orthis striatula</i>, <i>Spir. archiaci</i></p> |
| <p>b₃ dolomīti ar <i>Atrypa reticularis</i>. <i>Orthis striatula</i>. <i>Murchisonia</i> sp.</p> | <p>Dolomīti — <i>Orthis striatula</i>.</p> | <p>b₃ <i>Rh. meendorfi</i></p> |
| <p>a₂ apakšā dolomītmergēļa slāņi ar algu fukoidu — <i>Chondrites taenola</i>, starp smilšakmensslāņiem.</p> | <p>Dolomīti <i>Rhynchonella (Ladogia) meendorfi</i> <i>Rhynchonella livonica</i></p> | <p>b₂ <i>Pecten ingrie</i>
<i>Rh. livonica</i>
D₃ <i>Sp. acuminatus</i></p> |
| <p>b₁</p> | <p>Mālu mergēļi ar <i>Estheria membranacea</i>, <i>Bothriolepis cellulosa</i>, <i>Dipterus se-cans</i>, <i>Ptyctodus obliquus</i>.</p> | <p>b₁ Sk. pa kreisi.</p> |
| <p>D₃
D₂a₁ — pa lielākai daļai balti smilšakmeņi ar glūdas un lodīšu smilšakmeņa iegulām. Fauna: <i>Asterolepis radiata</i>, <i>Psammolepis undulata</i>, <i>Dipterus tuberculatus</i>.</p> | | <p>D₂
<i>Asterolepis radiatus</i>
<i>Psamm. undulata</i>.</p> |
| <p>a₃ — pa liel. daļai sarkani smilšakm. ar glūdas iegulām. <i>Asterolepis ornata</i>, <i>Dendrodus biporcatus</i>. <i>Psammolepis paradoxa</i> u.c.</p> | | <p><i>Asterolepis ornata</i>.</p> |
| <p>a₂ — līdzīgs iepriekšējam; smilšakmens ar <i>Heterostius</i> sp. <i>Homostius</i> sp. <i>Pycnosteus palaeformis</i></p> | | |
| <p>a₁ — mergēļdolomīti, māli, smilšakmer s ar <i>Pterichtys concatenatus</i>, <i>Osteolepis fischeri</i> <i>Lingula bicarinata</i>, <i>Aulacophycus</i>.</p> | | |

Vidusdevons

Diskordance — Gotlandes

* E. Kraus'a 1934. g. publicētais formas sadalījums horizontos jālietā uzmanīgi, jo vietām fosiliju saraksti

sadalījuma tabula.

(akmeņogļu laikmeta) nogulumi

| E. Krauss 1930. | | Toll's, E. 1897.
Doss B. 1900.
R. Kupffer's, 1911. | | Grewingk's. C. 1861 | |
|--|---------|--|--|---|-----------------|
| Kurzemē | Vidzemē | | | Kurzemes facija | Daugavas facija |
| | | Smilšakmeņi un dažādi māli. Vidzemē sadalāms augšējā smilšainā un apakšējā mālainā daļā | | Augšējie smilšakmeņi (augšdevons) | |
| d — Meyendorfa laika jūras ieplūdums | | Kristalliski dolomiti ar <i>Spirifer Verneuli</i> , <i>Sp. archiaci Rh. livonica</i> , <i>Productus subaculeatus</i> (Productus horizonts pēc C. Grawingka). | | D ₃ Augšēja dolomīta nodaļa jeb augšējie ūdens krituma dolomīti ar apakšējo daļu, kas satur ģipši. <i>Productella subaculeata</i> (Productus horizonts) | |
| d — D ₃
c — D ₂ | | | | | |
| f | | Kurzemē lokāli ģipsa nogulumi. | | D ₃ (augšdevons). Augšējie smilšakmeņi. | |
| c | | D ₂ Kristalliski dolomiti ar meģeļu un māla slāņiem ģipsakmeņi un smilšakmeņi (Kurzemē). <i>Spirifer anossofi</i> , <i>Sp. tenticulum Sp. muralis Rh. livonica Rh. meyendorfi</i> . <i>Pleurotomaria keyserlingii</i> , <i>Platyschisma kirchholmiensis</i> u. c. | | Apakšēja dolomītu nodaļa jeb apakšējie ūdens krituma dolomīti Iecavas, Bauskas apkārtnē <i>Spirif. archiaci var. minor</i> = <i>Sp. anossofi</i> (tagad <i>Sp. semgalensis</i>) | |
| b | | | | Apakšēja dolomītu nodaļa jeb apakšējie ūdens krituma dolomīti (Kuldīga, Tebra, Abava) | |
| e | | | | Apakšēja dolomītu nodaļa vai apakšējie ūdens krituma dolomīti <i>Sp. acuminates</i> | |
| d ₃ | | | | | |
| d ₂ | | | | | |
| d ₁ | | | | | |
| c ₂ | | Rīga, Ķemeri, Sloka, Nāves sala, Baldone | | | |
| c ₁ | | g ₂ , e ₃ | | | |
| b ₄ | | g ₁ , e ₂ | | | |
| b ₃ | | | | | |
| b ₂ | | | | | |
| b ₁ | | g ₁ | | | |
| a ₄ | | f, e ₁ | | D ₂ — D ₁ apakšējie — apakšdevona smilšakmeņi. | |
| a ₃ dienvidu josla ar glūdas iegulām | | Vidusdevona smilšakmeņi | | | |
| a ₂ ziemeļu josla ar <i>Heterostius</i> un <i>Homostius</i> | | | | | |
| a ₁ Bazālā relikta zona | | | | | |



iztrūkst apakšdevons formācija stāv viņiem neatbilstošās vietās. Skat. N. Delle 1935. g. darbu.

h u s e n a 1873. g. norādījuma, ka šo nogulumu fauna atbilst vidējā Old Red smilšakmeņa faunai Anglijā, pieskaitāmi tagad vidusdevonam un, kā mēs redzējām tabulā, sadalāmi, dibinoties uz atsevišķu bruņu zivju sugu vertikālās izplatības, četros horizontos.

Pirmie — D_{2a_1} — tieši virs Gotlandija formācijas gulošie horizonti, ar sevišķām šim horizontam raksturīgām zivīm *Pterichthys concatenatus* Eichw. un *Ostelepis fischeri* Eichw., atsedzas gar silūra un devona robežu Igaunijā. Latvijā līdz šim viņu atsegumi nav pazīstami. Tos varētu sastapt Valmieras un Rūjienas urbumos, bet datu trūkuma dēļ droši par to spriest nevaram. C. Grewingk's (1861.) domāja, ka šie horizonti ir pāreja no silūra uz devonu, jo Pārnu upes apkārtnē bija atrasti smilšaini slāņi ar tipisku silūra faunu. Bet, kā to pierādījis K. O r v i k u 1930. g. darbā, tādi slāņi nemaz neeksistē.

Pēc minēto autoru pētījumiem šie horizonti sastāv visvairāk no merġeldolomīta slāņiem ar smilšakmeni, kaļķakmeņa dolomītiem un māla merġeļa starpslāņiem pelēkā, pelēkvioletā un zaļganā krāsā. Bez minētām un citām zivīm, kā piem. plaušu zivīm *Dipterus*, viņos sastopam vēl *Lingula bicarinata*, *Estherija's*; no floras: *Aulacophycus sulcatus* Göpp. (konifers?) un pirmcharaceju *Trochiliscus* un *Sucidium* oogoniju. Šī flora norāda, kā liekas, uz to, ka viņa izplatījās pa seklas plašas upes deltu, kas pamazām zem sausa klimata ietekmes sāka izžūt un pazust savos nogulumos, izveidojot lielu ezeru, atteku un peļķu labirintu.

D_{2a_2} — smalki, sarkani, iedzeltensarkani un dzelteni, pa starpām arī rupjgraudaini balti smilšakmeņi ar slīpslāņojumu, svītrojumu un deltas slāniskumu, kā vēja un tekoša ūdens darbības rezultātu, un ar slāņainām un lēcveidīgām, sarkanās un zaļganas glūdas iegulām, nereti ar bruņu zivju gabaliem (sk. zīm.). Visi šie ieži nogulsņējās sausā, tuksnešainā, lēni grimstošā apgabalā, uz ko jau bija norādīts, no materiāliem, kuŗi treansportējās šurp kā ar vēju no blakus esošām savannēm (E. K r a u s 1931.), tā arī ar te ieteļkošām upēm, ar plašu, nepastāvošu deltu.*

No faunas sastopamas tikai atsevišķos gabalos izkaisītas vai lēcveidīgās iegulās sanestas bruņu zivju atliekas. No tām svarīgākās: *Heterostius* (ar milzīgu, līdz 80 cm garu galvu), *Homostius* un *Psammolepis gigantea* Gross. Šīs nodaļas dienvidrobeļa atrodas jau Latvijas terriļorijā un izseļojama (N. Delle 1933., 1935.) Vidzemē

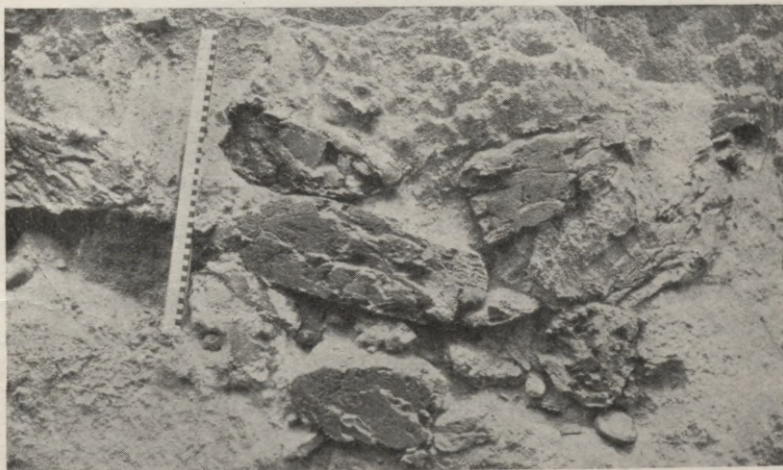
*) N. Delle. Die Einbettung der Placodermen im baltischen Devon und die Frage der Entstehung des Altrotsandsteins. (Manuskripts).

no Vijas ietekas uz Trikāti, Ķeišu mājām (Gaujas krastos uz S no Valmieras) un uz Rozbeķiem (Braslas krastos), bet Kurzemē no Engures ezera N gala uz Dundangu un tad SW virzienā līdz Baltijas jūras krastiem. Uz dienvidiem no šīs līnijas D_{2a_2} tā saucamajā



Smilšakmeņi Gaujas krastos (D_{2a_3} horizonts). N. Delles uzi.

Heterostius nodaļa pārklājas ar augstāk sekojošo jaunāko D_{2a_3} nodaļu, kas petrografiskā ziņā maz atšķiras no iepriekšējās. Te dominē iesarkani, sarkandzelteni un balti smilšakmeņi ar tuksneša kāpu smilts



Bruņu zivju atliekas (starp kvarca oļiem, labajā uzņēm. pusē) un māla oļi sarkanā smilšakmenī. N. Delles uzi.

nogulumiem raksturīgu šķērsvītrojumu tumši sarkani nokrāsotos smilšakmens horizontos un deltas slāniskumu baltajos. Zivju faunā vadošo lomu spēlē tik bieži Gaujas klintīs un sēkļos atsevišķos gabalos sastopamā *Asterolepis ornata* Eichw. (sk. zīm.) un asie šķautnainie *Dendrodus biporcatus* Ag. zobi, bez tam vēl *Coccosteus* livo-



Bruņu zivis *Heterostius* sp. atliekas D_{2a}^2 smilšakmeņu horizontos.

nicus Eastm., *Psammolepis paradoxa* Ag. Šīs visas, kā arī iepriekšējās D_{2a}^2 nodaļas bruņu zivis, apdzīvoja, kā man liekas, tuksnesī ietekošās upes augstākās daļas un tikai plūdu laikā tika aiznestas līdz upes deltaī, kur galu galā nepiemērotu dzīves apstākļu dēļ nobeidzās. Mazāk iespējams, ka viņas bija neilgi pastāvošo tuksneša ezeru iemītnieki. (E. K r a u s 1930. 118.).

D_{2a4} — augstāk sekojošie pa lielākai daļai smalki balti, kādreiz drusku iedzelteni smilšakmeņi, arī ar glūdas iegulām un līdzīgu, bet reti sastopamu (a_3) faunu. Biežāk atrodami plaušu zivs *Dipterus* zobi. Parādās arī lodīšu smilšakmeņu horizonti un augstāk, tuvāk pie dolomīta apakšējās virsas, dolomītizētās smilšakmeņa plātnes

ar dolomīta pseudomorfozu pēc akmeņsāls pārklātu virsu. Šie D_{2a_4} smilšakmeņi uzskatāmi jau par lītorāliem, no O transgresējošas jūras nogulumiem. Beidzamā laikā Krievijā D. O b r u č e v s 1930. šo smilšakmeni pieskaita, dibinādamies uz zivju faunu, jau augšdevonam. Abu beidzamo nodaļu, D_{2a_4} un D_{2a_3} , izplatība norobežojas ar jau minēto D_{2a_2} nodaļas dienvidrobežu un ar jaunākā virs

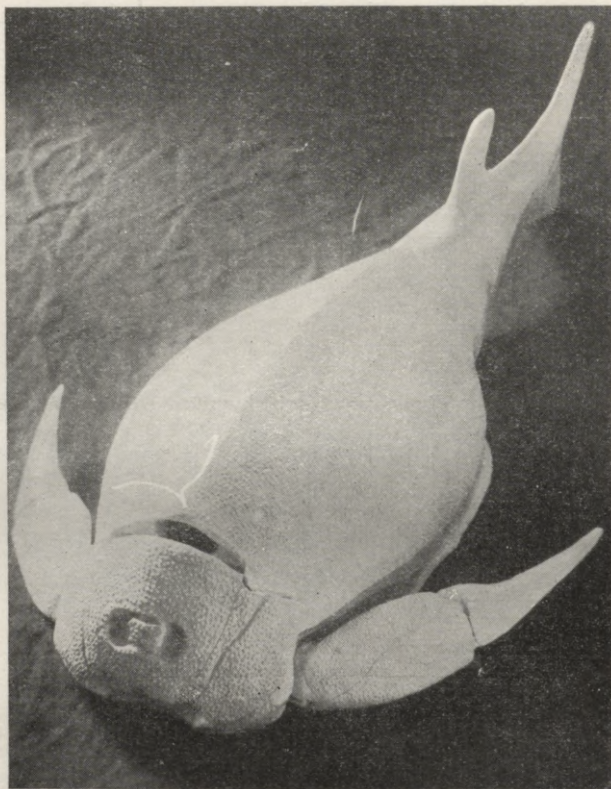


Smilšakmeņa slīpslāņojums — deltas slāņskums Vintera gravas alas sienā.
(N. Delles uzj.)

D_{2a_4} nodaļas guloša dolomīta ziemeļu robežu. Šī beidzamā robeža izsekojama sākot no Ladogas ezera dienvidkrasta uz Peipus ezeru (Pliskava), tad gar Smilteni, Rīgu uz Sloku. Kursā viņa iet dienvidos no Talsiem, krusto Abavu augšpus Rendai un Ventu pie Kuldīgas, no šejienes tā iet uz Tebras upi, pēc krustošanās ar to pagriežas SW virzienā un pazūd Baltijas jūrā.

Tā ir šo smilšakmeņu ziemeļu izplatības apgabalā. Bet kā mēs tagad zinām pēc J. Dalinkevičius'a 1932. g. un N. Delles 1933. g. darbiem, šie paši smilšakmeņi sastopami arī dienvidos no dolomītu izplatības rajona, un šo abu nodaļu robeža izsekojama sekoši: Lietuvā sākot no Kedainiai (N Kauņas) šī robeža iet NO virzienā gar Kapiški uz Daugavu pie Jerzikas, tālāk no Jerzikas uz NO, tad pagriežas SO virzienā, iet W no Vitebskas, starp Oršu un Mogiļevu un tālāk uz Hařkovas pusi, t. t. parallēli Podolijas horsta NO malai. Šeit jāpiezīmē, ka nepietiekošu pētījumu dēļ nav vēl skaidra šī areala smilšakmeņa iedalījums nodaļās un šo pēdējo izplatība.

Arī dolomītu izplatības apgabalā vietām (sk. Daugavas profilu un ģeol. karti) lielāko kņoku centrā parādas sevišķi D_{2a_4} nodaļas



Bruņu zivs *Bothriolepis ornata* Eichw. modelis pēc W. Grossa rekonstrukcijas. Vādfosils D_{3a}^3 smilšakmeņiem.

baltie smilšakmeņi, piem. Daugavas krastos Pļaviņu, Kokneses Avoņkalna un Baložu kņokas centrā, bez tam noerōdētu kupolu vidū

Lejasciemā, Rankas apkārtnē. Kas attiecas uz šo smilšakmeņu kopbiezumu, tad tas nepārsniedz 300 līdz 350 metru, bet līdz šim visā savā biežumā tas nav nekur caururbts.



Plaušu zivs *Dipterus apakšzoklis* ar zobiem.

Pirms pārejam uz tālākiem, augstāk gulošiem devona horizontiem, minama vēl mūsu smilšakmeņiem ļoti raksturīga parādība, proti



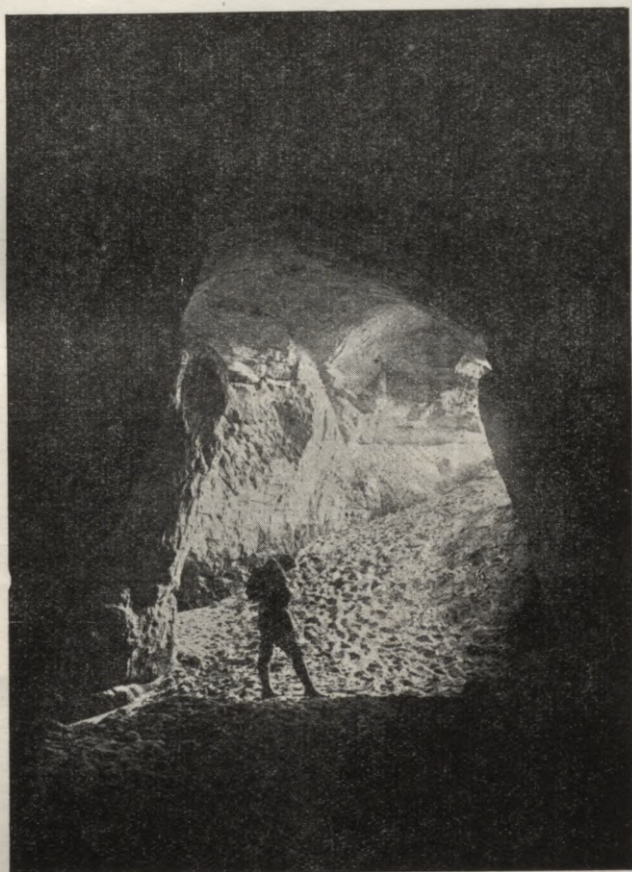
Dolomīta pseudomorfozas pēc akmenssāls kristalliem.

alu veidošanās, kam tieša sakarība ar smilšakmeņa irdenumu un no tā iztekošiem avotiem. Avoti iznes smiltis un pamazām palie-lina savu pazemes gultni, pēc kam sienas nobrukumi alu vēl vairāk paplašina. No alām pazīstamākās ir Māras kambari, Dāvida pils Zilajos kalnos, Velna un Gutmaņa alas pie Siguldas, Vinterala pie Cēsīm, Ellīte pie Lodes u. c.

Savelkot visu kopā mēs redzam, ka dienvidos, kā arī ziemeļos, uz ziemeļiem jau no C. Grewingk'a noteiktās smilšakmeņa-dolomīta robežas, izplatās smilšainie vecā sarkanā kontinenta sauszemes nogulumi, kuri pamazām krājās lēni grimstošā apgabalā starp Fenno-skandiju un Podolijas bloku. Grimstot tālāk augšdevona sākumā šinī apgabalā no austrumiem, no Uralu ģeosinklināles pamazām, ar nokavēšanos rietumu virzienā, uzplūda (transgredēja) sekla jūra, kā šaurs līcis — Latvijas devonu līcis (N. Delle 1932.) vai šaurums starp tuksnešainā sarkanā kontinenta krastiem.

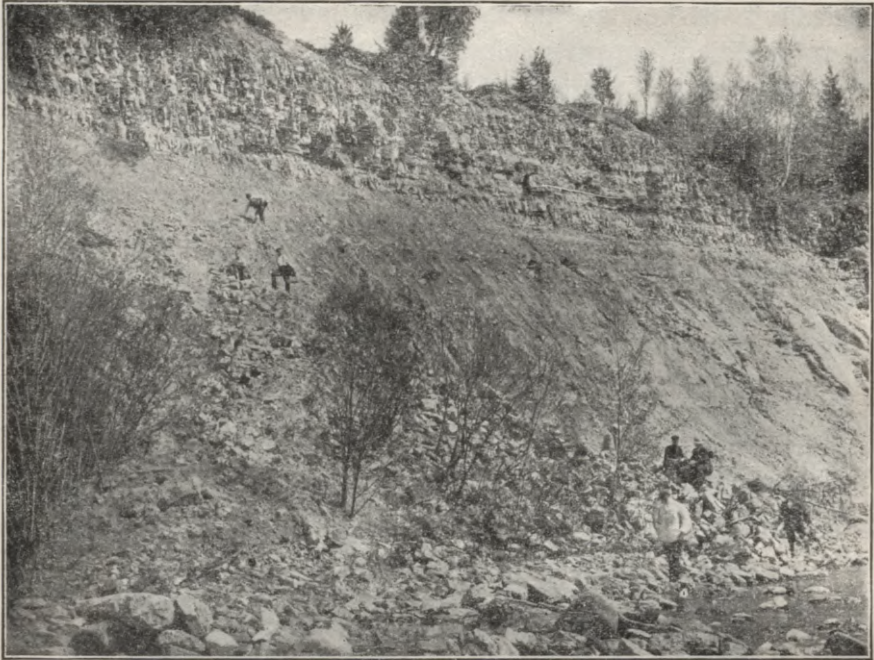
Jau minējām, ka jūras ieplūšana iesākās tikai augšdevonā, bet savos agrākos darbos (1933—1935a) es griezu uzmanību uz to, ka mūsu dolomītos sastopamā fauna vēl nav pilnīgi apstrādāta, un vidusdevonam raksturīgā *Spirifer acuminatus* Hall. klātbūtne pagaidām, kamēr šī suga nav vēl reiz noteikta, liek atturēties no kaut kāda noteiktāka sprieduma. Tomēr tagad, kad no D. O b r u č e v a 1930. g. Krievijā un no W. G r o s s a 1933. g. pie mums apstrādāta šo dolomītu apakšējos horizontos sastopamā zivju fauna, kuŗas

priekšstāvji visi bez izņēmuma raksturīgi augšdevonam, mēs varam līdz ar minētiem autoriem pieskaitīt šos horizontus augšdevonam. Bez tam man izdevās Pļaviņu apkārtņē šī dōlomīta apakšējos horizontos D_3b_2 atrast *Rhynchonella* (*Ladogia*) *meyendorfi* Vern. un *Spirifer muralis* Ver., kas raksturīgi Izborskas un Pliskavas devōna apakšējam horizontam; šis pēdējais guļ 26 m augstumā virs smilšakmeņa. Pie mums tas atrodams tikai 7,00 m virs smilšakmeņa



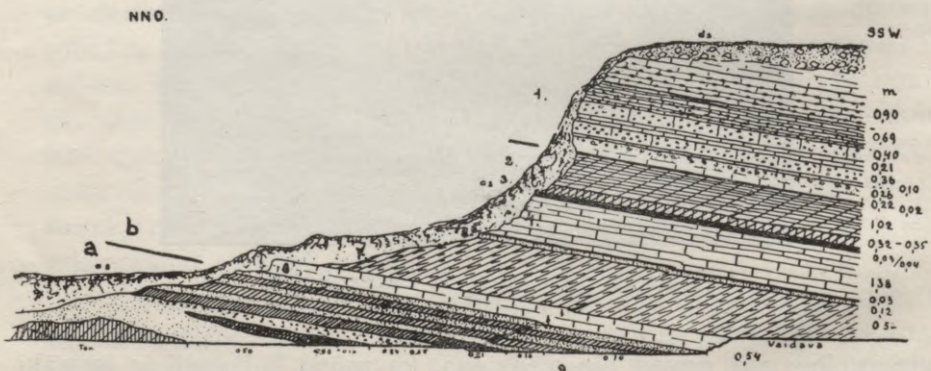
Vinterala pie Cēsīm. S. Buchardta uzi.

virsas, kas tad noved pie slēdziena, ka mūsu horizonti ir jaunāki par austrumos nogulsnētiem un ka tiešām jūra nākusi no austrumu puses. Tur minētiem pleckājiem bija labvēlīgāki dzīves apstākļi, jo tie atradās dziļākā jūrā nekā pie mums. Tāpēc arī mūsu D_3b_1 horizonts ir jaunāks un neatbilst D_3b_1 Izborskas apkārtnes, t. i. viņš vēl noteiktāk pieder augšdevonam nekā Izborskā.

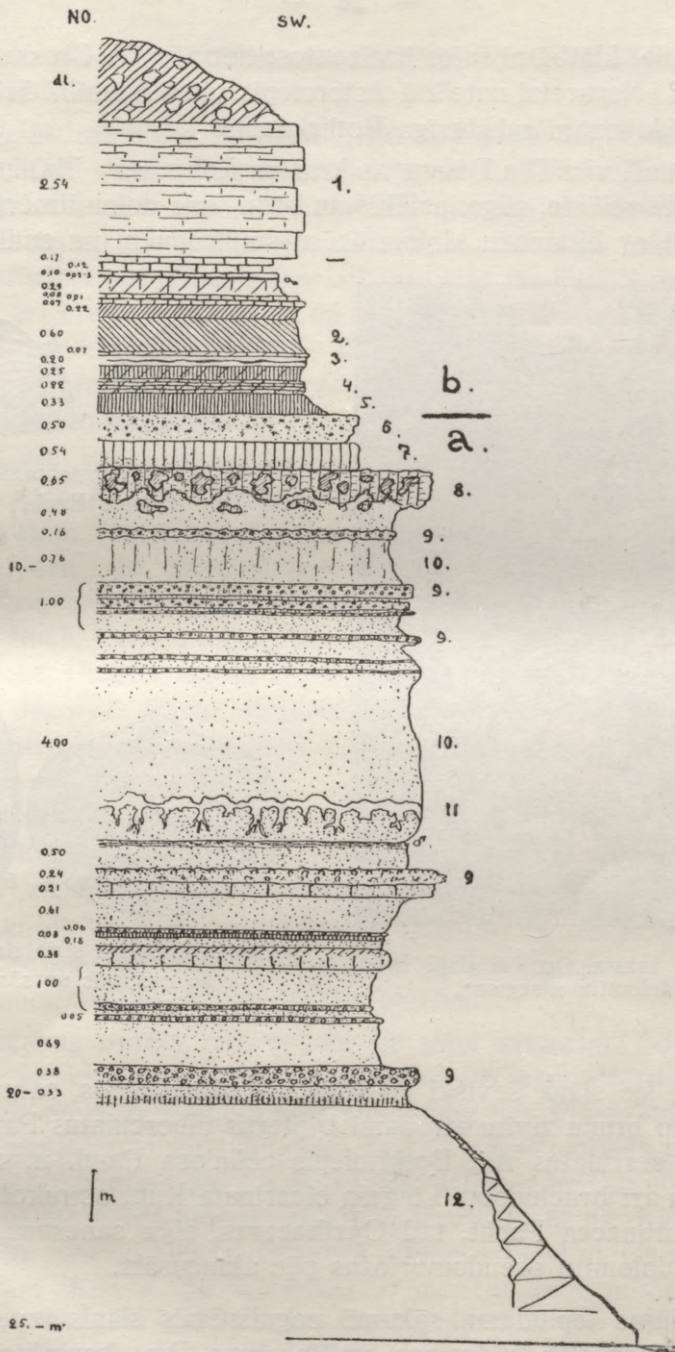


Amatas krasta atsegums pie Kārļa dzirnavu spēkstacijas; smilšakmens (D_2a^{2-4}) apakšā (līdz augš. cilvēkam) un dolomīti D_3b augšā.

E. Kraus's (1934) pieskaita visu D_3b_1 nodaļu augšdevonam, izņemot D_3b_1 horizontu (sk. tabulu). Viņš dibina savu slēdzienu uz H. Bekkera (1924.) norādījumu par *Asterolepis* (vidusdevonam rak-



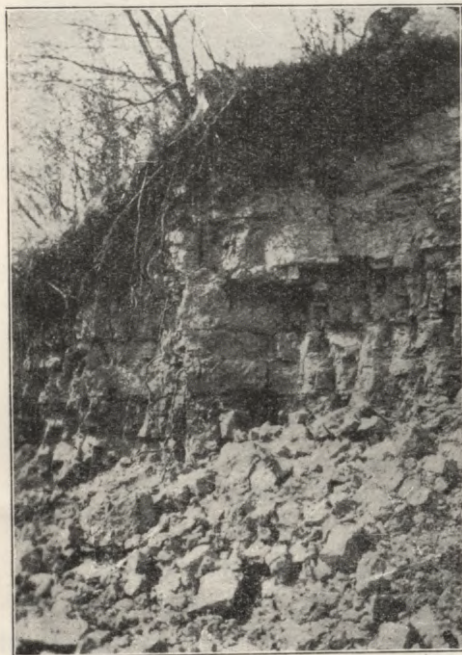
a/b nodaļas kontakta profils Vaidavas lab. krastā pie Grūbes dzirnavām (pēc N. Delle, 1929). 1. iedzelteni pelēks caurumains dolomīts ar *Stromatopora* un gliemežu atliekām, 2. dolomītmerģeļi, 3. gaiši pelēki mālaini dolomītmerģeļi, 4. pelēks plātņains dolomīts. 5. violēts māls, 6. ciets dolomītizēts smilšakmens, 7. pelēki dolomītmerģeļi, 8. ciets dolomīts, 9. raibas glūdas, smilšakmens un lodīšu smilšakmeņu slāņi ar *Dipterus* zobiem.



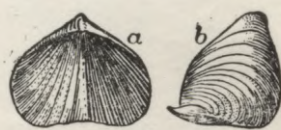
a/b kontakta profils Amatas lab. krastā pie Kārļa dzirnavu dambja (pēc N. Nelle, 1929). 1. pelēki dolomīti ar *Rhynchonella livonica* Buch. 2. zilganzaļi merģeļi, 3. mrgēļi ar tārpu ejām, Fukoīdi, 4. merģeļīgs dolomīts, 5. zaļgani violēts māls, 6. cementēts smilšakmens, 7. violētie, uz leju zaļganie māli, 8. dolomītizēts balts smilšakmens, 9. lodīšu smilšakmeņa horizonti, 10. balts irdens smilšakmens, 11. karbonāta infiltrācijas. 12. raibi, sarkani un zilgani māli.

sturīga fosila) klātbūtni šajos horizontos; bet pēc W. Grossa (1934a) tā ir kļūda. Nepareizi noteiktā *Asterolepis* vietā īstenībā šeit sastopams augšdevonam raksturīgs *Bothriolepis*.

D₃b₁, tieši virs D₂a Daugavas krastos Kokneses—Pļaviņu apgabalā gulošie pelēkie, zilganpelēkie un brūnganie dolomītmerģeļi vietām bagāti ar bitumenu, dolomītizētu smilšakmeni un smilts iegū-



Amatas krasta augšējā daļā D₃b dolomītu atsegums.



Pleckājis *Rhynchonella livonica* Buch.



Pleckājis *Orthis striatula* Schloth. no muguras un sāniem.

lām. Visi šie slāņi, sevišķi pelēkais dolomītmerģelis, satur bagātu faunu. No bruņu zivīm atrodami *Dipterus tuberculatus* Pand., *Ctenacantus serrulatus* Ag, *Bothriolepis cellulosa* Pand. u. c. Kopā ar viņiem arī brachiopodi *Lingula bicarinata* Kut., ostrakods *Estheria membranacea* Pacht, tad *Cyrthoceras*, aļģu sanesumu nospiedumi un dolomītu pseudomorfozas pēc akmensāls.

Šis jūras ieplūduma sākumā nogulsnētais slānis izveidots ne visur vienādi. Tā Vidzemes smilšakmeņa D₃a₄ kontakta profilos ar šo slāni atrodam parasti mālus vai cementētā smilšakmeņa slāņus, kur tad arī sastopama minētā fauna, gan ļoti reta un nepilnīga. Citur, piem. Kuldīgā, D₃b horizontam pašā apakšā guļ plātņaini mālaini dolomītmerģeļi ar aļģu fukoidu *Chondrites taeniola* Eichw.;

starp šiem dolomītmerģeļiem atrodas balts smilšakmenis ar smilšakmeņa lodītēm.

Augstāk sekojošie horizonti (D_3b^2-4) ir jau normālie dolomīti. Tie ir seklas siltas jūras nogulumu, gaiši pelēki, retāk iesarkani kristalliski dolomīti, dolomītmerģeļi un merģeļaini dolomīti. Starpslāņos horizonti uzrāda izkalšanas plaisas, dzislainu zilganu zīmējumu (difūzijas parādības), kas laikam ceļas no FeS šķīšanas. Sastopami arī brekciju horizonti un reti svina spīduma kristalli, apakšējos horizontos arī malachīts. Bruņu zivju atliekas retas, no tām jāmin *Cocosteus*, *Dipterus* un sevišķi dolomītam raksturīgās *Ptyctodus ancinnatus* Pander. un *Ptyctodus obliquus* Pander.

Augstāk slāņos atrod tikai brachiopodu un mollusku faunu. Sākot no apakšējiem slāņiem uz augšu mēs sastopam: *Spirifer acuminatus* Hall, *Rhynchonella* (*Ladogia*) *meyendorfi* Vern., *Spirifer muralis* Vern., *Sp. strigoplocus* Vern., *Sp. labellum* Vern. (laikam *Athyris concentrica* Buch?), *Orthis striatula* Schloth., *Rhynchonella livonica* Buch, *Pecten inigrie* Vern. (Koknesē, Pļaviņās), *Natica strigosa* Pacht, *Pleurotomaria* (*Euomphalus*) *voronejensis* Vern., *Murchisonia decorata* Pacht, *Orthoceras* sp. (Katlakalnā), beidzot augšējos slāņos *Atrypa reticularis*, pašā augšējā robežas slānī *Stromatopora*.

Sevišķi raksturīgi ir *Orthis striatula* Schloth, *Rhynchonella livonica* Buch un *Pleurotomaria voronejensis*, kas sastopami gandrīz visur un vienmēr šinīs horizontos kā Vidzemē, tā arī Kurzemē.

Apskatot šo horizontu izplatību redzam, ka tie pavada smilšakmens robežu un tikai Jaunlatgales apriņķī Kuchvas, Kīras un Vjadas upes baseinā ieņem lielāku platību.

Daugavas profilā redzam, ka šie slāņi sastopami Rīgas urbumos, un, jau virs upes līmeņa, Katlakalnā un lejpus Maruškas, tālāk no Jaunzemjiem ar maziem pārtraukumiem līdz Pļaviņām, kur pārtraucas aizejot zem upes līmeņa. Tad tie atkal parādās pie Naglas un pavisam izbeidzas pie Jerzikas. Kas attiecas uz D_3b nodaļas biezumu, tad tas stipri pieaug austrumu virzienā; tā pie Kuldīgas tas ir ap 15 m, Slokā 13,00 m, Jelgavas urbumos 14,80 m, Gaujas krastā pie Luikām 30,00 m, pie Izborskas 32 m. Tas atkal norāda uz dziļāku jūras baseinu austrumos. Arī šķērsprofilā pie Daugavas redzam, ka Rīgas—Doles rajona urbumos tas sasniedz 14—16 m, pie Kokneses 20—30 m, pie Pļaviņām 32,60—33,85 m un beidzot Jēkabpils urbumā 26—28 m. Tā tad maksimālais biezums iekrīt Kokneses—Pļaviņu rajonā; uz N un S tas paliek plānāks, kas stāv sakarā ar krasta tuvumu.

D_{3b} laikmetam izbeidzoties, epirogenetisku procesu dēļ jūra sāk atkāpties atpakaļ uz Krievijas centrālo, dziļāko baseinu; mūsu Latvijas līcis top ļoti sekls, izveidojas daudz jomu un lagunu, kurās, pateicoties vēl joprojām pastāvošam karstam klimatam un ar to saistītai lielai izgarošanai, sākas gar piekrastēm un seklākās vietās ģipšakmeņa nogulsnēšana, kamēr liča vidējā dziļākā daļā nosēžas akmeņsāls. Fauna iznīkst, paliek tikai izturīgas, dažādiem apstākļiem labi piemēroties spējīgas formas, kā *Lingula*, *Avicula*, *Euryp-terus* landmani n. sp.

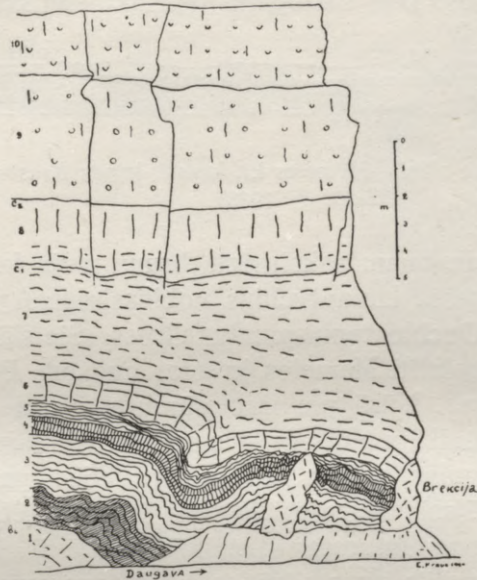
C. Grewing's (1861.) min vēl *Phragmoceras orthogaster* Sand. un *Spirifer tenticulum* Vern.; līdz šim šos abus fosīlus par jaunu atrast nav izdevies. Augšējos šo nogulumu horizontos ir izdevies atrast vēl *Orthis striatula* Schloth, *Avicula* sp. (Ķeņģeragā), *Lingula* af. *squamiformis* Philp. un ģipša lautzuvēs diezgan bieži tuvāk nenoteicama koka atliekas un alģes *Chaetocladus plumula* Whit. Visi šie lītoriālie un lagunārie sedimenti ar stipru sauszemes materiālu piejaukumu ietilpst D_{3c} nodaļā, kura sadalās apakšējā D_{3c1} un augšējā D_{3c2} daļās.

D_{3c1} sastāv no tumši zilgas glūdas, retāk violētas un ķiršu sarkanās (Oglenieki leļpus Krustpils). Virs šiem seko bituminozie ģipši, ģipsi saturošie dolomīti, dolomītu merģeļi, arī kaļķakmeņa slāņi. Gar Daugavas krastiem viņi sastopami Rīgas urbumos; virs upes līmeņa — Ķeņģeragā, Katlakalnā, Doles salas lejas galā, Nāves salā, pretējā krastā pie Stilbiem, augšpus Ikšķiles, leļpus Ķeguma un tad atkal drusku nost no Daugavas uz S no Jēkabpils.

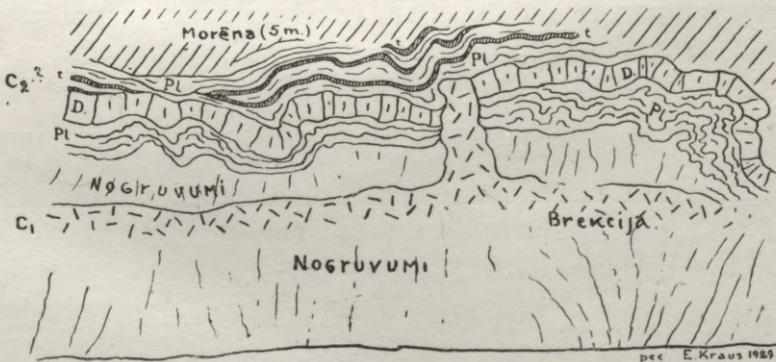
Starpā starp Ķegumu—Jēkabpili ģipša slāņi aizvietojas ar bitumēnu bagātiem merģeļiem, dolomīta merģeļiem, stipri dolomītizētiem un arī pelnveidīgo dolomītu starpslāņiem. Starp viņiem iespiežas brekcijveidīga masa, pēc E. K r a u s a (1930.) bijušās sālsbrekcijas atliekas. Šīs kādreiz ar sāli bagātās masas iespiešanās slāņos radīja šo slāņu locījumus, kļokas, kritenes, plaisas u. t. t., ko E. K r a u s s 1930. g. pirmo reizi apraksta kā sālstektonikas sekas. Sevišķi labi šie slāņi redzami leļpus Sēlpils, kreisā krastā.

Līdzīgas sāls brekcijas sastopamas arī Mēmeles krastos pie Skaistkalnes un augšpus tās. Ģipsi saturošās D_{3c} nodaļas izplatība (sk. karti) vispirms seko līdz B_{3b} nodaļai un bez tam taisa vienu atzarojumu, kas atsegts no leduslaikmeta ledāja ārdošās darbības. Šis atzarojums sākas no Nāves salas un iet virzienā uz Skaistkalni un Biržiem; te tas savienojas ar otru, SW—NO virzienā ejošu D_{3b} nodaļas parallēlo svītru. Še lielāka ģipša izplatība ir uz W no Daugavas, kur saiet N un S viņu izplatības joslas. E. K r a u s s

(1930.) savās pirmās Baltijas paleoģeografiskās kartēs šo S ģipša joslu neievēroja, pieņemot, ka jūra transgresēja no S, kas tagad ar smilšakmeņa D₂a nogulumu atklāšanu dienvidos pilnīgi atkrīt. Tur-



Profila skice Daugavas kr. krastā 1 km SW no Zvejniekiem, lejpus Sēlpils.
 1. ciets, pelēks dolomīts var būt bā; 2. zaļganpelēki mālmerģeļi; 3. gaiši pelēks dolomīts, cementmerģelis; 4. cieti dolomīta slāņi mainās ar melniem šiferiem; 5. gaiši pelēks cementmerģelis; 6. cieti dolomītslāņi ar plāniem melna māla starpslāņiem; 7. pa lielākai daļai zaļgani pelēks dolomītmerģelis; 8. gludi dolomīta slāņi, apakšā merģelāini; 9. ciets, caurumains dolomīts; 10. dobunains Platyschisma dolomīts (8—10 schēmatiski. Pēc E. Kraus'a 1930.



Daugavas labā krasta profils E no Oliņkalna, SW no Sēlpils. Kādreiz sāls saturoša brekcija iespiežas no C₁ — māliem C₂ — dolomītmerģelos. Pl. — platņains merģeldolomīts. D — ciets rupjš dolomīts ar kalcīta druzām. t — zaļgani melns māls ar plāniem dolomīta starpslāņiem. Atseguma gaŗums ca. 14 m.

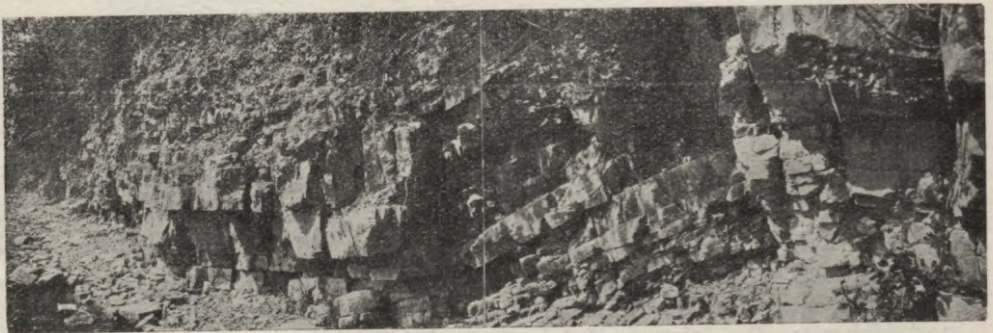
pretim par jūras transgresijām O—W virzienā runā jau tas, ka visi mūsu devona nogulumi pieņemas biezumā O virzienā, Kurzemes facijās lielāks šmilšu saturs un beidzot normālas jūras nogulumu raksturīgie kaļķi atrodami arī O virzienā. Vietām starp šo D_3C_1 nodaļu un augstāk sekojošo D_3C_2 sastopami smilšakmeņu starpslāņi, kuri sa-



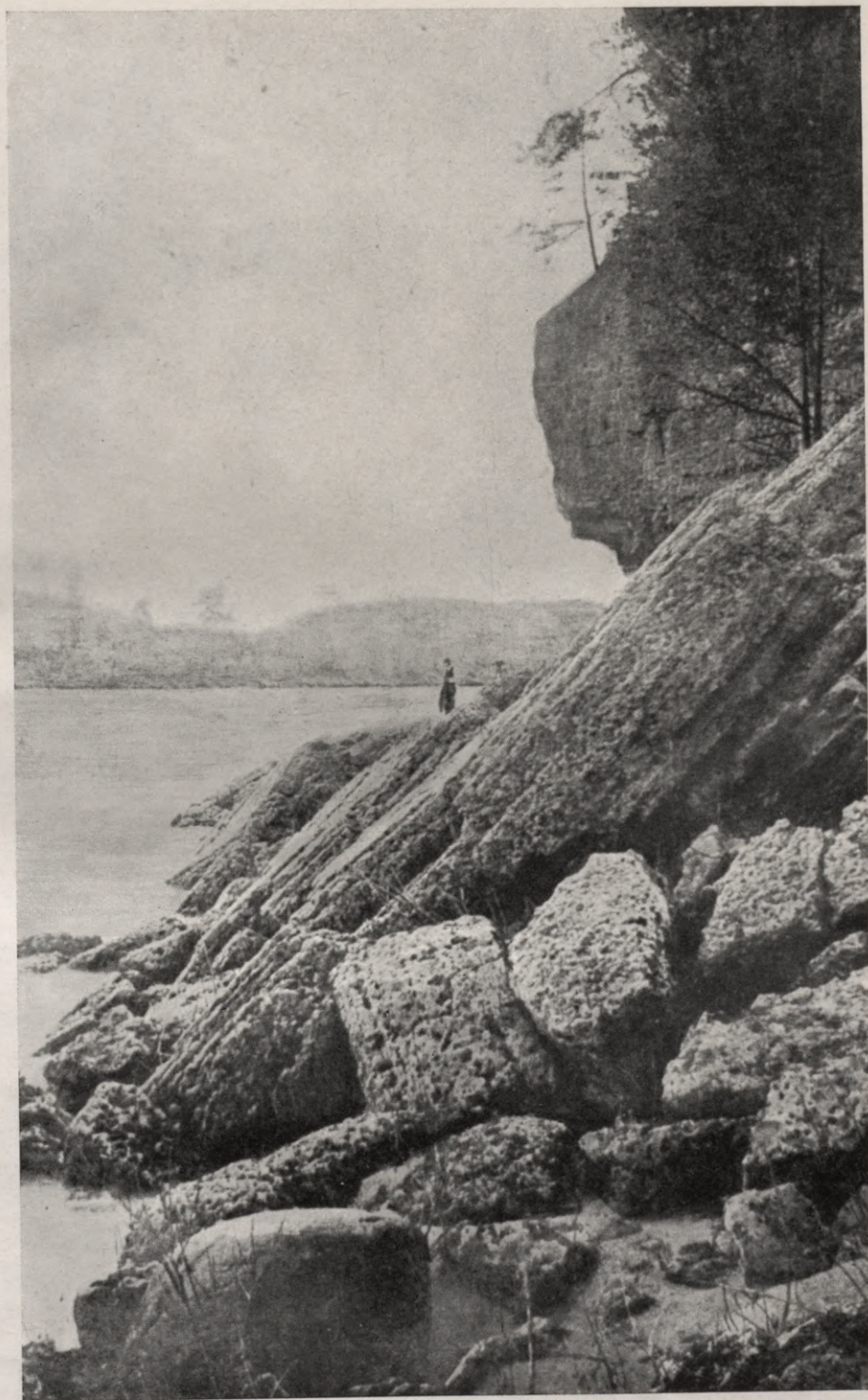
$D_3C_1^1$ — smilšakmens slāņi. Mēmeles kr. krastā lejpus Krastiņiem (pēc N. Delle, 1935).

tur bagātu, augšdevonam raksturīgu, bruņu zivju faunu — *Bothriolepis maxima* Gross., *Holoptychius nobilissimus* Ag., *Psammosteus meandrinus* Ag. *Onchus tenuispinatus* Gross. Šie slāņi, kas apzīmēti tagad ar $D_3C_1^1$ izplatīti Mēmeles krastos augšpus Bauskas, Iecavas upē lejpus Iecavas, Mūsā pie Dzelzsāmura meža muižas, Gaujas krastos augšpus Luikām un Pededzes upes krastā augšpus Jurenskas. Smilšakmens iegulas norāda, ka te jūra bijusi pavisam sekla un pamazām aizsērējusi ar materiālu, kas transportēts no sauszemes smiltīm un māliem. Interesanti atzīmēt, ka istā jūras nogulumā, dolomītā, iztrūkstošās zivis parādas tikai sauszemes materiālu sedimentos; tas liecina, ka šīs zivis ir bijušas ne jūras, bet sauszemes ūdeņu iemītnieki.

Virs D_3C_1 un $D_3C_1^1$ sekojošo D_3C_2 nodaļu sastāda gaišpelēki plātnaini dolomītmergēļi (dažreiz Daugavas rajonā starp šo un iepriekšējo nodaļu sastopami zilgana māla starpslāņi, kas varbūt atbilst tad $D_3C_1^1$ nodaļai). Tie ir īstenībā jau jaunas jūras uzplūduma sākums. Te vietām parādas zivis *Cheliophorus* sp. un pleckāju *Orthis striatula* Schloth., *Lingula* af. *squamiforwis* Philip. atliekas.

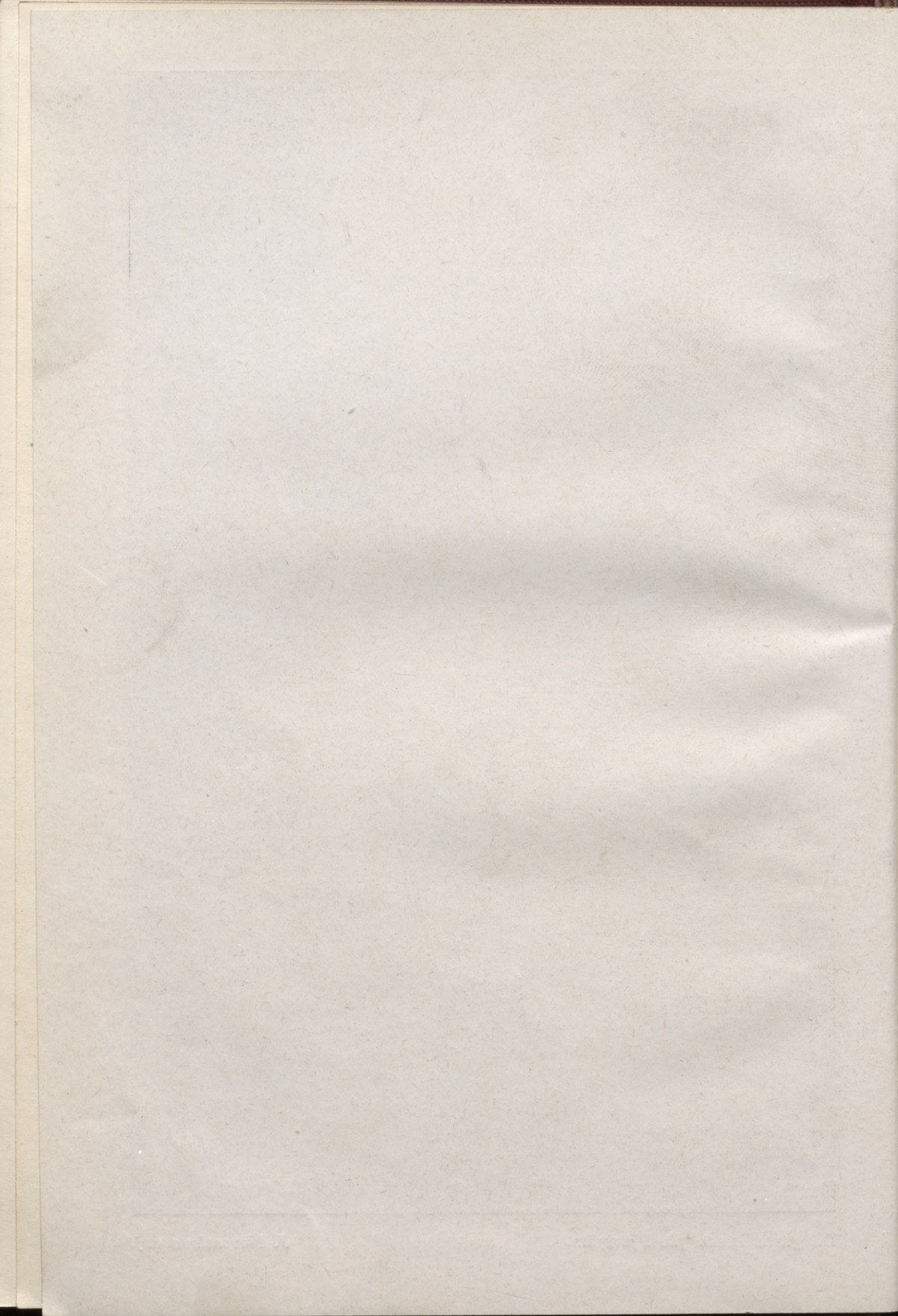


Ogres labajā krastā atsegto D_3d — dolomītu kroka. Novoselova uzņ.



Daugavas krasti pie Pļaviņām.

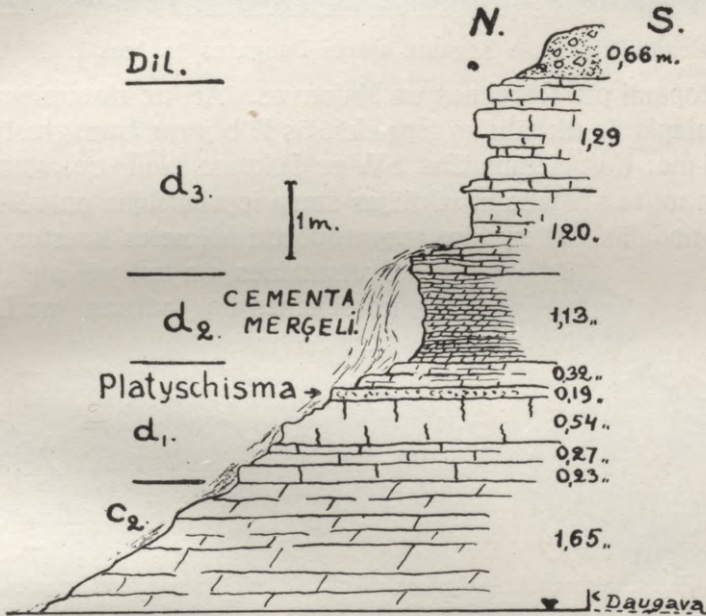
J. Novoselova uzj.



Kas attiecas uz šīs nodaļas $D_3^{C_1-C_2}$ kopbiezumu, tad tas svārstas starp 12—20 m un vispār ir ļoti nepastāvīgs.

Vēl tālāk mūsu apgabalam grimstot jūra top dziļāka un sākas atkal normālu dolomītu nogulsnešanās šīnī samērā sekļajā epikontinentālajā jūrā; tā izveidojas jauni D_3 nogulumu.

Pēc petrografiskā sastāva šie ir pa lielākai daļai rupji kristaliski iesarkani pelēki un iesarkani dolomīti. Starpā atrodas dolo-



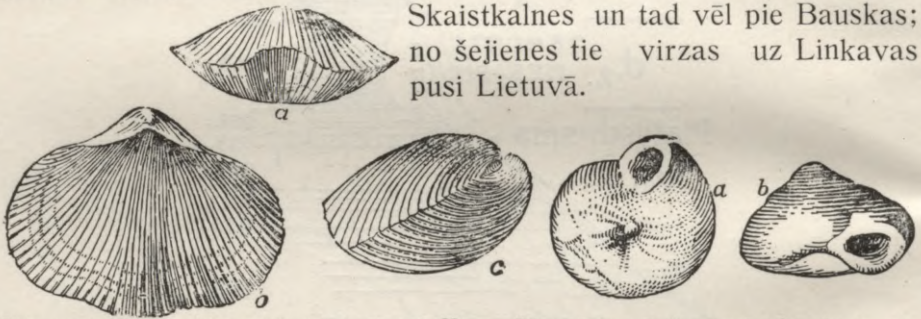
Daugavas kreisā krasta profils (D_3^d dolomīts) pie Raģiem. Pēc N. Delles, 1935.

mītmerģeļa un violētas glūdas starpslānis, kuŗu biezums svārstas no 1,50—2,00 m Doles rajonā un līdz 0,40 m lejpus Jēkabpils. Fauna ļoti bagāta ar individu skaitu, bet nabaga sugām, parasti sastopama tikai kristaliskos dolomītos. Sevišķi raksturīgi ir *Spirifer tentaculum* Vern. (pa lielākai daļai d_1 horizontā), *Platyschisma kirchholmiensis* Keys, *Natica kirchholmiensis* Pacht, *Schizodus devonicus* Vern, *Ptyctodus obliquus* Pand. (sevišķi daudz Lipšu cepla lauztuvēs). Pie Krustpils *Cyrthoceras* sp., *Gomphoceras* sp. (te sevišķi daudz, citās vietās retāk) un *Belerophon tuberculatus* Fer. et d'Orb.

Šie D_3^d dolomīti austrumos, kā redzams no Daugavas profila, stipri cietuši no ledus ārdošās darbības un pa lielākai daļai aiznesti prom. Pilnīgi droši viņi konstatēti NO virzienā līdz (N. Delle 1933) Gaujas krastiem augšpus Vizlas upes ietekas. Neskaidrs vēl ir, vai



D₃d — dolomītu kroka pie Ķeguma krāces Daugavas kr. krastā. N. Delles fot. Viņi sastopami pie Rēzeknes un Malnavas. Arī uz rietumiem šie dolomīti neizplatās tik tālu kā iepriekšējās D₃b jūras transgresija. Viņi novēroti pie: Kalnciemmuižas, SW no Tukuma, pie Pūres, gar Abavas krastiem un te arī laikam izķīlējas starp iepriekšējās un vēl augstāk gulošās nodaļās. Dienvidos viņi novēroti Mēmeles krastos augšpus Skaistkalnes un tad vēl pie Bauskas; no šejienes tie virzas uz Linkavas pusi Lietuvā.



Gliemezis *Platyschisma kirchholmiensis* Keys. Pleckājis spirifer semgalensis n. sp.

Jāatzīmē, ka Zemgales līdzenumā šie dolomīti drusku mainās faunas ziņā. Gastropodu *Platyschisma* un *Natica* vietā te dominē *Spirifer semgalensis* n. sp.; vietām, kā piem., pie Katlapju dzirnavām Slocenes upes krastos šie dolomīti pārpildīti ar algas *Girvanella amplefurcata* Pia atliekām.

Biezuma ziņā šie slāņi uzrāda atkal to pašu kā iepriekšējās D₃^b nodaļas jūras nogulumu, proti NW un SO daļās, liča piekrastēs, viņi sasniedz 5—6 m līdz 4 m pie Bauskas, liča vidējā daļā turpretim līdz 10 m biezumu.

Kā nupat apskatītās D₃d tā arī D₃b nodaļas dolomīti upes gultnēs bieži krustojoties ar ūdens līmeni izveido krāces un ūdenskritumus (Pērsē), kāpēc, kā redzējam tabulā lp. 16, viņi no C. Grevingk'a 1911. g. dabūja arī savu nosaukumu apakšējie un augšējie ūdenskrituma dolomīti. Daugavā šīs krāces pētījis M. Gutmanis 1926.

Turpināsim tālāk sekot mūsu zemes attīstības gaitai, apskatot sīkāk viņu tikai Latvijas teritorijā. Pēc D₃^d dolomītiem, kuŗu nogulsnešanas laikā arī notika mazas vertikālas svārstības, uz ko,

kā domā E. Krauss (1930), norāda brekcijas, sadrupušu dolomītu gabali, starpslāņi,*) iestājas atkal epirogenētiskas celšanās periods un nogulsņējas atkal jauna lagunāra, sekla jūras līču facija — $D_3^{e/f}$. E. K r a u s s (1934) sadala viņu vēl sīkāk e_1 — zaļgani māli f_1 — balti smilšakmeņi un f_2 — Productus horizonts, bet jau Daugavas-Ogres rajonā, kur izplatīti dziļākie šās nodaļas horizonti, ir grūti orientēties nodaļu pazīšanā. Piem., pie Brambergiem e_1 uzguļas tieši D_3^d dolomītam virsū, turpretim Ogres krastos pie Lobes muižas virs D_3^d guļ biezie baltie smilšakmeņi, tā tad — f_1 . Tas pats, kā redzēsim, ir arī Zemgalē un Kursā, kur bez tam šo nodaļu bieži sajauc ar $D_3^{C_1^1}$ nogulumiem.

Daugavas apgabalā šī $D_3^{e/f}$ nodaļa sastādas apakšējā daļā no zaļganas krāsas dolomītmerģeļiem, glūdainiem merģeļiem un zaļgana, iesarkana un raiba māla. Virs tā seko sākumā baltie irdenie, augstāk stipri dolomītizētie smilšakmeņi. Fauna — galvenā kārtā



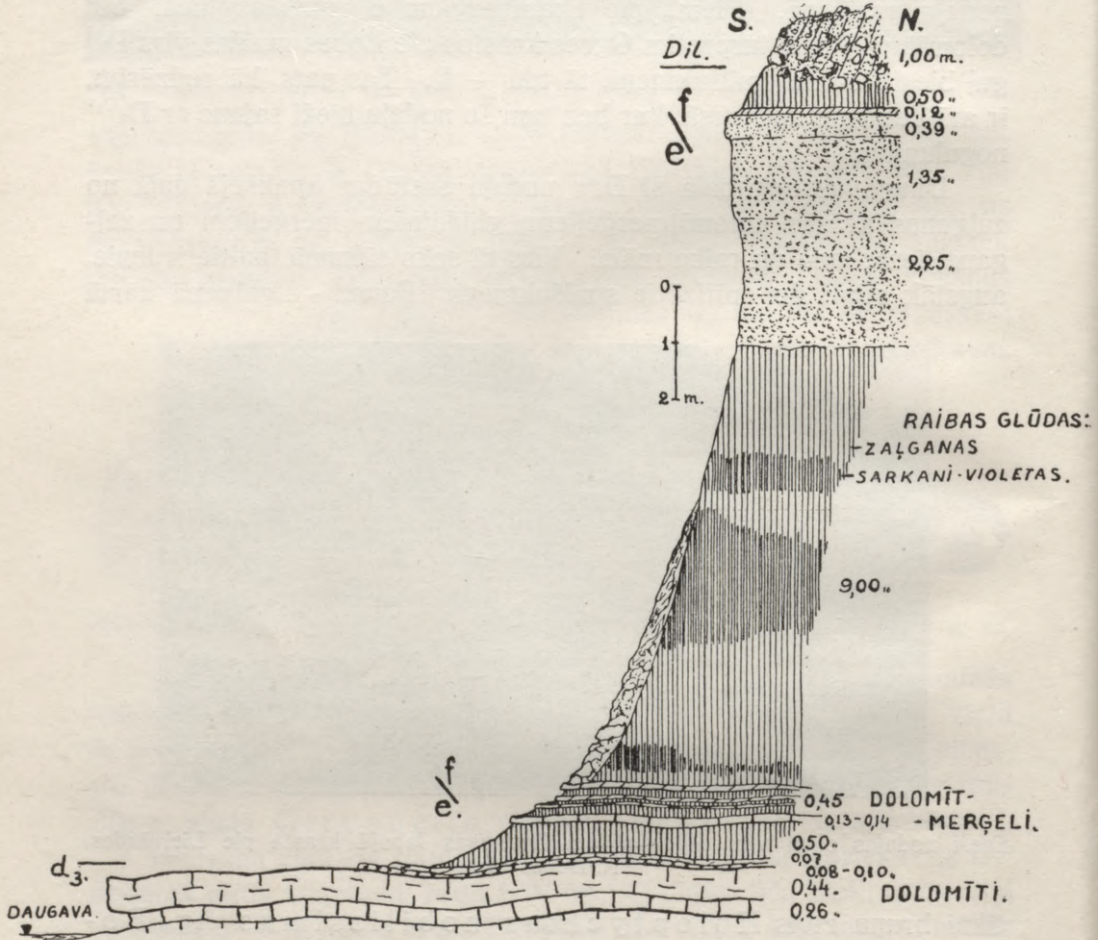
$D_3^{e/f}$ nodaļas slāņi virs d-dolomītiem Daugavas labajā krastā pie Lielvārdes.
N. Delles fot.

tikai bruņu zivis *Holoptychius nobilissimus* Ag., *Bothriolepis ornata* Eichw. un c. (pie Lielvārdes un Brambergiem). Gaŗ Daugavu šo nodaļu nogulumi sastopami Doles augšgalā, pie Brambergiem un no Ņeguma līdz Lielvārdei, pa lielāakai daļai tur, kur dolomītu kŗokojumi pasargā viņus no ledus eksarācijas. Ka agrāk viņu izplatība bija plašāka, varam spriest pēc tā, ka pie Rempēteriem (leŗpus Ogres) un Andreŗa klints **d** dolomītu plaisās

*) Tie gan nav vēl sīkāk pētīti, sevišķi viņu izplatība, kuŗa varbūt atļaus spriest, vai tie ir jūras viļņu darbības sekas vai mūsu seklā līča deltas nogulumi. Iespējams, ka būs sastopami abi veidi.

un izskatās alās uzglabājas te kādreiz virs šiem dolomītiem bijušie e, f nodaļas smilšakmeņi un māli, kas augstāk tagad pilnīgi noerodēti.

Austrumos no Daugavas šīs nodaļas nogulumu sastopami vēl Ogres, Mazās un Lielās Juglas un Sudas upes krastos līdz Kalnāvēniem, arī Vītes un Kastrānes apkārtnē. Zemgalē un Kursā šie nogulumi sasniedz līdz 80 m biezumā (Jelgavas urbumos); plašā joslā



N. Delle. 1930.

Dol/t nodaļas profils Daugavas labajā krastā pie Lielvārdes (pēc N. Delles, 1935).

tie atsedzas gar Lielupes dienvidu pietiekām un arī Lielupes pašas krastos, sākot no Pamūšas (vēl uz Mūsas upes) apmēram līdz Staļģenes muižai. Tālāk rietumos viņu atsegumi redzami Abavas krastos, Ventas krastos, augšpus Kuldīgas un Tebras krastos.

Šeit arī pirmo reizi novērojama faciālā (nogulumu izskata un petrografiska sastāva) starpība starp C. Grewingk'a (1861) Daugavas

un Kurzemes facijām. Zemgales līdzenumā un Kursā šie nogulumi daudz biežāki, kā jau minēju, līdz 80 m. Petrografiskā sastāvā dominē tumši violēti pelēki māli ar dolomītmerģeļa un merģeļaina dolomīta iegulām. Pa starpām sastopami arī tumši, vizlaini smilšakmeņi ar zivīm *Bothriolepis*, *Holoptychius* un c. *Productus* horizontam līdzīgu dolomītu ar faunu man, sevišķi, Zemgales līdzenumā, novērot nav izdevies. Tie iztrūkst arī Jelgavas urbemos. Minētie līdz 0,90 m biezie dolomīta starpslāņi, izņemot tukšumus ar kalcīta kristalliem, nesatur vairāk nekā.

Visi mani pētījumi Zemgales līdzenumā ir pierādījuši, ka ir tikai viens vienīgs *Productus* faunu saturošs horizonts, un tas ir jaunā jūras ieplūduma nogulsnes D₃^g nodaļas dolomīti. Izrādas, ka no E. Krausa (1934) pieņemtie dolomīti Jānišķes urbumā īstenībā arī pieder šai D₃^g nodaļai, tāpat kā Žagares apkārtnē atsegtie dolomīti, kas ar nepārtrauktu atsegumu virkni savienojas ar Jānišķes dolomītiem. Tie arī pēc sava petrografiskā izskata pilnīgi identiski citās vietās noteikti pie D₃^g nodaļai pieskaitītiem dolomītiem. Tie ir kristalliski vai merģeļaini iedzelteni vai zaļgani dolomīti ar sarkaniem traipiem un ļoti bagātu faunu: *Spirifer archiaci*, *Productella subaculeta*, *Aulopora serpens* (tārpi),



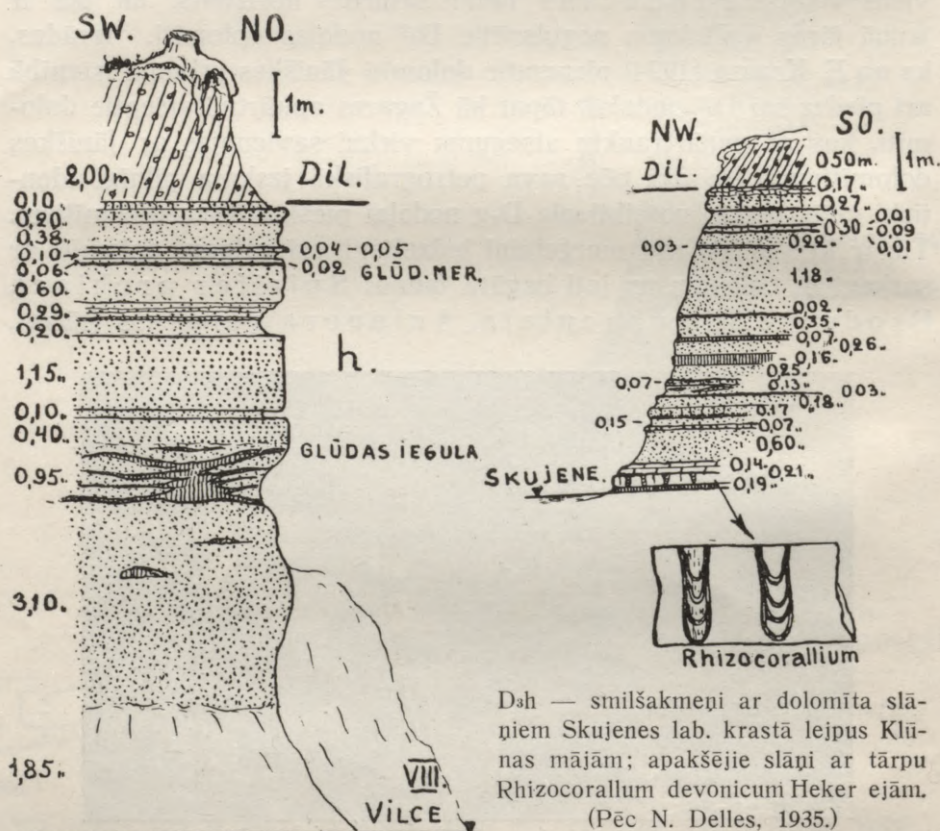
D3h — smilšakmens atsegumi Svētes labajā krastā pie Ķurbes mājām.

Conularia latviensis n. sp. un c. Tie izplatīti austrumos sākot ar Lielupes krastiem lejpus Stalģenes, no šejienes tad viena josla iet Žagares virzienā, otra gar Jelgavas dienvidmalu uz Irlavas skolu un Vecsātes muižu Abavas krastos, tad uz Imulu un Amulu S no Matkules un no šejienes uz Ventu augšpus Edas ietekas. Šie

dolomīti sastopami vēl pie Tebras upes augšpus Lanksežiem, pie Durbes upes Cīravā un beidzot Kapsēdas lauztuvēs un kur tie izveido apakšējo horizontu. Biezumā tie sasniedz ap 15—18 m.

Šie dolomīti ir pirmie, kas raksturīgi tikai Kursai un Zemgalei. Vidzemē tie nav sastapti.

Beidzot mūsu devona nogulumu apskatu redzam vēl, ka mūsu zemē pēc D₃^g dolomītu jūras transgresijas iestājās atkal sauszemes laiks, kurā nogulsnēti rožainie un sarkanie D₃^h nodaļas smilšakmeņi ar vēl apakšējos horizontos sastopamām plānām pārakmeņojumus saturošām dolomīta iegulām, te faunā Sp. archiaci, arī daudz



D₃^h — smilšakmeņu atsegums Vilces kr. krastā S no Mūru muižas. Pēc N. Delles, 1935.

gliemju *Protoschizodus balticus* Mülen., *Allorisma borussicum* un c. Šie horizonti izplatās plašā joslā, sākot no Grenču muižas (urbums) pāri Vilcei, Kalnamuižai un Skujenei uz Ventas pusi augšpus Cīrciņu kroga. Biezums nav droši zināms, bet

nebūs mazāks par 20 m. Pie šīs pašas D₃ nodaļas pieskaitāmi arī no E. Krausa 1934. g. atsevišķā nodaļā D₃ ievietotie 5—6 m biezie stipri dolomītizētie smilšainie dolomīti bez faunas. Atsedzas viņi Ventas (Lēnu klints augšējie slāņi) un Šķervelupes krastos. Kā augšā norādīts, L — dolomīti Žagares-Janišķu apkārtnē neeksistē.

Savelkot pārskata dēļ visu augšā teikto kopā, redzams, ka mūsu Latvijas devona nogulumu sadalās šā:

Permas formācija. Cechšteina kaļķakmenis.

~~~~~ Diskordance — iztrūkst karbons (sauszeme).

h sauszeme.

sekla jūra.

g seklas jūras stadija.

e/f lagunas; seklas jūras stadija.

d jūras ieplūdums.

c lagunas.

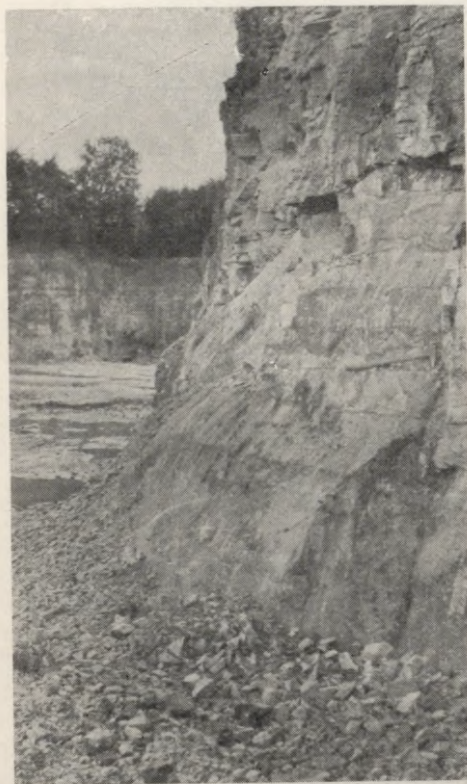
D<sub>3</sub> b jūras ieplūdums.

D<sub>2</sub> a sauszeme.

~~~~~ Diskordance — iztrūkst apakšdevons.

Karbonā no Uralu geosinklināles nākošais jūras uzplūdums mūsu teritoriju jau nesasniedza. Drīzi pēc tam šinī geosinklinālē, kas līdz šim bija aktīva, norisinājās pēdējie orogenetisko ciklu procesi, līdzīgi tam, kā to mēs redzējam Kaledonijas geosinklinālē — silura-devona laikā. Šie procesi aizķēra ne tikai Uralu, bet arī Vidusjūras geosinklināli — Varistijas kalnu rašanās perioda (karbona un permas) sākumā. Ar Uralu geosinklināles cikla noslēgšanos vadošā loma tagad pārgāja pie Vidusjūras geosinklināles. Kā nupat minēts, jau Varistijas kalnu rašanās laikā Vidusjūras geosinklinālē sākās pirmā darbība — izveidojās Saksijas kalnu kņokas. Šīs pirmās darbības rezultāti tūlīt atsaucās arī uz Baltijas vairoga virsu, proti sākās viņa SW malas grimšana un **permas formācijas** otrā pusē Kursas dienviddaļu pārplūdināja **cechšteina** jūra, kuŗa neizplatījās pārāk tālu par tagadējo atsegumu N robežu. Gaiši pelēki kaļķi, vietām dolomīti (Paplakā), pazīstami Paplakas, Nīgrandes—Luku (Ventas krasti), Pampāļu, Saldus un Vecauces apkārtņēs. Tie sasniedz ap 23 m biezumā un uzguļas diskordanti uz dažāda vecuma devona slāņiem, kā arī satur nabadzīgu, seklaļai piekrastes jūrai raksturīgu *Bakewellia ceratophaga* Schloth un *Schizodus schlotheimi* Gein. faunu, bez tam retāk arī haizivi Ja-

nassa bituminosa Schloth., kas raksturīga apakšējam cechšteinaim. Bieži atrodami t. s. stiloliti, kuŗu izveidošanās nav pilnīgi skaidra. Dziļākās jūras faunas elementi (*Productus horridus*, *Prod. cancrini*) sastopami tālāk uz dienvidrietumiem Purmaļu urbumā. Permas beigās un triasa sākumā šī jūra paliek



Nigrandes cechsteina kaļķakmeņa lauztuves. (N. Delles fot.)



Cechšteina kaļķakmeņa stilolīts (garums 36 cm) izveidojās, kā domā E. Krauss (1930) no kalcija, markazīta, pirita kristalizācijas spiediena, kas norisinājās uz fot. redzamā tukšumā. (N. Delles fot.)

loti sekla, kaut gan grimšana turpinās un baseins piepildās ar terriģeno materiālu — sarkaniem un raibiem māliem un mazā mērā smiltīm. Izveidojas fosilijas nesaturošie t. s. Purmaļu mergēļi. Šie nogulumi izplatās, sasniedzot vietām 130—160 m biezumu, jau Lietuvā un pieskaitāmi **permo-triasam**.

Pēc H. Scupin'a (1928.) visi Austrumbaltijas permas nogulumi stratigrafiski sadalās šā:

Jura, keloveja un oksforda stāvi.

~~~~~ Diskordance — iztrūkst apakšējā jūra.

|                          |                           |                                       |                                                                                 |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Augšējais<br>cechšteins  | Tataru-Lietuvas<br>stāvs. | Sarkans merģelis<br>ar smilts iegulām | Jūra atkāpjas un no au-<br>strumiem baseins piepildas<br>sauszemes materiāliem. |
| Vidējais<br>cechšteins   | Mēmeles-stāvs             | Dolomiti<br>un<br>dolomītkalķi        | Baseins samazīnas patēi-<br>coties sāslagunu izgaro-<br>šanai                   |
| Apakšējais<br>cechšteins | Kursas stāvs              | Kalķi                                 | Jūras transgresija pār<br>devona nogulumiem                                     |

~~~~~ Diskordance; iztrūkst karbons.  
Augšdevons.

Pēc cechšteina nogulsnēšanas un jūras atkāpšanās mūsu apga-
balā izbeidzas lielāki pārplūdumi, un tikai vēl jurā un krīta formācijā
jūras ūdeņi skāruši Kurzemes SW malu. Pirmā **juras formācijas**
jūras transgresija lēni, līdz ar baseina pakāpenisko grimšanu, izpla-
tās NNE virzienā, tā kā aprakstāmo apgabalu, S Kurzemes daļu, tā
sasniedz tikai vidējās juras beigās un augšējās juras sākumā, tas ir
keloveja un oksforda stāvā. Tāpēc šīs jūras nogulumi guļ diskor-
danti uz permo-triasa slāņiem Lietuvā un cechšteinu Kurzemē.
Petrografiski tie sastāv galvenā kārtā no irdeniem, dzelzi saturo-
šiem iedzelteniem smilšakmeņiem un melniem vizlu saturošiem mā-
liem. Atsedzas šie nogulumi Ventas krastos augšpus Nīgrandes, arī
Zaņas un Loses gultnēs. Sākumā līdz pat vidējam kelovejam šīs
juras faunai, kā uz to norāda Brinkmans, ir Rietumeiropas raksturs
(C o s m o c e r a s). Augšējā kelovejā un oksfordā notika savieno-
šanās ar Krievijas jūras baseinu, un mūsu juras faunā parādās arī
austrumu elementi (Q u e n s t e d t o c e r a s).

No **krīta formācijas** tikai vienā vietā Meldziras urbumā virs
cechšteina sastapts nepilna 1 m biezumā rakstāmā krīta slānis, kurā
jau C. Grewings 1861. g. atrada šai formācijai raksturīgās forami-
niferas: *Cristellaria rotulata*, *Rosalina ammonoides*, *Robulina tra-*
chyomphala, *Cytherina spec.* un bez tam *Inoceramus*'a čaulas atlie-
kas. Šis slānis pilnīgi līdzīgs tam, kas nepārtrauktā kārtā izplatīts
S Lietuvā virs juras formācijas nogulumiem un kas pieder krīta
formācijas augšējai daļai — **senonam** vai t. s. mukronatu krītam ar
Belemnitella mucronata.

Ar šo augšējā krīta transgresiju izbeidzās jūras ieplūdumi S Kurzemē un no šī laika tā palika par sauszemi.

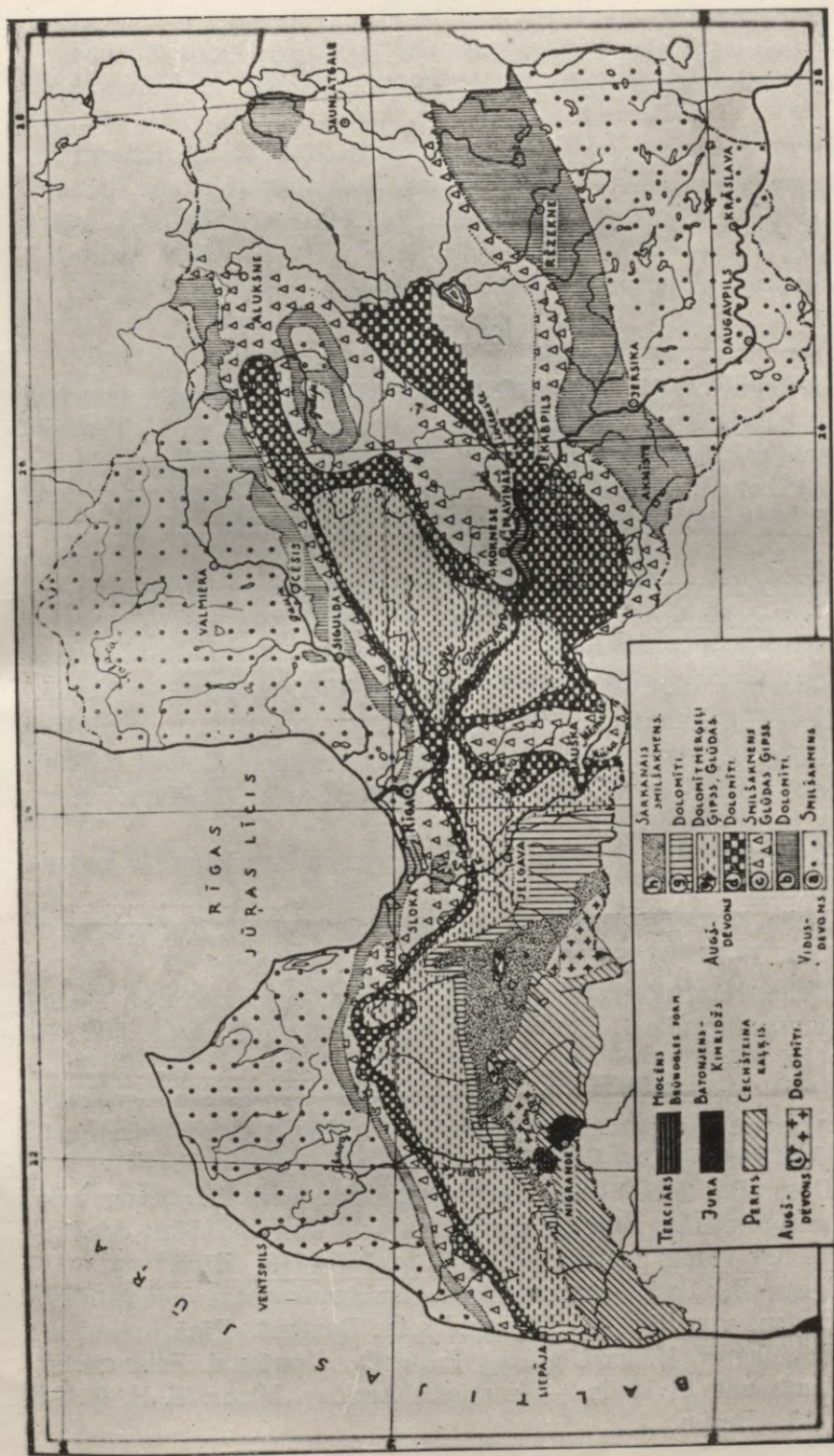
Terciāra formācijas nogulumi SW Kurzemē sastādās no brūnogle, smilts un tumšiem māliem ap 9,30—10 m kopbiezumā. Tie sastopami Meldziras-Alšu rajonā (Ventas kreisā krastā) un, kā pierādīja kalninženiera Lielausa 1921. g. pētījumi, ieņem diezgan platu joslu. Pēc sava saguluma veida, sastāva un jūras fosiliju trūkuma tie ir sauszemes saldūdens baseina (ezera, purva) nogulumi. Līdz šim šos nogulumus pieskaitīja visbiežāk miocenam, bet tagad par to radušās dibinātas šaubas (P. Galenieka vēl npublicēti pētījumi), jo nogulumos nemaz nav terciārās floras augu atlieku. Lignīti un citas augu atliekas norāda drīzāk uz šo slāņu krīta laikmeta vecumu.

Ar to tad mēs beidzam Latvijas pamatformāciju apskatu. Pēc krīta perioda ar orogenetisko ciklu noslēgšanos Vidusjūras geosinklinālē radās Alpu, Karpatu, Dinarīdu, Kaukaza un c. kalnu grēdas, kuŗas kā jaunuzbūvētas kontinentu daļas savienoja ziemeļu un dienvidu kontinentus kopā.

Krievijas platformā iestājās samērā mierīgs periods, līdz jūras transgresiju vietā **kvartārā formācijā** Baltijas vairoga ziemeļdaļa pārklājās ar ledus segu, ar ko sākās leduslaikmets.



Brūnogle atsegums pie Loses tilta netālu no Nīgrandas. Virs melnās brūnogle gaiša smilts. V. Kaula uzj.



Latvijas pamatformāciju nogulumu karte (pēc E. Krausa, 1934.).

Literātūra.

Antonovičs, M., 1873. Geologičeskij očerk beregov zapadnoi Dvini v predelach Vitebskoi gub. Gorn. Žurnal S. P. B. I. p. 55, tas pats arī Sapunov. Zapadnaja Dvina. Vitebsk 1893., lp. 114.

Bekker, H., 1924. The Devonian Rocks of the Izborskas district (S. E. Estonia) Publicat. of the Geolog. institution of the Univ. of Tartu.

Buch, L. v., 1841. Beiträge zur Bestimmung d. Gebirgsformationen Russlands. Karsten's Arch. v. Mineral T. XV, lp. 75, 521.

Dalinkevičius, J., 1932. Lietuvos devonas ir jo ryšiai su Latvijos devonu. V. D. U. Matem. — gamt. Fak. darbai T. VI. s. II., lp. 97—127. Kaunas.

Delle, N., 1933. Devona formācijas nogulumi Gaujas baseinā „Raksti par Gauju“, I. M. Skolu mūzeja „Gaujas izstādes“ izdevums, lp. 60—68. Rīgā.

Delle, N., 1933. Liepājas apkārtnes pamatformācijas. „Ģeogrāfiski Raksti“, lp. 23—25.

Delle, N., 1935. Devona nogulumi Talsu novadā. Talsu novads. Rīgā, lp. 3—13.

Delle, N., 1935.a. Zemgales līdzenuma, Augšzemes un Lietuvas devona nogulumi. Latv. Ūniv. raksti mat. un dabaszin. fak. sēj. 11. 5. lp. 105.

Doss, B., 1895. Die geologische Natur der Kanger im Rigaschen Kreise unt. Berücksichtigung ihrer weiteren Umgebung. Festschrift d. Nat.-Ver. v. Riga.

Doss, B., 1900. Über die Möglichkeit der Erbohrung von Naphtalagerstätten bei Smarden in Kurland. Korresp. blatt des Naturforscher Verein zu Riga. 43. sēj., lp. 157—212. Rīgā.

Doss, B., 1903. Orographische und geologische Verhältnisse des Bodens von Riga — „Riga und seine Bauten“. Rīgā.

Engelhardt, M. un Ulprecht, E., 1830. Umriss d. Felsstructur Ehstlands und Livlands. — Karsten's Arch. v. Miner. T. II, lp. 94 līdz 113. Berlin.

Finanču ministrija, 1931. The Projected Hydro- Electric Power Development on the River Daugava (Dvina) at Dole near Riga. Rīgā.

Fischer, J., 1784. Zusätze zu einem Versuche einer Naturgeschichte von Livland, nebst einigen Anmerkungen zur physischen Erdbeschreibung von Kurland, entworfen von J. J. Ferbers, lp. 209—305. Rīgā.

Gailītis, J., 1931. Ģeoloģiskie darbi 1930. gadā. Ekonomists, lp. 600—613. Rīgā.

Gross, W., 1930. Die Fische des mittleren Old Red Süd-Livlands. — Geol. und Palaeont. Abhandlungen Neue Folge. 18. sēj. (22.), lp. 1—36. Jenā.

Gross, W., 1931. Asterolepis ornata Eichw. und das Antiarchi-Problem. Palaeontographica, 75. sēj. Stuttgart.

Gross, W., 1933. Die Fische des Baltischen Devons. — Palaeontographica. 79. sēj. Act. A. Stuttgart.

Gross, W., 1934. Über einen grossen Dipnoer aus dem baltischen Mitteldevon. — Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 38. sēj., lp. 83—86. Berlin.

Gross, W., 1934a. Zur Gliederung des Baltischen Old Red. — Zeitschrift. d. Deutsch. Geol. Gesellsch.. 86. sēj., lp. 410—424. Berlin.

Grewingk, C., 1857. Der Zechstein in Litauen und Kurland. — Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges.. 9. sēj., lp. 163—166.

Grewingk, C., 1861. Geologie von Liv- und Kurland mit inbegriff einiger angrenzender Gebiete. — Archiv f. d. Naturkunde L.-E.- u. Kurland. 1. sēr., T. II, lp. 479—774. Dorpat.

Grewingk, C., 1872. Zur Kenntnis ostbaltischen Tertiär- und Kreidegebilde. — Archiv f. d. Naturkunde Liv.- Ehst u. Kurlands. Sēr. I, 5. sēj., lp. 195—256. Dorpat (Tartu).

Grewingk, C., 1879. Erläuterungen zur zweiten ausgabe d. Geognostischen Karte Liv-, Est- u. Kurl. Dorpat.

Grewingk, C., 1883. Der Bohrbrunnen am Bahnhof „Riga“ und die Geognosie d. Riga — Mitauer Niederung. Korresp. Blatt d. Nat. forsch. Ver. zu Riga. T. XXVI, lp. 58.

Gutmans, M., 1925. Daugavas ģeoloģiskā vēsture. „Daba“ Nr. 3, lp. 67—81. Rīgā.

Gutmans, M., 1926. Jauni dati Daugavas ielejas ģeoloģijā. — Techniskais žurnāls Nr. 24, lp. 358—359. Rīgā.

Gutmans, M., 1926. a. Daugavas krāču izcelšanās. L. Ū. Raksti. T. XIII, lp. 457.

Helmersens, G., 1856. Geognostičeskoje izsledovanie devonskoj polosi srednei Rossii ot reki Zapadnoi Dvini do reki Voroneža. — Zapiski Imp. Russ. Geogr. Obščestva kn. XI, lp. 12 (separats).

Kaveckis, M., 1932. Geologijos Kabineto 1931. metu tyrinėjimai. — Forschungen. d. Geolog. Kabinet d. Un. im Jahre 1931. V. D. U. Matem., Gamt. Fakulteto Darbai. T. VI. 2., lp. 176. Kaunas.

Kraus, E., 1927. Studien zur Ostbaltischen Geologie. I. Marine Transgressionsstöße im baltischen Devon. II. Über den Zechstein in Kurland. III. Neue Juravorkommen in Südkurland. IV. Über die tertiären Braunkohlenablagerungen in Südkurland. — Korresp. blatt. d. Naturforsch. Ver. 59. sēj., lp. 36—59.

Kraus, E., 1928. Tertiär und Quartär des Ostbalticums. „Die Kriegsschauplätze 1914—1918. Geologisch. dargestellt h. 10. 1. Berlin.

Krauss, E., 1930. Studien zur Ostbaltischen Geologie. IX. Die Geschichte des Devons in Lettland, lp. 101—200. X. Das Profil der Lettischen Senke, lp. 200—226. XI. Salztektunik in Lettland, lp. 226—240. Latv. Ūniv. Raksti. Mat. un dabz. sēr. I.

Kraus, E., 1930. b. Zemes garozas svārstišanās Latvijā. — Ģeogrāfiski raksti. T. II, lp. 79. Rīgā.

Kraus, E., 1931. Stud. zur Ostbalt. Geologie. XII. Der mitteldevonische Gips von Nāvessala an der unteren Daugava, sein Wachstumsdruck und die Styolithen Frage, lp. 269—290. XIII. Faziesstudien im Alt- und Neurotsandstein, lp. 291—370.

Kraus, E., 1934. Die Gliederung des Baltisch-Russischen Altrotsandsteins. — Zeitschr. der Deutsch. Geol. Gesellsch. 86. sēj., lp. 213—234.

Lahusen, 1814. Protokoli zased. Otdela Min. i Geol. 8. maja 1873. g. Trudi S.-Peterb. Obščestva Estestvoisp. T. V. k. 2.

Murchisson, R., 1845. Vernenil E. de et Keyserling Count. A. v. The Geology of Russia in Europe and the Ural Mts. Vol. 1. Geology. London.

Obručev, Dm., 1930. Značenje ihtiofauni dlja stratigrafii severozapadnago devona. — Izvestija Glavn. Geologo — Razved. Upravlenija. T. XLIX. Nr. 9, lp. 92. Leningrad.

Orviku, K., 1930. Die Untersten Schichten des Mitteldevons in Eesti. — Acta et Commentationes Univ. Tartuensis (Dorpatensis) A. XVI. 5.

Pacht, R., 1859. Der devonische Kalk in Livland. Archiv f. d. Naturkund L.-E.-Kurl. 1. sēr. T. II, lp. 249—291. Dorpat.

Pander, Ch., 1857. Über die Placodermen des devonischen Systems. St. Petersburg.

Pander, Ch., 1858. Über die Ctenodipterinen des devonischen Systems. St. Petersburg.

Pander, Ch., 1860. Über die Saurodipterinen, Dendrodonten etc. des devonischen Systems. St. Petersburg.

Pfeiffer u. Pander, H., 1843. Geognostičeskoe opisanie formacij v Ostzeiskich gubernijach. — Gorn. žurnal III, lp. 219—291.

Rosen, F., 1863. Die chemisch-geognostischen Verhältnisse d. devonischen Formation der Dünathals in Liv- und Kurland in der Welikajathals bei Pleskau. Dorpat.

Rüger, L., 1934. Die Baltischen Länder. Handbuch der Regionalen Geologie. 4. sēj. 4. 28. h. Heidelbergs. (Sk. tālāko literātūru).

Rugevič, K., 1891. Opredelenie okrugov ochrani Kemmernskich, Baldonskich, Druskenikskich i Cechocinskich istočnikov mineralnich vod. Gorn. žurnal. T. II, St. Peterb., lp. 125—142.

Scupin, H., 1928. Ostbaltikum I. Algonkium, Palaozoikum und Mesozoikum. Die Kriegsschauplätze 1914—1918. Geologisch dargestellt. h. 9. Berlin. s. 209. (Samērā pilns aprakstamā apgabala literātūras saraksts).

Sokolov, 1844. Geognostičeskaja poezdka po Ostzeiskim gubernijam. Gorn. žurnal I. 3, lp. 313—348.

Stakle, P., 1934. The Foundation Company 1932./1933. g. izdarītie Daugavas ģeoloģiskie pētījumu darbi. — „Economists“ Nr. 6, lp. 245—254, Nr. 7 296—301, Nr. 8 333—340, Nr. 10 414—421, Nr. 11/12 449. lp.

Štukenberg, A., 1874. Otčet ob izsledovanijach 1873. goda. Trudi S. Peterb. Obščestv. Estestv. T. V, lp. VII.

Toll, E., 1892. Vorläufiger Bericht über die Untersuchungen in Kurland und in Gouvernement Kowno. — Bull. Comite Geolog. Petersbourg 11. s., lp. 181—188.

Toll, E., 1896. Predvaritel'nij otšchet ob izsledovanijach v oblasti 13-ge lista letom 1895. — Bull. d. Comité Geologique Petersbourg 15. sēj., lp. 153.

Toll, E., 1897. Geologitscheskija izsledovanija v oblasti reki Kurljandskoi Aa. — Bull. d. Comit. Geolog. Petersbourg. 16. sēj., lp. 155—190.

Toll, E., 1898. Geologische Forschungen im Gebiete der Kurlandischen Aa. — Sitz-bericht Dorpat. 12. sēj., lp. 1—33.

Ulmann, 1827. Geognostičeskoe opisanie Vilenskoj, Grodnenskoj i drug. gubernij. Gorn. žurnal IV, lp. 25—47.

Vansovič, 1827. Geognostičeskoe opisanie Kurlandskoj i Liflandskoj gubernij. Gorn. žurnal VIII, lp. 33—59.

Wahl, A. un E. v. Vom Devon bis zum Tertiär in. K. R. Kupffer. Baltische Landeskunde. Rīgā 1910., lp. 175.

Zāns, V., 1935. Daži dziļākie zemes urbumi Latvijā. (Einige Tiefbohrungen in Lettland). „Daba un Zinātne“, lp. 3—11. Rīgā.

Leduslaikmets un pēcleduslaikmets Latvijā.

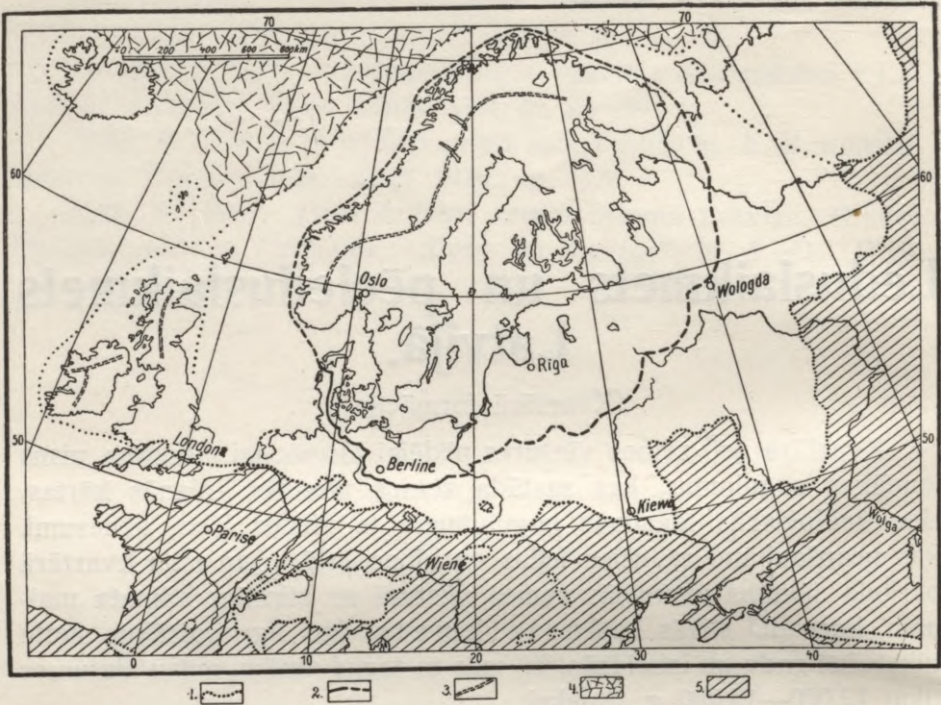
(Kvartārā formācija).

Kvartārai jeb zemes vēstures pēdējai formācijai pieskaita visus jaunākos nogulumus, kas sastāda zemes virsējās, irdenās kārtas. Bez ģeoloģiskās tagadnes nogulumiem te pieder biezi uznesumi, kas neapšaubāmi radušies ledus darbības ceļā. Jau pats kvartārā perioda sākums iezīmējās zemes vēsturē ar stiprām klimata maiņām, kuŗu dēļ sākās leduslaikmets, kas ilga vairākus simtu tūkstošus gadu un izbeidzās, kā mēs to tagad zinām, mūsu platumos tikai 12.000—15.000 g. atpakaļ.

Šī lielā leduslaikmeta cēloņi līdz šim nav pilnīgi izdibināti. Tie varēja būt kosmiskas dabas vai arī tīri tellūriski, saistīti ar zemes pašas iekšējo dzīvi. Skaidrs tomēr tas, ka ledus sega tolaik plaši izplatījās gan no polāriem apgabaliem, gan arī no augstiem kalnājiem un aplāja lielas platības Ziemeļeiropā, Ziemeļamerikā un pa daļai arī citos kontinentos.

Arī Latvija pieder tām zemēm, kas kvartārā perioda pirmajā posmā diluvijā — pārdzīvoja leduslaikmetu. No toreizējā apledojuuma centra Skandināvijā un Somijā bieza ledus sega vērās uz dienvidiem, tālu pārsniedzama Latvijas dienvidu robežas. Savā lielākā izplatībā tā aizsniedza 50° ziemeļu platumu, sniedzamās Eiropā līdz Reinas ietekai, Vācijas vidus kalnājiem, Karpātu ziemeļu nogāzei un Krievijā ar Dņepras un Donas mēļu izvirkājumiem pat pāri 50° parallēlei. Šī lielā ledus sega, patiesībā gan vairākkārtēju apledojuuma ledus, aplāja Ziemeļeiropas zemes, to starpā arī Latviju, ar biezu uznesumu kārtu, kas tagad sastāda zemes virspusi. Un netiekvien materiāls, bet arī mūsu zemes virsas morfoloģiskās formas ir galvenā kārtā diluviālā ledus un kušanas ūdeņu darbs. It sevišķi pēdējais kustīgais ledus atstāja reljefā vispaliekošākās pēdas.

Pēcleduslaikmetā jeb alluvijā ledus uznesumi un virsas veidojumi gan nedaudz pārveidoti no tagadējo ģeoloģisko faktoru dar-



Ziemeļeiropas apledojums diluvijā (pēc P. Woldstedt'ta 1929).

1. Ledāja maksimālās izplatības robežas, 2. Pēdējā apledojuma robeža, 3. Ledus šķirtnes, 4. Sablīvēts jūras ledus, 5. Ledāja neskārti apgabali.

bības un vietām pārklāti bieziem alluviāliem nogulšņiem (jūras un upju smiltis, kāpas, ezeru un purvu nogulumu u. c.) tomēr šis pārmaiņas nav lielas un vispār Latvijas ainavām vēl joprojām ir diluviāls raksturs. Leduslaikmeta nogulumu vēl uzglabājušies samērā svaigi un sastāda kvartārās segas galveno daļu.

Pirmie plašākie pētījumi par Latvijas kvartāro formāciju pieder C. Grewing'kam (1861, 1879). Savā „Geologie von Liv- und Kurland“ (1861) viņš gan vēl balstās uz tolaik izplatīto drifta teoriju un izskaidro kvartāros nogulumus kā diluviālās jūras un tanī peldošo ledu veidojumus. Otrā darbā (1879) Grewing'ks jau nostājas uz glaciālās teorijas pamatiem un dod pirmo pārskatu par ledus laikmeta norisēm Latvijā. No priekškaņa laikmeta svarīgākiem pētījumiem par Latvijas diluviju vēl mināmi E. Toll'a (1892 un 1899), B. Doss'a (1895—1910) un H. Hausen'a (1913) darbi. Pēdējais, dibinoties uz plašiem personīgiem novērojumiem un agrāko pētnieku darbiem, sniedza pirmo moderno pārskatu par pleistocēniem (diluviāliem) veidojumiem Baltijā līdz ar kvartārgeoloģisku karti. Nedaudz agrāk parādījās arī E. Wah'l'a un K. R. Kupffer'a

pārskats par Baltijas kvartāru izdevumā „Baltische Landeskunde“ (1911. gadā). —

Kaŗa un pēckarŗa gados nāca klāt daudz jaunu atziņu, it sevišķi svarīgie H. Philipp'a (1921) konstatējumi par Lubānas ledus mēli. Jaunu pārskatu par kvartāru Baltijā, ieskaitot arī Latgali, sniedza E. Krauss's (1928.), izskaidrojot, ka sareģģitās ledus kustības un akumulācijaŗ lielā mēŗā atkarīgas no jaunām zemes garozas pacelšanās un grimšanas kustībām, kamēr H. Hausen's (1913) pasvītroja g. k. eksogēno procesu lomu diluviālā reljefa radīšanā. P. Galenīeks (1925—26) apstrādāja Latvijas interglaciālo nogulumu floru. — Jaunākā laikā Latvijas kvartārā ģeoloģijā, it īpaŗi par leduslaikmeta veidojumiem, strādājuŗi: Z. Lancmanis (†), C. Weymar'n's (Latgalē), Z. Burcharts, J. Sleinis, V. Zāns un citi.

1. Kvartārās segas pamats un subkvartārais reljefs.

Latvijas kvartāro nogulumu pamatu Vidzemē, Latgalē, Zemgalē un Kurzemes ziemeļu daļā sastāda devona formācijas ieŗi, bet Kurzemes dienvidos, kaut gan mazākās platībās, arī permas, juras un terciārās formācijas nogulumi. No devona ieŗiem apm. $\frac{1}{3}$ no visas Latvijas subkvartārās virsas aizņem irdenais vidusdevona smilŗu iezis ar glūdas iegulām (D_{2a} nodaļa). Œis pamatiezis savas irdenās struktūras dēļ viegli padevās glaciālai erōzijai. — Pārējais devona pamata materiāls ir jau vairāk vai mazāk cietie augŗdevona marīnie dolomīti, dolomītmērgēļi un glūdas (D_{2b—h} nodaļas), kā arī permas formācijas ceŗšteina kaļķakmeņi. Atskaitot arī augŗdevonā Œur un tur sastopamos irdenos smilts un mālu nogulumus, kā arī juras formācijas nogulumus, Œie marīnie sedimenti vispār jau ir daudz izturīgāks un cietāks pamats, kas spēja stiprāk pretoties ledus ārdōŗai darbībai.

Kāds bijis Latvijas reljefs priekŗkvartārā laikā un leduslaikmeta sākumā pirms ledāja uzmākšanās, to mēs īsti nezinām. Ar urbumiem, kas sniedzas cauri kvartārai segai, gan varam rekonstruēt zemes reljefu zem kvartāriem nogulumiem jeb t. s. subkvartāro virsmu, bet nav jāiazmirst, ka tā nav identificējama ar prekvtārāro virsmu jeb to reljefu, kāds pastāvējis pirms ledus uzvirzīšanās. Subkvartārā virsma jau ir lielā mēŗā ledus darbības rezultāts — pārveidota prekvtārā virsma. Abām gan daudz kopēja, tomēr, jo spēcīgāka bijusi ledus ārdōŗā darbība kādā vietā, jo vairāk subkvartārā virsma tur atŗķīŗas no prekvtārās. Sevišķi

tas sakāms par irdeno devona smiltsiežu apgabaliem, kur ledus at-
rāvis pamatam daudz materiāla, bagātīgi uzņemdams to savā mo-
rēnā un tā spēcīgāk deformēdams prekvartāro virsmu.

Latvijas subkvartāro reljefu pēc urbumu materiāliem un atse-
gumiem mēģinājis rekonstruēt E. K r a u s s (1935). Viņa, kaut arī
tikai rupjos vilcienos skicētā Latvijas subkvartārā reljefa karte ar
izohipsām ik pa 20 m rāda, ka subkvartārais pamats Latvijā ir diez-
gan ievērojami modelēts ar vairākiem paaugstinājumiem un iegro-
bām, tomēr vispārējos vilcienos taustāmi attēlo tagadējo zemes vir-
sas lielreljefu. Subkvartārā virsa, tāpat kā tagadējā, rāda paaugsti-
nājumus tagadējo augstieņu pamatos un pazeminājumus jeb ielieku-
mus tagadējo zemumu apgabalos. Lai gan tagadējais reljefs šķiet
daudz stiprāk attīstīts, tomēr tā dižformas jau iezīmētas subkvar-
tārā reljefā un sakarība starp abiem ir nenoliedzama.

Latvijas subkvartārā reljefā pēc E. K r a u s ' a izšķiramas seko-
jošas dižformas :

1. Zemgales ieplaka,
2. Viduskurzemes uzvelvējums,
3. Ventas ieplaka,
4. Kurzemes Zilo kalnu paaugstinājums,
5. Vidzemes Centrālās augstienes uzvelvējums,
6. Latgales augstienes uzvelvējums.

Vidzemes Centrālās augstienes pamatā subkvartārā virsma vis-
caur augstāka par +80 m vjl., bet lielās platībās pārsniedz +100 m
augstumu. Tāpat arī Latgales augstienes pamatā tā turas ap +100
m augstumā, un līdzīgi pamatnes pacēlumi sastopami arī citu mūsu
augstieņu pamatos.

Citādi tas ir zemienēs un līdzenumos. Te subkvartārā virsma
vai nu ielikusi vai līdzena. Tā, Zemgales līdzenuma S daļā plašā
joslā tā guļ starp 0 un +20 m vjl., bet līdzenuma N daļā — Daugav-
grīvas apkaimē — nolaižas līdz —60 m zem jūras līmeņa.

Lubānas jeb Malienas zemuma pamatā tā pieturas +80 m līdz
+100 m vjl., bet guļ relatīvi zemāk nekā apkārtņē (Vidzemes un
Latgales augstienēs).

Bez dižformām subkvartāram reljefam raksturīga vesela rinda
s i k ā k u n e l i d z e n u m u, izcilņu un iegrobu, kas daudzkārt stipri
kontrastē ar tagadējā reljefa formām. Subkvartārā virsma ir līdzena
vai horizontāla tikai tur, kur pamatā horizontāli slāņi. Citādi tā pa-
rastī nelīdzena un viļņaina. Sevišķi nelīdzens subkvartārais pa-
mats kontaktēts cechšteina rajonā S Kurzemē (cechšteina kaļķak-
meņa „salas“). Tāpat stipri pamata traucējumi un pat lielāki morē-

nā uzņemti pamatiežu blāķi novēroti juras formācijas mālu rajonā Kurzemē, dolomītu ziemeļrobežas joslā pie Cēsīm, Rīgas pamatos u. c. vietās. Pie Rīgas subkvartārā virsma strauji nolaižas no dolomītu malas uz smilšakmeņu robežas pusi līdz —50 m zem j. l. Kundziņsalas urbumos tā jau guļ par 41 m zemāk nekā urbumos pie Rīgas tiltiem.

Fleksūrveidīgi subkvartārās virsmas noliekumi un viļņojumi redzami daudzos ģeoloģiskos profilos Daugavas lejas galā, Zemgales līdzenumā u. c.

Ļoti ievērojami subkvartārais pamats nolaižas Ventspils apkārtnē. Jau 1903. g. B. D o s s' a publicētie urbumu profili pierādīja, ka te kvartāra pamats guļ zemāk par —121 m zem j. l. (resp. —105 m otrā urbumā).

Reti dziļa subkvartāra iedobe konstatēta Daugavpils pamatos ar 566 m dziļo urbumu, kas sasniedza pamatiežus tikai 195,8 m dziļumā zem zemes virsas jeb —76,8 m zem j. l. Šai iedobei laikam ir bedres veids, pie kam iespējams, ka urbuma punkts vēl nemaz nav pašā dziļākā bedres vietā. Austrumos no Daugavpils subkvartārais pamats strauji paceļas Daugavas krastu devona atsegumos līdz +107 m vjl., tāpat tas paceļas arī citos virzienos. Šādu dziļu iegrobu rašanās notikusi pateicoties sevišķi intensīvai ledus eksarācijai (izgraušanai) un subglaciālo straumju spēcīgai virpuļdarbībai irdenā pamatnē, šai gadījumā devona smilšakmens un mīkstājos, glūdaini-merģelāinos, ģipsi saturošos augšsilūra slāņos. (V. Z ā n s 1935).

Arī Patkulē (starp Madonu un Cesvaini) konstatēti vairāk par 87 m biezi kvartārie nogulumi un kvartāra pamats zemāk par +33 m vjl., kas attiecībā pret apkārtni arī ir ievērojams padziļinājums.

Daugavas spēkstacijas ģeoloģiskos pētījumos ar urbumiem tika konstatēts interesants izgrauzums jeb vāga, kas krusto tagadējo Daugavas gultni Aizkraukles, Lejas Miemēnu rajonā (P. S t a k l e, 1934, J. G a i l ī t i s 1935). Šim izgrauzumam gaŗenas renes vai vecas upes gultnes veids un tas ierauts apkārtējos dolomītos vairāk par 50 m dziļi un piepildīts ar morēnas mālu. Tagadējā reljefā šī rene nav manāma, bet viņas dēļ bija jāatmet spēkstacijas projekts šai vietā, kas citādi morfoloģiski šķita diezgan izdevīga aizsprosta būvei.

Sīkāku padziļinājumu un reljefa nelīdzenumu subkvartārā virsmā ir ļoti daudz, sevišķi kaļķainu iežu un ģipša rajonos, kur notikusi izskalošana. Ipatnēji izskalojumi kvartārās segas pamatā piem. redzami Nāves salas ģipšakmens lauztuvēs („ģeoloģiskas ērģeles“) un daudz citās vietās.

2. Kvartārās segas biežums.

Kvartāro nogulumu biežums Latvijā svārstās diezgan plašās robežās. Ir vietas, kur pamatieži parādās pašā zemes virspusē un segti pavisam plānu kvartāro nogulumu kārtu vai arī sasniedzami seklos aku rakumos jau dažu metru dziļumā. Tādas vietas parasti ir tur, kur pēcleduslaikmeta jūras transgresijas nodeldējušas pavisam vai pa daļai leduslaikmeta uznesumus un arī tur, kur paši ledus kušanas ūdeņi aizrāvuši daļu no nogulumiem, kā piem. daudzās senlejās. Tā Slokas — Ķemeru apkārtnē kvartārā sega ir pavisam plāna un devona dolomīti atsedzas gandrīz tieši zemes virspusē, kādēļ te ierīkotas ērtas lauztuves. Tāpat Liepājas piejūras apgabalā jūra nodrāzusi kvartāro segu vietām līdz pat devonam un abraziņas līdzenumā pie Kapsēdas dolomīts atsedzas pavisam sekli.

Jēdzienu par kvartārās segas biežumu iegūstam salīdzinot subkvartārās virsmas augstumu karti (E. Kraus 1935) ar tagadējo reljefu. Šāds salīdzinājums rāda, ka kvartārā sega ir samērā plāna mūsu līdzenumos un zemienās, bet augstienēs un viļņainos gala morēnu apgabalos sasniedz ievērojamu biežumu. Tā Centrālā Vidzemes augstienē kvartāro nogulumu biežums augstienes galvenā daļā svārstas ap 100 m., jo mēs zinām, ka subkvartārā virsma tās pamatā paceļas līdz + 100 m vjl., bet tagadējais reljefs 1460 km² lielā platībā ir augstāks par 200 m vjl.*). Bet tā kā atsevišķi punkti šai augstienē nereti sasniedz arī 270—280 m augstumu un Gaiziņa kalns pat 310 m vjl., tad maksimālais kvartāro nogulumu biežums var būt ap 200 m. — Tāpat ievērojami bieža kvartārā sega ir arī citos Latvijas augstumu apgabalos kā to rāda zemes urbumi. Šais augstumu apgabalos, kur jau pirms ledus uznākšanas bija pacēlumi, ledus sastrēga, sablīvējās un nokrāva vairāk morēnu materiāla.

Turpretīm pamatmorēnu līdzenumos, kur leduslaikmetā izpletās brīvi kustīgas ledus mēles, kas beigās samērā strauji nokusa, pamats noklājies caurmērā plānāku un vienādāku ledus nogulumu segu. Tā Zemgales līdzenumā, sevišķi tā dienvidu daļā, šīs segas biežums reti kad pārsniedz 20 m. Leduslaikmeta uznesumu sega plāna arī lielās platībās Lubānas līdzenumā, vietām pat tikai pāris metrus bieža.

Izņēmums ir subkvartārie izgrauzumi un bedres, kuŗu aizpildījumā kvartāro nogulumu biežums brīžam nenormāli liels: Daugav-

*) Pēc L. Slaučtāja. Par Latvijas un atsevišķo augstumu apgabalu morfometriju. Geogr. Raksti V, Rīgā 1935.

pils bedrē 195,8 m., Ventspilī >121 m, Patkulē >87 m, Rīgā uz N no dolomītu robežas, smilšakmens pamata izdobumos līdz 80 m.

Daudzināto likumību, it kā leduslaikmeta nogulumu pieņemam biezumā virzienā no ziemeļiem uz dienvidiem, Latvijā grūti saskatīt. Daudz vairāk te duras acīs minētā starpība uznesumu biezumā starp augstienēm un līdzeniem pamatmorēnu klajumiem.

Še daži dati, kas raksturo kvartārās segas biezumu dažādās vietās Latvijā (pēc urbumiem):

| | | |
|----------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Vidzemē: | Valmierā | līdz 30 m. |
| | Liepupē (Vidzemes jūrmalā) | 22 m. |
| | Mālpilī | apm. 30 m. |
| | Vecgulbenē | apm. 17 m. |
| | Dzelzavā | 34 m. |
| | Rankas stacijā | 91,2 m. |
| | Vesetā | 75 m. |
| | Liepkaļņē | 97,5 m. |
| | Rīgā | 10—20 m., izgrauzumos līdz 80 m.! |
| | Rīgas jūrmalā. | 40—50 m. |
| | Ķemerose. | līdz 4,5 m. |
| | Patkulē, subkv. izgrauzumā | >87 m.! |
| Latgalē: | Balvos | 9,3 m. |
| | Viļānos | 7—9 m. |
| | Dricēnos | 7 m. |
| | Barkavā | 6—9 m. |
| | Livānos | 13 m. |
| | Malnavā | 16,3 m. |
| | Rēzeknē | 30,5 m. |
| | Ludzā | 37 m. |
| | Baravajā (pie Antonopoles) | 35 m.? |
| | Daugavpils subkv. bedrē | 195,8 m.! |
| Zemgalē: | Jelgavā | 15—18 m., izgrauzumos līdz 30 m.! |
| | Grenču muižā (pie Meitenes) | 5,5 m. |
| | Bēnē | 17,7 m. |
| | Sunakstē | 12,2 m. |
| | Borovkā | 30,5 m. |
| | Sventē | 82,4 m. |
| Kurzemē: | Kuldīgā | 12,3 m. |
| | Talsos | 62 m.? |
| | Vērgalē | 27 m. |
| | Stirnas stac. | 50 m. |
| | Bārtā (Mežumuižā) | 45 m. |
| | Liepājā | 12—25 m. |
| | Ventspilī | >121 m.! |

3. Kwartāro nogulumu iedalījums (stratigrafija).

Lielās dažādības un mainīgo izcelšanās apstākļu dēļ kvartārie nogulumi daudz grūtāk iedalāmi noteiktos stratigrafiskos horizontos nekā vecāko formāciju ieži. Tāpēc to iedalījumi dažādos apgabalos vēl diezgan nesaskanīgi un atsevišķu horizontu parallēlizēšana vēl arvien atdužas uz nopietniem šķēršļiem.

Vispirms atšķir 1) leduslaikmeta jeb dilūvija un 2) pēclepuslaikmeta — alluvija nogulumus. Pirmajiem pieder visi ledus un kūšanas ūdeņu veidojumi: morēnas un to pārskalošanas produkti. Otrajiem — alluvija nogulumiem — pieskaita visus jaunākos, ģeoloģiskās tagadnes veidojumus, sākot ar Joldijas (Dryas) laikmeta nogulumiem un beidzot ar tagadējiem jūras, upju, ezeru, vēja, organismu u. c. sanesumiem.

Leduslaikmeta nogulumos Latvijā savukārt izšķiramas 2 ledus nogulumu kārtas jeb 2 morēnu horizonti, kas atbilst 2 atsevišķiem leduslaikmetiem (apledojumiem). Kāda trešā, vecākā leduslaikmeta atliekas, kas pazīstāmas piem. Vācijā, pie mums līdz šim nav noteikti konstatētas, kaut gan iespējams, ka tādas varētu atrast. Šimbrīžām droši konstatētas tikai 2 apledojumu pēdas, līdzīgi kā tas ir Rietumkrievijā un Leņingradas apkaimē.

Zemes virspusē visvairāk izplatīta pēdējā jeb jaunākā apledojuma morēna iesarkani brūnā vai rūsganā krāsā. Vecākā jeb priekšpēdējā apledojuma morēna, kas guļ dziļāk, turpretim ir pelēka vai brūngani pelēcīga. Tā izplatīta mazāk un nav visur sastopama, jo to noārdījis pēdējais ledus.

Starp abām morēnu kārtām vietām atrodami īsti interglaciālie jeb starplepuslaikmeta nogulumi, bet parasti gan tās šķir biezi ledus kūšanas ūdeņu nogulšņi, oļi, grants un smiltis, pa daļai arī pārskaloti māli, kas saistās ar vecākā apledojuma beigu posmu un jaunākā sākumu. Šādi nogulumi vietām iegulsnēti arī pašās morēnās un sadala tās vēl vairākās kārtās.

Katrā atsevišķā leduslaikmetā ledus vairākkārt oscillēja, t. i. virzījās uz priekšu, atstādams morēnas, un atkal atkāpās, radīdams biežākus kūšanas ūdeņu nogulumus. Tā radās vairākas morēnu kārtas, šķirtas starpstadiāliem jeb interstadiāliem nogulumiem — kūšanas ūdeņu smilti un granti. Tāpēc dažos atsegumos un urbumos novērojamas pat 3—4 morēnu kārtas ar ūdeņu nogulumiem pa vidu. Tomēr no tā tūlī nav jāsecina, ka katra morēnu kārta pieder savam leduslaikmetam (apledojumam). Starpstadiālie laiki ar nelielu ledus atkāpšanos bija samērā īsi, klimats



Atsegums Daugavas labā krastā 3 km lejpus Krāslavas.
Virš baltā devona smilšakmens redzama interglaciālas kūdras kārtā, virs tās slāņotas smiltis un augšā pēdējā leduslaikmeta morēna.

uzlabojās tikai nedaudz, turpretim interglaciālos laikos ledus atkāpās tālu uz ziemeļiem un klimata optimums pat pārspēja pēcleduslaikmeta klimatu.

Latvijā līdz šim konstatēti viena interglaciālā laika nogulumi un 2, kaut arī vietām sašķeldrinātas morēnu kārtas. Pie mums tā tad bijuši 2 leduslaikmeti ar vairākkārtējām ledus oscillācijām un viens īsts starpleduslaikmets. Vecākajam leduslaikmetam atbilst apaķšējā pelēkā morēna, bet jaunākajam, pēdējam leduslaikmetam — augšējā, rūsganā morēna.

Virš rūsganās morēnas, kas ir visizplatītākais mūsu diluvija nogulums un lielās platībās sastāda zemes virskārtu, vietām sastopami arī diezgan biezi leduslaikmeta beigu posma kušanas sūdeņu nogulumi: fluvioglaciālās smiltis un grants, glacialakustrīnie slokšņu māli, sedzējmāli un smiltis. Bez tam diluvija beigu nogulumiem vēl pieskaitāmi Baltijas ledus ezera nogulumi mūsu piejūras apgabalos, kas tolaik bija applūdināti.

Visi pārējie jaunākie uznesumi ir alluvija nogulumi. Tiem pieder Baltijas jūras dažādo pēcdeduslaikmeta stadiju nogulumi, avotu un ezeru nogulšņi (avotu un ezeru kaļķi vai merģeli, sapropelis u. c.), purvu kūdra, upju sanesumi, eoliskie jeb vēja nogulumi (kāpu smilts) u. c. Šie visjaunākie nogulumi vietām diezgan biežās kārtās sedz diluvija slāņus, kā piem. Zemgales līdzenuma ziemeļu daļā un Rīgas-Ropāžu apkārtnē, kur to biežums sniedzas pat līdz 50 m.

Latvijas kvartāro nogulumu pārskats.

(Augšā jaunākie, zemāk vecākie.)

| | | | |
|------------------|---|---|---|
| Alluvijs. | { | Kontinentālie un iekšzemes ūdeņu nogulumi. | Gruvešu nogulumu un nobirumi krauju pakājēs un nogāzēs.
Avotu (avotkalki), ezeru un purvu nogulumu (ezerkaļķi, sapropelis, kūdra u. c.)
Upju sanesumi (upju oļi, grants, smilts, deltu sanesumi).
Eoliskie jeb vēja nogulumu (piejūras un iekšzemes kāpas, puteņsmilts). |
| | | Jūras nogulumu. | Baltijas jūras pēcdeduslaikmeta stadiju nogulumu (Joldijas, Ancila, Litorīnas un tagadējās jūras nogulumu piekrastes joslās), |
| Diluvijs. | { | Leduslaikmeta beigu posma nogulumu. | Baltijas ledus ezera nogulumu piekrastes joslās (zivju ezera māli Zemgales līdzenumā).
Sedzējmais un smiltis, pa daļai arī lesoidi.
Pēdējo ledus kušanas ūdeņu nogulumu: fluvioglaciālie (oļi, grants, slāņota smilts) un limnoglaciālie (slokšņu māls). |
| | | Pēdējā, jaunākā leduslaikmeta (W) nogulumu. | Rūsģanais morēnu māls vai merģelis (augšējā morēna), vietām ar interstadiāliem nogulumiem pa starpām (vairākas oscillācijas). |
| | | Interglaciālā laika (R—W) nogulumu. | Starpleduslaikmeta kūdra (Krāslavā, Dēselē u. c.) un ūdens baseīnu nogulumu ar siltāka klimata augu un dzīvnieku atliekām; kušanas ūdeņu nogulumu sakārā ar vecāka apledojuma atkāpšanos un jaunākā uznākšanu. |
| | | Vecākāleduslaikmeta (R) nogulumu. | Pelēkais morēnu māls vai merģelis (apakšējā morēna); apakšējās smiltis, grants un oļi. |
| | | Priekšleduslaikmeta nogulumu. | Preglaciālie nogulumu, g. k. pamatiežu sairumu produkti. |

A. Diluvijs.

Diluvijs nozīmē plūdus (lat. diluvium). Šis nosaukums, ar kuŗu tagad saprot visus leduslaikmeta veidojumus (kā paŗa ledus, tā kuŗšanas ūdeņu un starpleduslaikmetu nogulumus) uzglabāties vēl no tiem laikiem, kad virsējos irdenos sanesumus uzskatīja par pēdējo lielo pasaules plūdu sekām, saistot tos ar bībelē minētiem grēku plūdiem un daudzu tautu teikām. Neviena no vecākām teōrijām (plūdu teōrija, drifta teōrija u. c.) nevarēja īsti izskaidrot laukakmeņu izplatību, skrambas un frikcijas parādības pamatjeŗos, biezos nogulumus un zemes reljefa izveidoŗanās procesus. Tikai pēc tam, kad 1875. gadā zviedru ģeologs O. Torell's nāca klajā ar *glaciālo jeb ledāju teōriju*, uzskats par ledus darbības lomu t. s. diluviālo nogulumu radīŗanā guva arvien jaunus apstiprinājumus un tagad izveidojies par vispār pieņemtu nesatricināmu atzinumu. Nosaukumam „diluvijs“ tagad patiesībā ir vairs tikai vēsturiska nozīme, lai gan zinātniskā literātūrā to vēl joprojām lietā*).

4. Vecākā leduslaikmeta pēdas.

Vecākā leduslaikmeta nogulumi Latvijā vēl ļoti maz pazīstami. Tas tāpēc, ka tie pa lielākai tiesai apsegti ar biezu pēdējā leduslaikmeta segu un atsedzas tikai nedaudzās vietās un vispār ir arī daudz mazāk izplatīti, jo daudzās vietās pavisam noārdīti no pēdējā ledus darbības. Seviŗki Zemgales un Lubānas līdzenumos, kur pēdējam ledum bija brīva kustība, tas stipri nodrāza pamatu, uzņēmdams vecākā apledoŗuma uznesumus savā morēnā. Vecākie uznesumi neaizkarti ŗe varēja uzglabāties tikai reljefa iedobumos un subkvatārās bedrēs.

Mūsu vecākā leduslaikmeta veidojumiem pieskaita apakŗējo pelēko morēnu (tieŗšais ledus nogulums) un ar to saistītos fluvioglaciālos nogulumus. Tie konstatēti daudzos urbemos zem jaunākiem un starpleduslaikmeta uznesumiem. Pelēkā morēna visvairāk ŗķiet uzglabājusies mūsu augstieņu pamatā. Atsegumos tā visbieŗāk novērota Kurzemē, seviŗki Rietum- un Vidus-Kurzemes augstienē, Liepājas-Glūdas dzelzceļa izrakumos (J. Vītņš 1929.). Kurzemē tā atsedzas arī daŗās vietās piejūrās zemumā.

*) Pēdējā laikā nosaukumus diluvijs un alluvijs, kas stipri iesakņojuŗies seviŗki vācu ģeoloģiskā literātūrā, arvien intensīvāk cenŗas izskaust, jo tie vairs neatbilst tagadējiem jēgumiem. Tādu lēmumu pieņēma otrā starptautiskā kvartārģeoloģu konference 1932. g. Krievijā, ieteicot minētos nosaukumus pavisam atņest un likt to vietā terminus *pleistocēns* un *holocēns*. ŗai rakstā gan vēl esmu paturējis veco, vairāk pierasto terminoloģiju.

Papes ezera piekrastē, gar Bārtas upi, jūras stāvkrastā pie Jūrkalnes u. c. Še urbumos tā līdz 7 m bieza. Tāpat tā atrasta abraziņas lidzenumā Kurzemes E piekrastē ap Roju: pie Ķirķiem jūras līmeņa augstumā, pie Ilmatiem ap 7 m v. j. l, pie Kaltenes kroga apm. 6 m v. j. l. (Z. B u c h a r t s, 1935.) un arī Vidzemes piekrastē ap Salacgrīvu. Piejūras zemumos tā biežāk novērojama tāpēc, ka jūra noskalojusi jaunākā leduslaikmeta morēnas un citus jaunākos nogulumus.

Tipiskā izveidojumā apakšējā morēna ir pelēks, ļoti blīvs māls vai māla merģelis ar caurmērā nelieliem, labi noapaļotiem laukakmeņiem. Izkalstot tā īpatnēji sadrūp sikos šķautnainos gabaliņos, ar ko arī atšķirama no augšējās morēnas, ja krāsu atšķirības nav. Kaļķa saturs svārstās ap 20—25%, sastāvā samērā daudz arī organisko vielu. Ar pēdējām laikam arī izskaidrojama šī māla pelēkā krāsa, kas, domājams, radās pateicoties gleiņa veidošanās procesiem starpleduslaikmetā. Tomēr jautājums par morēnu krāsu atšķirībām (apakšējā pelēka, augšējā — rūsgana) vēl nav galīgi noskaidrots un daži autori piešķir lielu lomu pamatmateriāla dažādībai, ko ledus uzņēmis, katrā leduslaikmetā kustēdamies citādā virzienā.

Pēc H. H a u s e n a (1913 b) vecākajā leduslaikmetā vispārējā ledus kustība Baltijā bija NW—SE, kamēr jaunākajā jeb mūsu pēdējā leduslaikmetā viņš saskata N—S kustības dominanci.

Mūsu vecākais leduslaikmets atbilst Ziemeļvācijas Zāles leduslaikam un Alpu apgabala Rissas (R) apledojumam.

5. Interglaciālie jeb starpleduslaikmeta nogulumi.

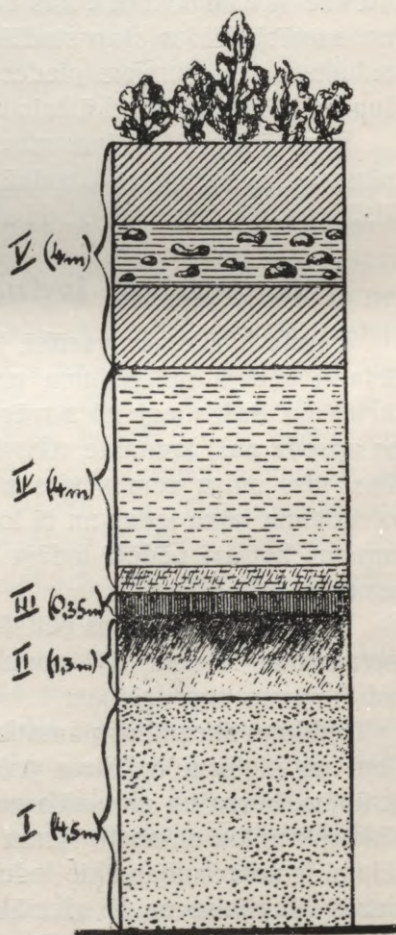
Virs apakšējās pelēkās morēnas un zem jaunākā leduslaikmeta rūsganā morēnmāla Latvijā parasti atrodami biezi slāņotas smilts un grants slāņi, pa daļai arī pārskalotu mālu kārtas, kas katrā ziņā norāda uz ievērojamu ledus atkāpšanos un spēcīgu kušanas ūdeņu darbību starp vecākā leduslaikmeta beigām un jaunākā sākumu. Tomēr pieskaitīt šos nogulumus interglaciāliem mēs varam droši tikai tad, ja tajos atrodam augu un dzīvnieku atliekas, kas liecina par siltāku klimatu un ledus atkāpšanos tālu ziemeļos.

Interglaciālie nogulumi ar augu atliekām Latvijā līdz šim pazīstami Latgalē pie Krāslavas un Rēzeknes, Kurzemē pie Dēseles Lejnikiem, Dēseles sudmalām un pie Vormsātes un Zemgalē pie Jaunauces. Līdz šim tuvāk izpētīti Krāslavas un Dēseles atrodņu slāņi (P. G a l e n i e k s, 1925. un 1926., E. K r a u s s, 1928.). Abās vietās, Krāslavā un Dēselē, sastopami līdz 0,35 m biezi interglaciālas kūdras

slāņi, kuņus no augšas un apakšas pavada smilšu un atskalotu mālu kārtas. No augšas šīs pēdējās pārsedz 0,80—4,0 m bieža kārtaina smilts un visbeidzot 3—4 m bieža augšējās morēnas kārtā. Dēseles nogulumiem arī apakšā brūngani-iedzeltēna morēna, bet Krāslavas nogulumu guļ tieši uz devona slāņiem.

Abos gadījumos interglaciālā kūdra ir seklā ūdenī veidota limniska kūdra, ko bieži sajauc ar brūnogli. Tās galveno masu sastāda sasmalcinātas augu atliekas, reizēm arī rupjākas augu daļas, kā piem. sēklas, lapu un zaru fragmenti. No ūdens augiem šais nogulumos sastopami *Menyanthes trifoliata*, *Potamogeton suga's*, *Comarum palustre*, *Utricularia* u. c. Krāslavas interglaciālo kūdru raksturo arī purvu mirtes (*Myrica gale*) atliekas, kas norāda uz mitrāku un siltāku klimatu.

Tuvāk klimatiskos apstākļus interglaciālā laikā raksturo kūdras slāņu putekšņu analīze. Abos gadījumos tā rāda mežu attīstības ainu, kāda novērojama arī pēdleduslaikmetā. Interglaciālās kūdras veidošanās sākumā Latvijā bijis koku sugām nabadzīgs mežs, kuņā auga tikai bērzs un priede. Vēlāk parādījusies egle un lazda, bet visbeidzot alksnis un ozols ar atsevišķiem liepu un vīksnu kokiem. Jauktie ozolu meži, kas raksturo interglaciālā laikmeta klimata optimumu, pastāvējuši tikai samērā īsu laiku. Pēc tam sugu skaits mežos atkal samazinājies un beidzot (Dēsēlē) mežs pat pilnīgi iznīcis. Pēc optima sasniegšanas klimata maiņa acīmredzot atkal gājusi pretējā virzienā, kas liecina par nākošā leduslaikmeta tuvošanos.



Krāslavas interglaciālais profils pēc P. Galeniēka (1926). I. Devona smilšakmens. II. Devona māls. III. Interglaciālā kūdra. IV. Slāpota smilts. V. Augšējā rūsganā morēna.

Interglaciālā laikmeta ilgumu Latvijā var aplēst uz 3000—4000 gadiem. Pats laikmets bijis priekš apm. 150.000 gadiem.

Rietumkursas augstienē Liepājas —Glūdas dzelzsceļa izrakumos pie Krikmaņa mājām (142 km) 2 m dziļumā zem morēnu māla atrasti avotkaļķa nogulumu, kas arī varētu būt radušies interglaciālā laikā (J. Vītiņš 1929.). Tanīs konstatētas smalkas organisko vielu piciņas, sīki zaru gabaliņi un atsevišķi koksnes un dzīvnieku fragmenti. Turpretim citi tā paša dzelzsceļa izrakumos atrastie starpmorēnu nogulumu (ezerkaļķi, augšņu pazīmes) šķiet būt interstadiālie veidojumi, kas radušies ledum tikai nedaudz atkāpjoties samērā īsajos starpstadiālos laikos (sk. 56. lpp.). Tāpat interstadiāliem veidojumiem pieder vairākās vietās zem akmeņainā morēnu māla konstatētie kārtainā (slokšņu) māla nogulumu.

Ir norādījumi, ka interglaciālā laikā, t. i. jau priekš pēdējā apledošanas, Baltijas jūras baseinā bijusi arktiska jūra, kurā dzīvojušas sālsūdens gliemenes *Yoldia arctica* un citas arktiskas sugas.

6. Pēdējā leduslaikmeta veidojumi.

Daudz labāk par vecākā ledus laikmeta nogulumiem mums pazīstami pēdējā apledošanas uznesumi, kas sastāda zemes virsējās kārtas un tieši pieejami novērošanai, atskaitot tikai tās vietas, kur tos apsedz paši jaunākie, alluviālie nogulšņi. Kā jau ievadā tiku minējis, viss mūsu zemes virsas izveidojums ir galvenā kārtā pēdējā apledošanas laika ledus un tā kušanas ūdeņu darbs. Netiekvien uznesumiem, bet arī pēdējā ledāja izgrauzumiem ievērojama loma mūsu zemes reljefa attīstībā.

Apskatīsim vispirms pēdējo šļūdoņu iedarbību uz pamatni un tās izgrauzuma formas, tad nogulumu materiālus un visbeidzot ledus radītās uznesumu formas.

Šļūdoņu skrambas pamatiežos. Līdzīgi tagadējiem kalnu šļūdoņiem un plašiem ledājiem polāros apgabalos, arī diluviālais ledus skrāpēja, berza un gludināja pamatni, atstādams tanī savas kustības pēdas skrambu un noslīpējumu veidā. Šīs glaciālās skrambas un slīpējumi ir neapšaubamākie ledus kustības liecinieki. Lai gan Latvijā biežās diluvija segas dēļ glaciālās skrambas nav tik labi novērojamas, kā ziemeļu zemēs, tomēr tās pie mums jau konstatētas apm. 30 vietās uz cietākiem devona dolomītu un permās cechšteina pamatiežiem (V. Zāns 1935.). It sevišķi tās izplatītas pēdējo kustīgo ledus mēļu rajonos: Zemgales un Lubānas līdzenumos. Zemgales līdzenumā tās novērotas pie Stalģenes (NW—SE), Iecavas N20—25°W), Bauskas (g. k. NW—SE), Ogres (NW—SE) un Daugmales pagastā (g. k. N23°W). Lubānas līdzenumā tās rāda NE—SW virzienu Jaunlatgales apriņķī, pie Saikavas, Viļāniem un Jerzikas, bet pie Jēkab-

pils g. k. E—W gaitu. Visas šīs skrambas radušās pēdējā leduslaikmetā no pašām pēdējām, samērā vājām ledus kustībām. Starp tām diezgan bieži sastopamas arī krustotās skrambas, kas cēlušās no ledus oscillācijām jeb lokālām kustību maiņām. Pēc šādām skrambām nevar spriest par vispārējo ledus kustības virzienu, kā to agrāk mēdza darīt. Pēdējā ledus laikmetā, sevišķi tā beigās, ledājs sašķēlās vairākās mēlēs, kuŗu kustība bija stipri atkarīga no reljefa. Skrambas tad arī rāda tikai pēdējo, atsevišķo mēļu kustības virzienus un šai ziņā tām tāda pati vērtība, kā drumliniem, ūsiem un subglaciālām vagām, jo arī šie veidojumi ir katrā apvidū pēdējo ledus kustību attēlotāji.

Ledus ārdošā darbība, eksarācija. Ja pēdējās, samērā vājās ledus mēles atstāja cietos pamatiežos tikai niecīgus ieskrāpējumus un vagas, tad pašā leduslaikmetā, kad šļūdoņu masas bija daudz biežākas, to darbība bija arī daudz spēcīgāka. Kustīgais ledus ievērojami ārdīja pamatni, uzņemdams daudz materiāla savā morēnā. Tas netikvien norāva lielākus pamatiežu gabalus, bet arī salauzīja, saslēja un sakrokāja pamatiežus, vietām diezgan ievērojami satraucējot dabīgo pamatnes sagulumu (glaciālās dislokācijas). Šādi glaciāli pamatiežu traucējumi novērojami mūsu jūras formācijas un cechšteina kaļķakmeņu rajonos, sevišķi ap Saldu, tāpat devona dolomītos ap Cēsīm un vispār gar dolomītu ziemeļu robežu u. c. Daugavas krastu atsegumos augšpus Doles salas konstatētas šļūdoņa spiediena radītas iežu deformācijas, kas vedamas sakarā ar 5 atsevišķiem ledus uzbrukumiem (oscillācijām; A. D r e i m a n i s, 1935.).

Vietām ledus atrāvis pamatam lielus iežu blākus un ieguldījis tos morēnā. Brīžam šie blāķi, nedaudz sasmalcināti, nogulsnēti netālu no viņu atrašanās vietām. Tā radās lokālmorēnas. Labs piemērs te ir Ruļļu kalna pamatā sastopamie devona dolomīta blāķi (lokālmorēna), kas pieder taisni tiem horizontiem, kas atrauti pamatam Jelgavas subkvartārā izgrauzumā. Tie tā tad transportēti ledū tikai nedaudz kilometrus.

Daudz tālāk jau nests stipri sasmalcinātais un saberztais silūra kaļķakmeņu un devona smilšakmens materiāls, ko ledus uzņēma Igaunijā un Ziemeļlatvijā. Sevišķi irdenais vidus devona smilšakmens viegli pakļāvās ledus izgraušanas jeb eksarācijai s darbībā. Jau G r e w i n g k's (1879) un vēlāk H. H a u s e n's (1913.) aizrādīja, ka Baltijas lielākās ieplakas, kā Rīgas jūras līcis, Peipus ezers, Vircezera un Burtnieku ezera iedobes radušās pateicoties intensīvai ledus eksarācijai tais vietās, kur irdenais pamatiezis jau pirms kvartārā perioda veidoja vājas, lēzenas muldas. Ledus

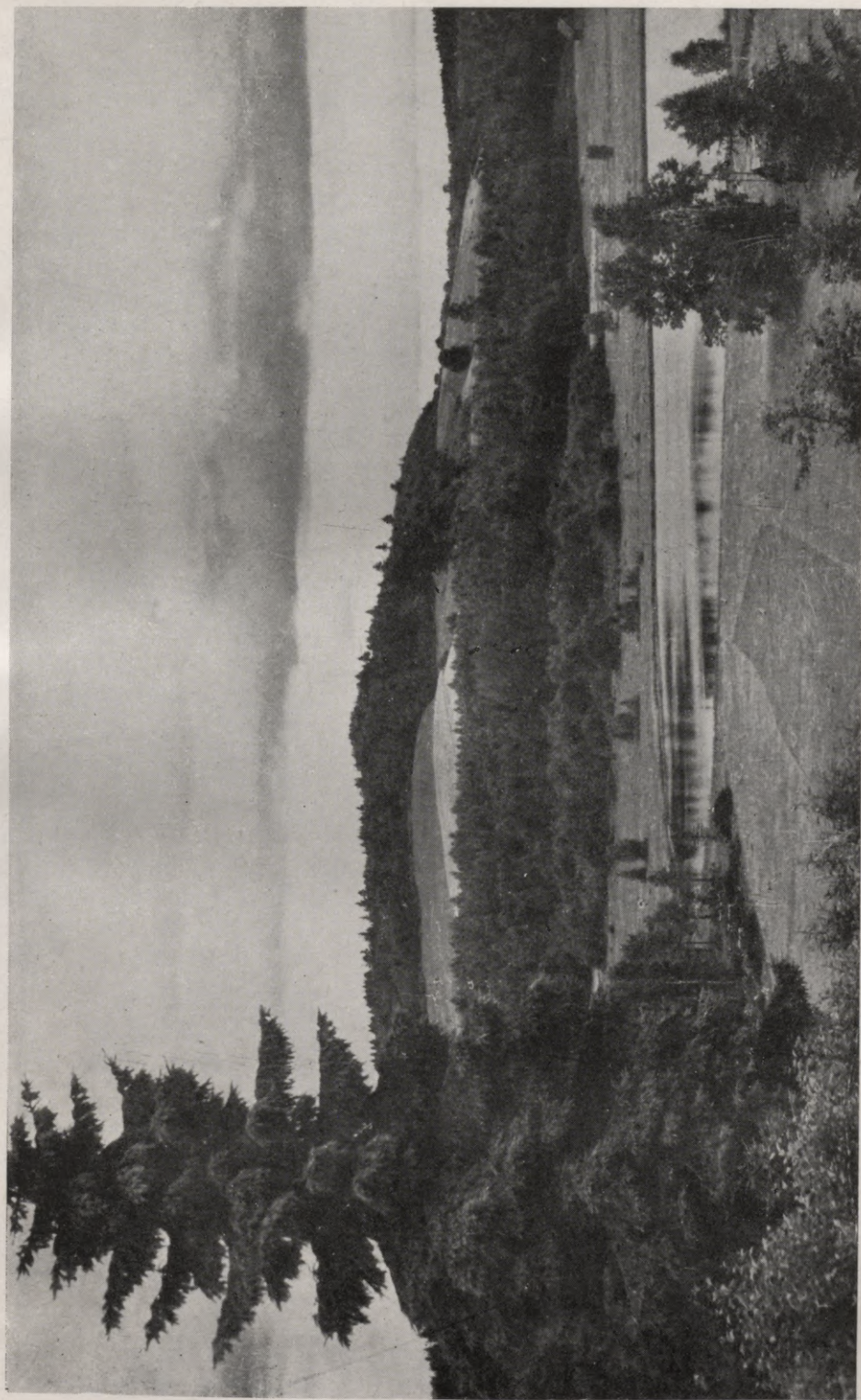
izardams tās padziļināja un paplašināja. Cik daudz smilšakmens te aiznests un noārdīts, par to liecina lielā smilšu bagātība mūsu morēnu nogulumos.

Bet arī citur svītrainā topografija un drumlinizētās ainavas norāda uz ledus izvagojošo darbību, kā piem. Limbažu apkārtnē, Valmieras-Burtnieku-Rūjienas rajonā un citur. Arī dziļais Daugavpils subkvartārais izgrauzums (bedre, sk. 53. lpp.) ir ļoti intensīvas eksarācijas rezultāts. Šai izgrauzumā noārdīts itin viss devona smilšakmens un trūkst vēl arī daļa augšējā silūra, kas te satur samērā viegli šķīstošo ģipsi. Eksarāciju te veicinājuši un papildinājuši kušanas ūdeņu izskalojumi un virpuļi.

Spēcīgas eksarācijas un ledus izgraušanas darbības pēdas saskatāmas ģeoloģiskos profilos Rīgas pamatos un arī citās vietās gar dolomītu ziemeļu robežu. Tā piem. pie Rīgas devona smilšakmeņa daļā daudzi profili rāda dziļus izgrauzumus, pat līdz — 50 m zem j. l., kamēr dolomīta mala guļ —10 līdz —20 m augstumā. Acīmredzot, atduroties pret dolomītu robežu, kustīgais ledus dziļi ieurbās īrdenā smilts iezī un tikai pēc tam, salauzdams un pa daļai saārdīdams dolomītu šķautni, pārslidēja tai pāri. Par to liecina dolomītu traucējumi un vietām pat lielāki dolomītu blāķi morēnā, kas konstatēti urbumos.

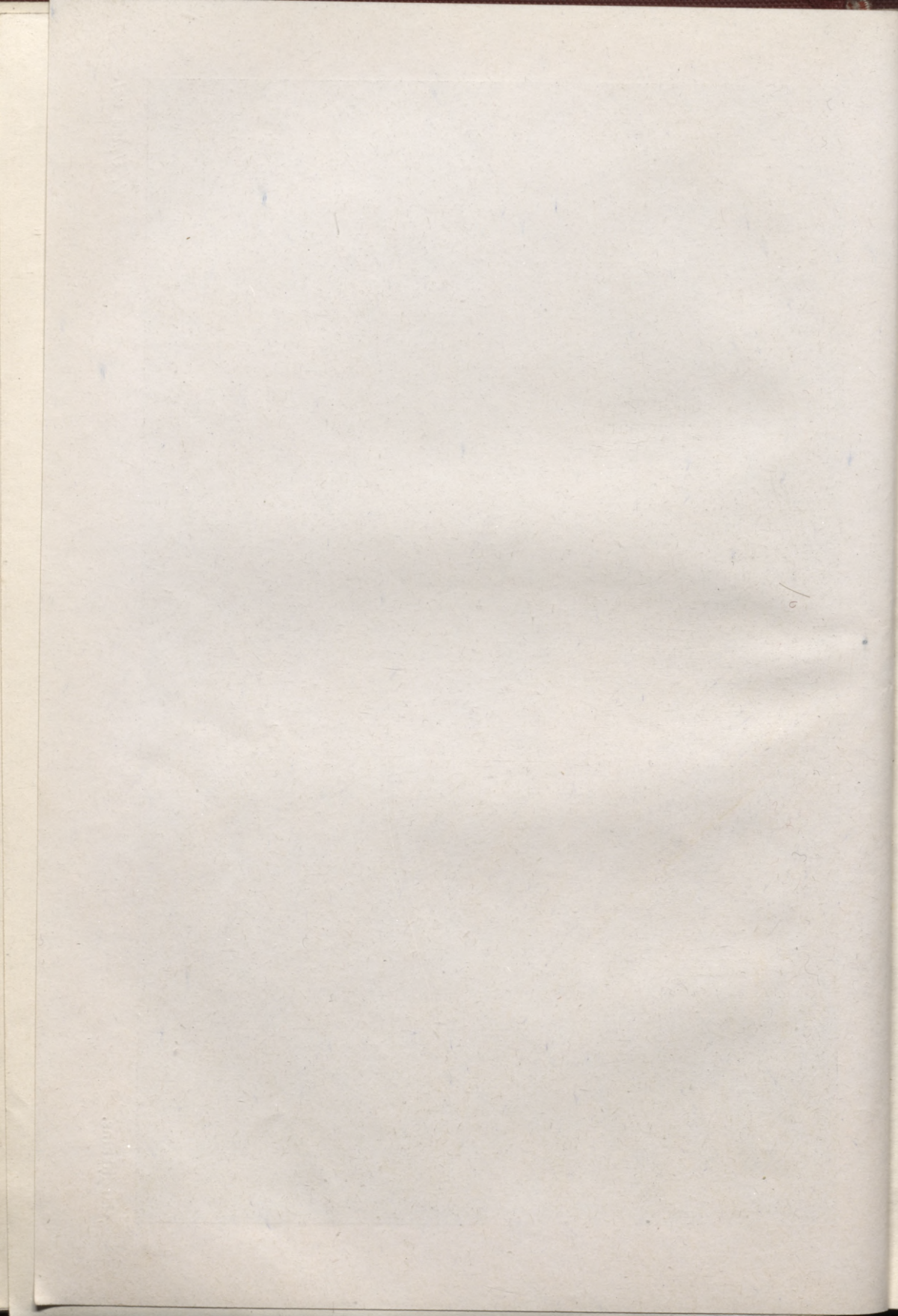
Apgabalos ar cieto devona dolomītu pamatu ledus eksarācija gan vairs nebija tik spēcīga. Bet arī te kustīgās ledus mēles, kas izplētās zemienās un muldu ieplakās, veica vietām diezgan ievērojamu noārdīšanas darbu. Samērā plānā morēnas sega rāda, ka visos šādos apgabalos ledus ārdošā darbība visnotaļ bijusi pārsvarā par nogulsņējošo. Tas sevišķi sakāms par Zemgales un Lubānas līdzenumiem, kur darbojās pēdējās kustīgās ledus mēles. It sevišķi Zemgales līdzenums pēdējā leduslaikmetā bija spēcīgas glaciālās erozijas (eksarācijas) areāls devona dolomītu vāji veidotā muldā un viņa izcelšanās gaitās eksarācijai gandrīz noteicošā loma. Tāpat tas bija Lubānas līdzenumā, kur NE—SW virzienā kustīgā ledus mēle nodrāzusi un nolīdzinājusi devona pamatu, kas daudz vietās apsegts tikai pavisam plānu morēnas uznesumu kārtu.

Turpretīm tais vietās, kur ledus sastapa lielākus pamatnes paugstinājumus un šķēršļus, kustība vairs nebija tik brīva un arī ārdošais darbs mazāks. Tur sākās sastrēgumi, un nogulsņējošā darbība ņēma pārsvaru. Tā radās biezas morēnu akumulācijas mūsu augstumu apgabalos, kas pa lielākai daļai ir sabīdījuma gala morēnas, vietām ar diezgan ievērojamām pamatiežu deformācijām apakšā.



Gaiziņkalns.

V. Upīša uzj.



Pēdējā leduslaikmeta nogulumi. Augšējā morēna. Bez noārdošās darbības diluviālais ledus ievērojamā mērā darbojās arī nogulsņojoši, nokrāudams savas darbības areāla dienvidus daļā visu to materiālu, ko bija atrāvis pamatam ziemeļu daļā. Jau Hausen's (1913b lpp. 37) izšķīra diluviālā apledojuma areālā ledus erozijas apgabalu (Skandināvija, Somija, daļa NW Krievijas un Igaunijas N daļa) ar cietākiem pamatiežiem, no glaciālo uznesumu jeb akumulāciju apgabala ar irdenākiem iežiem pamatā. Ieslīdēdams šo irdeno iežu apgabalā, ledājs vairs nespēja aiznest sev līdz visu bagātīgi uzņemto pamatiežu drumslu materiālu un sāka to nogulsnēt gan kā pamatmorēnu, gan arī kā gala morēnas savu mēļu priekšgalā. Tā radās biežā ledus uznesumu kārtā, kas kā nepārtraukta sega tagad klāj zemes virspusi, aizsegdama mūsu skatam vecāko formāciju pamatiežus. Pēdējos varam redzēt tikai pēcleduslaikmeta upju izgrauzumus un citos vēlāk radušos atsegumos.

Kaut gan Latvijā, kā redzējām, vēl šur un tur vērojamas ledus noārdošās darbības pēdas un vietām arī uznesumu kārtā diezgan paplāna, tomēr vispār mūsu zeme jau ietilpt glaciālo akumulāciju apgabalā ar bieziem morēnu materiāla nokrāvumiem. Un visvairāk uznesumu mums palicis no pēdējā leduslaikmeta.

Katra leduslaikmeta nogulumos izšķir ledus un tā kušanas ūdeņu nogulumus. Pirmos vispār sauc par morēnām un no to pārskalošanas produktiem tālāk izveidojušies kušanas ūdeņu nogulumi: oļi, diluviālā grants, smilts un kārtainie māli. Vissvarīgākais ledus nogulums ir akmeņainais morēnu māls vai mergēlis (vāciski Geschiebelehm, Geschiebemergel), kas plaši sastopams zemes virsējās kārtās un visiem labi pazīstams kā viens no visizplatītākajiem ledus laikmeta nogulumiežiem. Tas parasti ir pilnīgi bezslāņains, jaukts, vairāk vai mazāk smilšains vai kaļķains māls, kuņā bez kādas kārtības izkaisītas un ieslēgtas dažādu pamatiežu drumslas, sākot no sīkiem akmentiņiem un beidzot ar lieliem akmens blūkiem vairāku metru caurmērā. Šos morēnā sastopamos un tai ļoti raksturīgos akmeņus mēdz saukt par laukakmeņiem. Tie arvien ir apberzti, saskrāpēti, reizēm pat ar skaidrām glaciālām svītrām un skrambām, kas liecina, ka kustīgais šļūdoņu ledus tos nesdams berzis gan gar pamatu, gan arī vienu pret otru. Mūsu morēnu mālā sevišķi duras acīs baltie silūra kaļķakmens gabali, kas atnesti no Igaunijas, bet ir ļoti daudz arī dažādu Somijas un Skandināvijas granītu, gneisu un citu kristallisku iežu. Latvijas dienvidu daļā morēnā iejaukti arī devona dolomīti, mergēļi

u. t. t., permas cechšteina kaļķakmeņi un citi vietējie ieži. Bet sevišķi daudz morēnā uzņemts irdenais vidusdevona smilšakmens, kas sairdams padarījis visu morēnu vietām stipri smilšainu, piešķirdams tai pa lielākai tiesai iesarkanu krāsu. — Morēnu, kuņā daudz vietējā pamatmateriāla, kas nogulsnēts netālu no atrašanās vietas, apzīmē par lokālmorēnu.



Šjūdoņa ledū saskrāpēts laukamens
(no morēnas).

Mūsu pēdējā, jaunākā leduslaikmeta morēna atšķiras no vecākā leduslaikmeta morēnas (sk. 59. lpp.) ar savu rūsgano, brūngani iesarkano vai reizēm arī iedzeltēno krāsu, kas ceļas no trīsvērtīgās dzelzs oksīdiem. Pēdējo piejaukums laikam pa lielākai tiesai nācis no devona sarkaniem smilšakmeņiem. Tikai zemākās vietās, kas bijušas zem ūdens un kur mālam piekļuvušas organiskas vielas, arī jaunākā morēna pieņēmusi zilgani pelēku krāsu, dzelzsoksīdiem reducējoties. Tomēr bez krāsas augšējā morēna atšķirama no vecākās, apakšējās vēl ar citādu laukakmeņu sastāvu un citādāku sadrupšanas veidu.

Rūsganais jeb iesarkanais jaunākā leduslaikmeta morēnas māls (augšējā morēna) aplāj vairāk par pusi no Latvijas zemes virspuses un ir viena no visizplatītākām augsnes pamatkārtām. Pārējā platībā tas aplāts ledus kušanas ūdeņu nogulumiem vai arī jaunākiem alluviāliem nogulsņēmumiem (smilti u. c.) un guļ dziļāk. Dažās vietās tas arī pēclepuslaikmetā noskalots, kā piem. dažos piejūras apgabalos, kur uz vietas palikuši tikai lielākie morēnu akmeņi (laukakmeņi).

Kā jau minēts, augšējā morēna dažās vietās sadalās vairākos horizontos ar interstadiāliem nogulumiem, kas tajā ieguldīti gan lēcu, gan arī plašu slāņu veidā. Vietām pat izšķiramas 4—5 atsevišķu oscillāciju morēnu kārtas, kā piem. Daugavas krastos augšpus Doles salas un citur.

Pēc mēchaniskā sastāva mūsu morēnu mālus iedala vairākās grupās (J. Vītiņš 1927.).

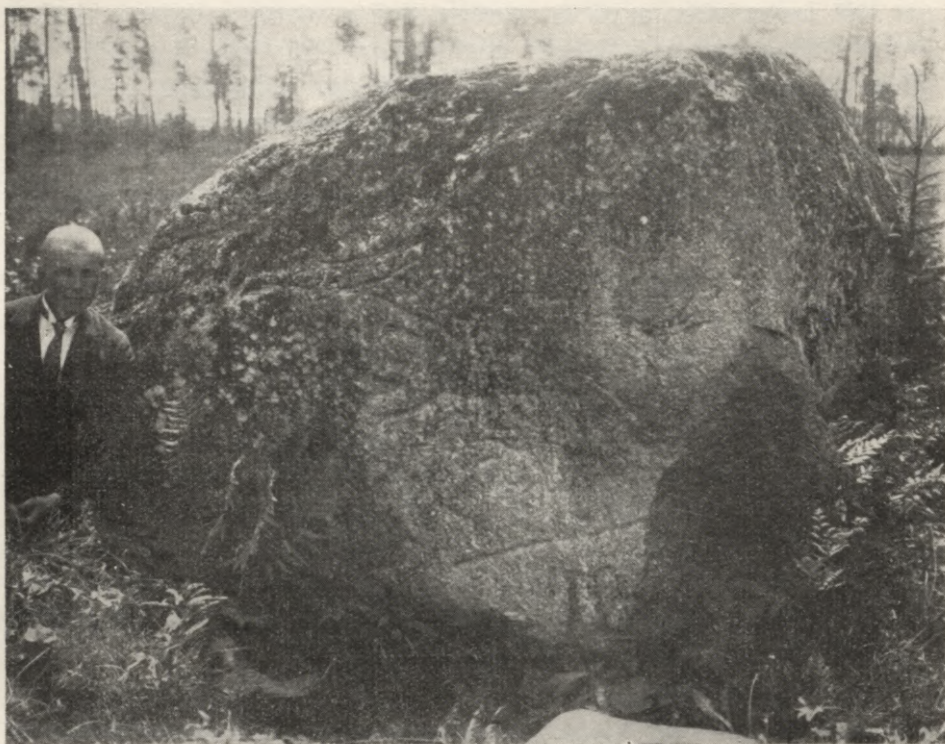
Smagais morēnu māls satur apm. 30—40% māla daļiņu (zem 0,01 mm diametrā) un samērā bagāts ar ogļskābo kaļķi (15—25%). Tas ļoti izplatīts Latgales, Kurzemes un Vidzemes dienvidus daļās, sevišķi augstienēs. Krāsa iesarkani iedzeltēna.

Vieglais morēnu māls satur māla daļiņu ap 20%, ogļskābā kaļķa mazāk (10—15%), bet sevišķi daudz vidusdevona sarkanā smilšakmens, kas arī piešķir mālam sarkanu krāsu. Tas sastopams sevišķi Kurzemes un Vidzemes ziemeļu daļās, kur pamatā smilšakmens, bet diezgan daudz tā arī citos Latvijas novados. Nereti pat viena lauka robežās sastopami kopā kā vieglie, tā arī smagie morēnu māli.

Mālainā morēnu smilts satur vēl vairāk smilšakmens piejaukumu, ogļskābā kaļķa nav gandrīz nemaz, lai gan laukakmeņu dažreiz stipri daudz. Sastopama samērā retāk, sevišķi Vidzemes ziemeļdaļā.

Samērā retāk sastopami arī morēnu māli ar ļoti augstu grants un oļu saturu, piem. dažās vietās Zemgales līdzenumā un citur. Tajos ļoti augsts ogļskābā kaļķa saturs (pat līdz 50%) un uz tiem izveidojušās ļoti labas un auglīgas augsnes.

Laukakmeņi. Morēnā ietilpst visi tie ieži, kas bija zemes virskārtā un kuŗiem dīlviālais ledājs gāja pāri. Tie sastopami gan lielāku laukakmeņu, gan arī sīkāku drumslu un pavisam sīku sairšanas produktu veidā. No lielākiem laukakmeņiem mūsu morēnā ļoti daudz Somijas un Skandināvijas archāja un algonkija kristallisko iežu: granīti, pegmatītgranīti, rapakivi, aplīti, migmatīti, gneisi, leptīti, diorīti, amfibolīti, dažādi porfiri un porfirīti, jotnijas formācijas sarkanie kvarcīti, arkozēs, konglomerāti u. c. Igaunijas kembrija formācijas irdenie smilšakmeņi un māli (zilā glūda) gan pilnīgi izjaukti un devuši morēnai lielāku mālu un smilts saturu, bet prāvāku laukakmeņu veidā sastopami ļoti reti. Daudz ievērojamāku laukakmeņu procentu jau sastāda Igaunijas silūra formācijas kaļķakmeņi un dolomīti, kas vietām sastopami morēnā lielāku kaļķakmens ligzdu veidā un ir arī fluvioglaciālās grants un oļu galvenā sastāvdaļa.



Robežakmens ar rakstu zīmēm pie Stukmaņu muižas, celmalā.
Uzj. J. Zaikovs.

Tālāk uz dienvidiem morēnā vērojams ļoti liels smilts piejaukums no vidusdevona sarkanā smilšakmens, no kuŗa kā atsevišķi laukakmeņi uzglabājušās vienīgi kaļķa cementētās lodīšu konkrēcijas („lodīšu smilšakmens“). Latvijas dienvidu daļā starp morēnas laukakmeņiem diezgan daudz arī devona dolomītu, dolomītmerģeļu u. c. iežu. Šiem vietējo nogulumiežu laukakmeņiem pašos dienvidos vēl pievienojas permās cechsteina kaļķakmeņi un juras formācijas laukakmeņi. Tā mūsu morēnas laukakmeņu sastāvs ļoti dažāds, un jo vairāk uz dienvidiem, jo tas kļūst raibāks.

Jau no seniem laikiem sevišķu ievērību tautā guvuši lielie Somijas un Skandināvijas granītu laukakmeņi, kas izkaisīti mūsu laukos un morēnu pakalnos vai arī, izskaloti no morēnu māla, guļ upju krastos un gultnēs. Daudzi no tiem ļoti lieli un ar tiem saistās dažādas teikas un nostāsti, kas rāda, ka jau senātnē tautas domu nodarbinājis jautājums par šo milzeņu izcelšanos. Parasti teikas stāsta, ka velns šos akmeņus nesis uz muguras un, gailim iedzie-

doties, nometis vai izbārstījis zemē. Lielie tāpēc arī dabūjuši velna akmeņu nosaukumu.

Še minēsim dažus no šiem milzeņiem, šļūdoņu darbības lieciniekiem.

Viens no lielākiem granīta blūkiem Latvijā atrodas Baldones apkārtnē, apm. 1 km NW no Pladu mājām, mežā, kāda neliela uzkalna galā. Tā apkārtmērs 22 m, gaņums vienā malā 7, otrā 5,5 mm, platums 3,7 un 5,6 m, vidējais biezums 3 m, tilpums ap 85—90 kbm. Uz tā varot uzbraukt 4 pajūgi. Akmens guļ ar lielāko daļu zemē un paceļas virs smilšainā morēnmāla tikai līdz 1 m. Pēc sastāva tas ir biotīta granīts ar pegmatīta dzīslām. Kara laikā daļa akmens nošķelta, agrāk tas bijis vēl lielāks. Turpat tuvumā atrodas otrs diezgan paprāvs migmatīta blūkis uzkalnā pie Liepiņa mazmājas. Arī tas pa daļai nošķelts.

Liepājas apkārtnē pie Kapsēdas, Liepājas—Alsungas dzelzceļa malā guļ otrs no lielākiem granītu blūkiem — t. s. „Dižakmens“, kuŗu jau min G r e w i n g k's (1861. lpp. 151), uzdodams tā apkārtmēru 50 pēdas (15 m). Tā gaŗākā dimensija ap 5,5 m, platums vienā galā 5 m, otrā 3 m, augstums 3,5—4 m., tilpums vismaz 80 kbm. Lielais noapaļotais blūkis guļ jūras abradētā līdzenumā tieši uz devona dolomīta pamata. Bez tam G r e w i n g k's raksta, ka kāds cits, vēl lielāks milzenis, t. s. „Pērkoņakmens“, kas atradies pie Batas. Liepājas ezera krastā, 1841. gadā ticis saspridzināts šosejas būves vajadzībām. Tas bijis vairāk par 100 pēdām (> 30 m) apkārtmērā un 14 pēdas (apm. 4 m) augsts, tā tad mazas mājas lielumā.

B. D o s s (1895. lpp. 167) min 2 lielus biotītgranīta laukakmeņus Allažu apkārtnē. Viens no tiem, Allažu—Pullēnu lielceļa malā netālu no Ezerniekiem, ir 16 m apkārtmērā un paceļas virs zemes līdz 2 m, otrs atrodas ceļmalā pie Kaktiņu mājām, 12 m apkārtmērā un tāpat 2 m augsts.

Liels rapakivi blūkis, izskalots no morēnas un pa daļai ieslēcis Rēzeknes upes gultnē, atrodas apm. ½ km lejpus Paitračiem, netālu no Subinaitas. Tā gaņums 5 m, platums 3—4,5 m, augstums 2 m, tilpums ap 40 kbm.

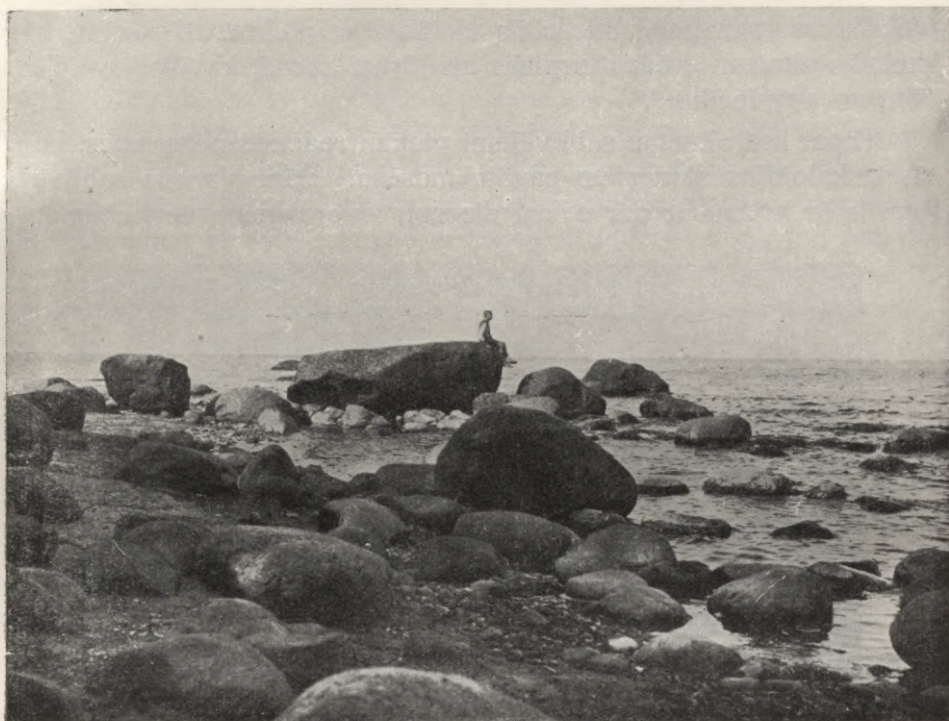
Par daudziem milzu laukakmeņiem vēl trūkst ziņu un mērījumu datu. No lielākiem vēl mināmi: Velna akmens pie Kokneses Pasta muižas, kas sašķelts 2 atsevišķās daļās, lielāks akmens Rogaļu gravā dažus km augšpus Krustpils, vairāki lieli akmeņi uz Daugavas salas pie Ābelmuižas augšpus Jēkabpils, „Velna akmens“ Abavas kreisā krastā pie Kalna muižas, Baltā krogus tīrumā, lielais akmens Mērdzenes pag. (Ludzas apr.) pie Michailovas sādžas, lauk-



Velna akmens Abavas krastos pie Kalna muižas, Baltā krogus tīrumā.

akmens Apes—Alūksnes augstienē Jaunlaicenes pagastā pie Majoru skolas (5 m × 3 m × 3 m), „Lielais akmens“ pie Kameņecas muižas Daugavpils apr. Kapiņu pagastā, „Bikkameņ“ un „Babkameņ“ akmeņi Ludzas apr. Rundēnu pag. Kaziču viensētā, „Lielais akmens“ Patkules pag. (Madonas apr.) Īvanu robežās, akmens Rīteres gravā pie Kokneses (ap 25—30 kbm), akmens Talejas ezera malā, Vestienas pag., ap 20 kbm un daudzi citi. Daudzi no tiem uzņemti Pieminēkļu valdes aizsardzībā kā seno reliģijas kultu un upurakmeņi, vai arī kā robežakmeņi un krustakmeņi ar dažādām iekaltām zīmēm. Daudzi tomēr vēl nepazīstami plašākām aprindām un zināmi tikai vietējiem iedzīvotājiem. Bet daudzi arī jau iznīcināti, krituši par upuri kaltam un āmuram, saspridzināti un saskaldīti kā nevēlami traucekļi lauku apstrādāšanai vai arī izlietāti būvēm. Lielākie noder krustu kalšanai un skulptūru ciršanai, vidējie un mazākie kā būvmateriāls, sevišķi ēku un citu celtnu pamatiem, kā arī ceļu un šoseju būvei, kur pēdējā laikā tos patērē diezgan daudz. Tā pamazām laukakmeņu paliek arvien mazāk un mazāk. Paši lielākie gan būtu jāsaudzē un, kur tas vēl nav darīts, steidzīgi jāņem aizsardzībā netikvien kā vēstures, bet arī kā tīri dabas pieminekļi — šļūdoņu darbības liecinieki.

Visvairāk lielie laukakmeņi koncentrēti gala morēnu joslās, kā piem. Pļaviņu—Saukas galamorēnā ap Sperjāņa kalnu un citur. Tāpat to ļoti daudz tādās vietās, kur gājušas pāri lielākas kušanas



Laukakmeņi Kurzemes jūrmalā starp Ilmatas ciemu un Ķirka ragu. S. Bucharta uzņēmums.

ūdeņu straumes (senleju krastos) vai arī kur lielāki kušanas ūdeņu ezeri noskalojuši gala un pamata morēnas mālu, atstādami smagākos blukus uz vietas. Šādi akmeņu lauki, kur zeme sētin nosēta lielākiem un mazākiem laukakmeņu bluķiem, tā ka vietām padara pavisam neiespējamu zemes apstrādāšanu, visvairāk sastopami mūsu piekrastes apgabalos, piem. Ziemeļvidzemē ap Pāli, Rūstužiem, Bloses muižu, Ķimsi un tuvāk jūrmalai ap Vītrupi, tāpat arī Ziemeļkurzemē, kur piejūras apgabalā bez līdzeniem akmeņu laukiem ļoti bieži sastopamas t. s. „akmeņkalves” — gaļumā stieptas akmeņu grēdas, kas nav nekas cits, kā izskalotas gala morēnas. Tās sevišķi raksturīgas Rojas apkārtnē pie Kaltenes, ap Mērsragu un Engures ezeru. Kurzemes rietumu piekrastē jau Grewingk's (1861. lpp. 147) aprakstīja t. s. „Fiņņu strēķi” — līdzīgu izskalotu laukakmeņu joslu, kas stiepjas no Popes pāri Zūrai līdz Užavai. Kur šādi gala morēnu veidojumi iziet jūrmalā, tur vēl šo baltu dien' jūras krastā vērojama morēnas izskalošana un lielo akmeņu uzkrāšanās piekrastē, kā piem. Vidzemē pie Ķurmes raga, Kurzemē pie Mērsraga, Rojas apkārtnē starp Ilmatas ciemu un Ķirka ragu,

pie Akmensraga un daudz citās vietās. No piekrastes ragiem izskatotās akmeņu grēdas turpinās arī jūras dibenā, kavējot zvejniecību un kuģniecību.

Tāpat lieli akmeņu sablīvējumi vietām redzami mūsu upēs, kur tās izskalojušas akmeņiem bagātu morēnu. Šādi akmens sablīvējumi upēs brīžam ir par cēloni diezgan ievērojamām un bīstamām



Akmeņu lauks Limbažu Lielezera S galā. V. Zāna uzj.

krācēm, kādām pieder piem. Gaujas krāces pie Strenčiem un vairākas, kaut gan mazākas krāces Daugavā ārpus dolomītu krāču rajona.

Raksturīgi, ka starp mūsu lielākiem laukakmeņiem ir gandrīz vienīgi tikai Somijas un Skandināvijas granīti, gneisi un citi pirmieži, bet nav kaļķakmeņu un citu iežu, kas viegli sasmalcinās.

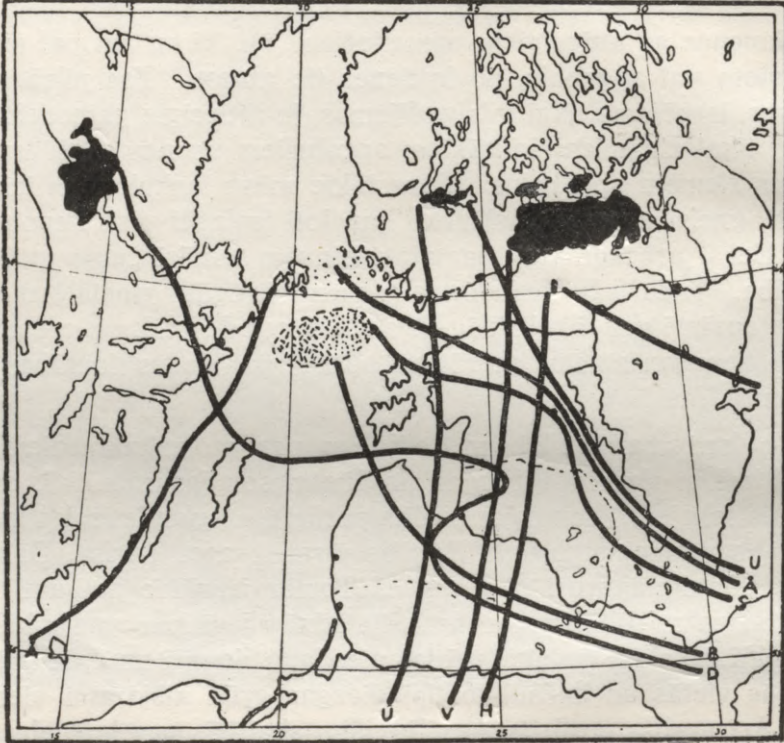
Laukakmeņu pētīšanaš nozīme. Visus morēnās sastopamos laukakmeņus iedala 2 lielās grupās: magmatisko iežu jeb kristalliskos un nogulumu iežu jeb sedimentāros laukakmeņos. Pirmajiem pieder visi Somijas un Skandināvijas archāja un algonkija pirmieži, otrajiem kembrija, silūra, devona un citu jaunāku formāciju nogulumieži. Kristallisko laukakmeņu pētīšana balstās galvenā kārtā uz petrografijas paņēmienu lietāšanu, bet sedimentāro laukakmeņu pētīšana — uz tanīs atrodamo pārakmeņojumu (fosīliju) noteikšanu.

Kā vienu, tā otru laukakmeņu pazišanai liela nozīme, jo tā dod iespēju noskaidrot daudzas svarīgas leduslaikmeta parādības, it īpaši diluviālā ledus kustības virzienus un atsevišķu leduslaikmetu skaitu pēc laukakmeņu sastāva dažādības dažādās morēnu kārtās. Petrografiski un palaiontoloģiski pētot laukakmeņus un salīdzinot tos ar pamatiežiem ziemeļos, daudzos gadījumos var identificēt laukakmeņus ar attiecīgiem pamatiežiem in situ un pat noteikt tieši vietu vai apgabalu, no kurienes tie atnesti. Tas pilnā mērā, protams, iespējams tikai tais gadījumos, ja attiecīgie pamatieži raksturīgi tikai zināmiem šaurākiem apgabaliem un nav plaši izplatīti viscaur ziemeļu apgabalos. Parastākie mūsu laukakmeņu ieži, kā granīti, gneisi un dažādi slānekļi gan ļoti izplatīti visā Fennoskandijā. Bet ir arī tādi, kuŗu pamatatrastuvēm samērā šaura un lokāla izplatība. Tādu iežu laukakmeņi daudz vērtīgāki glaciālģeologiem un tos apzīmē par indikatora jeb vadlaukakmeņiem, jo pēc tiem jau zināmā mērā var spriest par ledus kustības virzieniem.

No kristalliskiem iežiem par vadlaukakmeņiem Latvijā līdz šim skaitīti Viborgas un Rietumsomijas rapakivi, dažādi Ūlandes salu ieži, Tammelas uralīta porfirīti, Hoglandes salas kvarca porfīri, sarkanie un brūnie Baltijas jūras kvarca porfīri, Dālarnes porfīri (Bredvadporfīri u. c.) u. c. Tomēr jaunākie pētījumi rāda, ka daudzus no tiem nevar uzskatīt pilnā mērā par vadlaukakmeņiem. Tā rapakivi granīti izrādas atrodami Somijā un Zviedrijā ļoti dažādās vietās un dažādi to tipi diezgan grūti atšķirami viens no otra. Arī uralīta porfirīts, kas līdz šim skaitījās par ļoti labu vadlaukakmeni, pēdējā laikā sāk zaudēt savu nozīmi, jo izrādās, ka tā pamatatrastuves ir netikvien Somijā pie Tavastehus pilsētas, bet arī Zviedrijā (Upsalas apkārtnē). Tāpat par vadlaukakmeni nevar skaitīt Latvijā nesen atrasto helsinkītu (O. Mellis 1928.), jo arī tas sastopams pamatiezī netikvien pie Helsinkiem, bet arī vairākās citās vietās Somijā un Zviedrijā. Ar to pētīšanu gan saistās daži interesanti petrografiski jautājumi.

Pētot laukakmeņu izplatību leduslaikmeta nogulumos, izrādās, ka tie izplatīti no savām pamatatrastuvēm uz dienvidiem vēdekļu veidā. Katra izplatības vēdekļa šaurais gals atrodas pie pamatatrastuves, bet jo tālāk uz dienvidiem, jo tas kļūst plašāks un tā robežas vairāk izplūst. 74. lpp. zīm. rāda svarīgāko Latvijas kristallisko vadlaukakmeņu izplatības vēdekļus pēc H. Hausen'a un Miltner's'a darbiem. Tomēr, ievērojot augšā teikto, šīs robežas nav jāuzskata par pilnīgi pareizām. Tās arī nospraustas uz pārāk ne-

liela materiāla pamata un nākotnē var diezgan ievērojami mainīties. Te vēl laukakmeņu pētniekiem priekšā plašs darba lauks un cerams, ka turpmākie pētījumi dos daudz noteiktākus rezultātus par laukakmeņu izplatību un ledus kustības virzieniem Latvijā, nekā līdzšinējie.



Svarīgāko kristalīsko vadlaukakmeņu izplatība (pēc H. Hausen'a). Izplatības robežu apzīmējumi: A — Ūlandu ieži U — Tammelas uralīta porfirīts. V — Viborgas rapakivi. H — Hoglandes kvarca porfīrs. D — Dalarnes porfīrs. B — Brūnais Baltijas jūras kvarca porfīrs. S — Sarkanais Baltijas jūras kvarca porfīrs.

Pēdējā laikā arvien vairāk vērības piegriež nevis atsevišķu laukakmeņu, bet veselu to sabiedrību pētīšanai. Ir izstrādātas īpašas laukakmeņu skaitīšanas metodes, ar kuŗām noteic no dažādām vietām sanesto laukakmeņu kvantitatīvo sastāvu u. t. t. Šie pētījumi jau dod daudz pareizāku un pilnīgāku jēdzienu par laukakmeņu izplatību un to attiecībām dažādās vietās.

Laukakmeņu pētīšanai ir arī liela vispārģeoloģiska un petroloģiska nozīme. Daudzus iežus ģeologi pazinūši un dažus vēl tagad pazīst vienīgi laukakmeņu veidā un tikai vēlāk ir izdevies noteikt to pirmatrašānās vietas, par kuŗām citādi nekas nebūtu zināms. Te

sevišķi jāpasvītro laukakmeņu pētīšanas nozīme Baltijas jūras dibena iežu sastāva un ģeoloģiskās būves noskaidrošanā. Tā, piem., ir noskaidrots, ka īpatnēji sarkanie un brūnie kvarca porfiri, kas plaši izplatīti mūsu un Ziemeļvācijas leduslaikmeta nogulumos, sastopami Baltijas jūras dibenā uz dienvidiem no Ūlandu salām. Ievēribu pelna arī Kurzemes rietumu piekrastē nesēn atrastie spilīta un prēnīta mandeļieži, kas arī domājams atnesti no Baltijas jūras dibena, jo visā Fennoskandijas cietzemē to pirmatrustuves nav pazīstamas. (P. E s k o l a 1933).

Samērā maz vēl pētīti mūsu sedimentārie laukakmeņi, starp kuriem sevišķi daudz kaļķakmeņu no dažādiem Igaunijas silūra formācijas horizontiem. No silūra laukakmeņiem pie mums visvairāk sastopami Vaginātu kaļķakmens gabali ar *Endoceras* u. c. fosilijām, tāpat silūra tabulāto un citu korāļu pārakmeņojumi (ķēžu korāļi *Halysites*, šūnkorāļi *Favosites* u. c.) no dažādiem horizontiem, augšējā silūra *Pentamerus* kaļķi un dolomīti un daudz citi. Pirmās ziņas par silūra laukakmeņu izplatību Latvijā sniedz *Grewing's* (1861.) savā sedimentāro laukakmeņu sarakstā un izplatības kartē. Tā kā silūra formācijas horizonti Igaunijā izplatīti plašās E—W virziena joslās, tad šiem laukakmeņiem gan maza nozīme kā vadlaukakmeņiem, tomēr vienā un otrā gadījumā arī te nākotnē būs konstatējamās dažas izplatības robežas un vēdekļi, sevišķi vēl tāpēc, ka pamatatrustuves atrodas mums diezgan tuvu, tuvāk nekā Somijas un Skandināvijas pirmiežiem. Jau *Grewing's* (1861. lpp. 94., 197. un 1879. lpp. 79.) atzīmēja augšsilūra *Beyrichia* — kaļķu un merģeļu sevišķo izplatību Latvijas rietumu daļā un novilka šo laukakmeņu austrumu izplatības robežu no Slokas pāri Jelgavai uz Kauņu. Lielā daļa šo *Beyrichia*-laukakmeņu nākusi no Sāmu salas (Svorbes), daļa laikam arī no Gotlandes (Estergarnas).

Līdz šim vēl ļoti maz kas zināms arī par mūsu vietējo devona pamatiežu laukakmeņiem un to izplatību. Sevišķu ievēribu pelna karbona formācijas kaļķakmens atrašana laukakmeņu veidā Vidzemes augstienes rietumu pusē ap Madlienu. Še *Grewing's* (1861. lpp. 189, 190) atradis karbona kaļķakmeni ar *Chaetetes radians* Veckeipenē, pie Vites muižas, Vērenē un Meņģelē. Bez tam viņš min šo kaļķakmeni pie Pakruojas ziemeļu Lietuvā. Šie atradumi acīmredzot liecina par kādas ledus strāvas virzienu no NE uz SW, jo šādi karbona kaļķakmeņi kā pamatieži līdz šim pazīstami mums vistuvāk tikai Krievijā.

Ledus kušanas ūdeņu nogulumi. Bez tiešiem ledus nogulumiem —

bezslāņainām morēnām — mūsu zemes virsējās kārtās, bet vietām arī dziļāk, sastopami pārskaloti materiāli: kārtaini grants un smilts nogulumu un kārtaini māli. Tie ledus kušanas ūdeņu nogulumu, kas radās ledāja kušanas periodos sevišķi pēdējā leduslaikmeta beigās. Pēc būtības tie nav nekas cits, kā morēnu pārskalošanas produkti un sastāv no tā paša materiāla, kas atrodams morēnās. Tie tāpat satur laukakmeņus, bet pēdējie pa lielākai daļai jau stipri noapaļoti un ūdens darbības nogludināti. Ūdens arī nošķīris rupjās sastāvdaļas un oļus no smalkākām, nogulsnēdams duļķes un mālus rāmākās vietās par sevi.

Kušanas ūdeņu nogulumos mēdz šķirot fluvioglaciālos jeb tekošu ūdeņu nogulumos un limnoglaciālos jeb glacialakustrīnos, t. i. kušanas ūdeņu ezeru nogulumos. Vēl izšķir arī glacimarīnos jeb kušanas ūdeņu nogulumus jūrā.

Fluvioglaciāliem nogulumiem pieder lielāku akmeņu sablīvējumi, zvirgzdi un oļu slāņi, grants un kārtaina smilts mūsu morēnu un grantskalnos, kā arī dažās līdzenākās vietās. Diezgan daudz fluvioglaciālo nogulumu gala morēnās, jo te spēcīgi dar-



Fluvioglaciālie nogulumu. Grantsbedre Alūksnē pie Dores muižas. H. Siļa uzj.

bojās straumes, kas iztecēja no šļūdoņu apakšas uz malu. Šīs straumes nogulsņēja rupjāko materiālu ledus malas tuvumā, bet smalkāko nesa tālāk un izklāja ledus priekšzemē diluviālo smiltāju veidā. Visvairāk gan grants un oļu nogulumi sastopami gaŗenos, dzelzceļu dambjiem līdzīgos uzkalnos jeb ūsos. Tur tie noguluŗies ledus apakŗā vai arī plaisās un alās ledus iekŗienē.

Visbieŗāk sastopamā rupjā jeb ceļu grants nogulusies no samērā stiprām straumēm un satur lielāku daudzumu silūra formācijas kaļķakmeņu, nereti pat līdz 80%. Tas rāda, ka grants nav tālu nesta ar straumēm, jo citādi maz izturīgie kaļķakmeņi būtu sasmalcināti un izŗķīdināti. Smalka grants, ko apzīmē arī par mūrnieku granti ar graudu lielumu no 1—3 mm, sastopama jau retāk, galvenā kārtā kā piejaukums vai starpkārtas rupjā grantī. Tās galvenā sastāvdaļa ir kvarcs, bet diezgan daudz arī lauku ŗpata un vispār nesairuŗu granīta un citu ieŗu gabaliņu. Kaļķakmeņu graudiņu tanī jau maz.

Smalkai grantij pēc sastāva ļoti līdzīga rupjā smilts, ar graudiņu caurmēru 0,25—1 mm. — Parastā smilts, ko apzīmē arī par smalko un dzeltēno smilti ar graudiņu lielumu 0,05 līdz 0,25 mm, jau satur ievērojami vairāk kvarca, tomēr arī tai vēl stipri raksturīgs lauku ŗpats (10—15%). Diluviālās smiltis ar lielāku lauku ŗpata saturu apzīmē par ŗpata smiltīm. Tās ļoti raksturīgas kā glaciālā klimata mēchaniskās ieŗu sairŗanas gala produkts.

Diluviālās kuŗanas ūdeņu smiltis kopā ar alluviālām kāpu u. c. smiltīm aizņem pavisam ap $\frac{1}{3}$ no visas Latvijas virsas.

Daudz retāk sastopamas mālains jeb putekļains smiltis ar graudiņu caurmēru 0,01—0,05 mm. Tās vietām pāriet lessoidu nogulumos, kā piem. Dienvidzemgalē.

Limnoglaciāliem nogulumiem pieder kārtainie jeb slokŗņu māli, kas raduŗies jau stāvoŗu ūdeņu baseinos ledus kuŗanas ūdeņiem nosprostojoties zemumos un ieplakās ledus priekŗā. Par tiem tuvāk sk. 9. nodaļā.

7. Ledus uznesumu formas un zemes virsas veidojumi.

Virzīdamies pāri Latvijai, gan uzbrukdams, gan arī atkāpdamies, pēdējais ledājs jeb lielais diluviālais ŗļūdonis ar savām mēlīm veidoja mūsu zemes reljefu un atstāja te savus uznesumus ļoti lielā formu daŗādībā. Bez uznesumu formām mums jāizŗķir vēl izgrauŗanas jeb noārdoŗās darbības formas. Pirmajām pieder gala mo-

rēnas, viļņainās gala morēnu pauguraines, pamatmorēnu līdzenumi, drumlini, ūsi un sandri; pēdējām — subglaciālās vagas, zemledus straumju gultnes un kušanas ūdeņu ielejas jeb senlejas ārpus ledus.

Gala morēnas. Kad šļūdoņa kušana ir līdzsvarā ar ledus pieplūdumu, t. i. kad šļūdoņa mēle nokūst taisni par tik daudz, cik ledus pieplūst klāt, tad šļūdoņa gals ilgāku laiku paliek uz vietas un ledus līdznestais materiāls uzkrājas šai vietā vaļņveidīgas gala morēnas veidā. Tā rodas uzbēruma gala morēnas. Otrs gala morēnu veids ir sabīdītās gala morēnas, ko šļūdonis uz priekšu virzīdamies sabīda sev priekšgalā. Domā, ka vairums vaļņveidīgo gala morēnu ir sabīdītās gala morēnas, tomēr sastopami arī tipiski uzbērumu gala morēnu vaļņi. Kā viens, tā otrs morēnu tips sastāv no akmeņaina morēnu māla, brīžam arī no lielāku akmeņu krāvu miem, oļiem un grants, jo šļūdoņu galā allaž darbojās spēcīgi kušanas ūdeņu strauti.

Leduslaikmeta beigās gala morēnas radās vairākās ledus atkāpšanās stadijās, un tās atrodam izkaisītas pāri visai Latvijai — vecākās dienvidos, jaunākās ziemeļos. Tomēr tipiski izveidotas tās ir tikai mūsu līdzenumos un zemienēs, kur izpletās brīvi kustīgās ledus mēles. Tā Zemgales līdzenumu dienvidos, Lietuvas teritorijā no-



Gala morēnu vaļņi Latgalē, Aglonas — Akras ceļā. Z. Lancmaņa uzi.



Gala morēna Raznas ezera krastā. Z. Lancmaņa uzj.

slēdz Kurzemes—Lietuvas gala morēna, kas kā nepārtraukts valnis skaistā lokā sniedzas no Veģeriem (pretim Aucei) pāri Linkovai gar Mūsas upi līdz tās likumam 12 km N no Posvalas. Valnis nav augsts, tomēr pietiekoši liels, lai kavētu Mūsas upei augšgalā tiešo ceļu uz Rīgas jūras līča pusi. Interesanti, ka šī gala morēna radusies taisni uz devona slāņu paaugstinājuma.

Lubānas līdzenumā, kur leduslaikmeta beigās izpletās cita ledus mēle ar atkāpšanās virzienu uz NE, kādā atkāpšanās stadijā izveidojusies Mārcienas—Laudonas—Krustpils gala morēna, kas ir viena no tipiskākām Latvijā. Tai gan vairāk sabīdītas gala morēnas raksturs, jo tā sastāv no vairākiem parallēliem valņiem. — Vairāki diezgan ievērojami gala morēnu valņi sastopami arī Latgales NE stūrī. Ļoti raksturīga arī Ludzas—Ciblas valņveidīgā gala morēna ar tipiskiem smilšu sanesumiem priekšpusē.

Augšgaujas ieplakā kāda jaunāka ledus mēle atstājusi impozantu gala morēnas kosu S un SE no Palsmanes. Tā ir Kamolkalna—Poļu kalna — Sarkano kalnu grēda, kam dienvidus pusē guļ smiltāji un purvāji ar Ādmiņu un citiem ezeriem.

Vidzemes ziemeļos lielāks gala morēnas valnis sastopams starp Vārnu un Ērgemi. Tas turpinas tālāk uz N Igaunijas teritorijā.

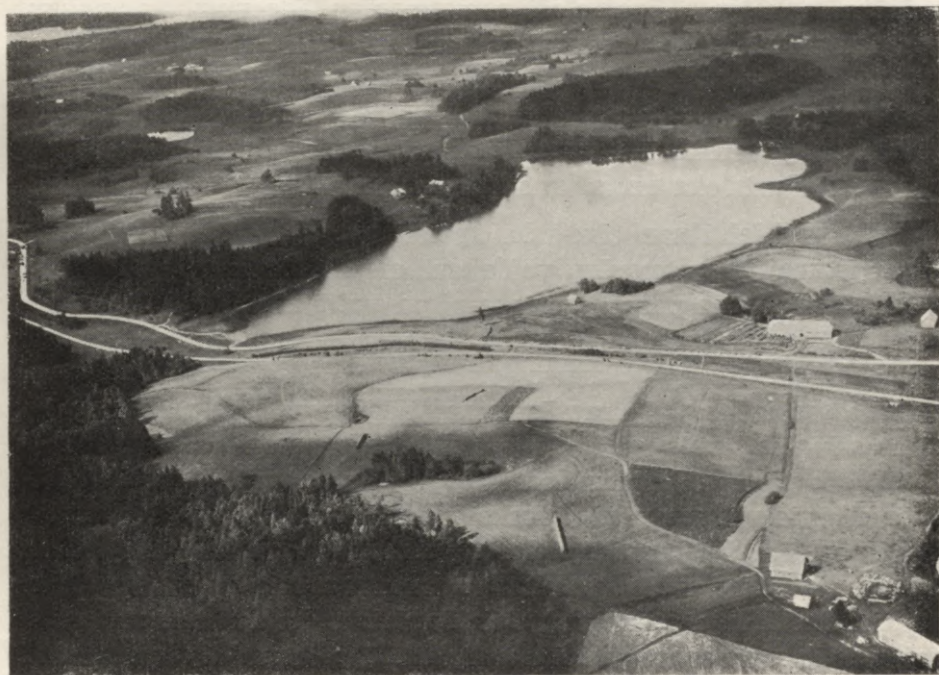
Vairāki, ne mazāk tipiski gala morēnu vaļņi izkaisīti dažādos Latvijas apvidos. Kurzemē, Ventas iepakā, diezgan zīmīga ir Pampaļu—Paures gala morēnu josla. — Kurzemes piekrastes apgabalos sastopamās „akmeņkalves“ arī nav nekas cits, kā pēcdeduslaikmetā stipri izskalotas gala morēnu grēdas, no kuŗām jūra izskalojusi smalko materiālu un atstājusi uz vietas tikai granītu un citu lielo akmeņu krāvumus. Šādu gala morēnu turpinājumu var saskatīt arī tagadējā jūras dibenā, kur tanī iesniedzas akmeņu grēdas.

Vaļņveidīgās gala morēnas arvien vērstas perpendikulāri ledus kustībai un no tām mēs varam nolasīt atsevišķu ledus mēļu kustības un atkāpšanās gaitu.

Viļņainās gala morēnu pauguraines. Tais vietās, kur ledus šļūdonis savā kustībā sastapās ar lielākiem pamatnes šķēršļiem, vai nu prekvartārā pamata pacēlumu vai arī iepriekšējā leduslaikmeta uznesumu veidā, ledus malā nevarēja izveidoties tipiskas vaļņu gala morēnas. Šādās s a s t r ē g u m u v i e t ā s ledus mala stipri oscilēja jeb taisīja īsākas svārstības. Dažās vietās ledus pavisam sastrēga un apstājās savā kustībā (aprimušais ledus). Šais vietās radās īpatnēji gala morēnu sakopojumi — viļņaini gala morēnu pauguri bez noteiktas kārtības. Morēnu materiāls te sakrāts biežās masās un gala morēnu veidojumi stipri sablīvēti. Tādas pauguraines ir visas mūsu augstienes ar stipri nemierīgu reljefu, kur kalni mainas ar iedobēm, kas pildītas tipiskiem morēnu ezeriem, ezeriņiem un purviem. Brīžam sastopamas arī beznoteku ieplakas. Tās ir tās ainavas, ko parasti apzīmē par morēnu ainavām vispārējā nozīmē.

Jo tipisks piemērs ir Dienvidlatgales ezeru augstiene, Vidzemes Centrālā augstiene, sevišķi savā SE daļā, tāpat arī Austrumkursas augstiene starp Blīdeni—Dobeli—Auci u. c. Bez tiešā morēnu materiāla šais paugurainēs sastop diezgan daudz grants un oļu nogulumu, nereti arī daudz akmeņu, kas liecina par spēcīgu kušanas ūdeņu darbu. — Ledus kušanas periodā šis pauguraines kā pirmās atbrīvojās no ledus segas, kamēr līdzenumos un zemienēs tā pa daļai vēl atradās kustībā un pieplūduma dēļ nevarēja tik ātri nokust.

Kēmi (no angļu k a m e s) ir īpatnēji gala morēnu paugurāji, kas sastāv no slāņainas smilts, grants un oļiem. Tie radušies ledus malā vai malas apakšā zem spēcīgas kušanas ūdeņu darbības. Pēc izcelšanās tie pa daļai radniecīgi ošiem. Latvijā tipiski kēmi sastopami morēnu joslā starp Tukumu un Talsiem. Nevienādi smilts pauguri, to starpā Milzu kalns, te veido plašu, stipri sabangotu



Pullānu ezers gala morēnu paugurainē Alūksnes apkārtnē. Skats no lidmašīnas. joslu. Kēmi sastopami arī Rietumkursas augstienes dienvidu daļā un šur tur arī citos mūsu augstumu apgabalos.

Pamatmorēnu līdzenumi. Zemiņās un līdzenākās vietās, kur leduslaikmetā un it sevišķi tā beigu posmā izplētās plašas ledus mēles, ledum nokūstot morēnu materiāls līdzeni nogūlās un apsedza nogludināto pamatu ar diezgan vienādu akmeņainā morēnu māla vai mergeļa segu. Tā radās pamatmorēnu līdzenumi, kas parasti piekļaujas gala morēnu vaļņiem ziemeļu pusē. Jādomā, ka pēc gala morēnu izveidošanās šādas ledus mēles sāka samērā strauji nokust, laikam galvenā kārtā no virsas, kāpēc arī viss līdznestais morēnu materiāls varēja līdzeni noklāties pāri pamatam. Vietām morēnā pat novērojama kārtainība, kas arī norāda uz nogulsnešanos no virsus. Līdzeni tipiski pamatmorēnu klajumi visvairāk izplatīti Zemgales un Lubānas līdzenumos, bet sastopami arī daudz citās vietās. It sevišķi raksturīgs piemērs ir Zemgales līdzenuma S daļa, kamēr šī paša līdzenuma N daļā ap Olaini, Rīgu—Inčukalnu pamatmorēna apsegta jaunākiem pēclēdus laikmeta uznesumiem un guļ jau dziļāk. Tipiski arī pamatmorēnu līdzenumi Lubānas zemumā un Ventas iepakā, kur tos gan vēlāk diezgan stipri izgulējuši ledus kušanas ūdeņi, pārklādami tipisko pamatmorēnu ar nelielu atskalota

sedzējmāla kātru. Tāpat plaši pamatmorēnu līdzenumi ar auglīgu augsni sastopami NW Vidzemē ap Limbažiem, Matīšiem, Aloju.

Līdzenie pamatmorēnu klājumi vietām pāriet arī vairāk vai mazāk viļņotās pamatmorēnu ainavās. Lēzenās ieplakās guļ pamatmorēnu ezeri, kas parasti nav dziļi. Kā piemērs var derēt Burtnieku ezers un seklais Lubānas ezers.

Drumlini jeb drumi (īru-ķeltu apzīmējums gaŗeniem pakalniem). Tie ir īpatnēji pamatmorēnu veidojumi, eliptiski vai iegareni klaiņu veida uzkalni, kas parasti sastopami pa vairākiem kopā un vērsti gaŗeniskām asīm ledus kustības virzienā. Šādi uzkalni piešķir ainavai īpatnēju svītrainu raksturu (*drumlinu ainala*). Uzbūves ziņā tie sastāv no pamatmorēnas materiāla, zem kuŗa nereti sastopams slāņotas smilts un grants vai pat cietu pamatiežu kodols.

Drumlini radušies zem kustīga ledus (subglaciāli), bet sīkumos to izcelšanās vēl nav pilnīgi noskaidrota. Daži ģeologi tos uzskata par īpatnējām šļūdoņu izgraušanas formām, vairums tomēr atzīst tos par glaciālām uzbērumu formām, kas radušās zem kustīga ledus no pārlietu lielas morēnu materiāla bagātības, ko šļūdonis vairs nespēja tālāk nest un nogulsņēja subglaciālā pamata kāpumu vietās. Iespējams, ka to izcelšanās saistīta arī ar spēcīgākām ledus malas oscillācijām.

B. Doss (1896) aprakstīja plašu drumlinu apgabalu Burtnieku—Valmieras apkārtņē, kur drumlini aizņem ap 25 km gaŗu un 20 km platu joslu, turpinādamies arī Rūjienas apkārtņē. Drumlinu uzkalni te caurmērā 1—2 km gaŗi, lēzeni, 10—15 m augsti. Platuma attiecība pret gaŗumu normāli 1:6. Uzbūves materiāls akmeņaina, mālaina morēnu smilts, bet dziļumā arī fluvioglaciāla smilts un grants. Šādas uzbūves dēļ vēlāk H. Hausen's (1913) un E. Krauss (1928) tos pieskaitīja ūs-drumlinu tipam. Uzkalniem noteikts NW—SE virziens, tāds pat kā Burtnieku ezeram un vairākām subglaciālām vagām Limbažu apkārtņē. Starp uzkalniem purvainas un pa daļai arī mežainas iedobes ar upju notekām tādā pašā virzienā.

Lēzenāki drumlini Latvijā sastopami uz dienvidiem un dienvidrietumiem no Saldus, dienvidos Iecavai starp Zorģu un Garozas muižām un mazākos apmēros arī citās vietās.

Ūsi (no zviedru *Ås*, gaŗena kalnu mugura). Pamatmorēnu līdzenumos un vispār morēnu apgabalos nereti sastopamas šauras un gaŗas kalnu muguras, kas ļoti atgādina dzelzceļu uzbērumus un sastāv visvairāk no grants, oļiem un slāņainas smilts (fluvioglaciāla materiāla). Akmeņainais morēnas māls, kas parasti klāj morēnu



Ōss Ziemeļvidzemē pie Dubultu mājām uz S no Burtnieku ezera. V. Zāna uzi.

līdzenumus, šo kalnu uzbūvē sastopams samērā maz, parasti aplāj tikai nogāzes. — No zviedru valodas patapinātā vārdā šādas vaļņa veida grantskalnu muguras ģeoloģijā sauc par *ōsiem*.

Ōsu platums parasti svārstas no dažiem desmit līdz dažiem simts metriem, garums, turpretim, sasniedz vairākus kilometrus, Zviedrijā un Somijā pat 150 km. Tomēr gaŗas nepārtrauktas ōsu grēdas ir samērā retas, bet parasti gan tās pārtrauktas un sastāv no vairākām likumotām kalnu mugurām vai veselas pauguru virknes, kas visumā tomēr ietura zināmu noteiktu virzienu. Pēdējais arvien saskan ar šļūdoņu skrambu un subglaciālo vagu virzienu, t. i. ar ledus kustības gaitu. Tais vietās, kur tuvumā ir labi izveidotas gala morēnas, ōsi arvien vērsti perpendikulāri jeb apmēram perpendikulāri gala morēnu stāvoklim.

Nereti ōsiem novērojamas atzarojumu daļas jeb sānu ōsi (bi-ōsi), kas it kā pietekas saplūst ar galveno grēdu vai arī atzarojas no tās. Sastopamas arī 2 vai vairākas parallēlas grēdas. — Daudzkārt ōsus pavada līdztekus ielejas un iegrobās jeb t. s. ōsu grāvji.

Ģaŗeniskā griezumā ōsu muguras reti kad līdzenas lielākā gaŗumā, bet bieži vien uzrāda paaugstinājumus jeb kuprus, kas šķirti zemākām daļām. Šādi kupri ōsiem brīžam ļoti raksturīgi.

Jau sen vērsa uz sevi uzmanību ōsu likumotā, upēm līdzīgā gaita un stipri pārskalotais noapaļoto oļu uzbūves materiāls, kas liecina par tekoša ūdens darbību.

Ōsu izcelšanās vēl nav pilnīgi noskaidrota, tomēr vairums ģeologu tos atzīst par ledus kušanas ūdens straumju nogulumiem ledāja jeb šļūdoņa plaisās, alās un tunēļos ledus apakšā vai arī pašā ledū. Tecēdamas uz ledāja malu, subglaciālās vai inglaciālās straumes ledus malas tuvumā zaudēja savu spēku un hidrostatisko spiedienu, kāds valdīja alās ledus iekšienē un tāpēc nogulsņēja no morēnām izskaloto grants un oļu materiālu alu daļās ledus malas tuvumā. Ledājam galīgi nokūstot, subglaciālās vai inglaciālās upes zaudēja savus ledus krastus un sanestais materiāls palika morēnas līdzenumā kā šaurs uzbērumu valnis — ōss. Tādā kārtā ōsi ir zemledus upju nogulumi ledus malas tuvumā un ar to kļūst saprotama viņu likumotā, upēm līdzīgā gaita.

Daži pētnieki izskaidro ōsus arī kā deltas konu virknējumus, kas rodas šļūdoņa vārtos jeb straumju mutēs ledus malai pakāpeniski atkāpjoties. Tad katrai atkāpšanās stadijai atbilst savs ōsa paaugstinājums jeb kupris (t. s. ōsa centrs). Šāds izskaidrojums labi atbilst daudzu Zviedrijas ōsu uzbūvei (de Geer'a teorija). Vēl citi uzskata ōsus par šļūdoņu virsas upju nogulumiem, kas ledum nokūstot nogulušies virs pamatmorēnas. Kupri tad būtu sanesti ledus upju atvaros jeb iedobumos ledū. — Jādomā, ka atkarībā no lokāliem apstākļiem ōsu izcelšanās notikusi dažādi, un pēdējā laikā



Ruļļu kalna ōss 7 km S no Jelgavas. Kalns tagad stipri norakts.

arī mēdz izšķirt vairākus ūsu tipus. Vairums ūsu tomer ir subglaciāli vai inglaciāli veidojumi ālās un tunēļos ledus malas tuvumā.

Subglaciālo straumju alas un tunēļi pa lielākai tiesai izveidojās šļūdoņa gareniskās plaisās, kāpēc arī ūsu virziens sakrīt ar ledus kustības virzienu.

Ūsu Latvijā daudz un tie izplatīti galvenā kārtā līdzenos pamatmorēnu apgabalos, sevišķi Zemgales un Lubānas līdzenumos, kur izpletās pēdējās plašās ledus mēles. Turpretim augstienēs un gala morēnu paugurainēs to maz, jo ledus kustības un kušanas ūdeņu notekas apstākļi te nebija labvēlīgi ūsu radišanai.

Reti kur Latvijā ūsi sastopami tik skaistā izveidojumā un sakārtojuma, kā Zemgales līdzenumā un vispār Zemgales jeb Rīgas jūras līča senās ledus mēles rajonā. Lielas ūsu grēdas te sastāda vienu kopīgu radiālu sistēmu, kas izstaro uz W, S un E, skaisti rādīdamas grandiozās ledus mēles kustības virzienus līdzenuma dažādās daļās un arī zemledus straumju tecēšanas gaitu no iekšienes uz ārieni. Ūsu tipiskais izveidojums arī pierāda, ka šādos līdzenumos tie vislabāk spēj izveidot savas raksturīgās formas, kamēr nelīdzenākos apvidos tie bieži pārtrūkst un sastāda isākas pauguru virknes.

Zemgales līdzenuma dienvidus daļā, apm. 7 km uz S no Jelgavas kā spontāna parādība monotonā līdzenumā paceļās Rullu kalna ūss, ko jau 1897. gadā aprakstīja E. Toll's. Tas sākas Svētes upes labā krastā pie Rullu mājām un beidzas pie Kalnanšu mājām pretim Vētras muižai, ir ap 9 km garš un ziemeļu daļā līdž 400 m plats, paceļas šai daļā apm. 15 m augstumā pār līdzenumu jeb apm. 22 m vjl., kaut gan tagad jau stipri norakts Rīgas un Jelgavas dzelzceļu tīkla grants vajadzībām. Kalna relatīvais augstums pie Zebru mājām noslīd līdž 6 m, bet S galā atkal paceļas līdž 14 m. Valņveidīgā ūsa virziens NNE—SSW, ar novirzienu dienvidus galā uz W.

Kas attiecas uz Rullu kalna uzbūvi, tad ziemeļu galā, kas vislabāk atsegts ar plašu grants karjēru, ūsa pamatā redzama lieliem augšdevona dolomītu blūkiem bagāta lokālmorēna, virs kuņas tad guļ kārtainais un labi noapaļotais ūsa materiāls — oļi, grants un diskordanti slāņota smilts, kas pakāpeniski pieņemas biežumā S virzienā. Abas nogāzes, kā arī kalna zemākā vidējā daļa pārklātas bezakmeņainu mālainu smilti, zem kuņas atrodams Zemgales līdzenumam raksturīgais slokšņu māls, kas nedaudz paceļas kalna nogāzēs līdž zināmam augstumam. Kalna vidus un dienvidus daļa caurmērā sastāv no kārtainas smilts, kaut gan šur un tur ņem arī granti. Pats dienvidu gals pie Kalnanšu mājām sastāv no tīras smalkas



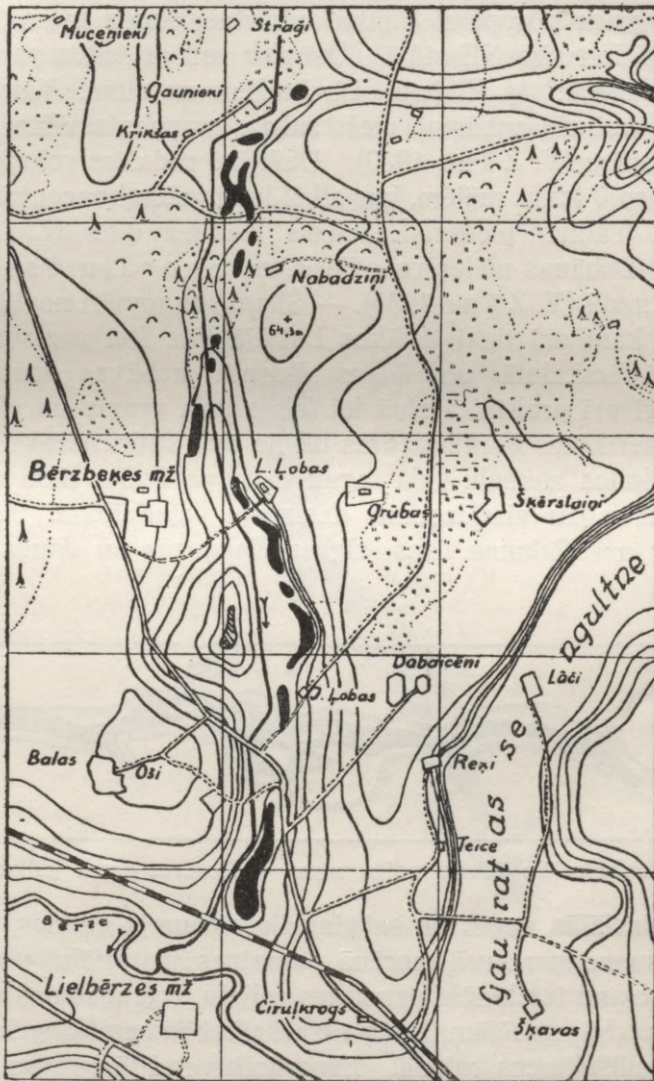
Lielais (Suntāžu) Kangars 46. km no Rīgas. Pa ūsa muguru iet Rīgas-Ērgļu lielceļš. J. Zaikova uzj.

smilts līdz 10 m biezumā. Tādā kārtā ūsa materiāls ir rupjāks ziemeļos un smalkāks dienvidu galā. Vēl jāpiezīmē, ka Ruļļu kalna ūsa struktūra un grants un oļu slāņi turpinās arī zem zemes līdzenumā uz ziemeļiem no kalna un Jelgavas pilsēta tagad iegūst no šiem grants un oļu slāņiem labu dzeramo ūdeni.

Ruļļu kalnam līdzīgs ir Krūškalnes ūss (Krūšu kalns) Zemgales līdzenuma SW daļā, dažus km uz S no Bēnes. Tas apmēram 10 km garš, ar E—W gaitu.

Tālāk Zemgales līdzenuma ūsu radiālajai sistēmai pieder Ža-g-a-r-e-s ūss Lietuvā, Latvijas robežas tuvumā, Ikstruma ūss pie Iecavas, apm. 3 km garais NW—SE ūss Bērzmuižas tuvumā, ūsi starp Vecmuižu, Umpārti un Kalna muižu, Baldones—Mercendarbes ūsi, Klanģu kalns Ķekavas tuvumā un daudz citi. — Daugavas labā krastā, Vidzemes daļā šai lieliskai ūsu sistēmai vēl pievienojas 3 impozantās Kangaru virknes, ko savā laikā sīki aprakstīja B. Doss (1895). Gar pašu Daugavas krastu no Ikšķiles līdz Ķegumam stiepjas Ogres Kangari ar NW—SE gaitu. Tālāk uz N, starp Lielo un Mazo Juglu atrodas Lielais jeb Suntažu Kangars, kas kā dabīgs uzbēruma valnis pāri purvainam apvidum stiepjas WNW—

—ESE virzienā 28 km garumā, vietām ar raksturīgiem likumiem. Tas augstākās vietas W galā paceļas līdz 27 m pār apkārtni. Pa vaļņa muguru iet Rīgas—Lubānas lielceļš. Līdzīgs virziens ir arī Mazam



Snorāju ūsa karte (Dobeles apk.) pēc V. Zāna, 1935.

Kangaram pie Allažiem, kas ar likumiem vairāk par 4 km garš un vietām līdz 20 m augsts. Ziemeļu pusē tam ir liekts atzarojums, ko sauc par Lakangaru.

Ne mazāk tipiski ūsi ir Lubānas līdzenumā. Te minēsim pāri par 20 km garo Varakļānu—Stirniešes—Trošku ūsu, pa kuŗu kā pa šauru uzbērumu iet Trošku—Varakļānu lielceļš un arī dzelzceļš starp Atašienes un Stirniešes stacijām. — Vairāki ūsi ar NE—SW gaitu sastopami Viļānu apkārtnē, daudz to arī Jaunlatgales apriņķī Latvijas NE stūrī. Ūsi nav reti arī citos pamatmorēnu apvidos Latvijā: ap Rūjienu, Limbažiem un citur. Vairākām ūsu virknēm Limbažu apkārtnē ciešs sakars ar subglaciālām vagām un ezeru virknēm (V. Zāns 1933). Daži ūsi radušies robežu joslā jeb ierobā starp 2 ledus mēlēm, kur allaž ledū mēdz koncentrēties ūdens straumes. Tādiem pieder Liedes kalnu ūss (Z. Lancmanis 1923) Lubānas mēles robežjoslā un Snorāju ūss Zemgales mēles W malā (V. Zāns 1935). — Šī raksta apmēri neatļauj uzskaitīt visus, kaut arī tikai lielākos Latvijā līdz šim pazīstamos ūsus.

Stipri izskalotā un ūdens šķīrotā uzbūves materiāla dēļ ūsi svarīgi arī praktiskā ziņā kā labas ceļa grants un oļu krājumi. Daudzos ierīkotas grants bedres un tie tiek stipri norakti. Tā piem. no Rullu kalna ziemeļu gala tagad vairs palikušas tikai malas, turpretim vidus jau viss izņemts dzelzceļu vajadzībām. Lielī grants karjēri ir arī Tukuma ūsos, Ogres Kangaros un daudz citos ūsu pauguros.



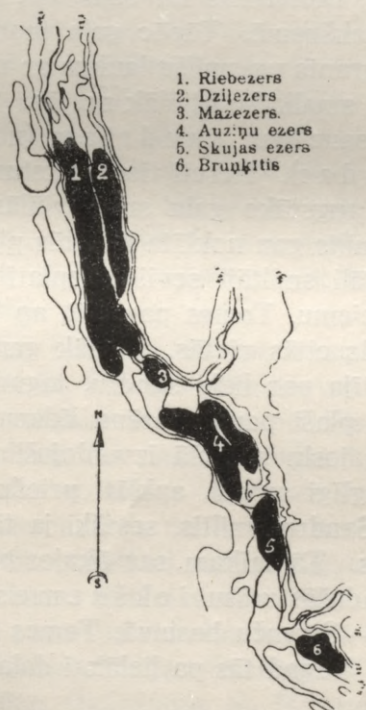
Subglaciālo ūdeņu radīta vaga — Cieceres ezera gultne.

Subglaciālās vagas un subglaciālo straumju gultnes. Kustīgais ledus, uzņemdamš savā morēnā pamatnes materiālu, vietām diezgan ievērojami ietekmēja pamatnes reljefu, izgrauzdamš tanī rievās jeb vagas. Kā redzējam, ledus eksarācija bija sevišķi spēcīga irdenā devona smilšakmens rajonā. Eksarācijas radītās vagas gan vēlāk pārklājās un brīžam arī piepildījās ar morēnu mālu, tomēr vietām tās vēl tagad piešķir ainavai īpatnēju svītrainu raksturu un nereti pāriet tipiskās drumlinu ainavās. Vagu virziens rāda ledus kustības virzienu.

Subglaciālās vagas nereti pārveidotas un padziļinātas no zemledus kušanas ūdeņu straumēm, kas kā mutuļu un virpuļu strauti pa plaisām un alām nokļuva šļūdoņa apakšā un spēcīgi erodēja pa-

matu, padziļinot un pārformējot ledus izdoztās vagas. Tā radās gultnes zem ledus ar stipri nelīdzenu, bedrainu dibenu (virpuļu darbība!). Vēlāk ledum nokūstot šādu gultņu bedrēs uzglabājās ūdens un izveidojās šauras ezeru virknes un gaŗi upjveidīgi ezeri, kas pēc gaitas ļoti atgādina ūsus. Šādam subglaciālo gultņu ezeru tipam pieder vairāki ezeri un ezeru virknes Limbažu apkārtnē, Vaidavas ezers Valmieras apriņķī, Raiskuma un Auciema ezeri, Bānužu un Nēķina ezeri Cēsu apriņķī, Valguma ezers starp

Augstuma līnijas ik pa 4,26 m.



Jumpravmuižas ezeru virkne subglaciāli veidotā gultnē Limbažu apkārtnē.

Tukumu un Smārdi, Cieceres ezers pie Saldus, vairāki ezeri ap Valdemārpili, Korneta ezeri Apukalna—Alūksnes augstienē un daudz citi. Starp tiem ir dziļākie Latvijas ezeri: Raipaļu ezers Korneta grupā ar maksimālo dziļumu 33 m, Mazais un Lielais Baltiņu ezeri tai pašā grupā ar 32 un 30 m un Dzilēzers Jumpravmuižas ezeru virknē W no Limbažiem ar 30 m lielāko dziļumu. Ar savu īpatnējo dibena reljefu, lielo dziļumu bedrēm un seklākiem šķērssliekšņiem, bet sevišķi ar savu gaŗeno, likumaino gaitu un sakārtojumu gaŗās virknēs, šie ezeri ievērojami atšķiras no pārējiem dīluviāliem

ezeriem un sastāda īpatnēju ģenētisku tipu. To gultnes nav nekas cits, kā subglaciālo straumju virpuļerōzijas pēdas, tā tad negatīvās jeb izgrauzuma formas, kamēr ūsi, kā redzējam, ir to pašu straumju pozitīvās jeb uznesumu formas. Brīžam šos abus veidojumus arī sastopam kopā, kā piem. Limbažu apkārtņē (V. Z ā n s 1933), kur ūsi cieši saistīti ar subglaciālām gultnēm.

Sandri jeb kušanas ūdeņu smiltāji. Šļūdoņu kušanas ūdeņu straumes, tecēdamas pa ledus alām un plaisām, beidzot izkļuva ledus malā un nogulsnēja līdznesto, pārskaloto materiālu ne tikai ledus alās vai to mutēs, radīdamas tur ūsus, bet iznesa daudz materiāla arī tāļu ledus priekšzemē. Tāpēc gala morēnu priekšā mēs allaž sastopam plašus grants un smilšu laukus ar rupjāko materiālu tuvāk gala morēnai, bet smalkāko attālāk no tās. Šos kušanas ūdeņu sarnastos smiltājus sauc par sandriem (no islandiešu sandur, daudzskaitlī sandar). Nereti tiem raksturīga tipisku deltas konu forma ar šauro, augstāko galu subglaciālās straumes iztecēšanas vietā. Parasti smiltis gan noklāta lielākās platībās gandrīz horizontāli. Šādi diluviāli smiltāji sevišķi izplatīti Valkas—Strenču apkārtņē, ap Lejasciemu, Tomes pagastā, ap Taurkalni, Kurzemē ap Skrundu un daudz citās vietās. Senāk gandrīz vai visu Lubānas līdzenumu uzskatīja par lielu sandru, tagad turpretim izrādas, ka te sastopami arī plaši pamatmorēnu līdzenumi un tikai atsevišķu ledus atkāpšanās joslu priekšā izveidojušies smiltāji. Šie smiltāji parasti ir mazauglīgi apvidi, apklāti priežu mežiem, viršājiem un sūnu purviem. Sandru smiltis, sevišķi ja tās smalkākas, vējš vietām sapūtis kāpās. Tā, laikam, sausākajos pēcledušlaimeta periodos (boreālā laikā) radušās mūsu iekšzemes kāpas, kas plaši sastopamas Valkas—Strenču baseinā, Tomes pagastā, ziemeļos Daugavpilij un citur. Tagad tās pa lielākai daļai aprimušas un apaugušas ar mežu.

Mūsu sandri bieži pāriet kušanas ūdeņu baseinos ar smalkākiem nogulumiem: putekļu smilti (lesoidiem) un bezakmeņu pārskaloziem māliem. Par šiem baseiniem, kušanas ūdeņu nosprostotiem ezeriem un to nogulumiem runāsim vēlāk.

Senlejas. Daudzas mūsu upes tek plašās un dziļās ielejās, kuņu izcelšanās nav izskaidrojama ar tagadējo ūdens darbību vien. Tā, piemēram, Gaujai starp Valmieru un Inčukalnu un Abavai gar Kandavu un Sabili ir neparasti platas ielejas. Skaidri redzams, ka tagadējās upes te paspējušas tikai nedaudz iegrauzties kādas vecākas ielejas dibenā, kas augstu paceļas pāri tagadējās ielejas līmenim.

Acīmredzot šīs lejas radušās no daudz plašākām un spēcīgākām ūdens straumēm, kas tagad izsikušas.

Šādas spēcīgas straumes leduslaikmeta beigās plūda ledus priekšpusē, novadīdamas bagātos kušanas ūdeņus uz zemākām vietām. Sakarā ar to, ka senlejas radušās no ledus kušanas ūdeņu darbības ārpus ledus segas, tām arī citāds raksturs nekā subglaciāli radītām gultnēm. To dibens parasti līdzens, terrasēts un piesērēts smiltīm. Šķērsgriezums parasti \sphericalangle -veidīgs.

Atkarībā no ledus atkāpšanās un kušanas gaitas senlejas veidojās diezgan dažādi. Gaujas un Abavas senlejas veidojušās atsevišķiem posmiem, piemērojoties šļūdoņu malas stāvokļiem. Savu galīgo formu tās tomēr mantojušas nedaudz vēlāk, kad ledus jau plašā frontē bija atkāpies tālāk un sākās lielāku nosprostoto ūdens krājumu notecēšana. Tā Gaujas senleja savu tagadējo veidu ieguva kušanas ūdeņiem izrauļot noteku no Valmieras—Strenču sastājuma uz Zemgales līdzenuma baseinu. Šis pēdējais savukārt notecēja uz Ventas—Usmas baseinu, radīdams Abavas senleju. Jāpiezīmē, ka notecēšana gan notika vairākos paņēmienos, kā to rāda senleju terrases un sākuma zari.

No lielākām Latvijas senlejām vēl mināmas: senleja Daugavas posmā augšpus Daugavpils, Pļaviņu—Daudzevas senleja, kas vadījusi Lubānas baseina kušanas ūdeņus cauri Pļaviņu gala morēnu joslai uz Zemgales ieplaku, tās pašas senlejas turpinājums Daugavas krastos gar Jaunjelgavu, Mūsas—Lielupes senleja, kas sniedzas garām Bauskai līdz Ciemaldiem un nesusi savā laikā ūdeņus no Lietuvas uz Zemgales baseinu, kad pēdējā augstais līmenis jau bija nokrities pateicoties Abavas senlejas darbībai. Senleja ir arī nelielam Ventas gabalam Lietuvas robežas tuvumā ar garāku turpinājumu Lietuvā. Ļoti tipiskas senlejas izveidojušās Liepājas apkārtnē sakarā ar īpatnējo ledus atkāpšanos no Rietumkursas augstienes (Durbes—Vārtajas, Grobiņas jeb Alandes, Sventajas u. c. senlejas). Pie Limbažiem plašā senlejā guļ abi garie Limbažu ezeri.

8. Pēdējā ledus atkāpšanās gaita un Latvijas reljefa tapšana.

Norādījumus par pēdējā diluviālā ledus atkāpšanos pāri Latvijai mums dod gala morēnas un viņu sakārtojums. To stāvoklis liecina par pēdējo ledus mēļu kustības gaitām. Bez tam ledus kustības virzienus rāda arī oši, subglaciālās vagas un renes, drumlini un glaciālās skrambas pamatiežos (sk. karti 92. lpp.).

LATVIJAS KVARTĀRĢEOLÓĢISKA KĀRTE. V. ZĀNS, 1935.



Apzīmējumi: 1. Gales morēna. 2. Vihainās gales morēnu pauguraines. 3. Pamatmorēna. 4. Drumlīni. 5. Osi. 6. Subglaciālais vāgass (gultnes). 7. Glaciālais skrambas. 8. Senlejas. 9. Sloksņu mals. 10. Segmāis un citi baseinu nogulumi. 11. Smiltāji (dihvītaļle un alluvītaļle). 12. Baltijas ledus ezera (B III) krasta līnija.

No mūsu diluviālo veidojumu kartes redzams, ka normālo vaļņveidīgo gala morēnu sakārtojums Latvijā ir ļoti sarežģīts. Mēs nevaram tās tik viegli saistīt vienu ar otru un rekonstruēt sakarīgus ledus malas atkāpšanās stāvokļus, kā tas piem., iespējams Ziemeļvācijā, kur ledus mala visumā bija parallēla t. s. Baltijas augstumu grēdai (ezeru augstienei) un atkāpās no tās samērā sakarīgi. Latvijā un pa daļai arī Lietuvā šīs augstumu grēdas viengabalainais raksturs izzūd, un tā sadalās vairākos atsevišķos augstumu apgabalos.

Šie mūsu augstumu apgabali viļņainu gala morēnu pauguraiņu veidā iespraužas starp normālām vaļņveidīgām morēnām un it kā sajauc to sakārtojumu. Vaļņu gala morēnas it kā izvairās no paugurainēm, kaut gan brīžam pieiet tām ļoti tuvu un pat apjož tās no vairākām pusēm, kā, piem., Vidzemes centrālo un Austrumvidzemes augstieni.

Jau runājot par subkvartāro virsmu atzīmējām, ka visām mūsu augstienēm pamatā vērojami pamatiežu pacēlumi un paaugstinājumi. Pēdējie ievērojami ietekmēja ledus kustību, sevišķi pēdējā ledus laikmeta beigās, kad ledus sega jau bija samērā plāna un savās kustībās vājāka. — Sastopoties ar pamatnes šķēršļiem un biežākām vecākā leduslaikmeta akumulācijām, pēdējā ledus kustībā radās sastrēgumi, un galvenās kustības straumes novērsās uz mazākās pretestības pusi. Tādā kārtā reljefa paaugstinājumi darbojās kā ledus šķērēji, sadalot ledāja fronti atsevišķās mēlēs, kas, apejot paaugstinājumus, turpināja virzīties līdzienākās vietās un kustējās pat vēl tad, kad sastrēgumu rajonos sablīvētās ledus masas sāka jau nokust. Pašās sastrēgumu vietās sakrājās ļoti biezas morēnu akumulācijas, ledus mala te ilgāk oscillēja vai dažās vietās pat pilnīgi apstājās (aprimušais ledus). Tā radās mūsu augstieņu morēnu pauguraines ar viļņaino raksturu un ezeru bagātību pauguru starpās, kur aprimušam ledum nokūstot sakrājās ūdens.

Turpretim līdzenumos un augstieņu nolaidēs ledus laikmeta beigās izplētās un kustējās plašas ledus mēles (lobi), kas, virzīdamās gaļām aprimušā ledus apgabaliem, robežjoslās radīja raksturīgus ierobu veidojumus (daži ūsi). Savās raksturīgās atkāpšanās stadijās mēles atstāja impozantas vaļņveidīga gala morēnas, kas jau stipri atšķiras no sablīvētiem viļņainiem gala morēnu veidojumiem sastrēgumu apgabalos. Pašās leduslaikmeta beigās, ledus mēlēm nokūstot netikvien no gala, bet arī no virsus, viss pārējais morēnu materiāls, kas nebija akumulēts gala morēnās, līdzieni noklāja pamatni, radīdams auglīgus pamatmorēnu līdzenumus.



Kārtains morēnu māls virs grants pie Ostaškovas ciema Dagdas-Bukmuižas ceļā.
Z. Lancmaņa uzj.

Kamēr kustīgo un plašo ledus mēļu rajonos mēs atrodam daudz tipisku ūsu, drumlinu, glaciālo skrambu un citu kustības liecinieku, tikmēr augstieņu paugurainēs jeb sastrēgumu apgabalos, tie sastopami ļoti reti, tikai īsākos gabalos, vai arī pavisam iztrūkst. Morēnu pauguru mudžeklī te reti kad saskatāms noteikts sakārtojums un marginālo veidojumu orientējums. Sastumtie morēnu sanesumi augstienēs gan raksturojas ar savu ievērojamo biezumu, stipri nemierīgo viļņaino reljefu un nelielo morēnu ezeru bagātību, bet norādījumu par plašākām ledus kustībām te nav (V. Z ā n s 1935).

Ledāja sadalīšanās mēlēs. Atkarībā no pamatnes topografijas pēdējais ledājs Latvijā sadalījās 3 lielās ledus straumēs jeb mēlēs, kas tālākā atkāpšanās gaitā savukārt diferencējās vairākās mazākās. Tās bija: 1) Baltijas jūras ledus straume, 2) Rīgas jūras līča mēle un 3) Lubānas līdzenuma mēle.

Lielā Baltijas ledus straume ieņēma Baltijas jūras ieplaku Latvijas rietumos un pa daļai uzvirzījās arī Rietumkurzemei, no kurienes tad atkāpās NW virzienā (Kurzemes pussalas NW daļā un Rietumkursas augstienes W daļā). Robeža jeb ierobs starp šo un Rīgas jūras līča mēli, kas virzījās pa jūras līča ieplaku uz dienvidiem, vecākās stadijās laikam būs bijusi Augšzemaīijas

augstiene un tās ziemeļu turpinājums Latvijā — Rietumkursas augstiene, jo šīs Rīgas mēles vistālākie izvirzījumi saskatāmi vēl dziļi Lietuvas iekšienē līdz pat t. s. Lietuvas galvenai gala morēnai. Tikai atkāpjoties uz ziemeļiem, tās W robeža pārvietojās uz E, kur tad, domājams, jauns ierobs radās Austrumkursas augstumu rajonā. Vēlākās stadijās starp Austrum- un Rietumkursas augstumiem Ventas zemumā izveidojās atsevišķa Ventas ledus mēle.

Kā jau minēts, Rīgas jūras līča mēles darbības rajons visnenāk sniedzās līdz Lietuvas galvenai gala morēnai. Austrumu Latvijā tai pašā laikā tā sniedzās līdz Augškurzemes augstumu joslai, kas savieno Lietuvas augstumus pāri Saukai—Viesītei un Daugavai pie Pļaviņām ar Vidzemes centrālo augstieni. Šīs savienotājas augstienes prekvarārais pacēlums bija svarīgs ledus šķirējs leduslaikmeta beigās. Tas nošķīra Rīgas mēli rietumos no Lubānas mēles austrumos. Abas mēles saskārās šai šķirējā gandrīz meridionālā virzienā, radot Augšzemes jeb Viesītes gala morēnu joslu, kas lielā mērā uzskatāma par sabīdījumu gala morēnu. Grauzdamās cauri šai gala morēnu joslai Daugava pie Pļaviņām atsedz ievērojamus pamatiežu traucējumus, starp tiem pazīstamo dolomītu kupolu jeb kroku pie pašām Pļaviņām ar spārnu kritumu līdz 15°. Iespējams, ka šie un citi līdzīgi traucējumi vismaz pa daļai radušies no ledus spiediena darbības uz paceltiem vai nedaudz izliektiem pamatiežiem.

Lubānas mēle ienāca Latvijā no NE un, atdurdamās pret Vidzemes un Austrumkursas augstumiem, novērsās uz dienvidiem Daugavpils virzienā. Tā uzskatāma par atsevišķu izvirzījumu kādam lielākam NE—SW ledus plūdumam Krievijas W daļā, kuŗa izveidošanos laikam ietekmēja karbona Glinta krauja. Latvijas SE stūrī Lubānas mēles rajonu norobežo no pārējiem ledus plūdumiem Krievijā un Polijā Dienvidlatgales augstiene, kas ir tipisks ledus sastrēgumu un ciešu oscillāciju rajons.

Ledus mēļu kustības un atkāpšanās gaita. Sarežģītā mēļu sadalījuma dēļ ledus atkāpšanās Latvijā notika diezgan komplicēti un nesakarīgi, un pagaidām gandrīz nav iespējams noteikt sakarīgus ledus frontes stāvokļus atkāpšanās laikā. Katrā ziņā depresijās ledus mala vēl pašās leduslaikmeta beigās tālu izvirzījās uz S un te ledus atradās kustībā vēl tad, kad augstumu apgabalos tas jau bija sastrēdzis un pa daļai, kā uz sēkļiem uznests, apstājies. Bet, kur ledum nav jauna pieplūduma, tur tas visātrāk sāk nokust. Tādā kārtā mūsu augstienes ar bieziem morēnu sanesumiem kā pirmās sāka atbrīvoties no ledus un kā melnas salas pirmās pacēla savas

galvas pāri ledus segai, kas, plānāka palikdama, zemienās un līdzenumos tomēr vēl pa daļai atradās kustībā.

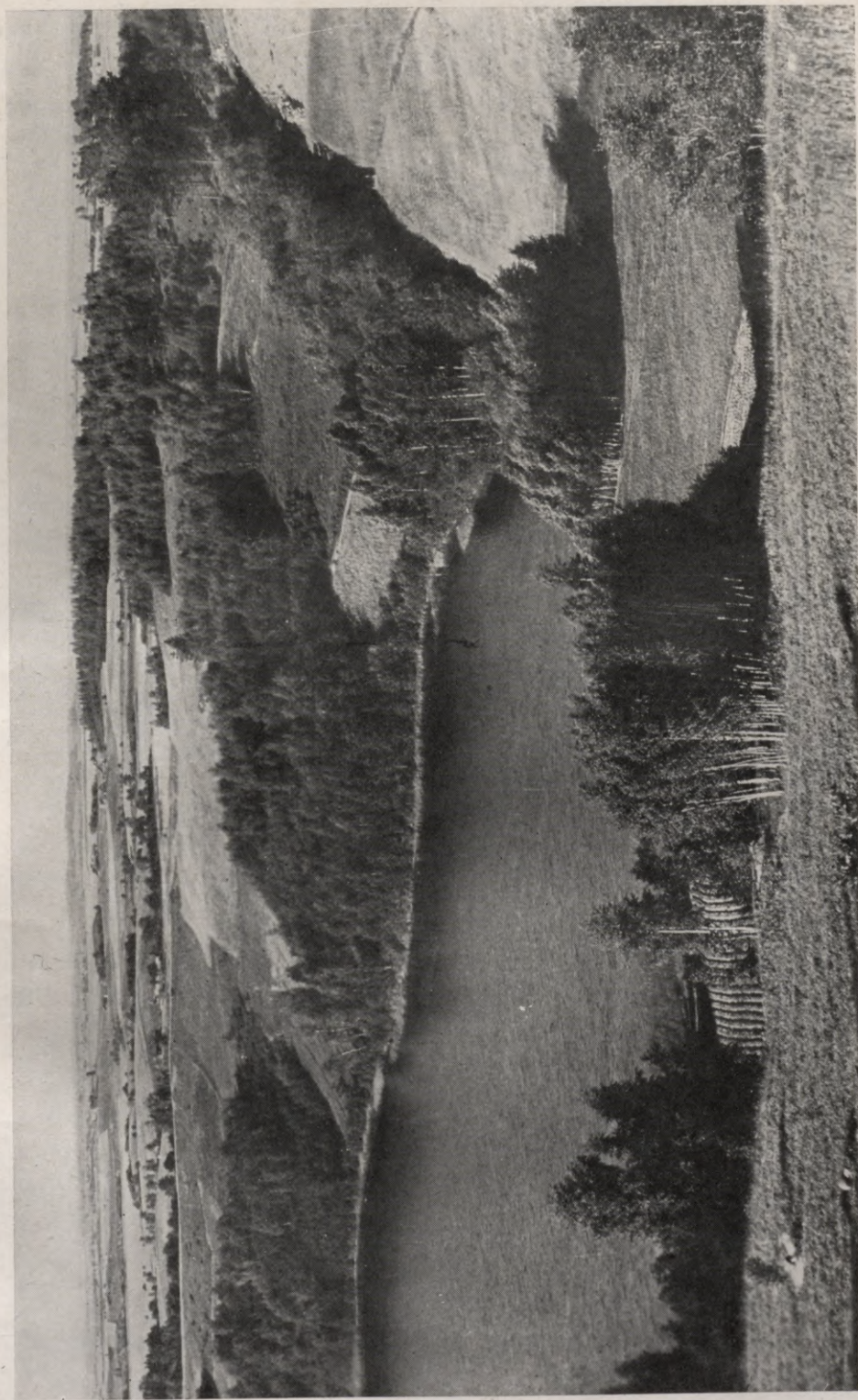
Vispirms ledus sāka kust Dievidlatgales augstumu apgabālā, kur tas bija sastrēdzis un tikai nomalēs nedaudz oscilēja (gala morēnas gar Krievijas pierobežu, Rēznas lobs). Atbrīvojušies ūdeņi sākumā pilnā mērā nevarēja notecēt, jo ziemeļos un rietumos Lubānas līdzenumā vēl bija ledus. Notekas radās tikai vēlāk, kad apkārtējais ledus vairāk nokusa. Atkāpdamās no augstienes uz N, ledus mala ilgāku laiku apstājās Rēzeknes un Ludzas-Eversmuižas gala morēnas joslā.

Tad pamazām sāka atbrīvoties Augšzemes (Viesītes) augstumu josla un Vidzemes centrālā augstienes S daļa. Lubānas mēle sāka atkāpties uz NE, Rīgas mēle uz W un WNW. Vienu no Lubānas mēles pirmajām atkāpšanās stadijām iezīmē Ilūkstes-Bebrenes-Kaldabruņas gala morēna, kuņas NW turpinājums laikam ir augstumu josla pie Pilskalna stacijas E no Klaucānu ezera. No šejienes gala morēna stiepjas tālāk uz N. Jēkabpils tuvumā, jau Daugavas labā krastā pie Trepes tā pāriet lieliskā valnī, kas garām Silabebriem turpinās SSW—NNE gaitā līdz Aiviekstei pie Ļaudonas (Lijogrades), kur tad pāriet reti skaistā Mārcienas-Madonas gala morēnas lokā, kas ziemeļos pamazām izzūd Vidzemes augstienes malā, kur izveidojās raksturīga ieroba josla ar Liedes kalnu grēdu.

Atkāpjoties no šīm gala morēnām, Lubānas mēle sāka strauji nokust, laikam arī stipri no virsus, un neatstāja vairs nekādus ievērojamākus malas veidojumus, līdz kamēr tādus atkal sastopam Jaunlatgales apriņķī starp Černavu-Katlešiem un pie Kačanavas (C. Weymar'n's 1930, lpp. 187, H. Philipp 1921, lpp. 18—20), kas ir Lubānas mēles pēdējās gala morēnu pēdas Latvijā. Tā visā savā garumā Lubānas mēle atstāja Latviju ļoti regulārā NE gaitā.

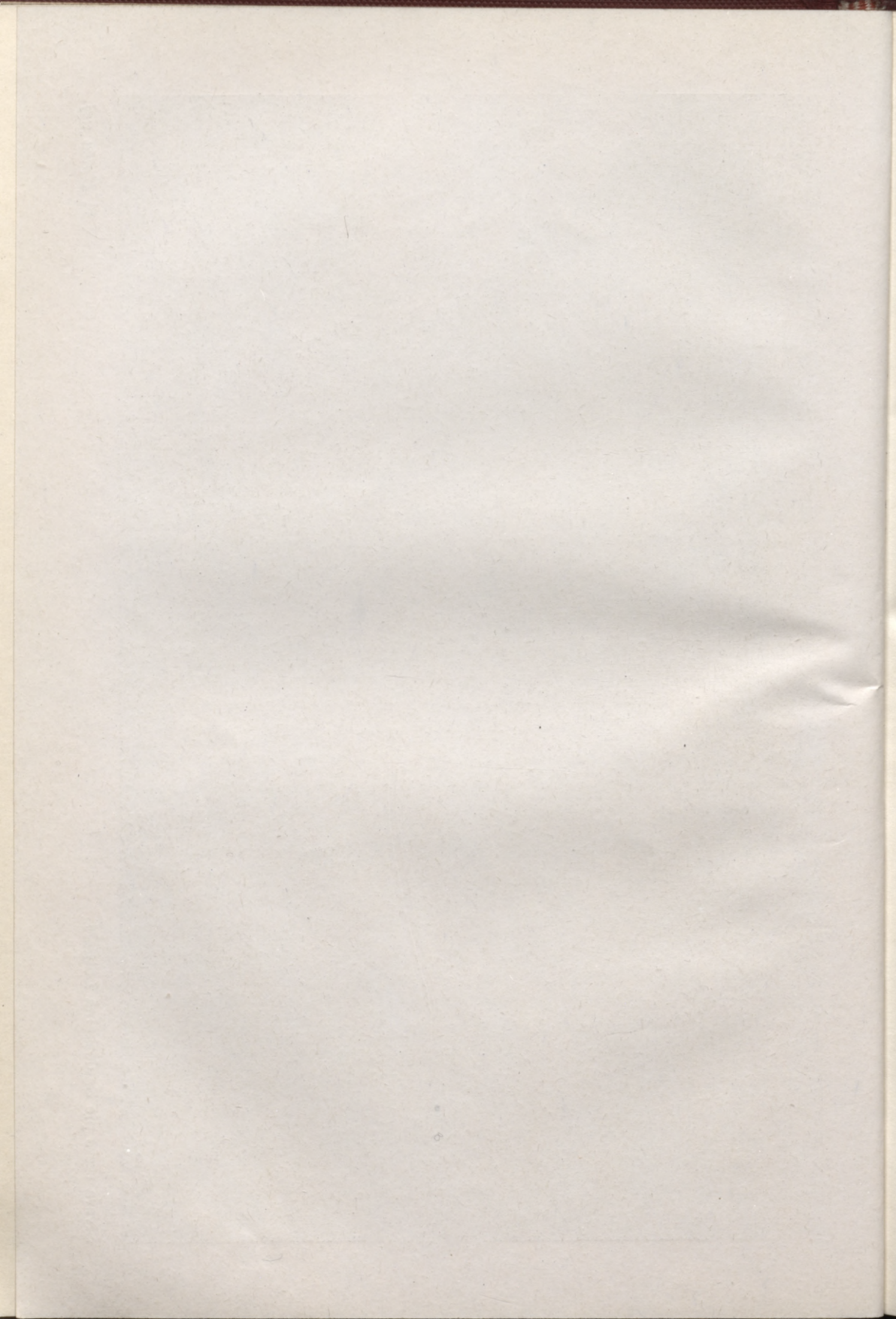
Par Lubānas mēles kustības virzieniem liecina glaciālās skrambas dolomītos pie Jēkabpils, Jerzikas, Saikavas un Jaunlatgales apriņķī Kiras upes krastos. Tos pašus virzienus rāda arī oši, kā piem. garais Varakļānu-Stirnienes-Trošku ošs, ošs Liepnas-Kačanavas ceļā un citi.

Apmēram vienā laikā ar Lubānas mēles atkāpšanās sākumu uz otru pusi iesāka atkāpties no Augšzemes augstumu joslas arī Rīgas jūras līča jeb Zemgales mēle. Tās pirmā atkāpšanās stadija iezīmēta ar Daudzevas-Lielzalves grēdām, kas gan vēl samērā vāji pazīstamas un turpinās laikam uz W no Neretas iekšā Lietuvā. Tālāk Lietuvas N daļā reti labi iezīmēta nākošā jaunākā šīs mēles atkāpšanās fāze ar B. Doss'a (1910) konstatēto Kurzemes-



Sīvera ezers pie Sauleskalna Latgalē.

V. Upiša uzņ.



Lietuvas jeb Mūsas gala morēnas loku, kas kā nepārtraukts valnis sniedzas no Veģeriem (SSE no Auces) pāri Linkavai gar Mūsu līdz tās likumam 12 km N no Posvalas, kur tad pārtrūkst. Tālākais šis gala morēnas sakarīgs turpinājums uz NE vēl nav droši zināms. Iespējams, ka tam pieder dažas grēdas, kas stiepjas Latvijā gar Skaistkalni virzienā uz Taurkalnes staciju. Šī loka iekšpusē izplešas Zemgales ūsu radiālā sistēma un radiālais upju tīkls. Pilnīgā saskaņā ar ledus radiālām kustībām arī glaciālo skrambu virziens pie Staļģenes, Iecavas, Ogres un Daugmales pagastā.

Pēc Mūsas gala morēnas izveidošanās Zemgales mēle sāk spēcīgi nokust un strauji saplok pateicoties arī nokušanai no virusus. Daži jaunāki malas un gala morēnu veidojumi attīstījās vēl Baldones apkārtņē (Morisona kalns u. c.) un neilgu laiku ledus mala laikam arī uzkavējusies S no Ruļļu kalna.

Tālāk, Rīgas apkārtņē morēnu veidojumus sedz biezi alluviāli nogulumu. Turpmākā gaitā Rīgas jūras līča mēle tad atkāpās jau vienā frontē ar Tukuma-Talsu un Gaujas labā krasta gala morēnu joslām.

Cik tālu šī Rīgas jeb Zemgales mēle savās vecākās stadijās izplatījās uz rietumiem, tas vēl nav skaidri zināms. Mūsas gala morēnas stadijā, kā no kartes redzams, tā aptecēja Austrumkursas, resp. Dobeles-Auces augstumu apgabalu dienvidaustrumos, galā novēršoties nedaudz uz W. Saskaņas joslā ar Austrumkursas ledus masām radās Snorāju ūss Dobeles apkārtņē (V. Z ā n s 1935) un vēlāk arī Tukuma ūsi (E. T o l l ' s 1898). Arī uz Vidzemes centrālās augstienes W nolaidēs tā uzvirzījās diezgan augstu.

vidzemes centrālā augstiene, kurai pieder augstākie Latvijas morēnu pauguri, savā uzbūvē ir ļoti sarežģīts apgabals. Ļoti biezas morēnu akumulācijas šē veido stipri nemierīgu reljeņu, kurā nav saskatāmi gandrīz nekādi norādījumi par ledus kustību un atkāpšanās gaitu. Vismaz tās dienvidu daļā, kas no abām pusēm ieslēgta no Zemgales un Lubānas mēlēm, bija tipisks ledus sastrēguma apgabals, kur leduslaikmeta beigās izveidojās a p r i m u š ā l e d u s b l ā ķ i, starp kuŗiem pie kušanas radās augsti nosprostoti ezeri. Pēdējos nogulsnējās īpatnējais bezakmeņu sedzējums, kas lielākiem vai mazākiem laukumiem sedz morēnmālu un sastopams līdz pat augstāko kalnu virsotnēm, kā piem. Gaiziņkalnā. — Daudz maz labāk ledus oscillāciju un atkāpšanās kustību pēdas redzamas augstienes vidus un ziemeļu daļā. Vidus posmu dienvidos norobežo Jumurdas-Katrīnas-Leimaņu sandrs un Ogres augštece. No Nītaures-

Kosas-Alauksta-Rankas oscillāciju joslas ledus mala tad jau sakarīgi atkāpjas N un NW virzienā (J. Sleinis 1935).

Gar dolomītu malas joslu sākot no Āraišiem, Priekuļiem un Raudas, garām Smiltenei līdz Aumeisterei stiepjas gala morēnu josla ar SW—NE stāvokli. Pie Aumeisteres, kur gala morēnas vērojamas lieliskā izveidojumā, redzam raksturīgu ieroba rašanos. Uz E no Aumeisteres-Grundzāles-Palsmanes līnijas Gaujienas un Lejasciema rajonā izveidojās Augšgaujas ieplakas mēle, kas deva tipisku gala morēnu grēdu ar smiltājiem, purvājiem un ezeriem priekšpusē (Lāču, Mustera un Ādmiņu ezeri). Šī gala morēna turpinās gandrīz līdz Lejasciemam. Par ledus kustībām šī loba iekšienē liecina glaciālo skrambu atradumi pie Gaujienas (N20–30°E) un Melnupes krastos pie Bormaņiem un Notes kroga (arī N8—20°E). Austrumos šo mēli norobežo Apes-Alūksnes ledus sastrēgumu apgabals, kas kā ķilis iespraužas starp šo mēli un Lubānas mēles darbības areālu, uzrādot gan oscillācijas no NE un E, gan arī no NW un W.

Samērā regulārā NW gaitā notiek ledus atkāpšanās no Vidzemes NW daļas. Aiz Priekuļu-Aumeisteres stadijas nākošā malas stadija izveidojas ap Trikāti, attīstot priekšā Smiltenes sastājumu baseinu. Ledus malu iezīmē arī galamorēnu josla gar Gaujas labo krastu starp Cēsīm un Murjāniem ar lielo Gaujas senleju priekšpusē. Tālāk Limbažu apkārtņē, atskaitot Limbažu-Valmieras pauguraini, viscaur vērojama NW atkāpšanās gaita (subglaciālās vagas, ūsi, drumlini, visi ar NW—SE virzienu). Starp vaļņa veida atkāpšanās gala morēnām vēl minama Vārnas-Ērgemes gala morēna un līdzīga N no Naukšiem. Tuvāk Limbažiem gala morēnu josla stiepjas gar Pociemu-Tiegažiem, bet tālāk uz jūras pusi tā jau ir stipri izskalota.

Ledus atkāpšanās gaitu Kurzemes pussalā pēdējā laikā noskaidrojis S. Bucharts (1935). Tās W un NW daļa piederēja Baltijas jūras ledus mēles areālam. Pētījot Liepājas apkārtnes diluviālos veidojumus (V. Zāns 1934), izrādījās, ka ledājs atkāpies no Rietumkursas vaļņa uz jūras pusi NW vai WNW virzienā. Paša vaļņa mugurā (sastrēgumu apgabals!) J. Sleinis (1935) gan saskata N atkāpšanās pēdas, bet jau vaļņa N daļā atkal vērojami NW atkāpšanās virzieni. Starp Rietum- un Austrumkursas augstieņu sastrēgumu apgabaliem Ventas zemumā laikam kādu laiku kustējās patstāvīgs Ventas lobs, kas atstāja starp citu Pampaļu gala morēnas joslu. Šim lobam strauji nokūstot, tālākā atkāpšanās no ziemeļu Kurzemes tad notika uz 2 pusēm: Rīgas mēle atkāpās uz NE, bet Baltijas j. mēle — uz NW. Rīgas mēle ilgāku laiku uzkavējās Tukuma-Talsu gala morēnu un kēmu joslā, bet arī tālāk uz NW

vēl radīja vaļņa morēnas, kuŗu pēdas tagad sastopamas piejūras zemumā kā stipri izskalotas „akmeņkalves“ un akmeņu joslas. Līdzīgas gala morēnu pēdas piejūras zemumā Kurzemes NW daļā atstājusi arī Baltijas mēles atkāpšanās fronte („fiņņu strēķis“ u. c.). Kā ierobs starp abām mēlēm jau ledus laikmeta beigās radās Kurzemes pussalas N gals un tagadējā Kolkas raga aizmetnis.

9. Leduslaikmeta beigu posms un ledus kušanas ūdeņu darbs.

Bez ledus ievērojamu lomu leduslaikmetā spēlēja arī ledus kušanas ūdeņi. Ne par velti leduslaikmeta nogulumu sēriju vēl tagad saucam par diluviju (lat. diluvium = plūdi), nosaukumā, kas paglabājies no tiem laikiem, kad visus šos nogulumus uzskatīja par pēdējo lielo pasaules plūdu sekām.

Leduslaikmeta beigās, ledum kūstot, radās milzīgi ūdens krājumi. Jau pa plaisām un alām ledū un zem tā kušanas ūdeņi traucās uz ledāja malu un pārplūdināja tā priekšzemē plašus apgabalus. No subglaciālām straumtēm zemledus tuneļos un alās ledus malas tuvumā nogulsņējās ūsi. No to pašu sublaciālo straumju izgraušanas darbības radās subglaciālās renes un ezeru virknes ar gaŗiem upjveidīgiem ezeriem. Bet vēl ievērojamāka bij straumju darbība ledus malā. Te tā sanesa un akumulēja morēnu pārskalošanas produktus —fluvioglaciālo granti, oļus un smiltis. Tā radās sandri. Rupjākais materiāls nogulsņējās tuvāk ledus malai, smalkākais jau rāmākos ūdeņos attālāk no tās. Pats smalkākais materiāls beidzot nogulsņējās kušanas ūdeņu nosprostotos ezeros.

Vispirmie, sākumā gan nelielie ūdens krājumi attīstījās kūstošo ledus blāķu starpās mūsu augstienēs jeb ledus sastrēgumu apgabalos, kur aprimušais ledus vispirms sāka kust. Augsti nosprostoti ledus krastos tie pamazām pieņēmas plašumā, līdz kamēr, ledum arvien vairāk atkāpjoties, radās notekas uz zemākām vietām. Tā augstieņu nomalēs radās dažas senlejas, kā piem. Āronas un Vietalvas senleja Vidzemes augstienes SE nomalē, Rēzeknes senleja Latgalē u. c. Stipri viļņaino morēnu pauguru starpās un iedobēs tomēr vēl palika daudzi morēnu ezeri un arī pēclepuslaikmeta upju tīklam šie morēnu sastrēgumu apgabali kļuva par ūdens šķirtnēm.

Kušanas ūdens notekas ledus malā. Tanīs vietās, kur ledus atkāpās sakarīgā frontē, kušanas ūdeņi plūda uz zemākām vietām bieži vien līdztekus ledus malai, ja vien tās priekšā pašās zemākās vietās neattīstījās pavisam lieli nosprostu ezeri, kā tas bija piem.

Zemgales un Lubānas līdzenumos. Tā, piem., Rīgas mēles malai atkāpjoties no Kurzemes augstienēm tās malā radās Abavas senleja, vispirms Bērzes-Abavas augšgala zars, tad Vašelejas zars un beidzot Slocenes-Abavas zars. Tāpat arī ledum atkāpjoties NW virzienā no Vidzemes augstienes, dažādās atkāpšanās stadijās pa atsevišķiem posmiem radās Gaujas senleja un tās atzari. Tomēr savu beidzamo izveidojumu šis senlejas gan ieguva nedaudz vēlāk, kad tās kalpoja par augsti nosprostoto kušanas ūdeņu ezeru notekām. Tā Gaujas senleja visā savā garumā no Valmieras līdz Inčukalnam kļuva par vienlaidu plašu leju tad, kad lielā Ziemeļvidzemes (Strenču-Valkas) baseina ūdeņi rāva noteku cauri atsevišķiem senleju posmiem uz Rīgas-Jelgavas zemāko baseinu. Šis Rīgas-Jelgavas baseins savukārt notecēja uz Usmas ezera un Ventas baseinu, dodams beidzamo modulējumu Abavas senlejai. Vispār mūsu senlejas ir veidojušās kā savienojumi jeb notekas starp dažādā augstumā nosprostotiem ledus kušanas ūdeņu baseiniem. Tā Pļaviņu-Daudzevas senleja ir Lubānas baseina savienojums ar Zemgales baseinu, Lielupes un Mūsas senleja gar Bausku savienoja Pasvalas baseinu ar Jelgavas u. t. t. Baseinu notecēšana pa senajām lejām leduslaikmeta beigās vispār notika virzienā no E uz W un pa daļai arī no S uz N — uz Baltijas jūras pusi.

Nosprostu ezeri un to nogulumu. Jau minēju, ka zemākās vietās ledus malas priekšā kušanas ūdeņi sastājās lielākos nosprostu baseinos un ledus mala ilgāku laiku kavēja šo baseinu noplūšanu. It sevišķi lieli šādi baseini radās mūsu lielos līdzenumos Zemgalē un Lubānas zemumā. Pateicoties tam apstāklim, ka šiem līdzenumiem jau leduslaikmeta beigās bija slīpums uz N un NE resp. ledus atkāpšanās virzienā, ledus mala, no ziemeļu puses barodama tos ar kušanas ūdeņiem, nosprostoja ūdeņus šais zemumos un pacēla līmeni lielā augstumā. Šinīs nosprostu ezeros nogulsņējās ledus kušanas ūdeņu duļķes un smalkākie materiāli, radīdami biezus kārtainā jeb slokšņu māla nogulumus, pa daļai arī bezakmeņu sedzēj-mālus un putekļsmitis.

Slokšņu māls sastāv no divējādām kārtiņām, kas pamīšus seko viena otrai: no gaišākas, parasti biezākas, rupjāka materiāla kārtiņas un otras tumšākas, smalkākas un plānākas. Vasarā, ledājam spēcīgāki kūstot, kušanas ūdeņi nesa nosprostu baseinā rupjāku, smilšaināku vielu, kas nogulsņējās baseina dibenā kā biežākā, gaišākā kārtiņa, turpretim ziemā, kad kušanas ūdeņu pieplūdums bija vājš nogulsņējās vissmalkākās duļķes, kas ilgāk pludoja ūdent. Tā radās plānākā un tumšākā kārtiņa no smalkākās vielas. Vasaras un ziemas



Slokšņu māla atsegums māla bedrē 3 km SE no Jelgavas. N. Delles uzī.

kārtnas kopā sastāda vienu varvi — t. i. viena gada nogulumu. Uz šī pamata tad arī kārtainos mālus var izlietot laika skaitīšanai ģeoloģijā (absolūtā ģeochronoloģijā).

Latvijā slokšņu māli visvairāk izplatīti Zemgales līdzenumā, kur ledājam nokūstot dažādās atkāpšanās stadijās viens pēc otra veidojās dažādi nosprostu baseini. Tie sastopami lielās platībās Vecmuižas un Tomes apkārtnē, vietām parādīdamies pašā zemes virskārtā, vietām paklādamies zem virsējām sedzošām smiltīm. Ļoti plašs šo mālu baseins ir Jelgavas apkārtnē. Līdzenuma dienvidu daļā tie iznāk tieši zemes virspusē un tālāk uz S pāriet ļoti auglīgā bezakmeņu sedzējmālā. Ziemeļdaļā tie atrodas zem smiltīm, kuŗu biezums pie Jelgavas ir ap 4 metri, bet uz Rīgas pusi vēl lielāks. Pašu kārtaino mālu biezums sasniedz 7 m. Dziļāk zem viņiem arvien novērojams akmeņainais morēnu māls.

Lieli slokšņu un bezakmeņu sedzējmāla krājumi atrodas arī Lubānas ledus mēles atkāpšanās rajonā. Te tos sastopam Augšzemē Biržu un Dignājas apkārtnē, tad Krustpils pagastā, plašā rajonā ap Līvāniem un Jerziku, uz N no Daugavpils un citur. Tāpat arī Lubānas klānos un apgabalā uz N un NW no Lubānas ezera tie viscaur sastopami, ja ne tieši zemes virspusē, tad zem nelielas smilšu kārtas. Arī še leduslaikmeta beigās pastāvējuši lieli kušanas ūdeņu ezeri.

Diezgan paprāvs slokšņu māla baseins izveidojies arī Ziemeļvidzemē — Gaujienas-Lejasciema ieplakā. Te slokšņu māls redzams

Gaujas krastu atsegumos posmā no Maijeniem lejpus Dūres muižas līdz Sikšņu muižai, kur krastos parādās dolomīti. Māla biežums ļoti ievērojams, vietām pat līdz 10 m. Vēl nav skaidrs, vai viss mālu krājums ir tieši pēdējo kušanas ūdeņu noguldīts vai radies kādā starpstadiālā laikā, jo vietām tam uzguļas virsū morēnmāla kārtas. Arī Valkas-Strenču baseinā zem smiltīm sastopami līdzīgi māli, kaut gan ar vājāk izteiktu kārtainību.

Kurzemē lielāki kušanas ūdeņu ezeri (vairākās stadijās) pastāvēja Ventas loba rajonā un Usmas ezera apkārtnē. Arī šē sastopam kārtainos bezakmeņu un slokšņu mālus, sevišķi Abavas lejasdaļas rajonā. Ventspils apkārtnē slokšņu māli guļ zemākā līmenī un uzurbti vairākos urbumos pašā Ventpilī apm. 3—5 m biežumā. Virs slokšņu māliem šē guļ jaunāki alluviāli (Ancila?) māli, kas bagāti gliemeņu u. c. atliekām.

Atsevišķi mazāki slokšņu māla baseini izkaisīti pa visu Latviju un radušies mazākos lokālos nosprostus ezeros. Tā, piem., Gaujas tuvumā Līgates pagastā šāds māls diezgan bieži sastopams kā tīruma zeme. Siguldas apkārtnē viņa krājumi diezgan lieli un te tos izmanto Turaidas ķieģeļu ceplis. Turaidā un Siguldā slokšņu māli atrodami apm. 60 m virs tagadējā Gaujas līmeņa. Tie acīmredzot radušies baseinu līčos vēl pirms Gaujas senlejas galīgās izveidošanās. Tas pats sakāms par slokšņu un bezakmeņu māliem Abavas senlejas un augstāko terrašu līčos.

Nesen slokšņu māls konstatēts arī Gaujas lejasgalā, rajonā ap Ilķēnu muižu un augšpus tās (J. S l e i n i s 1933. l p. 26), tāpat Vidzemes piekrastē ap Pēterupi u. citur.

Mūsu slokšņu māli satur diezgan daudz ogļskābā kaļķa (12—30%) un pēc sastāva tuvojas merģeļiem. Tos plaši izlieto ķieģeļu rūpniecībā, sevišķi Zemgales līdzenumā, tāpat arī cementa fabrikācijā, skābo zemju kaļķošanai u. t. t.

Atšķirībā no Somijas un Zviedrijas klasiski pazīstamiem slokšņu māliem, kas pa lielākai tiesai radušies ledāja malai atrodoties jūrā jeb sālā ūdenī, mūsu slokšņu māli pa lielākai daļai ir tipiski saldūdens nogulumu lokālos kušanas ūdeņu ezeros. Tāpēc arī to izmantošana absolūtai ģeochronoloģijai ir daudz sarežģītāka (M. S a u r a m o 1924.).

Dibinoties uz slokšņu māla gada kārtiņu skaitīšanu zviedru ģeologs D e G e e r's jau 1905. gadā izstrādāja metodi, kas ļauj izteikt absolūtos skaitļos ledus laikmeta beigu posma un pēcleduslaikmeta ilgumu. Ilgu gadu darbā, ar Stokholmas un Upsalas universitāšu studentu piepalīdzību viņam izdevās veikt pilnīgu gada kārtiņu sa-

skaitīšanu slokšņu mālos Zviedrijā, sākot no Skonijas dienvidos, pāri Viduszviedrijai līdz Ragundas ezeram Norrlandē, kur iegūtos skaitīšanas rezultātus tad varēja pieslēgt pēcleduslaikmeta chronoloģijai. Ar šīm skaitīšanām noskaidrojās, ka ledus atkāpšanās dienvidos notikusi daudz lēnāk, caurmērā 50 m gadā, bet uz ziemeļiem jau straujāk — līdz 300 m gadā. — Pieslēdzot šos skaitīšanas rezultātus pēcleduslaikmeta un vēsturiskai chronoloģijai, izrādījās, ka no tā laika, kad ledus sāka atkāpties no Skonijas, līdz mūsu dienām pagājuši apm. 14 000 gadi.

Līdzīgus geochronoloģiskus pētījumus Somijā izdarījis Sauramo (1918, 1923), saistot tos ar Zviedrijā iegūtiem rezultātiem, Pateicoties šiem pētījumiem abās šais ziemeļu zemēs ledus atkāpšanās gaita un pēcleduslaikmeta vēsture jau tik tālu noskaidrota, ka gandrīz katrai vietai var pateikt, priekš cik gadiem te atkāpusies pēdējā ledus sega. Protams, jo tālāk uz S un SE, jo šie skaitļi lielāki.

Tā kā Latvija atrodas attālāk no Ziemeļeiropas apledošanas centrālā apgabala, tad spriežot pēc zviedru un somu pētījumiem, ledus mala to atstājusi laika posmā priekš apm. 12.000 gadiem. Par Ļeningradas apkārtni, kas atrodas apmēram uz vienas un tās pašas vispārējās atkāpšanās līnijas kā Rīga, ir dati, ka ledus mala to atstājusi priekš 11.850 gadiem. Šo skaitli tad arī varētu pieņemt par aptuveno pēcleduslaikmeta ilgumu Rīgai.

Baltijas ledus ezers. Ledum pakāpeniski atkāpjoties no Latvijas, lokālie kušanas ūdeņu ezeri pakāpeniski notecēja — augstākie uz zemākiem. Kā baseinu notekas veidojās mūsu senlejas. Viens no pēdējiem lielākiem nosprostu baseiniem vēl ilgi pastāvēja Zengales līdzenumā. Tikai ledum jau pavisam atstājot Kolkas raga stūri, arī šis sprostu baseins varēja notecēt uz Baltijas jūras ieplaku. Vārdu sakot, ledus malai galīgi atkāpjoties no Latvijas, visi lokālo nosprostu ezeru ūdeņi saplūda plašajā Baltijas ieplakā un atejošās ledus malas priekšā radīja lielu kušanas ūdeņu baseinu — Baltijas ledus ezeru, ar augstu paceltu līmeni. Kaut arī ziemeļos tam nebija dabīga sauszemes krasta, bet tādu veidoja ledāja siena, tomēr tas uzskatāms par Baltijas jūras pirmo attīstības stadiju leduslaikmeta beigās. Šai saldūdens baseinā vēl peldēja no ledāja malas atlūzušie ledus kalni (aisbergi).

Kā liels nosprostu baseins vēl bez savienojuma ar Vācu jūru un okeānu, Baltijas ledus ezers savās dažādās attīstības stadijās (B I, B II, B III) pastāvēja visu laiku, kamēr ledājs atkāpās līdz Norvēģijas (Raen), Zviedrijas un Somijas (Salpausselkä) lielām gala morē-

nām. Tikai atkāpjoties no šīm pēdējām, ledājs atbrīvoja noteku pie Billinga kalna Zviedrijā („Billinga vārti“) un ezera līmenis diezgan strauji nokritās un izlīdzinājās ar jūras jeb okeāna līmeni. Pēc tam sākās sālsūdens ieplūšana Baltijas baseinā (Joldijas stadija). Nokrišanās notika gan vairākos paņēmienos, bet kopsummā līmenis pavisam pazeminājās par 75 m.

Šo notikumu un ledāja atkāpšanos no Salpausselku II gala mērēšanas mēs līdz ar G a m s'u (1931) skaitīsim par leduslaikmeta beigām, lai gan zviedri par šīm beigām un alluvija sākumu skaita to brīdi, kad ledājs Skandināvijas kalnos sadalījās 2 daļās un kad notecēja Ragundas nosprostu ezers (apm. 8700 g. atpakaļ).

Uz sauszemes pa to laiku jau sāka galīgi izveidoties tagadējais hidrografiskais tīkls.

10. Leduslaikmeta augu un dzīvnieku valsts.

Diluvālā leduslaikmeta bargais klimats, temperatūras pazemināšanās, nokrišņu pieņemšanās un ledāju attīstīšanās ievērojamā mērā atsaucās arī uz augu un dzīvnieku valsti. Lielam ledājam arvien tālāk izplatoties uz dienvidiem, siltākā priekšleduslaikmeta augu un dzīvnieku valsts pamazām atkāpās uz dienvidiem. Tās vietā ledus malas tuvumā ieviesās ziemeļnieciska, arktiska un boreāla augu un dzīvnieku sabiedrība. Protams, pašos apledojumu laikos, kad ledus sega nepārtraukti pārklāja plašus apgabalus, arī arktiskai florai un faunai šie apgabali kļuva neapdzīvojami, un ziemeļu formas varēja uzturēties tikai apledojuma nomales apgabalos, bet ledum atkāpjoties, katra leduslaikmeta beigās, tās atkal varēja virzīties ledus malai līdz uz ziemeļiem. Tā ledus malas priekšzemē, zināmā attālumā no tās arvien sekoja plaša arktiskās tundras josla ar raksturīgu ziemeļu faunu un floru. Starpleduslaikmetos, kad ledus tālu atkāpās ziemeļos, jau attīstījās arī siltāka klimata augu un dzīvnieku valsts, pie kam augu valsts vispārīgi daudz jūtīgāk atsaucās uz klimata maiņām nekā dzīvnieki.

Diluvija flora. Diluvija florā jāizšķir glaciālo un interglaciālo laikmetu flora. Apledojumu laikmetos ledus sega uz priekšu virzīdamās netikvien iznīcināja augu segu pašos apledotos apgabalos, bet ievērojami ietekmēja veģetāciju arī attālāk no ledus malas. Ledus malas tuvumā, kur valdīja polārs klimats, eksistēja vienīgi tipiska tundras veģetācija, kurā bez ķērpjiem un sūnām ietilpa arī daži raksturīgi pundurkrūmi un alpīnās floras pārstāvji. No pundurkrūmiem šai veģetācijā sevišķi raksturīgi: driāde (*Dryas octo-*

petala), polārkārkli (*Salix polaris*, *S. reticulata*) un pundurbērzs (*Betula nana*). Šo augu sabiedrību mēdz saukt par *Dryas-floru* un tās atliekas atrastas vairākās vietās Ziemeļ- un Viduseiropā.

Gandrīz visi *Dryas*-floras atradumi Skandināvijā, Baltijas zemēs un Ziemeļvācijā attiecas uz leduslaikmeta beigu posmu jeb t. s. pārejas laikmetu starp diluviju un alluviju. Visur *Dryas octopetala* sastopama arktiskas varietātes veidā ar sīkām lapiņām, tāpat kā tagad Spicbergenā, kamēr Alpos un Skotijā, kur šis augs sastopams samērā zemos platumos, tā lapas ir lielākas.

Latvijā ledus laikmeta beigu posma tundras augu atliekas atrastas vairākās vietās. Pie Olaines krogus, rokot grāvi 1903./04. g., tika atrastas ziemeļbrieža atliekas un virs tām saskālotā smilšu slānī arktisko augu atliekas ar *Dryas octopetala*, *Betula nana*, *B. pubescens* u. c. Daudz bagātākas *Dryas*-floras atliekas atrada 1897. gadā ģeologs E. T o l l ' s pie Tetelmindes, Lielupes labā krastā ap 6 km. augšpus Jelgavas. Arī te augu atliekas saturošā kārtā ir saskālotā smilts. Virs *Dryas*-kārtas ir smilšu uzkalniņš, bet blakus — melna māla kārtā ar koku atliekām no drusku vēlāka laikmeta. Atrastais augu atlieku slānis sugu dažādības ziņā ir reti bagāts. Tānī atrastas pavisam kādas 50 sugas (K. R. K u p f f e r ' s 1903, P. G a l e n i e k s 1926): lielā daudzumā driāde, pundurbērzs, septiņu kārkļu sugu atliekas, vairāki grīšļi (*Carex*), glīvenes (*Potamogeton*), miltenes (*Arctostaphylos*), meldri (*Scirpus*), spilvas (*Eriophorum*) u. c. Saskalojumu slānī, kas laikam radies *Dryas*-laika beigās, sastopamas arī priedes (*Pinus silvestris*) atliekas.

Daži no arktiskās *Dryas*-floras augiem mūsu apgabalā vēlākā laikā izzuduši, kā, piem., pati driāde, citi turpretim uzglabājušies, galvenā kārtā purvos, slapjās un vēsās vietās, kā t. s. reliktu jeb atlieku augi. Tā pundurbērzs sastopams vēl tagad vairākos mūsu purvos, sevišķi Latvijas ziemeļu daļā. Tāpat šur un tur vēl sastopams arī viens no ziemeļu kārkļiem (*Salix lapponum*). Arktiskā laikmeta atlieku augi pie mums ir arī lācenes (*Rubus chamaemorus*), vistenes (*Empetrum nigrum*), dzeltēnā akmeņlauzīte (*Saxifraga hirculus*), bezdelīgactiņas (*Primula farinosa*) un Alpu kreimule (*Pinguicula alpina*), kuņas vienīgā tagadējā atradne Latvijā ir Staburaga mitrā klinčs.

Leduslaikmetā un tā beigās lielākā attālumā no ledus malas arktiskā tundras veģetācija pakāpeniski pārgāja subarktisko stepju joslā, kur valdīja zālāji un sūnu sega ar nelieliem krūmiem, bet koku un mežu vēl nebija. Tikai pārejas laikmetam uz beigām ejot un ledum jau labi tālu atrodoties ziemeļos, mūsu apgabalā iecēloja pirmie koki. Tie bija vispirms purva jeb pūkainais bērzs (*Betula pubescens*) un

drusku vēlāk apse (*Populus tremula*). Labu laiku šie koki kopā ar dažām vītoli un kārklu sugām bija vienīgie mūsu mežu koki. Vēlāk viņiem pievienojās priede, nākdama no S un SE un ātri iekarodama mežos stāvokli. Bet ar to jau sākās pēcleduslaikmeta floras vēsture.

I n t e r g l a c i ā l o l a i k m e t u f l o r a vispār raksturojas ar daudz maigāka klimata augiem nekā glaciālā flora. Daudzas interglaciālos nogulumos atrodamās augu atliekas pat liecina, ka klimats starpleduslaiku vidējos posmos bijis labvēlīgāks un maigāks par tagadējo, pēcleduslaikmeta klimatu. Te jau sastop krāšņu ozolmežu atliekas ar ozolu, liepu, skabaržu, alkšņu, lazdu u. c. kokiem. Starp citu atrod arī ļoti daudz ūdens augus, starp tiem Eiropā tagad izmirušo ezerrozi *Brasenia purpurea*, kas tagad gan vēl dzīvo citās pasaules daļās, bet pēdējā leduslaikmetā bija plaši izplatīta arī Eiropā. Tāpat interglaciāliem nogulumiem raksturīgs tagad Eiropā izmiršanai pakļautais ezerrieksts (*Trapa natans*).

Pilnīgi uzglabātos interglaciālos nogulumos floras attīstības gājiens rāda nereti visas pārejas no arktiskās floras pāri subarktiskai un boreālai līdz atlantiskai un tad atkal, sakarā ar jauna leduslaikmeta tuvošanos, pretējā virzienā.

Par interglaciālā laikmeta augu atliekām Latvijā sk. 5. nodaļā.

Diluvija fauna. No diluviālā perioda dzīvnieku atliekām Latvijā atrastas gandrīz vienīgi jaunākā diluvija jeb pēdējā leduslaikmeta faunas atliekas. Ledus laikmeta dzīvnieki, starp kuriem ievērojamākie ir *m a m m u t s* (*Elephas primigenius*), *s p a l v a i n a i s d e g u n r a d z i s* (*Rhinoceros tichorhinus*), *m u s k u s a v ē r s i s* (*Ovibos moschatus*) un *z i e m e ļ b r i e d i s* (*Rangifer tarandus*), dzīvoja te vai nu īsi priekš pēdējā leduslaikmeta, vai visvairāk gan laikam šī leduslaikmeta atkāpšanās un beigu posmā. Diemžēl, par Latvijā atrastām diluviālo dzīvnieku atliekām daudzkārt trūkst noteiktāku ziņu par atrašanas apstākļiem un slāņiem, kuŗos tās sastaptas. Tās atrastas gan fluvio-glaciālos nogulumos, gan arī stipri apberztas un sadrumstalotas morēnā, kas liecina, ka ledus tās nesis lielāku vai mazāku gabalu. Pēdējā gadījumā tas norāda, ka attiecīgie dzīvnieki dzīvojuši jau priekš pēdējā leduslaikmeta. — Bez tam tās atrodamas arī pārgulsnētas jaunākos nogulumos, upju sanesumos u. t. t.

Še minēsim dažus svarīgākos ledus laikmeta dzīvnieku atlieku atradumus Latvijā (galvenā kārtā pēc *C. Grewingka* 1881 un *K. Grevé* 1909).

M a m m u t s (*Elephas primigenius*, Blmb.). Šis tagad izmirušais milzu dzīvnieks leduslaikmetā dzīvoja netikvien Eiropā un Āzijā, bet arī Ziemeļamerikā, kur tas tāpat raksturīgs jaunākam diluvijam kā

Eiropā. Spriežot pēc samērā bieži atrodamām atliekām, dažās vietās tas bija ļoti izplatīts. Pateicoties reti labi uzglabātām atliekām Sibīrijas ledū un diluviālo cilvēku zīmējumiem alu sienās, šis izmirušais milzis mums ļoti labi pazīstams. Tā, piem., mēs zinām, ka viņš bija apbalvots ar biezu rūsganu spalvu kažoku, kas to pasargāja no aukstuma. Eiropas mammutam bija uz priekšu un uz augšu vērsti ilknī.

Mammuta atliekas Latvijā atrastas netikvien leduslaikmeta nogulumos, diluviālā smiltī, grantī u. c., bet arī jaunākos nogulumos, upju sanesumos u. t. t. Vidzemē tās atrastas sekošās vietās: pie Burtņiekiem — ciskas kaula locītavas galviņa, pie Lādes muižas (Valmieras apr.) — 1846. gadā ilkņa fragments morēnmalā 29 collu dziļumā, pie Araišiem — dzerokļa zobs kādā grantsbedrē, pie Līgates — dzerokļa zoba fragments, pie Ogres — dzerokļzobs Ogres upes sanesumos, pie Meinhardmuižas — kreisā apakšējā dzerokļa fragments (1909), Taures pagastā Lodes muižas kapu kalna grantsbedrēs — dzerokļa zobs 4 asu dziļumā (1932) u. c. Zemgalē, Sesavas apkārtnē pie Gala muižas rijas akmeņainā morēnu mālā atrasts vesels ilknis, Kurzemē, Grobiņas apriņķī pie Krūtes — grantī 14 pēdu dziļumā ulna, Durbes novadā, kādā purvā netālu no Vecpils uz Tadaikņu pusi — lielāks mammuta kauls, kaulu atliekas pie Labraga u. c.

Spalvainais degunradzis (*Rhinoceros tichorhinus* Cuv.). Šī, arī tagad izmirušā mammuta laikabiedra atliekas Krievijā un Sibīrijā allaž atrodamas kopā ar mammuta atliekām. Latvijā 1861. gadā starp Lielvārdi un Rembati, Svenģes upītes krastos netālu no Daugavpils dzelzceļa morēnu mālā atrasts šī dzīvnieka augšējais stilba kauls apm. 14 pēdas dziļumā.

Ziemeļbriedis (*Rangifer tarandus* L.). Eiropas ziemeļu tundrā vēl tagad savā vaļā sastopamais ziemeļbriedis leduslaikmetā izplatījās līdz Dienvidfrancijai un bija tik raksturīgs jaunākā diluvija faunas elements, ka mēdz pat runāt par veselu ziemeļbriežu laikmetu leduslaikmeta beigās. Arī Latvijā tā atliekas, g. k. rāgi un galvas kausa fragmenti, bet nereti arī pilnīgāku skeletu atliekas, atrastas vairākās vietās: Vidzemē pie Vec- un Jaunķeipenes (skelets), Aumeisteres, Liezeres, Nītaures, Odzenes; Kurzemē un Zemgalē — pie Valgundes, Olaines (*Rangifer schwederi* Pohling rāgi un galvas kausi), nolaistajā Vīdeļ- jeb Dieviņezērā, pie Puzes un citur.

Muskusa vērsis (*Ovibos moschatus* R.). Šis pārnadžu dzīvnieks, kas pēc savas organizācijas stāv vidū starp govslapiem un aitu, tagad apdzīvo arktisko Ziemeļameriku un Grēnlandi, bet leduslaikmetā kopā ar ziemeļbriedi bija izplatīts tālu uz dienvidiem arī

Eiropā. Viņa nevisai drošas atliekas Latvijā minētas Riņņu kalna atradumos Burtnieku ezera krastos, bet jau drošākas atliekas — galvas kausi — izraktas Latvijai tuvos kaimiņos pie Vitebskas.

A l u l ā č a (*Ursus spelaeus*) un dažu citu Eiropas diluvijā diezgan bieži sastopamo leduslaikmeta dzīvnieku atliekas pie mums ļoti vāji pazīstamas.

Diluvija dzīvniekiem, kas gan dzīvojuši pie mums vēl alluvijā līdz pat vēsturiskiem laikiem, pieskaitāmi arī *t a u r s j e b u r s* (*Bos primigenius* Boj.) un *s ū b r s* (*Bison priscus* Ow), tāpat dažas *b r i e ž u* (*Cervus*) sugas u. c. To atliekas arī daudzkārt atrastas diluvija nogulumos.

Par *d i l u v i ā l o c i l v ē k u* eksistenci Latvijas teritorijā mūsu diluviālos nogulumos nav nekādu pēdu un arī mūsu alās līdz šim nav nekur uzietas kādas vecāko cilvēku pēdas vai lielāki diluviālo dzīvnieku atlieku krājumi.

B. Alluvijs.

Alluvijs nozīmē saskalojumus. Alluvija veidojumiem pieskaita visus nogulumus, kas radušies pēc leduslaikmeta beigām un rodas vēl tagad, t. i. ģeoloģiskā tagadnē.

Ziemeļeiropā alluvija laikmetu iedala vairākos posmos pēc tām pārmaiņām, kas notikušas Baltijas jūrā un tās piekrastu apgabalos sākot no leduslaikmeta beigām līdz mūsu dienām. Ciešā sakarā ar šīm ģeoloģiskām pārmaiņām notikušas arī klimata maiņas, uz kuŗu pamata savukārt izšķir vairākus periodus.

11. Baltijas jūras pēcleduslaikmeta vēsture un alluvija iedalījums.

Pēc jaunākiem zviedru, dāņu un somu ģeologu (g. k. pēc M. Sauramo 1934. u. c.) darbiem, Baltijas jūras vēsturi un līdz ar to visu Ziemeļeiropas alluviju tagad iedala sekošos attīstības posmos:

1. **Baltijas ledusezers** (B I, B II, B III — apm. līdz 8050. g. pr. Kr.)*).

* Chronoloģiski dati še doti pieturoties pie M. Sauramo (1934) un De Geer'a ģeochronoloģijas un pieņemot, ka ledāja sadalīšanās Skandināvijas kalnos notikusi ap 6800. gadu pr. Kr. (De Geer'a chronoloģijas ± 0 M. Sauramo + 1250. g.). Ja, turpretim, līdz ar Gams'u (1931) skaitam par pareizāku G. Bcoberg'a (1930) aplēsumu, pēc kuŗa šī sadalīšanās notika vēlāk, ap 6000. g. pr. Kr., tad dotie chronoloģiskie skaitļi samazinās par 800 gadiem.

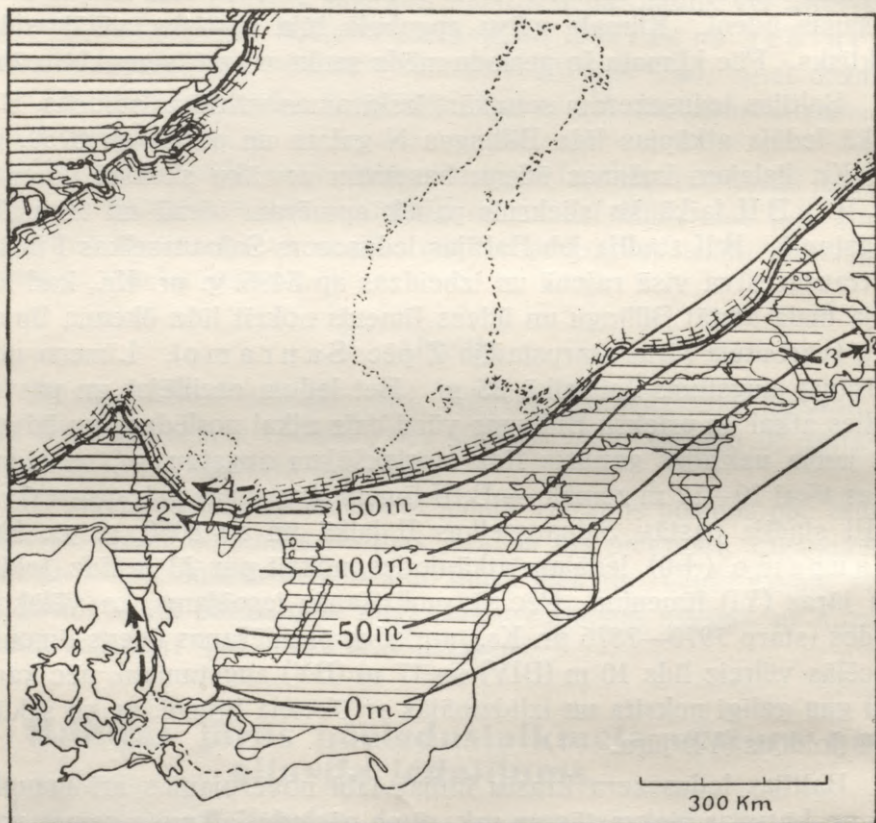
Par šī ezera izveidošanos jau minēts 103. lpp. Ja skaitam līdz ar G a m s'u (1931) ledāja atkāpšanos no Somijas Salpausselku II gala morēnas par alluvija sākumu, tad šī ezera periods vēl pieder leduslaikmeta beigu posmam.

Baltijas ledusezera laikā Dienvidzvidrija, Bornholma un Dānija bija sauszeme, kas, nepārtraukti saistīta ar Ziemeļvāciju, nošķīra Baltijas baseinu no okeana. Ledāja malas priekšā tanī krājās tikai kušanas ūdeņi. Klimats mūsu apgabalā bija arktisks, vēlāk subarktisks. Pēc klimata šo periodu mēdz saukt arī par senpreboreālo.

Baltijas ledusezeram savukārt izšķiramas vairākas stadijas. B I laikā ledājs atkāpjas līdz Billingas N galam un paveŗ ap 8750. g. pr. Kr. lielajam kušanas ūdeņu baseinam zemāku sliexsni notekai uz W. B II laikā šis sliexsnis paliek apmēram vienā un tai pašā augstumā. B II stadija jeb Baltijas ledusezers Salpausselkas I laikā ir transgresīva visā rajonā un izbeidzas ap 8485. g. pr. Kr., kad ledāja mala atstāj Billingu un ūdens līmenis nokrīt līdz okeana līmenim (varbūtēja jūras starpstadija Z pēc S a u r a m o). Līmeņa nokrišanās augstums šai laikā 25 m. Bet ledum oscillējot un pavirzoties atkal uz priekšu Billingas vārti drīz atkal noslēdzas un ūdens no jauna uzkrājas gandrīz līdz iepriekšējam augstumam, nostādamies tikai 10—12 m zemāk — B III līmenī, kas tāpat ir transgresīvs. B III stadija pastāv Salpausselkas II laikā un ap 8050. g. pr. Kr. (S a u r a m o (+0)), ledājam atkāpjoties, nokrīt par 23 m līdz Joldijas jūras (YI) līmenim. Pēc šīs nokrišanās iespējams, ka vēlākos gados (starp 7970—7876 pr. Kr.) no ledus oscillēšanas ūdens līmenis pacēlās vēlreiz līdz 10 m (BIV) un 17 m (BV) augstumam, pēc kam tad gan galīgi nokrita un izlīdzinājās ar okeana līmeni, ar ko sākās istā Joldijas (YI) jūra.

Baltijas ledusezera krastu līnijas labi novērojamas arī Igaunijas un Latvijas piekrastēs un sakarā ar pēcleduslaikmeta zemes pacelšanos paceltas dažādā augstumā virs tagadējā jūras līmeņa. Pagaidām pie mums vislabāk pazīstama B III krasta līnija, kuŗas gaitu Latvijas piekrastē noteicis W. R a m s a y's (1929). Tai pieder seno krastu kraujas pie Medzes un Kapsēdas Liepājas apkārtnē, pie Alsungas, Kurzemes Zilo kalnu krauja, senkrasts Kurzemes E piekrastē pie Plieņiem u. t. t. (sk. karti 92. lpp.). Arī Vidzemes piekrastē tā izveidojusi reljefā itin labi saskatāmu valni. Šī krasta krauja ir visaugstākā un vislabāk izveidota pie Medzes, Alsungas (stāvkrasts līdz 25 m augstumā) un Kurzemes Zilos kalnos. Krasta terrases pakāje tagad guļ pie Palangas ap 11 m, pie Rucavas 15 m, pie Medzes un Kapsēdas 17—18 m, pie Alsungas 21—22 m un Zilos

kalnos 38 m virs tagadējā jūras līmeņa, liecinot tādā veidā par spēcīgāku pēcloduslaikmeta zemes pacelšanos N un NW virzienā. No šī senkrasta uz jūras pusi izplešas plašs abrāzijas līdzenums, kurā vietām diluviālie nogulumi noskaloti līdz pat devona iežu pamatam, kā piem. pie Kapsēdas. Pa lielākai tiesai šai līdzenumā gan vēlāk uzsērēti jaunāki smilšu un citi nogulumi.



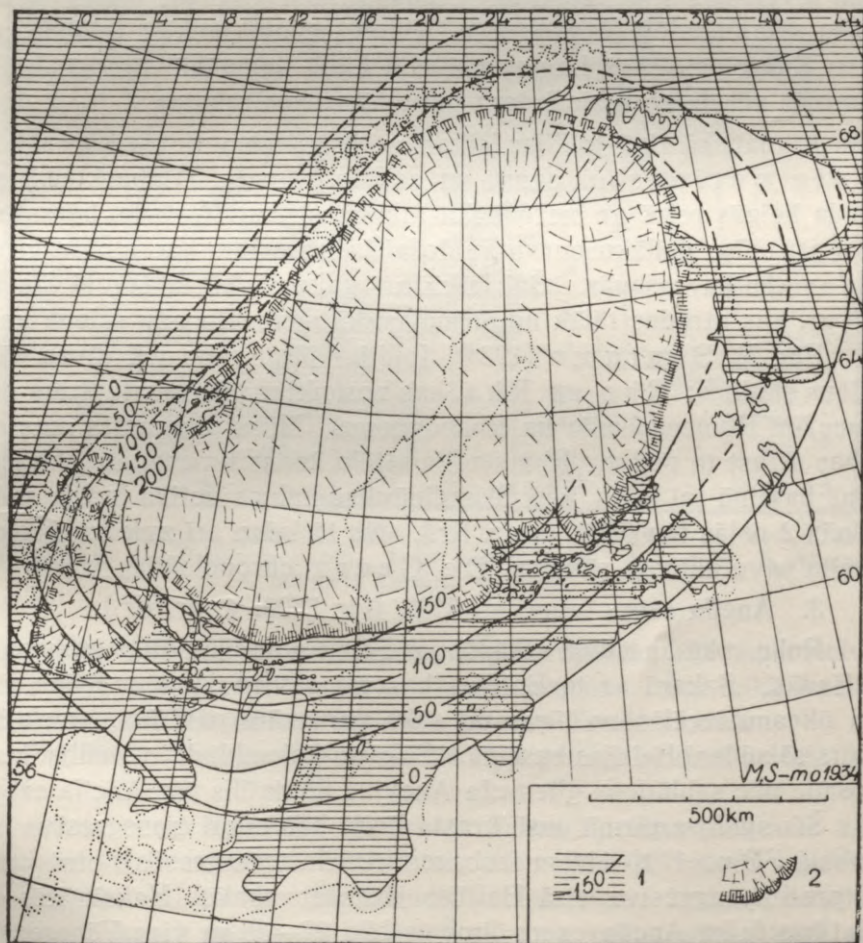
Baltijas ledus ezers ap 8800. g. pr. Kr. (Pēc M. Sauramo 1929.) Rievotā josla — ledāja mala, melnās līnijas — izobāzes, kas rāda krastu vēlākās pacelšanās apmērus.

Zemgales līdzenumu Baltijas ledusezers pārpludināja apmēram līdz Jelgavai un laimam nogulsnēja līdzenuma N daļā zem smiltīm plaši sastopamos gaišākos un smilšainākos slokšņu mālus, kas diskordanti uzguļ vecākiem brūnganiem lokālo ezeru slokšņu māliem. Šinīs jaunākos slokšņu mālos, kas atšķiņās arī pēc ķīmiskā sastāva, pie Valgundes jau senāk atrastas sama (*Silurus glanis*) atliekas un pēdējā laikā arī *Coregonus* skeleti un zviņas. Līdzīgi zivju atlieku atradumi analogos mālos pazīstami no Ļeņingradas apkārtnes, kur

pēc viņām Jakovļevs nosaucis attiecīgo Baltijas ledus ezera stadiju par Zivju ezeru.

2. Joldijas jūra (apm. no 7760—7530 g. pr. Kr.).

Ledājam atkāpjoties no Billingas vārtiem un Baltijas ledusezeram noplūstot un izlīdzinoties ar okeana līmeni, tagadējo Zviedrijas ezeru apgabalā radās savienojums ar Vācu jūru rietumos, pa kuŗu Baltijas baseinā sāka ieplūst sālsūdens un līdz ar viņu ieceļot arktiskā jūras gliemene *Yoldia (Portlandia) arctica*, kas šai stadijai devusi nosaukumu. Kopā ar šo gliemeni parādījās arī jūras kramalgas (diatomejas), sevišķi *Campylodiscus echineis* un citas. Stadijas īsā laika dēļ *Yoldia arctica* aizsniedza tikai Stokholmas apkārtni, kur tā arī atrodama Joldijas nogulumos, kamēr citur tā tajos nav



Joldijas jūra pēc M. Sauramo (1934). 1. Vēlākās krastu pacelšanās izobazes. 2. Ledāja mala.

pazīstama. Turpretim diatomejas nonāca līdz pat Somijas līcim. Jāpieņem, ka arī dažas vēl tagad Baltijas jūrā un Somijas ezeros sastopamās jūras reliktu formas ieceļoja šai laikā, kā piem. jūras vērsis (*Cottus quadricornis*), grēves (*Idothea entomon*) u. c.

Pēc S a u r a m o un citu pētījumiem Joldijas jūrai tomēr nebija tieša sakara ar Balto jūru un Ziemeļu ledusokeanu, kā to agrāk allaž mēdza pieņemt. Šāds savienojums gan pastāvēja priekš Joldijas laikiem.

Dibinoties uz krastu pētījumiem Somijā, S a u r a m o (1934) izšķir 3 Joldijas jūras stadijas: Y I, Y II, Y III. Aiz lielās ūdens nokrišanās pēc Baltijas ledusezera notecēšanas (no augstākiem B līmeņiem līdz Y I pavisam par 75 m) mūsu apgabalā šie Joldijas līmeņi gan izveidojās stipri zemi un Joldijas krastu josla pie mums meklējama zem tagadējā jūras līmeņa. Pilnīgi aplami meklēt Joldijas krastus Kurzemes Zilos kalnos vai citā kādā augstākā līmenī, kā to diemžēl vēl diezgan bieži dara pat zinātniskos rakstos.

Klimatiskā ziņā Joldijas laikam atbilst s u b a r k t i s k a i s k l i m a t a p e r i o d s ar sausu un aukstu klimatu. Subarktiskā perioda beigās reizē ar meža koku atkalieceļošanu (priede, bērzs) sākās arī mūsu dziļāko purvu veidošanās, straujāka ezeru aizaugšana un avotkalņu rašanās. Šai laikā arī galvenā kārtā izveidojās tās kāpas, kas atrodas tālāk no jūrmalas, kā piem. Ropažu rajonā un c.

Pēc M. S a u r a m o (1934), Joldijas jūrai seko vēl divas sālsūdens stadijas: R h o un R h a, kas nosauktas pēc raksturīgām diatomejām *Rhoicosphenia* un *Rhabdonema*. Mūsu piekrastēs maz cerības atrast to pēdas. Rha stadija attēlo ūdens līmeņa stāvokli Baltijas baseinā tai laikā, kad Skandināvijas kalnos notika ledāja sadalīšanās 2 daļās (ap 6800. g. pr. Kr.). No tā laika arī zviedru ģeologi skaita savu alluvija sākumu (D e G e e r ' a chronoloģijas \pm O).

3. **Ancila ezers** (apm. no 6550. līdz 5500. g. pr. Kr.).

Roku rokā ar ledāja atkāpšanos Fennoskandijā notika zemes pacelšanās. Sakarā ar to Baltijas baseina savienojums ar Vācu jūru un okeanu izcēlās no jūras un sāka pamazām pārtrūkt, neielaižot vairs sālsūdeni Baltijas baseinā. Sākās atkal saldūdens stadija, kuŗu nosauc pēc saldūdens gliemeža *Ancylus fluviatilis* par Ancila ezeru.

Šīs stadijas pirmā pusē krasta līnija bija stipri transgresīva apgabalā SE no 110—114 m izobazes (Ancila transgresija), otrā pusē, turpretim, regresīva visā Baltijas jūras apgabalā. Maksimālās izplatības laikā Ancila ezera līmenis bija 29—35 m virs Vēnereзера un toreizējā okeana līmeņa. Transgresijas laikā ezeram bija neliela noteka uz Vēnerezeru un tālāk uz jūru, bet ar sekojošo zemes



Ancila ezers vislielākās izplatības laikā. Pēc M. Sauramo (1934) 1. un 2. Krasta līniju vēlākās pacelšanās izobazes. 3. Iekšzemes ezeri. 4. Ledājs. 5. Akmens laikmeta kultūru izplatība.

pacelšanos, kas ziemeļos notika spēcīgāk, ūdenim bija jāpārvietojas uz dienvidiem, pārplūdinot tur jaunus rajonus. Šai laikā Ancila ezeram laikam bija noteka tagadējo Dānijas Zundu rajonā.

Pēc M. Sauramo (1934) Ancila transgresija beidzās ap 6200. g. pr. Kr.

Ancila ezera nogulumu un krasta līnijas Latvijas piekrastē vēl nav noteikti konstatētas, lai gan tās Ziemeļlatvijā varētu sagaidīt zem jaunākiem Litorinas transgresiju veidojumiem. Igaunijā turpētīm Ancila krasti pazīstami jau no Šmidta pētījumiem (1869), un krasta vaļņos tur arī atrasts Ancylus fluviatilis. Krasta vaļņi NW Igaunijā guļ 32—36 m augstumā.

Ancila laika klimata periodu sauc par b o r e ā l o. Klimats siltāks: siltas vasaras, mēreni aukstas ziemas, bet vēl joprojām sauss. Boreālais laikmets ir arī mūsu meža koku vairuma izplatīšanās sākums, tikai priede un bērzs jau bija izplatījušies iepriekšējā subarktiskajā periodā. Ezeros ūdens līmenis bija zems un ezeriem aizaugot sāka veidoties daudzi purvi. Avotkaļķu un līdzīgu nogulšņu rašanās tiek pārtraukta vai ierobežota. Kāpas kā piekrastes rajonā, tā arī iekšzemē paliek uz vietas.

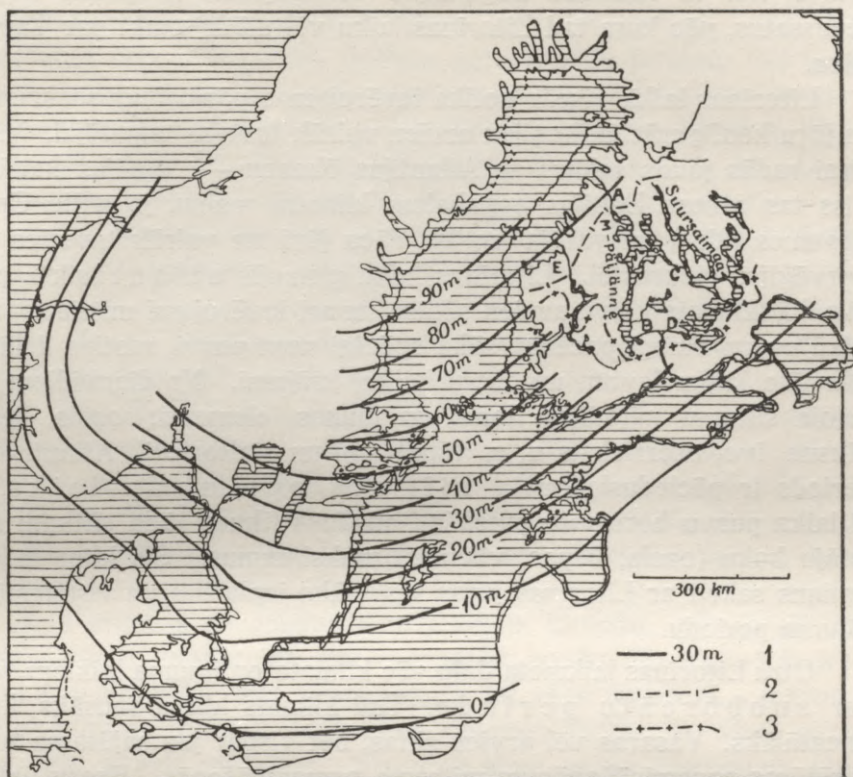
Ancila laika beigās ledājs Skandināvijas ziemeļos jau galīgi izkūst. Atbrīvotās kušanas ūdeņu masas vēl piedalās Baltijas baseina līmeņa pacelšanās.

4. Litorīnas jūra (no 5500. līdz 2000. g. pr. Kr.).

Fennoskandijas vidienei arvien vairāk turpinot celties Baltijas baseins sāka vairāk pārplūst dienvidus daļā, kur laikam notika grimšana un izveidojās savienojums Dānijas Zundos ar Vācu jūru. Pa šo savienojumu sākās okeana sāļā ūdens ieplūšana un Baltijas jūras apgabalā ieceloja Litorīnas fauna: gliemezis *Litorina litorea*, *Mytilus edulis*, *Tellina baltica*, *Cardium edule*, *Litorina rudis*. Parādījās arī sālsūdens kramalgas, starp tām raksturīgās *Mastogloia Braunii* un *Campylodiscus clypeus*. Pēdējām Litorīnas jūras robežu noteikšanā daudz svarīgāka nozīme nekā gliemju faunai, kas ieceloja lēnāk un dažus apgabalus, kā piem. Somijas liča daļu nemaz neaizsniedza.

Ar Litorīnas jūras izplatības pētīšanu tagad jau noskaidrojies, ka transgresija Litorīnas laikā norisinājusies nevis vienmērīgi, bet oscillējot, t. i. jūras līmenim vairākkārt svārstoties. Pirmā transgresija, ja neskaita *Mastogloia* robežu, vērojama vairāk ziemeļos un raksturojas ar kramalgu *Campylodiscus clypeus*, pēc kušanas arī nosaukta par *Clypeus-transgresiju*. Bez tām izšķiramas vēl 3 Litorīnas transgresijas: L I, L II un L III.

Ziemeļos vecāko stadiju krasti guļ augstāk par jaunākiem, dienvidos turpretim, sakarā ar spēcīgāku zemes pacelšanos ziemeļu apgabalos, vēlākās stadijas pārpludināja vecākās. Tāpēc arī Latvijas piekrastē jaunāko transgresiju veidojumi pārsedz vecākos. Šāda pārsegšanās sevišķi spilgti vērojama Rojas apkārtnē (S. Bucharts 1935, lpp. 44). „Tā, piem., Rojas augšgalā, krastā pie Velkumu pļavām redzama trīskārtēja ezeru nogulšņu (gitjas) atkārtotšanās. Šī vieta stāvējusi sakarā ar Ģipkas gitjas veidošanās vietu (P. Nomals 1930), kurai M. Galenieks (1928) pierādīja atlantisko vecumu. Šis ezers atkal, kā liekās, stāvējis sakarā ar bijušo Vidalezeru. Tāda paša tipa ezers bijis pie Upesgrīvas, kur Audu



Litorīnas jūra maksimālās izplatības laikā. Pēc M. Sauramo (1929).
 1. Izobazes, kas rāda krasta līniju vēlākās deformācijas. 2. Tagadējā ūdens šķirtne Somijā. 3. Litorīnas laika ūdens šķirtne.

māju laukos vēl tagad atrod daudz dzintara. Pie šī tipa pieskaitāms arī Engures ezers.“ Visi šie ezeri radušies pateicoties Litorīnas transgresiju krasta vaļņiem. Vēlākās transgresijās jūra gājusi pāri iepriekšējiem krastu veidojumiem, tos stipri izskalojot. Pēc tam, atkāpjoties tā atstājusi aiz krasta veidojumiem ūdens masas, kas pamazām pārvērtās saldūdens ezeros.

Mūsu Litorīnas nogulumos atrodamas augšā minēto mollusku atliekas: *Tellina baltica*, *Cardium edule*, *Mytilus*, bet pati *Litorina litorea* pagaidām atrasta tikai Engures ezera SE krastā un pie Ducumiem (7,7 m vjl.). Smilšu slāņi ar to pašu faunu (bez *Litorina*) pazīstami arī Lielupes labā krastā iepretim Bulliem (2 m vjl.).

Sevišķi liela jūras uzplūšana Litorīnas laikā notika Z. Vācijas piekrastē un te Litorīnas transgresija pārklājusi Ancila laika purvus, kā arī akmenslaikmeta cilvēku mītnes. — Litorīnas laika jūras transgresija vērojama arī Norvēģijas un Dānijas atlantiskajā pie-

krastē, kur to raksturo nogulumos dominējošais gliemezis *Tapes decussatus*, pēc kuŗa tad Litorīnas laiku vēl mēdz saukt par Tapes-laiku.

Litorīnas laikā vispār notika ievērojamas pārmaiņas sauszemes un jūru konfigurācijā, kas jau arvien vairāk tuvojas tagadējai. Vācu jūrai radās jauns sakars ar Atlantijas okeanu — Anglijas kanālis. Viss tas atnesa Baltijas apgabalam klimata maiņu, jo siltie Golfa straumes ūdeņi nu varēja ieplūst Vācu jūrā un vairāk tuvoties arī Norvēģijas piekrastei. Litorīnas laika pirmajā atlantiskā periodā klimats kļuva arvien siltāks un arī ievērojami mitrāks. Šai laikā ezeru līmeņi pacēlās, sāka spēcīgi augt purvi, rasties lielākie alluviālo kaļķu (avotu un ezeru kaļķu) krājumi. No dienvidiem ieceļoja siltumu mīļotājas floras un faunas elementi: ozols, liepa, vīksna, īve, ezerrieksts u. c., tāpat alņi un staltbrieži. Atlantiskais periods ir pēcleduslaikmeta klimata optimuma laiks, jo šī laika purvu horizontu putekšņu analīzes līknes rāda siltumu mīļotāju koku (ozola, liepas, vīksnas) maksimumus. Šis klimata optimums sakrīt ar Litorīnas jūras vislielāko izplatību un visaugstākā sāļuma periodu.

Otru Litorīnas laikmeta daļu pēc klimata optimuma laikiem sauc par subboreālo periodu. Tad klimats kļuva sausāks, kontinentālāks. Vasaras vēl arvien siltas, bet vispār jau sajūtama temperatūras pazemināšanās un mitruma pamazināšanās. Ezeru līmeņi krīt, samazinās arī avotkaļķu rašanās. Par subboreālā klimata sausumu liecina arī tā laika kūdras stiprākā sadalīšanās pakāpe, kas brīžam noiet līdz spilgti izteiktai rekurencvirsmi, tāpat arī egles subboreālais maksimums norāda uz zināmu kontinentālītāti, jo egle pēc recentā areāla ir noteikti kontinentāla klimata augs. Platlapju koki samazinās. Piekrastēs atkal pieņemās kāpu veidošanās un pārvietošanās.

5. **Pēclitorīnas jūra** (Limnejas un Mias jūra, no 2000 g. pr. Kr. līdz tagadnei).

Litorīnas laikmeta beigās savienojums ar Vācu jūru sāka palikt šaurāks un sāļssaturs Baltijas jūrā pazeminājās. Marīnā Litorīnas fauna sāka atkāpties uz baseina SW daļu, kur vēl bija sāļāks ūdens. Tur tā uzglabājusies pa daļai līdz tagadnei, bet dažas formas, kā piem. *Litorina litorea*, izzuda. To vietā Baltijas jūras baseinā ieviesās citas, vairāk atsaldinātam ūdenim raksturīgas formas, kā *Limnaea ovata f. baltica*, pēc kuŗas nākošo Baltijas jūras jauktūdens stadiju sauc par **Limnejas jūru**. Pēc tam, jau vēsturiskā laikā, no rietumiem ieceļoja samērā lielā gliemene *Mya arenaria*, vēl dažas

Limnaea sugas un visbeidzot Dreissensia polymorpha. Pēc Mya gliemenes nosauktā pēdējā Baltijas jūras stadija turpinās vēl tagad.

Latvijas piekrastē dažās vietās zem Litorīnas krasta vaļņiem atrodamas vēl kādas trīs zemāku uzplūdu robežas, kā piem. Rojas piekrastē starp Ilmatiem un Upesgrīvu, kur tās guļ 4,6, 3,2 un 1,7 metru absolūtā augstumā (S. B u c h a r t s 1935, lpp. 47).

Arī ģeoloģiskā tagadnē un vēsturiskā laikā Baltijas jūras krasti, kaut arī ļoti pamazām, turpina vēl joprojām mainīties un atrodas lēnā kustībā, kas gan konstatējama tikai ar ļoti precīziem mēriju-miem. Zemes pacelšanās kustība Baltijas jūras apgabalā notiek vēl tagad, un, tāpat kā senāk, ir spēcīgāka ziemeļu un ziemeļrietumu daļā. Pēc R. W i t t i n g'a (1918) Rīgas jūras līča rajons tagadnē atrodas tektoniskā miera stāvoklī vai ap Rīgu pat nedaudz grimst (apm. — 10 cm 100 gados), Kurzemes rietumu krasts nedaudz ceļas (+ 20 cm 100 gados), Ūlandu salu rajonā pacelšanās jau ir + 50 līdz 60 cm 100 gados, bet Botnijas līča ziemeļrietumu daļā + 1,1 m 100 gados.

Kas attiecas uz pēclitorīnas laikmeta klimatu, tad tas pirmajā posmā vēl ir subboreāls, bet tad pāriet subatlantiskā klimata periodā, kas raksturojams kā vēss un mitrs. Joprojām notiek siltumu mīlētāju lapu koku samazināšanās. To vietā pieņemas egle, priede un bērzs. Straujais sūnu purvu pieaugums, tāpat arī avotkalķu rašanās norāda uz mitruma pieaugšanu. Klimata apstākļi kļūst arvien līdzīgāki mūsdienu apstākļiem. — Daudzkārt izteiktie uzskati, ka pēdējos gadu simteņos klimats atkal tapis sausāks, vēl nav noteikti pierādīti, vismaz mūsu purvu pētījumos tie neatrod noteikta apstiprinājuma (M. G a l e n i e k s 1935).

12. Alluviālie nogulumi iekšzemē.

Ģeoloģiskos procesos arī alluvijā vēl arvien rodas jauni nogulumi gan no vecāku iežu drupām, gan arī pilnīgi no jauna. Kā visjaunākiem zemes virsējo kārtu veidojumiem tiem svarīga nozīme cilvēka dzīvē.

Smilšu nogulumi, piekrastes un iekšzemes kāpas. Jūras bangas un vējš piekrastēs veic ievērojamu ģeoloģisku darbu. Stāvkrastus jūra bangodama grauž nost, lēzenās vietās turpretim sērē smiltis un citus materiālus klāt. Rodas smilšu sēkļi un sēres, kas sevišķi no piekrastes rāgiem tālu iesniedzas jūrā un, pastāvīgi mainīdamies, aug arvien klāt (bīstamais Miķeļa sēklis N no Ovižiem, Kolkas raga sēklis u. c.). Tā kā pie mums pārsvarā SW-vēji, tad smilšu sērēšana gar jūrmaļu parasti notiek virzienā no dienvi-



Ceļojošā kāpa apdraud mežu Carnikavas apkārtņē.

diem uz ziemeļiem. Sēres, uz kuŗām vēlāk attīstās kāpas, dažreiz nošķir no jūras lielākas jomas. Tā radusies Kuršu joma aiz Kuršu kāpu joslas. Līdzīgā kārtā sērēm rodoties un krastam paceļoties alluviālā laikā no jūras nodalījušies Liepājas, Engures un citi mūsu piekrastes ezeri.

Ievērojamākiem alluviāliem veidojumiem piekrastē un arī iekšzemē pieder kāpas. Tās sadzen vējš no jūras izdzītām smiltīm vai arī no diluviālo sandru smiltājiem. Jaunākas vaļējas kāpas, starp tām arī ceļojošās, Latvijā plaši sastopamas Rīgas jūras līča dienvidu piekrastē lielo upju ieteku tuvumā. Gauja, Daugava un Lielupe ieskalo jūrā lielus daudzumus smilšu, ko jūra izmet krastā, vējš izžāvē un sāk putināt uz zemes pusi. Augstākās kustīgās kāpas atrodas Rīgas jūrmalā pie Buļļiem, Bolderajas, Vecāķiem, Langeciema, Carnikavas un Lilastes ezera apkaimē. Ceļodamas tās te vietām nodara lielu postu, apber mežus, pļavas un ciemus. Postošās darbības novēršanai izdara sistematiskus kāpu nostiprināšanas un apzeldināšanas darbus.

Ap Rīgas jūras līča dienvidus galu kāpas kārtotas vairākās līdztekus rindās. Pirmā virkne šķir Lielupi no jūras, otrā Babites ezeru no Lielupes, trešā, vēl vecākā, gandrīz viscaur apaugusē, stiepjas



Ceļojošā kāpa aizber meža ezeru uz N no Carnikavas.

aiz Babītes ezera un tai pieder piem. Ložmetēju kalns u. c. Rīgas—Jelgavas zemuma ziemeļu daļā, Ropažu un Inčukalna apkārtņē ap-
rimušas un apaugušas vecas kāpas sniedzas tālu iekšzemē. — Kā
Rīgas apkārtnes kāpu īpatnības B. D o s s min bieži sastopamās
rūsakmeņa (ortšteina) kārtas, osteokollus, fulgurītus, apbērtu kūdras
kārtu starpslāņus u. t. t.

Gar Kurzemes piekrasti no Palangas līdz Ovižiem stiepjas caur-
mērā divas līdztekus kāpu virknes, šad un tad arī pārtrūkstot, kur
krasts stāvs. Lielāku augstumu kāpas šai posmā sasniedz pie Ber-
nātiem dienvidos no Liepājas. No Ovižiem uz Kolkas raga pusi
kāpu aina sarežģītāka. Priedēm apaugušas, 1—15 m augstas tās
te virknējas līdztekus jūras krastam vairākās rindās, starp kurām
ieguļas dažus metrus platas ielejas, „vigas“. Kurzemes austrumu
un Vidzemes krastā lielāki smilšu daudzumi un kailas kāpas daudz
maz ievērojamākā lielumā sastopamas tikai ap upju grīvām.

Mazākos apmēros kāpas sastopamas arī dažu mūsu lielāko upju
ielejās, kā t. s. u p j u k ā p a s. Tās novērojamas piem. Gaujas ie-
lejā un arī Daugavas ielejā augšpus dolomītu rajona u. c.

Aprimušas un jau stipri apaugušas i e k š z e m e s k ā p a s, kas
sapūstas sausajos pēcleduslaikmeta periodos no diluviālo smilšu kla-



«Koku kapsēta» — kāpās iznīcināta meža atliekas Carnikavas apkārtnē.

jumiem, diezgan lielās platībās sastopamas ap Strenčiem, Lejasciem, Kurzemē starp Tomi un Baldoni, ap Taurkalni un citur.

Valējo vēja puteņsmilšu platību Latvijā rēķina ap 1300 ha, kopā ar pusapaugušām kāpām ap 3800 ha.

Upju sanesumi. Upju straumes nes izskaloto materiālu gan izšķīdušā veidā, gan arī kā sīkas suspendētas daļiņas. Jo spēcīgāka straume, jo vairāk vielas un rupjākas daļiņas tā spēj nest. Šis materiāls nogulstas pa daļai upju ieleju rāmākās vietās; sevišķi pavasarī plūdu laikā, kad upes iziet no krastiem, pārplūdinātās vietās sakrājas upju sanesumi un māla nogulumi, radot auglīgus līčus (upju alluvionus). Visvairāk materiāla upes tomēr nogulsnē lejasgalā un grīvā. Ieplūstot ezerā vai jūrā straume zaudē savu enerģiju un līdznestās daļiņas nosēžas. Tā rodas deltas ar raksturīgu slīpu slāņojumu, kas vērsts pret baseinu. Jo tālāk no grīvas, jo deltas materiāls smalkāks.

Pie mums viena no lielākām ir Daugavas un Lielupes kopējā delta Rīgas jūras līcī. Aplēsts, ka Daugava ik gadus ienes jūrā 1200—1500 milj. kg vielas. Lai uzturētu vajadzīgā dziļumā kuģniecības ceļu un ieeju Rīgas ostā, bagariem ik gadus jāizsmel no upes lejas gala un mutes milzīgs daudzums smilšu un citu alluviālu sanesumu.

Avotkalķi. Pamatūdeņiem cirkulējot pa kalķainām zemes kārtām (kalķakmeņiem, dolomītiem, morēnu mergēļiem) izšķīst daudz kalķa, kas avotos un pamatūdens izplūšanas vietās atkal nogulsņējas avotkalķu jeb kalķa tufa veidā. Ūdens šķīdumā kalķis ir bikarbonāta veidā — $\text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2$, bet izplūstot dienas gaismā, kur CO_2 atvadējas vai tiek atņemts no augiem, kalķis izkrīt kā monokarbonāts CaCO_3 . Avotkalķi parasti ir 1) *irdeni* ar blāvu lūzumu, poraini, mikroskopiski sīkgraudaini vai arī 2) *blīvi*, ar taukainu lūzumu, sacietējuši, graudaini un plāksnainu mikroskopisko struktūru, bieži ar kristallu drūzām. Blīvās pasugas sauc par *šūnakmeni*. Tīrākie Latvijas avotkalķi satur līdz 98% CaCO_3 un tikai nedaudz dzelzsavienojumu un citu piemaisījumu.

Sevišķi spēcīgi avotkalķu rašanās notika atlantiskajā periodā, kad radās paši lielākie krājumi. Ne mazāk spēcīgi tā turpinājās arī subatlantiskā periodā un kaut arī mazākā mērā notiek vēl joprojām tagadnē (Staburags u. c. vietas).

Vēl maz pētītas mūsu avotkalķu augu un dzīvnieku atliekas, inkrustas un nospiedumi, kas varētu dot ļoti svarīgas atziņas mūsu klimata vēsturei. Allažu avotkalķī sastopamas niedru, vālišu, grīšļu, doņu, dažādu sūnu, sevišķi Fontinalis antipyretica un Hypnum sugu inkrustas, tāpat dažādu dzīvnieku (taura, briežu u. c.) kauli. Cēsu apkārtnes un Imulas lejas avotkalķī skaisti lapu un skuju atspiedumi: viksnu, lazdu, bērza, priedes, kārklu un vītola. Sastop arī diezgan daudz gliemežu ķiguļus u. c. atliekas.

Prāvākie avotkalķu krājumi sastopami spēcīgāku pamatūdeņu iznākšanas joslās, sevišķi gar devona dolomītu un smilšakmeņu robežu. Lielākie no tiem Cēsu apr. Priekuļu pagasta Jaunzemju-Lībānu krājums, Allažu Pullēnu krājums ar reti labu, celtniecībai noderīgu šūnakmeni, kas tagad gan jau gandrīz pilnīgi izmantots (Brāļu kapu izbūvei u. t. t.), vairāki krājumi Kandavas pagastā u. c. Parastos krājumus avotainu nogāžu pakājēs sedz kūdra. Pavisam saldūdens kalķi, t. i. avotkalķi kopā ar ezeru kalķiem Latvijā līdz šim konstatēti ap 200 vietās, lai gan lielākā daļa krājumu ir samērā nelieli (Rozenšteins un Lancmanis 1924, 1928). Par avotkalķu izlietāšanu sk. nodaļu par Latvijas derīgiem izrakteņiem.

Ezeru un purvu nogulumu. No alluviāliem nogulumiem ezeros un stāvošos ūdeņos ievērojamākie ir ezerkalķi, mergēļi un glūdas un sapropelis jeb gītja.

Ezerkalķi rodas no kalķus uzkrājošo organismu atliekām, galvenā kārtā no algām (Chara u. c.) un kalķainu gliemežu čauliņām, kas sakrājas ezeru dibenā kopā ar dažiem anorganiskiem kalķu un

māla daļiņu nogulumiem. Svaigā veidā ezerkaļķis ir pelēka vai tumša putrainaina masa ar trūdvielu piejaukumu. Izzāvējot tas parasti kļūst balts, līdzīgs irdenam krītam (ezeru krīts), trūdvielas sairst un izzūd. Mūsu ezeru kaļķi vidēji satur 80—90% CaCO_3 un 3—5% trūdvielu. Ezerkaļķus ar lielāku glūdas vai māla piejaukumu sauc par ezera merģeļiem. Ezeriem aizaugot vai pāraugot kaļķi vai merģeļi paliek zem kūdras kārtām (purvu kaļķi, pļavu kaļķi un merģeļi). Šādi, parasti kūdras segti ezerkaļķu krājumi izkaisīti pa visu Latviju (Rozenšteins un Lancmanis 1928), to apmēri un lielums gan ļoti dažādi. Vislielākais ir Zentenes Lieknas krājums Balgales Vecmuižas fonda pļavās, apm. 10 km no Kandavas stacijas. Ezerkaļķu tilpums te aplēsts uz 700.000 kbm. Ezerkaļķus tāpat kā avotkaļķus plaši izmanto zemes kaļķošānai, cementa rūpniecībā u. c.

Sapropelis ir tumša, pelēka vai iedzeltēna receļaina dūņu masa, kas rodas stāvošu ūdeņu dibenā no fito- un zoolanktona atliekām ar eļļas un taukvielu saturu. Ik gadus veģetācijas periodam izbeidzoties gandrīz visi planktona organismi aiziet bojā un to atliekas sakrājas ūdens dibenā biežā kārtā. Latvijas aizaugušo ezeru dibenā sapropeļa slāņi ir vairāk metrus biezi, Kapierī piem. līdz 5 m. Jau daudz blīvāks sapropelis sastopams visos tanīs purvos, kas cēlušies no aizaugušiem ūdeņiem. Šādus vienīgi organiskas dabas nogulumus sastopam tikai sūnu purvos, kuŗu krasti un arī dibens noklāti augu segu. Bet parasti ezeru ūdens satur arī suspendētas minerālvielas, kas sastāv no kaļķa savienojumiem un māla duļķēm. Šīs minerālvielas nogulsņējas kopā ar planktona organismu atliekām un piejaucas organiskiem nogulumiem. Ja minerālvielu piejaukums sastāda vismaz pusi no masas vai vairāk, tad tādus nogulumus sauc par sapropelītu. Latvijas purvos šādi slāņi zem kūdras ir līdz 2 m biezi, piem. Nidas purvā pie Papes ciema 2,5 m, aprakts atlantiskā sapropelita slānis pie Ģipkas ciema ap 2 m u. t. t.

Sapropelīm un pa daļai arī kūdras cellulozes atliekām sadaloties zem rūgšanas procesu darbības attīstas purvu gāze, kuŗas galvenā sastāvdaļa ir metāns. Šī gāze burbuļu veidā atdalās gandrīz no visiem sapropeļa un purvu nogulumiem, ja pēdējos maisa vai citādi mēchaniski aizkaŗ. Aizdedzināta purvu gāze deg ar gaišu liesmu. Lielāks purvu gāzes izplūdums novērots 1832. g. ar sapropeli bagātajā Dzirnu ezerā Carnikavas apkārtņē. Ar purvu gāzes attīstību no sapropeļa izskaidrojama arī nelielas kūdras saliņas periodiska pacelšanās un nogrimšana Ilziņu ezerā pie Vestienas. Siltās vasarās, gāzei sakrājoties zem nogremdētas kūdras velēnām,

pēdējās tiek celtas uz augšu, turas kādu laiku virs ūdens, bet rudens pusē, gāzes attīstībai pārtraucoties vai samazinoties, saplok un nogrimst atkal dibenā.

Purva gāze Latvijā vairākkārt uzurbta arī vecākos, dziļākos alluvija slāņos, kas satur organiskas vielas. Tā Rīgā un Ventspilī no vairākiem urbumiem gāze plūdusi dienām un nedēļām ilgi, tā ka to pat varēja izmantot dedzināšanai, motoru dzīšanai un citām vajadzībām.

Par Latvijas purviem un kūdras nogulumiem, kas aizņem pavisam 9,2% no mūsu valsts kopplatības, sk. atsevišķu nodaļu šīs grāmatas otrajā sējumā.

Purvu un velēnu rūda. Daudzos purvos un mitrās pļavās zem velēnu kārtas sastopami rūsgani dzelzs nogulumi irdenā vai pikaini sacementētā veidā, vietām pat kā diezgan plaši izplatītas cietas kārtas. Tā purvu, velēnu jeb pļavu rūda, kas rodas pamatūdeņiem izšķīdinot no pamatiežiem dzelzs savienojumus un nogulsņējot tos zemes virspuses tuvumā, g. k. pateicoties dzelzs baktēriju bioloģiskai darbībai. It sevišķi mitrās smilšainās pļavās, ja tur iznāk zemes virskārtā pamatūdeņi ar augstāku ogļskābās dzelzs saturu, šāda rūda sastopama atsevišķu vai sacementētu graudiņu veidā zirņa vai rieksta lielumā. Pļavu rūdu nedrīkst sajaukt ar podzolētu augsnu sacietējušo rūsakmeni jeb ortšteinu. Pēdējais arvien sastopams zināmā dziļumā un satur daudz smiltis, kamēr rūda ir tīrāka, lai gan arī bez dzelzoksīdiem ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) satur vēl mangānu, fosfātus, organiskas vielas un citus piemaisījumus. — Irdenās zemjainās rūdas pasugas dzeltēnā vai brūni-dzeltēnā krāsā sauc par okeru jeb okera zemi.

Purvu un velēnu rūdas Latvijā sastopamas diezgan bieži, tomēr rūdu krājumi nav lieli un tos izmantot tagadējos apstākļos neatmaksājas. Turpretim hercoga Jēkaba laikā Kurzemē pastāvējuši vairāki dzelzsceplī, kas līdz ar ievesto rūdu lielā mērā izmantojuši dzelzs iegūšanai arī vietējo purvu rūdu.

Purvu rūdai līdzīga ezeru rūda Latvijā pēc C. Grewingka sastopama sīkos graudos Burtnieku ezera dibenā. Līdzīga rūda pēdējos gados atrasta arī Rīgas jūras līča dibenā Mērsraga piekrastē un citur.

Literatūra.

Vecākās literatūras norādījumi, kas šai sarakstā nav minēti, atrodami C. Grewingk'a (1879), K. R. Kupffer'a (1911) un H. Hausen'a (1913) darbos.

Bucharts, S., 1935. Kvartārie veidojumi Talsu novadā. Talsu novads. Enciklopēdisks rakstu krājums. I. Rīgā, lpp. 17—50.

Doss, B., 1895a. Die geologische Natur der Kanger im Rigaschen Kreise. Festschr. d. Naturforschervereins zu Riga.

Doss, B., 1895b. Über die Asar von St. Matthiä in Livland. Korr. Bl. d. Naturforscherver. zu Riga, XXXVIII.

Doss, B., 1895c. Zur Geologie der Jungfernhofschen Seen. Turpat.

Doss, B., 1896a. Über das Vorkommen von Drumlins in Livland. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. XLVIII.

Doss, B., 1896b. Über einige Besonderheiten bei Dünen aus Rigas weiterer Umgebung. Korr. Bl. XXXIX.

Doss, B., 1908. Über die geologischen Aufschlüsse einiger Tiefbohrungen in Windau. Turpat LI.

Doss, B., 1910. Über das Vorkommen einer Endmoräne sowie von Drumlins, Asar und Bänderton im nördl. Lithauen. Centr. Bl. f. Mineralogie Nr. 22.

Dreimanis, A., 1935. Šļūdoņa spiediena radītās iežu deformācijas Daugavas kreisajā krastā augšpus Doles salas. Rīgā.

Eskola, P., 1933. Tausend Geschiebe aus Lettland. Annales Acad. Scient. Fennicae, ser. 17 Bd. XXXIX, Nr. 5 Helsinki.

Galenieks, M., 1935. Latvijas purvu un mežu attīstība pēcduslaikmetā. L. U. Raksti, Lauks. fak. sērija II, 20. lpp. 581—632.

Galenieks, P., 1925. Interglaciāls kūdras slānis pie Dēseles Lejniekiem Kurzemē. Latv. Univ. Raksti 12, lpp. 565—580.

Galenieks, P., 1926a. Jauni pētījumi par Tetelmindes fosilo floru. Acta horti botanici Univ. Latv. I. lpp. 7—12.

Galenieks, P., 1926b. The Interglacial Flora of Krāslava. Turpat I, lpp. 179—194.

Gams, H., 1929. Die Geschichte der Ostsee. Intern. Revue d. Hydrobiol. u. Hydrographie. Bd. 22 H. ¾.

Gams, H., 1931. Neue Beiträge zur Geschichte der Ostsee. Turpat, Bd. 26, H. ½.

Grewingk, C., 1861. Geologie von Liv- und Kurland. Archiv d. Naturkunde, ser. I, Dorpat.

Grewingk, C., 1879. Erläuterungen zur zweiten Ausgabe der geognostischen Karte Liv-, Est- und Kurlands. Dorpat, Archiv f. Naturkunde, ser. I, Bd. VIII.

Gūtmanis, M., 1926. Jauni dati Daugavas ielejas ģeoloģijā. Techniskais žurnāls, Rīgā, lpp. 358—359.

Hausen, H., 1913a. Materialien zur Kenntnis der pleistozänen Bildungen in den russischen Ostseeländern. Fennia 34 Nr. 2, Helsingfors.

Hausen, H., 1913b. Über die Entwicklung der Oberflächenformen in den russischen Ostseeländern. Fennia 34 Nr. 3, Helsingfors.

Hausen, H., 1922. Zur Frage der Bewegungsrichtungen des abschmelzenden Landeises im Ostbaltikum. Centrbl. f. Min., lpp. 83—85.

Kraus, E., 1928. Tertiär und Quartär des Ostbaltikums. „Die Kriegsschauplätze 1914—1918 geologisch dargestellt“ H. 10 I, Berlin.

Kraus, E., 1934. Über die Geschiebe in Lettland. Zeitschr. f. Geschiebeforschung, Bd. X, H. II.

Kraus, E., 1935. Die Quartärunterfläche in Lettland (Studien z. ostbalt. Geologie XVIII). Manuskripts.

Kupffer, K. R., 1911. Baltische Landeskunde. Riga.

Lancmanis, Z., 1923. Pa Liedes kalnu strēķi. Izglītības Min. Mēnešraksts 1923, Nr. 7 un 8.

Lancmanis - Līdumnieks, 1926. Mārupes Terešķu grantskosa. Daba 3, lpp. 10—14.

Lancmanis, Z., 1927. Izvēles metodes mēģinājums Latvijas kvartera kartēšanā. Techn. Žurnāls 15/16.

Lancmanis, Z., 1934. Viesītes grantskosas. „Daba un Zinātne“ Nr. 4 un 5, lpp. 114—118 un 154—155. Rīgā.

Mellis, O., 1928. Über das Vorkommen von Helsinkitgeschiebe in Lettland. Zeitschr. f. Geschiebeforschung IV, lpp. 145—150.

Mellis, O., 1930. Par kristallisko laukakmeņu pētišanu Latvijā. Ģeogrāfiski Raksti II, Rīgā, lpp. 111—117.

Nomals, P., 1930. Gitijas nogulumi pie Ģipkas. L. U. Raksti, Lauks. fak. sēr. I, 4. Rīgā.

Nomals, P., 1933. Sārnates purvrūda. Ekonomists Nr. 24.

Philipp, H., 1921. Beitrag zur Kenntnis des Endmoränenverlaufs im östlichen Baltikum. Neues Jahrb. f. Min. 1921 II, lpp. 9—33.

Philipp, H., 1923. Glazialgeologische Aufnahmen im Ostbaltikum. Entgegnung an H. Hausen. Centralb. f. Mineralogie, lpp. 82—83.

Ramsay, W., 1929. Niveauverschiebungen, eisgestaute Seen und Rezession des Inlandeises in Estland. Fennia 52, Nr. 2, Helsinki.

Rozenšteins, E. un Lancmanis, Z., 1924. Latvijas avotkalķi. Rīgā.

Rozenšteins, E. un Lancmanis, Z., 1928. Latvijas saldūdeņu kalķi. Rīgā.

Sauramo, M., 1925. Über die Bändertone in den Ostbaltischen Ländern vom geochronologischen Standpunkt. Fennia 45, Nr. 6. Helsinki.

Sauramo, M., 1929. The Quarternary Geology of Finland. Bull. de la Comm. Géol. de Finlande Nr. 86. Helsinki.

Sauramo, M., 1934. Zur spätquartären Geschichte der Ostsee. Vorläufige Mitteilung. Bull. de la Comm. Geol. de Finlande Nr. 104, lpp. 28—87. Helsinki.

Sleinis, I., 1933. Kvartārs Gaujas baseinā. Raksti par Gauju, Rīgā, lpp. 8—27.

Sleinis, I., 1935. Kurzemes virsas veidošanās kvartārā. Raksti par Kurzemi, Rīgā, lpp. 7—40.

Sleinis, I., 1935. Vidzemes centrālās augstienes morēnas. Ģeogrāfiski Raksti V.

Toll, E., 1898. Geologische Forschungen im Gebiete der kurländischen Aa. Sitzber. d. Naturf. Ges. Dorpat XII, I, lpp. 1—33.

Vītiņš, J., 1924. Latvijas smiltis un smilts zemes. Rīgā, Zemk. Min. Mežu dep. izdevums.

Vītiņš, J., 1927. Zemes mācība. Rīgā, Mežu dep. izd.

Vītiņš, J., 1929. Novērojumi Liepājas-Glūdas dzelzceļa izrakumos.

Weymarn, C., 1930. Zur physischen Landesnatur Lettgallens. Zeitschr. f. Geomorphologie Bd. V, 1930, lpp. 167—200.

Wolstedt, P., 1929. Das Eiszeitalter. Berlin.

Zāns, V., 1933. Ūsi un citi dīluviālie veidojumi Limbažu apkārtnē. Ģeografiski Raksti III un IV (1933), Rīgā.

Zāns, V., 1933. Kvartārie veidojumi Liepājas apkārtnē. Turpat.

Zāns, V., 1935. Snorāju ūss Dobeles apkārtnē un Zemgales līdzenuma malas josla. Raksti par Kurzemi, Rīgā, lpp. 73—82.

Zāns, V., 1935. Glaciālās skrambas un frikcijas parādības Latvijas pamatiežos. Ģeografiski Raksti, V, Rīgā.

Zāns, V., 1935. Der Rückzug des letzten pleistozänen Inlandeises aus Lettland (Manuskripts).

Zāns, V., 1935. Daži dziļākie zemes urbumi Latvijā. Daba un Zinātne, 1935. g. gāj. Nr. 4.

Latvijas reljefs.

Latvijas reljefa veidošanās. Virsas ziņā Latvija pieder Eiropas ziemeļaustrumu zemes garozas nesakrōkotai platformai, kur pēc senlaiku ēras nav norisinājušies lieli kalnu celšanās procesi. Te gan senlaiku, gan jaunlaiku ēras slāņi saguldīti samērā horizontāli. Eiropas rietumu un dienvidu daļā, turpretī, vareni tektoniski procesi darbojušies arī samērā jaunos zemes garozas vēstures laikos. Tur zemes garoza salauzīta blāķu blāķos un vietām sakrōkota augstos kalnos. Robeža starp šīm nevienādi veidotām zemes garozas joslām stiepjas no Zviedrijas dienvidu gala uz augstienēm Polijas dienvidos. Rietumos no šīs līnijas guļ minētās Polijas augstienes un Karpati, bet austrumos — Polijas ziemeļaustrumu daļa, Baltijas valstis, Ziemeļaustrumu Krievija un Skandināvijas masīvs. Tiesa, šisniecīgais Ziemeļeiropas kontinenta kodols savās atsevišķās daļās ir pārdzīvojis lēnas svārstības ir senlaiku, ir jaunlaiku ērā: platām joslām tam virsū transgredējusi jūra un atkal kāpusies atpakaļ; jūras un sauszemes laikmetos nogulušies slāņi, kas tagad pārklāj vecāko granīta un gneisa zemes garozas daļu. Domājams, ka Ziemeļeiropas masīvs ilgajos gadu miljonos netika pasargāts galīgi no tektonisko spēku darbības, jo te tomēr novērojami nelieli krōkojumi, kas palīdz izveidot Ziemeļeiropā līdzenumus un augstienes.

Lielie kalnu celšanās procesi rietumos dažādos ģeoloģiskos laikmetos varēja atbalsoties Eiropas ziemeļrietumos ar nelieliem zemes garozas viļņojumiem. Lai gan šie krōkojumi ir ļoti lēzeni, tomēr tie jāņem vērā arī pie mūsu reljefa lielformu veidošanās, jo mūsu augstienes ir samērā zemas, un te apakšējo slāņu kumpumiem ir liela nozīme. Tas jāpasvīt, jo agrākos mūsu reljefa aprakstos šo krōkojumu loma pārāk notušēta; tāpēc agrāk par mūsu reljefa veidotājiem minēja parasti tikai ledāja morēnas.



Dēliņkalns (Apukalna—Alūksnes augstienē). V. Upiša uzj.



Liedes kalni pie Jaungulbenes.

Vai apakšējo slāņu kumpumu veidošanās mūsu zemē notikusi arī samērā nesena pagātnē, ledāja laikmetā? To ģeologi, kas piedalās Latvijas pētīšanā, nenoliedz, bet domu starpības ir tajā jautājumā, kādi faktori veidojuši šos pirmsleduslaikmeta virsas seglus: vieni uzsver ledāja joslu nevienādu spiedienu, otri — zemes dziļuma tektoniskos spēkus. Sevišķi tektonikas nozīmi virsas veidojumos ledus laikmetā Prūsijas un Baltijas valšķu apgabalā ir uzsvēris bijušais L. ūniv. prof. E. Krauss. Pēc viņa domām, visu Latvijas augstieņu apakšējais pamats pacelts minētā laikmetā tektonisku procesu ceļā. Pret šo jauno uzskatu ģeologu saime izturas vēl kritiski, un jānogaida, kas no E. Krausa galvenā domu kodola ar laiku izkristalizēsies par paliekamu vērtību.

Liels skulptors Latvijas virsai ir bijis ledājs, ne tikai pārklādam pirmskvartāro virsu ar morēnu kārtu, bet vietām pats ārdīdam devona slāņus, padziļinādam plašos līdzenumus, noēvelēdam paaugstinājumus un izdoddam cietajos iežos dziļas ielejas un gravas.

Pēc ledāja aiziešanas svarīgs faktors virsas veidošanā ir bijis zemes virsas lēna celšanās un grimšana Latvijas piekrastes joslā.

Piekrastes joslā Baltijas jūra, sākot ar Baltijas ledusezeru, dažādās stadijās vietām noārdījusi augšējos slāņus lielās, platās joslās, atstādama tikai lielus akmeņu sablīvējumus jūrmalas zemienē un augstas seno krastu kraujas. Ļoti plašos apmēros jūrmalas zemienē sastop senos smilšu un grants krasta vaļņus, ko jūra atkāpjoties noguldījusi vairākām joslām. Liela nozīme Latvijas reljefa sīkākā skulptūrā pēc ledāja morēnu segas noguldīšanas ir arī ledāja kušanas ūdeņu nosprostu ezeriem un straumēm, kas, izraudami senlejas, aizpludināja ūdeni uz tālākām, zemākām vietām. Pēc ledus kušanas ūdeņu noskriešanas sāka darboties upju tīkls, veidodams upju lejas un gravas. Nav jāaizmirst arī vēja darbība jūras piekrastē un ledāja atstātos smiltājos, kur tagad daudzās vietās paceļas kāpas gan jūras tuvumā, gan tālu no krasta sauszemē. Arī augu valsts piedalījies Latvijas virsas uzbūvē, noguldīdama purvos biezu kūdras slāņus.

Latvijas virsas dižiformas sakarā ar apkārtnes apgabaliem. Iedarbojoties visiem minētiem faktoriem, izveidojusies virsa ne tikai Latvijā, bet arī kaimiņu valstīs visapkārt Latvijai. Apskatot mūsu kaimiņu zemes virsu ziemeļos un dienvidos un arī Krievijas daļu, kas vērsta pret rietumiem, tur varam vērot divus lielākus virsas sliekšņus, kuriem visā visumā ir virziens vai nu no dienvidiem uz ziemeļiem, vai no SW uz NE.

Tālāk no Baltijas jūras stiepjas Viduskrievijas augstiene, kuŗas virsotņu absolūtais augstums pārsniedz 300 m. Šī augstiene mums svarīga ar to, ka te ieguldīts Daugavas sākuma baseins.

Tuvāk jūrai guļ Baltijas ezeru augstiene, kuŗai raksturīga liela ezeru bagātība. Šī uzkalnu grēda sākas jau Jitlandes pussalā, ienāk arī Latvijā un pilda ar augstiem pauguriem valsts teritorijas austrumu daļu. Savā garajā ceļā šī augstiene iet pār Rītpūsijas dienvidu daļu. Starp Nemunu un Daugavu Baltijas ezeru augstiene zarojas vairākos žuburos. Viena daļa iekļaujas Lietuvas austrumu daļā un rada mūsu kaimiņu Augštaitiju; tās turpinājums tad arī ienāk Latvijā. Šo turpinājumu varam nosaukt par Austrumlatvijas augstieni.

Otrs zars kā Baltkrievijas augstiene ieiet Krievijā, kur Minskas apkārtņē sasniedz 350 m augstumu. Arī Rītpūsijā un Polijas Pomorānijā atsevišķas virsotnes pārsniedz 300 m augstumu. Baltijas ezeru augstienes rietumu nozarojums izbeidzas mūsu Latgalē. Šinī galā starp Baltijas ezeru augstieni un Viduskrievijas augstieni plešas Veļikajas baseina līdzenums, kuŗā nolaižas vairākas mūsu Latgales upes. Šī līdzenuma turpinājums ir Pliskavas un Peipus ezers.

Jau Rītpūsijā starp Baltijas ezeru grēdu un jūru novietojas dažas izolētas augstienes. Tādas sastopam arī Lietuvā un Latvijā. Lietuvā, netālu no Latvijas robežas, no Baltijas ezeru grēdas nozarojas Saukas-Pļaviņu pauguraine; tā savienojas ar Vidzemes centrālo augstieni pie Pļaviņām; Gulbenes sliekšnis pievieno šo augstieni Apukalna-Alūksnes augstienei. Te grēda vēl nebeidzas, bet turpinās tālāk Igaunijā ar Hāna augstieni. Starp Austrumlatvijas un nupat minēto augstieņu grēdu iegulies Lubānas līdzenums. Tuvāk jūrai paceļas Žemaitijas un Kursas augstienes, kuŗām arī visumā meridionāls virziens. Žemaitijas un Rietumkursas augstiene saistās savā starpā ar seglveidīgu ieliekumu. Žemaitijas un Kursas augstieņu grēdai austrumos plešas Nevežas-Zemgales līdzenums. Arī Baltijas valšķu piejūras joslu klāj līdzenums.

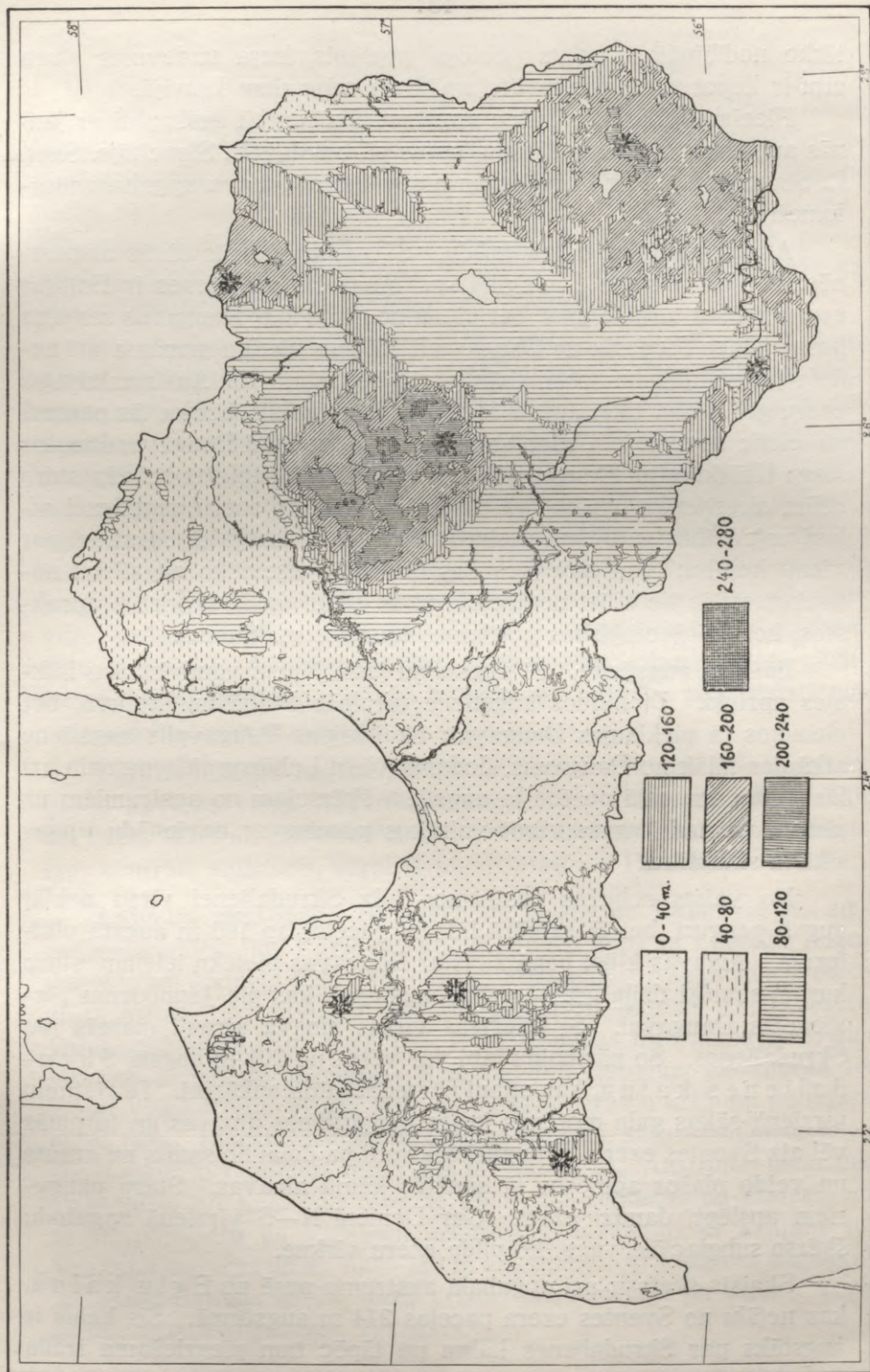
Tāds ir Latvijas augstieņu un līdzenumu novietojums sakarā ar attiecīgām virsas dižformām Austrumeiropas rietumu joslā, zīmējot virsas formas lielās kontūrās. Apskatot Latvijas virsu plašāk, radīsies sīkāks virsas sadalījums.

Latvijas virsas pētīšana. Parasti ģeografijā par augstieni sauc

apgabalu, kas paceļas augstāk par 200 m virs jūras līmeņa. Latvijā pāri šai robežai paceļas tikai 2,65% no visas teritorijas. Ja pieņemtu šo dēfinīciju arī Latvijas teritorijai, tad gandrīz visi Latvijas apgabali būtu jāpieskaita zemienēm. Tāpēc Latvijā par augstieni var uzskatīt apgabalus, kuŗu absolūtais augstums ir virs 120 m. Tādi apgabali aizņem 24,2% no Latvijas platības. Šim uzskatam var atrast pamatojumu ne tikai virsas formu izplatībā, bet arī citās īpatnībās, jo šī augstuma robeža ļoti ērti ļauj sadalīt Latvijas virsas augstumus atsevišķās augstienēs.

Latvijas teritorijas vidējais augstums ir 88,88 m (G. Ramanis). Jāuzsver, ka Latvijas dižformas apskatišu no morfografiskā un ģenetiskā viedokļa, neņemot vērā šinī gadījumā tā sauktos reģionus, kuŗos ietelp arī saimniecības un citi elementi. Tā, piem., augstieņu apgabalus var iedalīt vienā reģionā, ja virsas augstumu starpība nav liela, bet vienādi ir citi faktori, kas ietelp reģiona jēdzienā, bet šo augstieņu dažādā izveidošanās var prasīt sadalījumu atsevišķās augstienēs. Līdzenumu, kuŗš morfometriski ir viena vienība, var arī sadalīt vairākos reģionos, ja saimniecības apstākļu ziņā starp atsevišķām daļām liela starpība. Visā visumā virsas sadalījums lielformās tomēr var stipri saskanēt ar reģioniem, jo virsas formas faktors ir arī viens no galveniem reģiona jēdzienā.

Latvijas patstāvības laikā daudz darīts mūsu dzimtenes virsas pētīšanā. Lieli nopelni te mūsu armijas stāba ģeodēzijas-topografijas daļai, L. ūniv. ģeografijas un ģeoloģijas institūtiem. Armijas stāba topografiskā daļa izdevusi kartes ar mērogiem 1 : 75000, 1 : 400000, 1 : 200000. kuŗās ņemti vērā jaunāko triangulāciju dati. Latvijas ūniv. ģeografijas institūta darbinieki publicējuši vairākus darbus Latvijas virsas morfometrijā (sk. literatūras sarakstu). Izdevies lauzt veco paradumu augstieņu un līdzenumu aprakstus ietilpināt tikai valsts viena administratīva apgabala robežās. Sakarā ar to pārkārtoti augstieņu un līdzenumu nosaukumi, lai gan šos nosaukumus nevar vēl uzskatīt par galīgi izveidotiem. Latvijas ūniversitātes ģeol. institūts sekmīgi vāc datus, kas raksturo mūsu dzimtenes pirmskvartāro virsu. Šīs pirmskvartārās virsas pazīšana visos sīkumos varēs dot pareizāku ainu par mūsu augstieņu un līdzenumu tapšanas gaitām. Sevišķi svarīga loma Latvijas virsas pazīšanai pieder ģeoloģijas nozarei, kas pētī ledāja morēnu segu. Tā noskaidro gala morēnu paugurainos apgabalus un līdzienās pamatmorēnu joslas, tā konstatē ūsus, drumliņus, senlejas un smiltājus, vārdu sakot, tā pētī visu to, kas tik svarīgs, lai pazītu sīkāk mūsu dzimtenes virsas skulptūru un arī lai saprastu virsas dižformu izcelšanos. Daudz Latvijas virsas noskaidrošanā nākotnē varēs dot



Latvijas reljefa karte pēc L. Slaucītāja. Mērogs 1:2.500.000.

tikko nodibinātais valsts ģeologa postenis, kuŗa uzdevums starp citu ir kopot ziņas par ievērojamākiem urbumiem Latvijā.

Piezīme. Latvijas kalnu augstumi šinī darbā saskaņoti ar jaunās augstumu sistēmas datiem, kuŗus pārbaudījis L. Slaucītājs. Skat. L. Slaucītājs. „Par Latvijas un atsevišķo augstumu apgabalu morfometriju“.

Austrumlatvijas ezeru grēda. Šī grēda sadalās divās augstienēs: *Ilūkstes* un *Latgales*. Abas šīs augstienes ir Baltijas ezeru grēdas turpinājums, bet vienu no otras šķir Daugavas senlejas posms starp Piedruju un Daugavpili, lai gan vietām manāma arī neliela pazeminājuma josla abās pusēs senlejai. Ka Austrumlatvijas ezeru grēda nav tikai augsts ledāju uzbērts valnis, bet ka tās pamatā guļ cietie devona ieži, rāda smilšakmens atsegumi Daugavas krastos starp Krāslavu un Daugavpili. Samērā šaurā senlejas robeža starp abām augstienēm un kopīga piederība Baltijas ezeru augstienei atļauj vajadzības gadījumā uzskatīt Ilūkstes un Latgales augstieni par vienu kopību; tikai nav jācenšas iznīcināt atsevišķo augstieņu nosaukumus, jo tie kļūst nepieciešami ne tikai plašākos virsas aprakstos, bet arī ģeoloģiskos pētījumos un citos gadījumos.

Ilūkstes augstiene. Šī augstumu josla ieņem gandrīz visu Ilūkstes apriņķi. Dienvidos augstiene turpinās Polijā un Lietuvā, bet ziemeļos tā piekļaujas Daugavai; tikai leļpus Daugavpils augstiene atkāļpas tālāk no Daugavas, dodama vietu Lubānas līdzenumam arī Daugavas kreisajā pusē. Ja augstieni šķērsojam no austrumiem uz rietumiem, tad varam vērot vairākus posmus ar nevienādu virsas sīkāku skulptūru.

No valsts robežas austrumos līdz Skrudalienei virsu neklāj augsti pauguri, bet tā samērā līdzeni paceļas ap 160 m augstā platformā. Ainavas kļūst bagātākas ar Daugavas pieteku ieleļām, starp kuŗām sevišķi dziļa grāva ir Salienes upei, kas pie Jaunbornas pievienojas Daugavai. Šī mierīgās virsas ainava strauļi mainās pie Skrudalienes. Šo pārmaiņu labi var vērot no 201 m augstā *Skrudalienes kalna*, kas atļauj pārredzēt tālu apkārtni. Te rietumu virzienā sākas gala morēnas joslas paugurainas ainavas un turpinās vēl aiz Sventes ezera. Pauguri sakļauti pa daļai no smilts un grants un veido plašos apmēros tā sauktās ķēmu ainavas. Starp pauguriem apslēpti daudzi ezeri. Gar Demeni N—S virzienā apgabalu šķērso subglaciāla vaga, ko pilda ezeru virkne.

Skaists skats ir arī apgabala austrumu pusē no *Eļļu kalna*, kas netālu no Sventes ezera paceļas 214 m augstumā. Šis kalns ir augstāks par Skrudalienes kalnu un tāpēc tam piegriēzama izcila

vērība skolās, mācot Ilūkstes augstieni. (Kā jaunumu pirmo reizi ģeografiskā literatūrā šo kalnu min „Jaunā zinātnieka“ — Daugavā).

Uz rietumiem no Sventes ezera kalniem augstieni šķērso plata senleja, kas sevišķi paplašinās, pievienodamās Daugavas lejai starp Jaunsventi un Ilūksti. Šo senleju izmanto dzelzceļa stiga, lai pār-kāptu augstienes muguru un ieietu Lietuvā. Aiz šīs Ilūkstes senlejas augstiene turpinās pāri Bebrenei un Asarei, bet noplok, nesasniegusi Aknīsti. Tāpat tā noplok no 160 m augstās platformas uz 100 m Lubānas līdzenumā, Daugavas kreisajā pusē.

Šīs augstienes Ilūkstes-Asares posms ir ūdensšķirtne starp Daugavas un Lielupes baseinu. Aknīstes ieplaka atšķel Ilūkstes augstieni no Saukas-Pļaviņu grēdas. Tā kā Ilūkstes-Asares posms guļ Lubānas līdzenumam dienvidos, tad šī līdzenuma ledāja mēle noguldījusi augstienē gala morēnas paugurus; tāpēc arī šim posmam nemierīga virsa. Paugurainās virsas ainavās raksturīga ir subglaciāla vaga gar Subatu un Asari, kurā ieguldīti ezeri un arī Dobes upe, kas pieder Lielupes baseinam. Ilūkstes-Asares posma piekāpē stiepjas senleja, pa kuŗu savā vidus posmā tek Dviete. Augstie pauguri, dziļas vagas un senlejas padara Ilūkstes augstienes rietumu daļu jo krāšņā. Aknīstes ieplakā senāk ledāja kušanas ūdeņi gāzušies pa senlejām kā pa lieliem vārtiem no Latvijas pāri augstienes mugurai Lietuvas teritorijā.

Parasti Ilūkstes augstieni kopā ar Saukas-Pļaviņu gala morēnas grēdu apvieno vienā Augšzemes augstienē. Ģenētiskā ziņā labāk šīs daļas šķirt un Saukas-Pļaviņu grēdu apskatīt sakarā ar Vidzemes centrālo augstieni, kuŗai tā pievienojas pie Pļaviņām.

Latgales augstiene. Šī augstiene plešas no Daugavas uz ziemeļiem gandrīz līdz Kārsavai, kur tā saplūst kopā ar Lubānas līdzenumu, kam ziemeļu daļā 110—130 m augstums. Augstienei ir piecstūra forma. Ar savu pamatni šis piecstūris balstās uz Daugavu; vidus paplašinās ir uz Krievijas, ir uz Lubānas līdzenuma pusi; austrumos augstiene iesniedzas Krievijā, bet rietumos tās robeža līkumo Višķu-Preiļu-Vilāņu joslā ar diezgan strauju kritumu uz līdzenuma pusi. Piecstūra virsotnes malas tuvojas, sašaurinādamas augstieni ziemeļu smailumā dienvidos no Kārsavas. Austrumu mala sāk attālināties no Krievijas robežas apmēram ziemeļos no Zilupes, un te starp robežu un augstieni iespraužas līdzenums ar kritumu uz Veļikajas baseinu un ar 100—120 m augstumu. Ar Latgales augstieni izbeidzas Baltijas garās ezeru grēdas ziemeļu gals un saplūst kopā ar līdzenumu augstienes ziemeļos.

Latgales augstiene noklāta plašos apmēros gala morēnu pauguru joslām dažādos virzienos, jo šie pauguri noguldīti gan ledāja mēles galā, gan malās. Sevišķi bagāta gala morēnas joslām ir augstienes centrālā daļa. Šis centrālais paugurainais apgabals dienvidos ierobežots ar Sīvera un Višķu ezera joslu, bet ziemeļos robežu varam novilkt pa Ludzu un Sakstigalu. Daži pauguru puduri sastopami arī ārpus šī četrstūra robežām, tā, piem., uz ziemeļiem no Krāslavas un uz austrumiem no Nerzas ezera. Vispār augstienes dienvidu daļa ziemeļos no Daugavas līdz minētam četrstūrim ir samērā līdzena; dienvidaustrumu pierobežas joslā stiepjas gala morēnas valnis 1,5 km platumā. Ap 20 km garumā šis valnis iet gar robežu Krievijas pusē, nākdams no dienvidrietumiem; tad tas pārnāk Latvijas pusē pie Šķaunes un turpinās ziemeļaustrumu virzienā līdz Meikšāniem, kur sākas un turpina vaļņa virzienu 4 km garš un 30 m augsts ūss.

Latgales augstākie kalni sagrupējušies Rēznas ezera tuvumā. Te Lielais Liepkalns (289 m), Mazais Liepkalns (266 m) un Volkenbergs (248 m). Ar L. Liepkalna augstumu Latgales augstiene ieņem otro vietu pēc V. c. augstienes (Gaiziņš 310 m). Bet ar 161. m vidējo augstumu tai pieder tikai trešā vieta. Tā kā L. Liepkalns paceļas stipri augstāk par nemierīgo apkārtni, tad no tā virsotnes atklājas ļoti skaists skats uz pauguru viļņu jūru, kas nozūd apvāršņa zilgmē; redzams arī Rēznas ezera ūdens spogulis.

Gala morēnu pauguru virknējumus Latgales augstienē labi varam saprast, ja pieņemam, ka tos noguldījusi patstāvīga Latgales augstienes ledāja mēle ar centru ap Rēznas ezeru. Tad kļūst skaidrs, kāpēc šī ezera dienvidos pauguru virknējumos ir W—E virziens — tur bijis mēles gals; ezera rietumos ir NW—SE svītrojums un austrumos NE—SW, tur sākušies mēles sāni.

Latgales augstiene ir viena no tām Baltijas ezeru grēdas daļām, kuŗa sevišķi attaisno ezeru grēdas nosaukumu. Kā ievērojamākie jāmin Rēznas, Rušānu, Sīvera un citi. Latgales ezeri bieži zarojas starp morēnu pauguriem žuburu žuburos un kopā ar šiem uzkalniem auž ļoti krāšņas virsas ainavas.

Ar skaistām ezeru ainavām var labi iepazīties no 211 m augstā Sauleskalna, kas guļ ārpus Rēznas ezera grupas ap 10 km uz ziemeļiem no Krāslavas. Interesantu svītrojumu paugurainās ainavās rada ezeru savirknējumi subglaciālās vagās. Viena tāda vaga ar ezeru virkni sākas Sīvera ezeram austrumos ar Ižuņu ezeru un beidzas pie Rosicas Krievijā. Otra vaga sākas austrumos Rušānu ezeram ar Ilzas ezeru un beidzas ar Akras ezeru pie Maslavas. Vagu

virziens ir NW—SE. Virknē var savērt arī ezerus, kas stiepjas starp Ciriša ezeru un Sīvera ezera rietumu galu. Radniecīgi šim sublāciālām vagām ir Latgales augstienes senleju veidojumi, kas kā dziļas, platas dobes iezīmētas reljefā. Tā senleja pavada Rēzeknes upi garā gabalā leļpus Rēzeknes; lejas platums ap 1 km. Tāds pats platums ir apmēram Zilupes senlejai, kas stiepjas no Zilupes dienvidu virzienā līdz Zaļesjes muižai. Ledāja kušanas ūdeņu zīmēta leja ir arī Sarjankas pietekas Asūnīcas augšgalam un Maltas pietekai — Baldai.

Latgales augstiene ar savām ezeru tvertnēm ir liels rezervuārs Daugavas baseina pietekām. Tā kā augstienei ir vairāki slīpumi, tad arī šis Daugavas baseina upes tek dažādos virzienos. Augstienes mazāko daļu, kurai slīpums uz ziemeļaustrumiem, atūdeņo Veļikajas baseina upes. Tā šī augstiene ir ievērojama ūdensšķirtne mūsu upēm.

Lubānas līdzenums. Šis līdzenums plešas ne tikai ap Lubānas ezeru, bet arī daudz tālāk uz dienvidiem un ziemeļiem no tā. Dienvidos līdzenums sākas netālu no Lietuvas robežas, pie Aknīstes, un stiepjas uz ziemeļiem ap 180 km garumā līdz Igaunijas un Krievijas robežai; te tas neizbeidzas, bet Pliskavas ezera virzienā saplūst ar Veļikajas baseina līdzenumu. Izņemot šo pret Pliskavas ezeru atvērto ziemeļu galu, līdzenumu no visām pusēm ietveļ augstienes. Šis augstienes arī nosaka līdzenuma vispārīgo virzienu: no SW uz NE.

Dienvidrietumos līdzenumam aizgulusies priekšā Bebreņes gala morēnas josla, rietumos to norobežo Saukas-Plaviņu pauguraine, Vidzemes centrālā un Apukalna-Alūksnes augstiene, bet austrumos paceļas Austrumlatvijas ezeru grēda.

Ņemot vērā Lubānas līdzenuma lielo garumu, tā atsevišķās daļās nav vienādā augstumā virs jūras līmeņa un atšķiras ar savu virsas sīkāku skulptūru. Tā Lubāna ezera līmenis ir ap 93 m. v. j. l., bet ziemeļaustrumu daļā līdzenuma absolūtais augstums ir 110—130 m. Paaugstinājumu sliekšņu trūkst tikai centrālajā daļā, ap Lubānas ezeru, kur skats var tālu pārrēdzēt plašo līdzenumu. Citās līdzenuma joslās to šķērso dažādos virzienos nelielas paaugstinājumu muguras, kas paceļas vietām ap 30 m virs apkārtnes un aizsedz plašāku apvārsni. Nevar uzskatīt visu Lubānas līdzenumu aprakstītās robežās par vienu lielu ledāja nosprostu ezera dibenu ar smilts nogulām.

Līdzenumu vietām klāj arī morēnmāls un pārskalotais bezakmeņainais māls. Daudzās vietās morēnu sega nav bieža, un upju

krastos atsedzas devona slāņi, piem., Daugavas gultnē lejpus Jerzikas, vairākās vietās Aiviekstē. Skaistus atsegumus dod Krievijas pierobežas upes. Nosprostu ezeru ietekmi līdzenuma virsā var konstatēt tikai tā atsevišķās daļās. Tā kādreiz bijuši nosprostu baseini līdzenuma daļā, kas plešas no Daugavas kreisā krasta uz dienvidiem līdz Aknīstei. Viss šis apgabals nav vienmuļš līdzenums. Te līdzenumu šķērso paaugstināts morēnu sliksnis (trūkst vēl pētījumu, kurās daļās tās pamatmorēna, kurās — gala morēna), kas stiepjas lokveidīgi no Jēkabpils pāri Biržiem un Zasai. Šis sliksnis vietām pārsniedz 120 m v. j. l. Abās pusēs gan šim sliksnim plešas smilšaini līdzenumi. Sīkākī virsas viļņojumi no apkārtējām augstienēm nav redzami, jo abas daļas klāj mežu zaļums. M. Susejas baseinā zem smiltīm sastop slokšņu mālu, kas liecina par nosprostu ezera darbību, nogulsņējot šo mālu. Lubānas līdzenuma mežiem klāto dienvidu daļu var tālu pārredzēt no O r m a ņ u k a l n a, pie Saukas ezera.

Līdzenuma daļai starp Daugavu un Lubānas ezeru ļoti mazs kritums uz Daugavas pusi un uz Lubānas ezera pusi. Virsas nelieli viļņojumi te radījuši plašus purvainus apgabalus. Tā vesela rinda purvu ir gar Latgales augstienes pamali; tie pavada līdzenumu ar nelieliem pārtraukumiem līdz pašai Daugavai. Daugavas tuvumā līdzenums aizlokās tālu uz dienvidiem Daugavpils virzienā. Līdzenums gar Latgales augstienes pamali ir bagāts ošiem un subglaciālām vagām.

No ošiem ievērojamākie atrodas uz ziemeļiem no Preiļiem un uz dienvidiem no Varakļāniem. Skaista subglaciālā vaga ir Kalupes ezeram. Līdzenuma vidus daļā plešas milzīgais Teiču purvs, kas nogulies ūdensšķirtnē starp Lubānas ezera pietekām un Neretas baseina upju zariem.

Labāk drenēta ir līdzenuma daļa, kas rietumu pusē plešas ap Aivieksti. Te noteces apstākļus uzlabo Aiviekstes leja (lejasgalā senleja). Bez tam te virsu paceļ arī gala morēnas pauguru virknējums, kas pie Mārcienas atšķēļas no Vidzemes centrālās augstienes un dodas pāri Ļaudonai uz Krustpils pusi.

Līdzenāka Lubānas līdzenuma daļa ir ap Lubānas ezeru. Te, nākot no Vidzemes centrālās augstienes puses, atveras plašs skats pāri līdzenumam uz Latgales augstienes sabangojoto virsu. Pašu Lubānas ezera apkārtni apskauj dažās vietās nelieli virsas viļņi. Vistuvāk ezeram ir pļavu josla. Aiz pļavu joslas tālāk no ezera stiepjas purvaini meži un vietām sūnu purvi. Virsas pārpurvošanos sekmē mālainās virsējās zemes kārtas. Pļavas, mežus un purvus tuvā un

tālākā ezera apkārtnē sauc par Lubāna klāniem. Ar Aiviekstes gultnes padziļināšanu un iztaisnošanu šos klānos radušies normālāki mitruma apstākļi, kas var pamazām krasi pārveidot purvainās ainavas leknās pļavās, sausākos mežos un tālākā joslā arī auglīgās druvās.

Lubānas līdzenuma daļa, kas plešas no ezera uz ziemeļaustrumiem līdz valsts robežai, ir bagāta virsas skulptūras sīkākām formām. Te vietām morēnu sega pastiprina savu biezumu, izveidodama paaugstinātus sliekšņus, kas laipo līdzenumam pāri no Kārsavas uz Apukalna-Alūksnes augstienes pusi. Tādi morēnu sliekšņi rada arī ūdensšķirtni starp Veļikajas pietekām Latvijā un Pededzes baseinu. Netrūkst arī gala morēnu joslu, kas padara virsas formas bagātākas. Tā gala morēnu sastopam Viļakas tuvumā, kur atsevišķi pauguri sasniedz ap 150 m absolūto augstumu. Vairāki gala morēnu virsas svītrojumi ienāk līdzenumā no ziemeļiem, no aizrobežas, piem., pie Kačanavas. Līdzenuma ziemeļaustrumu stūrī, devona kaļķakmens rajonā, vairākas Veļikajas baseina upes iegriezušās dziļi devona iežos, izveidodamas skaistas klinšainas kraujas ap 10 m augstumā. Interesanti, ka šinī līdzenuma daļā ledājs nevis noguldījis morēnu segu, bet dažās vietās devona iežu virsu norāvis kailu. Vietām purvi te guļ tieši virs devona māla kārtām.

Augstieņu grēda Lubānas līdzenuma rietumos. Šinī grēdā ierindosim Saukas-Pļaviņu, Vidzemes centrālo un Apukalna-Alūksnes augstieni. Lai gan katra no tām savos morēnu uzbērumos veidojusies īpatnēji, tomēr visas tās atrodas Lubānas līdzenuma rietumos, un visas šīs augstienes lielākā vai mazākā mērā ietekmējusi līdzenuma ledāja mēles rietumu mala.

Saukas-Pļaviņu pauguraine. Saukas-Pļaviņu pauguru grēdas pamatā paaugstinātam apakšējo slāņu kumpumam mazāka nozīme. Tāpēc šī grēda maz izceļas hipsometriskās kartēs 100—120 m augstajā apkārtējā virsas platformā. Tas dod iespēju L. Susejai un Viesītei izlauzties cauri pauguru grēdai. Toties tā krasi izceļas dabā ar saviem gala morēnas augstajiem pauguriem, vienalga, vai šai pauguru grēdai tuvojamiem no rietumiem, vai no austrumiem. Grēdas platums ir 10—15 km. Saukas-Pļaviņu pauguraini no Baltijas ezeru grēdas Lietuvā atšķēļ Jodupes senleja (Jodupe pieder Mēmeles baseinam). Augstākās virsotnes paugurainē paceļas dienvidos un ziemeļos: dienvidos — Ormaņu kalns (167 m), netālu no Saukas ezera, ziemeļos — Tābora kalns 1½ km no Daugavas, Bolānu māju tuvumā.

Vidējā, Sunāksts grupā, izceļas Sperjāņu kalns (133 m) pie Piksteres ezera. Saukas-Pļaviņu pauguru grēda radusies robā starp divām ledāja mēlēm, jo te Rīgas zemuma mēle skārusies ar Lubānas mēli. Kopā ar Saukas-Pļaviņu grupu varam apskatīt Grebļa kalna masīvu, lai gan augstienes ģenētiskais sakars ar šo kalnu nav vēl noskaidrots. No pārējās augstienes to nošķir Vīgantes-Daudzeses senleja. Viss kalna masīvs iegulies starp Daugavu un šo senleju ar apmēram 3 km lielu radiju uz visām pusēm. Centrā tas sasniedz 137 m augstumu. Kalna masīvs ir samērā līdzens, jo to neklāj gala morēnas pauguri. Šis kalna masīvs glabā sevī noslēpumu, kāpēc Daugava neturpināja tecēt pa senleju tālāk pāri Staburagam uz Daudzeses pusi, kā to bija sākusi jau pie Pļaviņām, bet sāka mest likumu ap Grebļa kalna masīvu ziemeļu pusē.

Vidzemes centrālā augstiene. Vidzemes centrālā augstiene ar savu augsto kalnu bagātību ir viena no imponantākajām ne tikai Latvijā, bet Baltijas valstīs vispār. Ar vidējo augstumu — 183 m un ar savu kalnu absolūto augstumu tā pārsniedz visas citas Latvijas augstienes. Augstāk par 200 m te paceļas ap 1460 km² liels apgabals. Lai novilkto šīs augstienes robežas, iedomāsimies četrstūri. Šīs ģeometriskās figūras viens stūris atrodas pie Pļaviņām; viena sānu līnija aiziet gar Madonu uz Cesvaines pusi, bet otra gar Nitauri uz Līgatni. Ziemeļos no Cesvaines un Līgatnes nākošās divas četrstūra malas sāk doties kopā Smiltenes virzienā.

No Saukas-Pļaviņu pauguru grēdas Vidzemes centrālo augstieni atdala Daugavas senlejas posms pie Pļaviņām, bet ar Apukalna-Alūksnes augstieni to saista pāri par 120 m pacelts sliexsnis, kas no Cesvaines apkaimes pāri Gulbenei aiziet uz minēto augstieni.

Augstienes prāvā augstuma cēloņi nav meklējami vienīgi tikai biežajā ledāja uzbērumā, bet jāņem vērā arī apakšējo slāņu paceltie masīvi. Tā, tuvojoties augstienei no Rīgas puses pa Rīgas-Ērgļu lielceļu, devona slāņus sastopam atsegumos M. Juglas krastos pie Kastrānes, kuŗa atrodas netālu no 100 m augstuma platformas. Augstienes ziemeļu daļā pie Raunas devona ieži upju krastos atsedzas ap 150 m augstumā. Arī augstienes ziemeļu nogāzē Gaujas krastos pie Velēnas atsedzas cietie devona slāņi. Uz šīs paceltās devona slāņu platformas ledājs noguldījis augstus smilts, grants un morēnmāla paugurus tādā lielā bagātībā, kā nekur citur Latvijā. Var sacīt, ka viss augstienes apgabals, ar maziem izņēmumiem, ir pārklāts morēnu pauguriem, un daudzi no tiem pārsniedz 250 m virs jūras līmeņa. Starp morēnu pauguriem daudz ezeru, bet ezeru ba-

gātības ziņā V. c. augstiene nevar sacensties ar Latgali. Līdzenus morēnu klājumus, pauguru pazeminājumus un retinājumus sastopam tikai retās joslās, kuŗas atļauj augstieni sadalīt posmos: dienvidu, vidus un ziemeļu. Dienvidu daļu no vidusdaļas nošķir Ogres augšgala ieplaka un pauguru paretinājums starp Jumurdu un Leimaņiem. Par ziemeļu posma dienvidu robežu varam uzskatīt Gauņas augšgala ieplaku, kas labi izteikta dabā starp Nēķinu un Ranku.

Lai cik necik iepazītos ar plašo dienvidu posmu, tas jāšķērso vairākos virzienos. Tūristam izdevīgi sekot pa lielajiem satiksmes ceļiem, lai šād tad no tiem nogrieztos un dotos augstu kalnu virsotnēs. No šīm virsotnēm atklājas krāšņi skati uz augstienes kalnainiem apgabaliem. Dienvidu daļa ir sevišķi bagāta augstiem kalniem; sevišķi tie sablīvējušies rietumu pusē. Te varena Gaiziņš parcelas 310 m augstumā un no savas virsotnes torņa ļauj skatīt, kā tālumā zilgmojas citi augsti kalni un citas augstienes. Gaiziņš atrodas 5 km no Vestienes muižas uz austrumiem. Tuvākā stacija Madona ir ap 23 km.

Automobilī braucot uz Gaiziņu no Bērzaunes, var tieši nokļūt Gaiziņu māju pagalmā, bet tie auto, kas nāk pa Vestienes ceļu no Rīgas puses, pagaidām pie kalna var vistuvāk pieklūt, braucot apkārt caur Kalnamuižu un pienākot pie kalna no austrumiem gar skolu. Lieliem skolu ekskursiju autobusiem, kas nāk no rietumiem, labāk braukt gar Jumurdu un nogriezties uz Vestieni pie Vējaves pag. valdes. Tie ir sīkumi, bet cik ekskursiju nav zaudējušas daudz laika, nezinot šos sīkumus!

Nesaules kalns 285 m augstumā ir otrs pēc lieluma ne tikai dienvidu daļā, bet arī visā augstienē. Tas atrodas ap 7,5 km uz rietumiem no Cesvaines.

Daži no augstajiem uzkalniem sagrupēti it kā rindā. Viena tāda rinda iet W—E virzienā un sākas ar Bākūžu kalnu (280 m), kuŗa nozarojumiem ir vēl daži citi nosaukumi, piem., Egļu kalns un Laktu kalns; nākošais rindā ir Glemžu kalns (261 m), kas uz W no Lauteres ezera; Rēķu kalns (260 m) un Cīšu kalns (219 m), abi netālu no Patkules, pie kam Cīšu kalns atrodas tuvāk augstienes malai. Interesants kalnu grupējums ir arī Kālu ezera dienvidaustrumos. Augstākais te ir Spiru kalns (260 m).

Vidzemes centrālās augstienes dienvidu daļa ar savām lielajām ezeru ūdens tvertnēm dod sākumu daudzām Daugavas baseina upēm. Apmēram ar Vesetas upi varam sadalīt šo augstienes daļu divās pusēs: rietumu puses uzkalni bagātāki ar morēnmālu, bet austrumu

pusē daudz smilts un grants pauguru, kas vietām bagātīgi pārslāņoti laukakmeņu un oļu sablīvējumiem.

Raksturīgs augstieņu oša tips (samērā īss) ir Lubejas *P e l n u k a l n s* (netālu no Lubejas pagastnama). Kā senlejas šinī posmā jāmin Vietalvas senleja, pa kuŗu Veseta izlaužas līdzenumā, un Aro-
nas senleja no Zelgauskas līdz Mārcienai.

Vidzemes centrālās augstienes vidusdaļa ietver sevī joslu pāri Nītaurei, Kosai, Alaukstam un Inesim un turpinās līdz Rankai. Šai joslai ir it kā divi kodoli: viens plešas ap Kēčiem un Kosu, otrs ap Alaukstu un Inesi.

Keču-Kosas grupā neizceļas atsevišķi augsti kalni, bet visas grupas centrālais bloks ir pacelts pāri par 200 m. Tāpēc arī upēm, kas te sākas — Amatai, L. Juglai un M. Juglai — iztekas paceļas augstāk par 200 m. Otrā grupā, kas virknējas ap Alaukstu, paceļas vairāki augsti kalni. Tuvojoties grupai no rietumiem, jau no tālienes redzams druvām klātais *E l k a k a l n s* (261 m). Skaistus skatus uz Ilauksta ezeru un tā apkārtni atver *B r e ž ģ a k a l n s* (262 m). Attālāk no šī ezera uz austrumiem pie Mēdzūlas paceļas *K l ē t s k a l n s* (270 m). Alauksta grupa dod sākumu Gaujai, Tirzai un Kujai. Aiz Alauksta ezera grupa zarojas uz Ranku un Liezeri.

V. c. augstienes ziemeļu daļas virsa arī stipri pauguraina ap Araišiem un Drustiem, pie kam augstāka ir Dzērbenes-Drustu daļa. Vairāki pauguri te pārsniedz 220 m augstumu. Tālāk uz ziemeļiem augstienes četrstūra smailums, kuŗa galotne atrodas Smiltenes apkaimē, noplok uz visām trim pusēm. Augstienes nomalē ap Raunas miestu pauguri nozūd un virsa vairāk līdzinās platformai, kuŗu izvāgo upju ielejas. Arī Cēsu virzienā, rietumos no Vaives, senlejas augstiene noplok ar līdzenu virsu. Uz ziemeļiem pāri Smiltenei un Aumeisterim augstiene raida paugurainu gala morēnas joslu, kas sadala Ziemeļvidzemes līdzenumu divās daļās. Raksturīgi, ka šī paaugstinātā pauguru josla radusies uz robežas, kur apakšējos slāņos beidzas devona smilšakmens rajons un sākas dolomītu josla.

Apukalna-Alūksnes augstiene (Austrumvidzemes). Cesvaines apkaimē no Vidzemes centrālās augstienes nozarojas ap 120 m paaugstināts sliekšnis, kas savieno to ar Apukalna-Alūksnes augstieni. Sliekšņa virsa ir samērā līdzena bez augstiem gala morēnas pauguriem; šis sliekšnis maz izceļas starp līdzenumiem abās pusēs un tāpēc to nevaram uzskatīt par patstāvīgu augstieni, bet par tiltu starp divām augstienēm. Apukalna-Alūksnes augstienes sākumu uz šī sliekšņa varam nospraust ap 10 km ziemeļos no Gulbenes, kur sākas stipri pauguraina virsa, pie kam pauguru augstums palielinās

Alūksnes virzienā. Tā te augstienes dienvidu žuburā paceļas Beļavas pilskalns ar 178 m absolūto augstumu. Augstienes austrumu robežu varam novilkēt gar Zeltiņiem, no kurienes tā iet likumodama uz ziemeļiem līdz Igaunijas robežai, sekojot 120 m augstuma līnijai. Ziemeļos augstiene turpinās līdz Igaunijas robežai, bet austrumos tā ar lēzenāku nolaidi piekļaujas Pededzes upei.

Augstienes centrālais masīvs dalās divās daļās. Viena daļa grupējas ap Alūksnes ezeru, otra — ap 235 m augsto Apukalnu. Starp abām daļām iegulusies ieleja, kuŗu izlieto Vaidava, lai nokļūtu uz Mustoju. Augstiene labi izpētīta morfometriskā ziņā, bet ne tā no ģeoloģiskā viedokļa gala morēnu joslu ziņā. Lai gan ģenētiska sakarība starp abām augstienes daļām nav noskaidrota, tomēr vairāki fakti runā par to, ka abas šīs daļas nav noguldījusi viena ledāju mēle, bet divas dažādas. Vispirms abās daļās uzkalni atšķiras augstuma un formas ziņā. Alūksnes daļā tie nepārsniedz 225 m augstumu, bet Apukalna grupā Dēliņkalns paceļas 271 m; bez tam vēl ap desmit kalnu te ir augstāki par 225 m. Formas ziņā Apukalna grupas kalni ir vairāk kupolveidīgi un mazāk izstiepti garumā, kā to sastopam Alūksnes daļā. Bez tam Alūksnes grupas dienvidu žuburā pauguru mugurām ir divi dažādi virzieni. Austrumos no ūdensšķirtnes pauguriem ir raksturīgs virziens NW—SE. Arī dzelzceļš, nākdams no dienvidiem, izmanto šo pauguru muguru virzienu, lai iekļūtu Alūksnē. Žubura rietumu pusē ap Beļavas kalnu un Zeltiņiem pauguriem dominē W—E virziens.

Ja Apukalna-Alūksnes augstieni jem par vienu kompleksu, tad vidējais augstums tai ir 164 m. Tā kā augstienes platība nav liela, tad no kalnu virsotnēm atklājas skaisti skati uz apkārtnes līdzenumiem. Tā no Dēliņkalna dienvidrietumu virzienā skats aptver Gaujas baseina līdzenuma ainavas ap 40 km tālumā, bet arī uz ziemeļiem skats redz turpināmie kalnainas ainavas tālu Igaunijā, kur zilgmo Baltijas augstākā kalna — Muna meģa (317 m) virsotne.

Uz Apukalna atrodas augstākā baznīca Latvijā, jo tās pamata augstums ir 235 m, un tās tornis stāv tikai apmēram 1 m zemāk par Dēliņkalnu.

Ziemeļvidzemes līdzenums. Nupat aprakstītai augstieņu virknei uz rietumiem plešas līdzenumi, bet šie līdzenumi neieņem vienlaidu joslu, jo Vidzemes centrālā augstiene iespiežas tālu rietumos un nošķir Ziemeļvidzemes līdzenumu no Viduslatvijas nolaidas. Šinī līdzenumā Gauja novietojusi savu lielo likumu no Rankas līdz Valmierai. Ja gribētu līdzenuma nosaukumu rast, saistot to ar Gauju, tad to varētu nosaukt par Vidusgaujas līdzenumu.

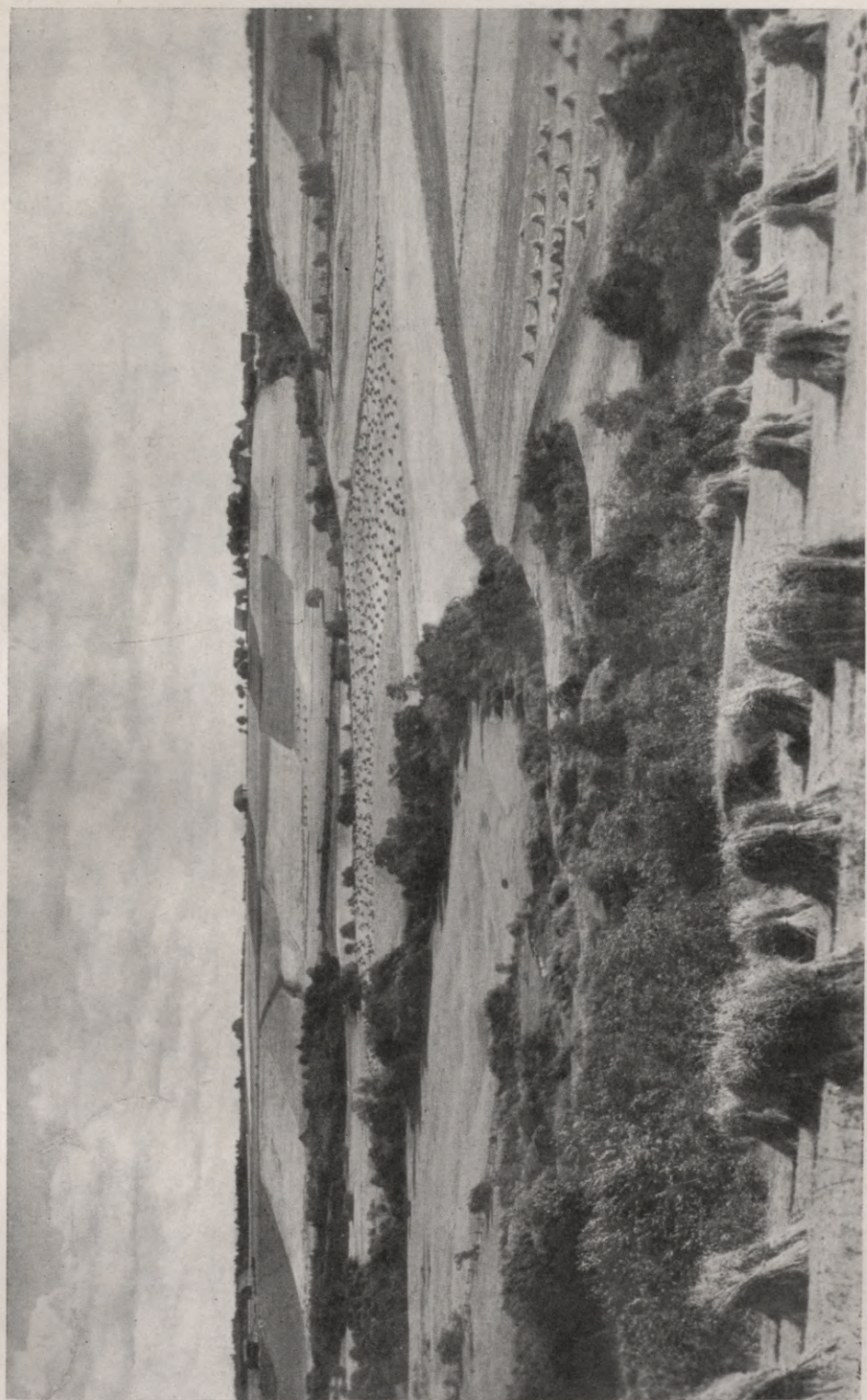
Rietumos šo līdzenumu ierobežo Gulbenes sliekšņa un Apukalna-Alūksnes augstienes 120 m augstuma līnija (izohipsa). Šī pati augstuma līnija līdzenumu nošķir dienvidos no Vidzemes centrālās augstienes; ziemeļos tas plešas līdz Igaunijas robežai (turpinādamies atsevišķiem posmiem arī aiz robežas). Rietumos līdzenums, sekojot Sedas upei, pamazām saplūst ar lēzeni viļņaino Vidzemes ziemeļrietumu smilšakmens platformu.

Smiltenes-Aumeišteņa gala morēnas josla sadala Ziemeļvidzemes līdzenumu divās daļās: austrumu un rietumu daļā. Austrumu daļa ir augstāka par rietumu, lai gan savā centrālajā daļā tā nokrīt līdz 80 m v. j. l. Austrumu daļas pamatā guļ devona dolomīti, kas atsedzas upju krastos vairākās vietās, piem., Gaujas gultnē pie Velēnas un Sikšņu krācēs (starp Lejasciema un Gaujienu). Arī Gaujas pietekas šīnī līdzenuma posmā atsedz dolomītus savās ieteku gravās. Tāpat Vaidava, šķērsodama šoseju, parāda savā gultnē dolomītu. Rietumu daļu būtu nepareizi iedomāties līdzenu kā galdu. Tā ziemeļos no Velēnas iegulušies puslokā gala morēnas pauguri (pusloka izliekums vērsts pret dienvidiem), atsevišķi pauguri izkaisīti arī ziemeļos no šī loka. Bet skatoties uz līdzenumu no Gulbenes sliekšņa vai no Apukalna grupas kalniem, šie atsevišķie pauguri nozūd līdzenuma mežu jūrā.

Līdzenuma lielās platības ir smilšainas un mežainas. Šo smilšaino raksturu varam izskaidrot ar lielu ledāja nosprostu ezeru darbību, bet, kamēr nav nobeigti šī apgabala glaciālmorfoloģiski pētījumi, labāk šī nosprostu ezera nozīmi nepārspilēt. Par plašu kušanas ūdeņa darbību līdzenumā liecina arī bezakmeņainais māls, kas pārguldīts no smilšainā un akmeņainā morēnmāla. Tāds bezakmeņains māls, piem., plaši izplatīts Gaujienas apkārtnē un citur. Līdzenumā sastop morēnmālu augstieņu nolaidās un arī centrā ap Palsu un Māla muižu (netālu no Lejasciema). Vietām zemumā zem smilšu kārtām sastop arī slokšņu mālu. Tas, piem., atsedzas Gaujas gultnē pie Sikšņu krācēm.

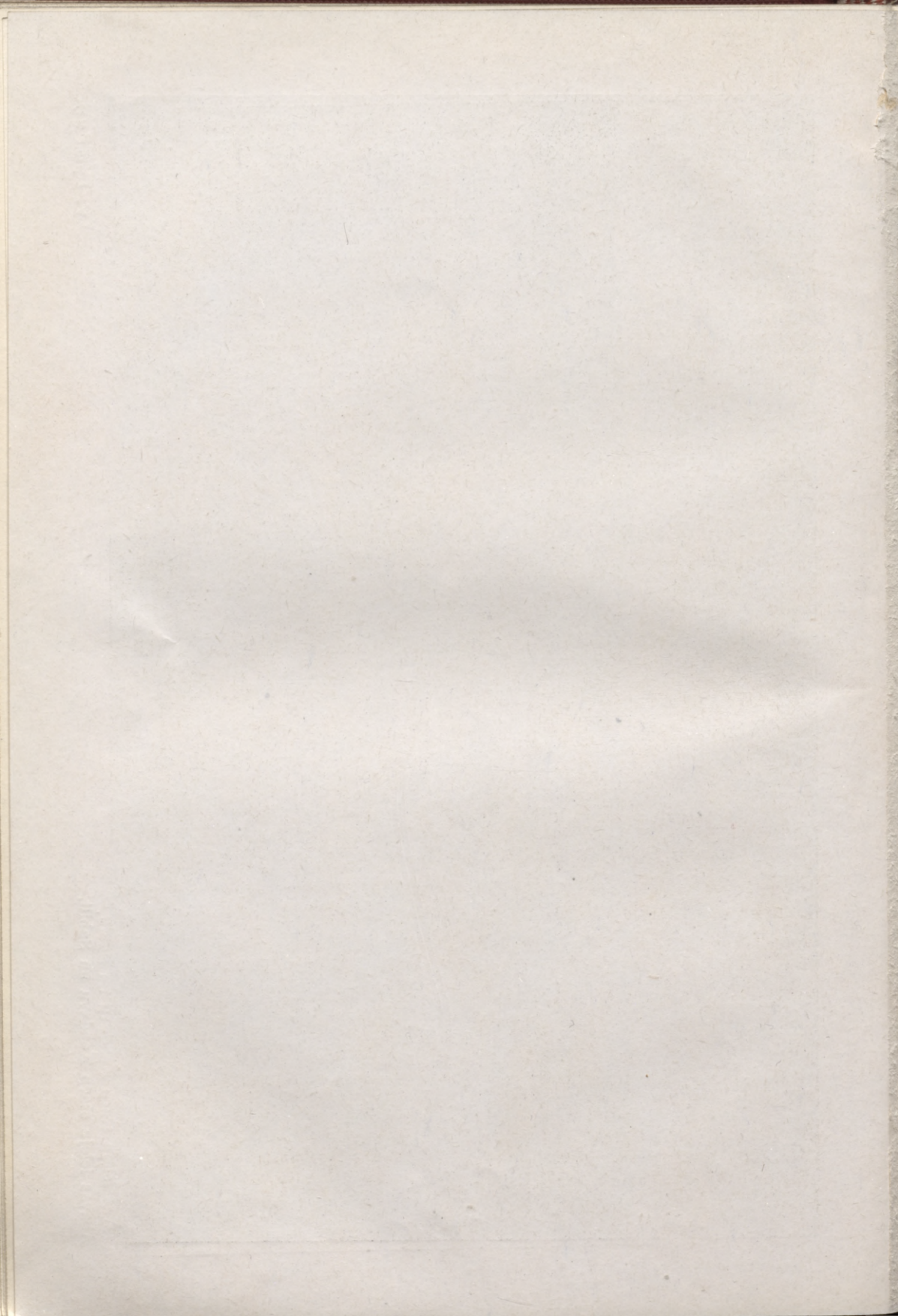
Ziemeļvidzemes līdzenuma austrumu daļu virsas slīpuma ziņā un ar upju tecēšanas virzienu varam salīdzināt ar Zemgales līdzenumu. Tur Mūsai jāpiet apkārt gala morēnas lokam, un pietekas dodas pa šīs gala morēnas slīpumu radiāli uz Lielupi.

Te Gauja met likumu ap gala morēnu, Velēnai ziemeļos, un ziemeļu virzienā uz Gauju dodas vesela rinda pieteku. Līdzenuma smiltajos vietām smiltis sadzītas kāpās. Tādas kāpas pavada Gaujas kreiso krastu no Lejasciema lejup līdz Līvu mājām. Kāpas sa-



Abavas ieleja starp Kandavu un Sabili.

V. Upīša uzj.



stopam arī Gaujas tuvumā, kur pienāk Smiltenes-Aumeistera gala morēnas josla.

Ziemeļvidzemes līdzenuma rietumu daļa ir zemāka, jo tās atsevišķas daļas vietām nolaižas līdz 40 m v. j. l. Rietumu daļa ir uzguldīta uz smilšakmens platformas. Smilšakmens atsedzas Gaujas gultnē leņķus Vijas ietekas, Vijas ietekā un Abula krastos pie Trikātas. Nevienmērīgie atsegumi norāda, ka smilšakmens virsa ir lēzeni viļņaina. Līdzenuma dziļākie ieliekumi pildīti apakšā ar morēnu, ko augšā pārklāj vietām līdz 10 m biezumā smilts un grants kārtas. Daudzās vietās sastop kāpu joslas, kas pārklātas mežiem.

Arī šī līdzenuma zemākās vietas reiz klājuši ledāja nosprostu ezeri. Ap Trikātu un Vijas lejasgalu smilšakmens platforma ir pacelta augstāk, tāpēc šis apgabals ir samērā labāk drenēts un auglīgāks. Bet starp Trikātu un Vidzemes centrālās augstienes malu pa Abula pietekas Lisas leju līdzenuma smilšainā un purvainā daļa tālu kā mēle nolaižas uz dienvidiem starp Liepu un Raunu. Gaujas labā krasta joslā starp Valmieru un Strenčiem sākas drumliņu ainavas. Te izbeidzas Ziemeļvidzemes līdzenums; tikai Sedas upes purvainā leja atļauj tam izvirzīt šauru žuburu vēl tālāk uz rietumiem.

Vidzemes ziemeļrietumu smilšakmens platforma. Šo apgabalu nevar nosaukt par augstieni, jo tanī paceļas virs 120 m augstuma līnijas tikai daži atsevišķi pauguri, piem., Zilais kalns 127 m un Cēsu kalns — 124 m. Nosaucot šo apgabalu par platformu jāņem vērā, ka šis nojēgums vairāk attiecas uz smilšakmens virsu nekā uz augšējo morēnas kārtu, jo vairākās joslās šis apgabals ir stipri nelīdzens. Vidzemes ziemeļrietumu smilšakmens platforma stiepjas no Igaunijas robežas uz dienvidiem līdz Inčukalnam. Gauja ir platformas dabiskā robeža garā posmā, apmēram, no Strenčiem līdz Inčukalnam. Rietumos šī platforma pieslēdzas piejūras līdzenuma terracei, kas beidzas ar apmēram 40 m izohipsu.

Platformas rajonā daudzās vietās upju krastos atsedzas devona smilšakmens gan Salacā ziemeļos, gan Loģes krastos pie Inčukalna. Platformas morēnu sega pa lielākai daļai paceļas 40—80 m virs jūras līmeņa. Plašajā platformas apgabalā gala morēnas joslas rada atsevišķas pauguraines, ledāja noguldītie drumliņi — plašu drumliņu apgabalu ap Burtnieku ezeru. Blakus šiem ledāja noguldītiem uzkalniem ļoti raksturīgs šai platformai ir lielais ieleju vaļojums: ielejas sastopam starp drumliņu mugurām, ielejas šķērso gala morēnas joslas, ieleju bagātība padara līdzeno pamatmorēnas virsu bagātāku. Galvenie ieleju virzieni ir N—S un NW—SE. Šīs ielejas ir ledāja ūdeņu strāvu liecinieces. Lai minam tikai Rūjas le-

jasgala plato leju, kas iet gar Panteni, Limbažu ezeru leju un Nabes upes leju, kurā guļ arī Sāruma ezers.

Viena no gala morēnu joslām novietota ap Ērgemi; šī josla no daļa Vidzemes z.-r. platformu no Ziemeļvidzemes smilšainā līdzenuma, bet pauguri paceļas samērā lēzeni virs apkārtnes.

Citāds raksturs virsas ainavās ir gala morēnas joslām, kas noguldītas vairāk platformas dienvidos un centrā. Tā ap Rustega un Raiskuma ezeru plešas samērā prāvu pauguru grupējums, bet sevišķi stipri dabā izceļas šīs grupas ziemeļu nozarojums, sasniegdam lielāko augstumu ap Augstrozi un Dauguļiem. Te atsevišķi pauguri pārsniedz 120 m v. j. l. Šo apgabalu varam nosaukt par **A u g s t r o z e s - D a u g u ļ u p a u g u r a i n i**.

Atsevišķi līdzenumā paceļas Zilais kalns (127 m), no kura labi var vērot minētās pauguraines lielo nozīmi platformas virsas ainavās. Skaisti skati uz platformas gala morēnu joslām un Zilo kalnu atveras no dažām augstām vietām Gaujas kreisajā krastā (piem., ziemeļos no Cēsīm), no kurām platformas virsa pārskatāma tālu jo tālu.

Daudz lēzenāku par augstajiem gala morēnu joslu pauguriem virsas svītrojumu rada drumliņu apgabals. Šo paralēlo uzkalnu ainavas plešas no Valmieras līdz Burtnieku ezeram, apskauj šo ezeru, un viens drumliņu ainavu nozarojums dodas vēl tālāk uz ziemeļiem, pāri Rūjienai. Te ziemeļos Rūjienai starp divām lielām ielejām stiepjas viens no lielākiem un garākiem drumliņiem — **Ķ o ņ u k a l n s**, kas augstākā vietā paceļas 93 m virs jūras līmeņa.

Viduslatvijas nolaida. Par Viduslatvijas nolaidu varam nosaukt virsas joslu, kas atrodas dienvidrietumos no Vidzemes Centrālās augstienes un rietumos no Saukas—Pļaviņu pauguraines. Par rietumu robežu šai joslai varam uzskatīt apmēram 40 m augstuma līniju. Daugava nolaidu sadala divās daļās: ziemeļu un dienvidu daļā. Ziemeļu daļā augstienes malā (no līnijas Nītaure—Ērgļi—Liepkalne) paugurainas ainavas pamazām pāriet līdzenākā pamatmorēnas virsā, bet arī te vietām ledāja mēle, kas kāpusies atpakaļ Rīgas jūras līča virzienā, noguldījusi savā malā nelīdzenākus krāvumus. Tā paaugstināts valnis dodas centra daļā uz rietumiem gar Laksteni un Ķeipeni, sasniedzot pie Jaunķeipenes 142 m v. j. l. Pa šo valni iet Rīgas—Ērgļu lielceļš garā posmā. Dienvidos no šī vaļņa, ap Madlienu un Zādzeni, arī paceļas paugurains apgabals. Vēl tālāk uz dienvidaustrumiem, netālu no Kokneses ap Vecbeberiem, samērā līdzenā virsā izceļas vairākas paralēlas paaugstinātas muguras. Bet visi šie aprakstītie uzkalnu puduri ir tikai kā

atsevišķas oazes uz samērā līdzenās virsas, un nozudušas nepārtrauktu pauguru virknējumu ainavas, kādas sastopam Vidzemes centrālā augstienē.

Virsas skulptūru nolaidā padara bagātāku arī dažas ledāju ūdeņu izrautas lejas. Viena tāda leja sākas pie Plaužu ezera un iet uz Aderkašiem. Zīmīgi plata, bet lēzena ieleja ir Abzai (M. Juglas pietekai).

Uz ziemeļrietumiem no Ķeipenes vaļņa virsa kļūst nemierīgāka ap Tumšupes augšgalu, kur tā tek pa Allažu senleju, jo te šīs senlejas joslā bijis ledāja malas novietojums. Ja šīs senlejas līniju velkam tālāk uz dienvidiem, apmēram līdz Ķeguma stacijai pie Daugavas, tad uz rietumiem no šīs līnijas sākas josla, kurā noguldīti *Mazie Kangari*, *Lielie Kangari* un *Ogres Kangari*; bet starp Kangariem plešas smilšaini, purvaini un mežaini līdzenumi.

Mazie Kangari ap 4 km gaļumā un augsta vaļņa veidā pavada l'umšupes kreiso krastu rietumos no Allažu muižas. Ja Kangaru mugurai pieskaita arī ziemeļu nozarojumu austrumu galā, tad kopīgais gaļums ir ap 7 km. Mazie Kangari paceļas virs apkārtnes ap 20 m, bet v. j. l. ap 90 m.

Lielie Kangari sākas ar atsevišķiem grants pauguriem mežainā apgabalā dienvidos no Suntažiem. Sākot ar Annas muižu Kangars jau turpinās kā nepārtraukta mugura un pavada te vienā, te otrā pusē Rīgas—Ērgļu lielceļu uz rietumiem līdz Bajāriem. Vietām ceļš uzlokās Kangara augstajā mugurā, kas augstākās vietās paceļas 27 m virs apkārtnes, bet virs j. l. ap 78 m. Ja L. Kangara gaļumam pievieno arī atsevišķo pauguru virkni austrumos, tad kopīgais gaļums ir ap 28 km. Abi šie Kangari guļ purvainā un smilšainā apgabalā, kur smilšu noguldīšanā liela nozīme bijusi ledāja nosprostu ezeriem. Plašie nosprostu ezeru līdzenumi ar Kangaru mugurām labi pārskatāmi no Allažu senlejas krastu augstākiem pauguriem. Rietumos no M. Kangariem smiltāja smiltis sadzītas kāpās, kas pārklātas ar mežu.

Smilšainā, mežainā joslā ir arī morēnmāla „salas“, kur iekoptas drūvas; bet mežā bez priedēm sāk valdīt arī egles.

Spilgtu virsas ainavu maiņu var labi novērot, braucot pa dzelzceļu no Rīgas uz Siguldu. Te starp Silciema staciju un Siguldu izbeidzas viršāji un siliem klātās kāpas, kas valda ainavās uz Rīgas pusi, un sākas morēnu ainavas ar drūvām un lapu kokiem apaukušām grāvām. Senais ledāja ezera krasts te paceļas 60 m virs jūras līmeņa.

Sarežģītāka virsas skulptūra ir Ogres Kangaru joslā. Ogres Kangaru virkne sākas starp Lielvārdi un Ķegumu. Sākumā Kangari iet kā zems smilšu valnis, vietām pārtrūkstot, bet iepretī Ķegumam oša raksturs jau labi izteikts ar Mugurkalna īpatnējo uzbērumam līdzīgo grēdu. Starp Kangaru un Ķeguma staciju pacēlas stipri nemierīga gala morēnas josla ar NW—SE virzienā izstieptiem pauguriem. Nezinātājs var šo gala morēnas joslu noturēt par Kangaru. Arī turpmākā ceļā līdz Ikšķilei Kangara mugurai blakus noguldīti ledāja malas veidojumi, kas nav nekādā sakarā ar Kangara izveidošanos ledāja kanāļos un tuneļos. No Ķeguma līdz Ogrei Kangars stiepjas, vietām pārtrūkdams un vietām zarodamies. Sevišķi stipri ledāja malas blakus noguldījumi traucē oša gaitu ap Ogres pilsētu. Tiras oša muguras te ir Ķeņčukalns Ogres upei austrumos un Zilie kalni upei rietumos. Turpreti tā sauktie Ogres kalni no upes uz austrumiem ir vairāk gala morēnu pauguru veidojums.

Sākot ar Ziliem kalniem, Kangars iet ar impozantu muguru līdz Ikšķiles Kaparāmura ezeram. Var izsekot Kangaram vēl tālāk uz rietumiem, bet tad tas jau saskaldījies atsevišķos pauguros. Visa Kangara virkne no Ķeguma līdz Ikšķilei stiepjas ap 25 km garumā. Ogres kalnos kreisajā upes pusē pauguri pacēlas ap 46 m virs apkārtnes un 73 m v. j. l. Meži, kas klāj Kangara posmus, pavairo grēdas valdonīgo izskatu zemajā līdzenumā. Kangaru abās pusēs pavada te iekoptas druvas, te smilšaini meži. Tā liels smiltājs, kas bagāts mežiem, plešas no Ogres Ziliem kalniem uz ziemeļaustrumiem.

No Ogres Kangara rietumu virzienā līdz Salaspilij, starp Daugavas leju un M. Juglu, ir lēzeni viļņaina virsa, bet dažā vietā pastiprinās atsevišķi pauguri ar savu augstumu; sastop arī nelielus pauguru grupējumus, piem., rietumos no Ikšķiles stacijas tāds pauguru pudurs pavada Daugavas platās ielejas krauju. Tuvāk M. Juglai ar savu augstumu izceļas Piķu kalns. Šie pa daļai smilšainie un grantainie pauguri te izskaidrojami ar ledāja malas darbību. Rietumos no Salaspils stacijas izbeidzas morēnu ainavas ar seno krastu līniju, kas var piederēt vai nu Baltijas jūras vai Baltijas ledus ezera kādai stadijai. Te Daugavas labā krasta joslā izbeidzas Viduslatvijas nolaida un sākas smilšainās un purvainās piejūras zemienes josla.

Viduslatvijas nolaida uz dienvidiem no Daugavas sākas rietumos no Saukas—Pļaviņu—Grebļa kalna pauguraines. Arī šī nolaidas daļā ir raksturīgi lielu smiltāju plašumi, kas pārklāti priežu

mežiem. Šie meži bieži slēpj apgabala sīkāku skulptūru. Viens no tādiem smiltājiem plešas no Daudzeses līdz Taurkalnei. Dienvidos no šī smiltāja ap Zalvi sastopamas arī lēzenu morēnu ainavas, un tās turpinās aiz robežas Lietuvā. Otrs smiltājs iegulies starp Daugavu pie Lielvārdes un starp Baldoni. Ka šie smiltāji var būt ar sarežģītu morēnas segas saslāņojumu zem smiltīm, to pierāda sīkāki ģeoloģiski pētījumi Tomes pagastā.

Genetiski nolaidai jāpieskaita arī josla no Baldones līdz Ķekavai, lai gan tā noslīd zem 40 m augstumu līnijas. Šis apgabals starp Baldoni un Ķekavu izceļas ar vairākiem augstiem pauguriem, ošiem un ar ošveidīgiem ledāja malas veidojumiem. Ceplīša jeb Morrisona kalns un Riekstu kalni paceļas ap 80 m v. j. l. pāri mežiem un redzami līdzenumā no tālas apkārtnes.

Rietumos no Ķekavas var vērot seno krastu līniju, kur nobeidzas morēnu ainavas.

Zemgales līdzenums. Šis līdzenums ir viena daļa no lielā Zemgales—Nevežas līdzenuma, kas plešas starp Nemunu pie Kauņas un starp Rīgas jūras līci. Lietuvas robeža nodala Zemgales līdzenumu no pārējās daļas. Zemgales līdzenumam ir slīpums uz Jelgavas pusi. Šis slīpums sākas jau Lietuvā ar Mūsas gala morēnas ziemeļu lēzenu noplaku. Ienākot Latvijā, līdzenuma augstums ir ap 50—40 m. Uz Jelgavas pusi tas pazeminās ļoti gausi, nematot, un Jelgavā virsas augstums virs jūras līmeņa ir tikai ap 4 m. Vairāk pacelts ir līdzenuma dienvidrietumu stūris (starp Bēni Latvijā un Žagari Lietuvā), kuŗa absolūtais augstums ir ap 60—80 m. Te Zemgales līdzenums sastopas ar Austrumkursas augstienes nolaidu. Ļoti labi šī robeža ar augstieni izteikta gar Abguldes (Sesavas) upes lejasgalu. Tālāk uz ziemeļiem aiz Abguldes ietekas Bērzi šī robeža iet nelielu gabalu pa Bērzi līdz Miltiņu muižai, kur tā sagriežas uz ziemeļiem un aiziet uz Lustes muižu.

No augstienes nolaidas skats tālu jo tālu iesniedzas Zemgales līdzenumā. Sevišķi labi šo ainavu burvību var baudīt, paceļoties augstienē no Krimūnu stacijas uz Dobeles pusi.

No šīs rietumu robežas ar Austrumkursas platformu Zemgales līdzenums plešas uz austrumiem līdz Bārbelei, kur 40 m izohipsas joslā tas saplūst ar Viduslatvijas nolaidu. Līdzenums visā savā platumā ietver sevī Lielupes baseina upes, sākot ar Ālavi (Bērzes pieteku) un beidzot ar Iecavas lejasgalu.

Par ziemeļu robežu Zemgales līdzenumam nākotnē varēs pieņemt vienu Baltijas ledusezera vai varbūt arī senās jūras robežu, kad šīs senās krastu līnijas būs noteiktāk izpētītas ģeoloģijā. Pa-

gaidām par šo ziemeļu robežu varam piejemt joslu, kur izbeidzas māla zemes, kas tik raksturīgas Zemgales līdzenumam, un virsas augšējās kārtās sākas smilšu zemes. Smilšaino un purvaino apgabalu starp Rīgu un Jelgavu varam pieskaitīt piejūras līdzenumam.

Zemgales līdzenuma pamatā guļ devona ieži; tie atsedzas vietām Lielupes augšgalā un Svētes krastos pie Mežmuižas (tuvu Lietuvas robežai). Ap Jelgavu devona dolomīti ieliekti dziļāk zemē, kur tos atrod urbjot akas. Urbumi rāda, ka šis līdzenums ir apakšējos slāņos lēzeni ieliekta mulda. Līdzenuma ziemeļu daļā virs ledus laikmeta morēnmāla noguldītas smiltis un slokšņu māls. Tas nozīmē, ka šo līdzenuma daļu reiz pārklājis ledāja sprostus ezers. Tālāk uz dienvidiem šo nogulsnešūmu trūkst, jo morēnas kārtas parādās zemes virspusē. Zemgales līdzenumā virsējās kārtās liela nozīme ir pārskalotam bezakmeņainam mālam. Līdzenuma dienvidrietumu stūra virspusē parādās morēnmāls, kurš diezgan bagāts laukakmeņiem; citās vietās Zemgales līdzenumā laukakmeņi zemes virsējās kārtās ir ļoti reta parādība.

Ar savu līdzeno virsu Zemgales līdzenums ir viens no raksturīgākajiem Latvijā. Šinī līdzenumā ir plaši apgabali ar ļoti līdzenu raksturu. Te tikai upju ielejas rada nelielus virsas ieliekumus, un tādi ieliekumi ir diezgan tuvu viens pie otra, jo upes ar savām pietekām tek parallēli viena otrai. Tomēr sastop arī apgabalus ar nelieliem virsas viļņiem, piem., ap Bausku, ap Kalnamuižu un dienvidrietumu stūrī. No līdzenuma uzkalniem jāmin divi oši: **R u l l u k a l n s** 6 km no Jelgavas uz dienvidiem un **K r ū š k a l n s** ap 5 km no Bēnes uz dienvidaustrumiem.

Austrumkursas platforma. Austrumkursas platforma paceļas starp diviem līdzenumiem: starp Zemgales līdzenumu un Ventas muldu. Platformas austrumu robežu jau apskatījām sakarā ar Zemgales līdzenumu. Rietumos augstiene paceļas no Ventas muldas lēzeni bez virsā iezīmētām pakāpēm. Te par augstienes pamatnes robežu ar Ventas muldu varam uzskatīt 80 m izohipsu, kas Ventai vairāk tuvojas dienvidos, bet uz ziemeļiem attālinās no tās 15 līdz 20 km. Savu lielāko platumu (ap 70 km) platforma sasniedz dienvidos, starp Pampajiem un Abguldi. Ziemeļos platforma lēzeni noplok pret Abavas senleju Kāndavas—Sabiles posmā zem 80 m augstumu līnijas.

Platformai jāpieskaita arī ģenētiski ar to saaugušās terrases ziemeļaustrumu stūrī, starp Džūksti un Tukumu. Ziemeļos te robeža iet pa Sloceņes senleju; ap Durbes muižu tā pagriežas uz dien-

vidiem, uz Slampes pusi, lai no turienes pievienotos Sīpelei. Dienvidu malā augstiene nemanot noslīd Vadakstes līdzenumā, kas plešas aiz robežas. Augstienes pamatnes robeža — 80 m izohipsa līkumo gar pašu robežu. Tādās robežu kontūrās ietverta augstiene paceļas ar plašu platformu nedaudz pāri par 100 m virs jūras līmeņa. Daudz mazākas platības augstienē paceļas virs 120 m izohipsas. Tādas vietas ir ap Lutriņiem, Gaiķiem un Zanti. Te arī sastop platformas augstākās vietas: Ķieru kalnu (140 m) pie Strēļu mājām, dažus km no Ķiermuižas, un Smiltiņu kalnu (157 m) pie Zantes Smiltiņu mājām. Abi šie kalni tikai nedaudz metru paceļas virs savas augstās apkārtnes. Augstiene platformas nosaukumu dabūjusi savā līdzenā rakstura dēļ. Bet platformas plašajās robežās sastop arī nemierīgākus, paugurainus apgabalus. Tāda pauguraina platformas josla ziemeļos sākas ap Zemīti, plešas uz dienvidiem starp Amulu un Abavas senleju. Starp Dobeli un Lielauci pauguru josla izteikta visspilgtāk, tāpēc šo platformas posmu varam nosaukt par Dobeles—Lielauces pauguraini. Šīs pauguraines uzkalni apskauj arī Zebres un Auces ezerus. Ap šiem ezeriem augstienei ļoti krāšņas ainavas. Izcili augstu pauguru grupējumi ir ap Īli, un Īles sanātorijas tornis paver plašu skatu paugurainē.

No citām pauguru joslām jāmin Pampaļu—Pauru pauguru loks ar nelieliem uzkalniem.

Dažādību līdzenajā platformā ienes arī virsas parallēlais svītrojums starp Kursišiem un Saldu. Šo apgabalu pieskaita drumliņu ainavām. Platformas virsas skulptūrā liela nozīme arī subglaciālām vagām un senlejām. No pirmām sevišķi impozanta ir vaga, kas sākas ar Cieceres ezeru un, izliekdamās lokā, iet gar Zvārdi un Ķerkliņiem; arī pēdējā posmā to pilda ezeri.

Platformas ziemeļaustrumu malā virsu izvago divas platas un gaŗas senlejas, sadalīdamas virsu paaugstinātās mugurās starp dziļajām senleju gultnēm. Abas šīs senlejas nozarojas no Slocenes—Abavas senlejas, kas, sākot ar Tukumu, iet likumodama uz rietumiem, gar Jaunsātiem, Pūri uz Kandavu un Sabili. Viens no dienvidu nozarojumiem sākas pie Tukuma un iet uz Džūksti, otrs pavada uz dienvidiem Abavas augšgalu, bet gar Jaunpili pāriet uz Bērzes upi un seko tai gandrīz līdz Dobelei. Platformas krāšņu ainavu audumā šiem senleju metiem ir izcila nozīme.

Mazāk impozantas, bet dabā labi iezīmētas ir divas blakus lejas, kas augstienes rietumu pusē stiepjas no Kabiles līdz Lutriņiem N—S virzienā ap 30 km gaŗumā. Starp lejām iekļauta gaŗa drum-

liņveidīga paugura mugura. Šī paaugstinātā mugura un gaļie liekņi tai abās pusēs pārtrauc virsas līdzeno vienmūlību šajā augstienes joslā.

Ka Austrumkursas platforma nav tikai bieži saslāņota morēnu sega, bet ka virsas pacelšanā darbojušies līdzī cietie apakšējie slāņi, par to liecina šo slāņu atsegumi Cieceres ezera, Cieceres upes un Imulas krastos. Atsegumu apkārtņē morēnu sega ir samērā plāna.

Ziemeļkursas valnis (Ziemeļkursas augstiene). Ziemeļkursas valnis stiepjas no Tukuma apkārtnes līdz Slīteres kraujai. Visā šīnī gaļumā augstumu valnis nav vienādi saslāņots. Dienvidaustrumu daļā no Tukuma līdz Talsiem valda morēnu pauguru krāvumi, bet Dundangas galā augsti pacelts devona smilšakmens, un morēnu sega te vietām ļoti plāna. Pazīstams ir sarkanā smilšakmens atsegums Slīteres kraujā, ko sauc par Dāvida pili. Arī vaļņa augstums visām daļām nav vienāds: augstākā ir vidusdaļa ap Talsiem, bet zemākā ir Dundangas spārns. Vaļņa augstākā daļa dienvidos no Talsiem paceļas virs 100 m augstuma līnijas ap 15 km platā un tikpat gaļā platformā. Šīs platformas ziemeļu galā paceļas augstākais kalns Ziemeļkursas valnī — **K a m p a r u k a l n s** (188 m). Šī kalna apkārtņē grupējas vairākas virsotnes 130—150 m augstumā. Aiz minētās vaļņa platformas uz dienvidiem pauguru absolūtais augstums pazeminās, jo pazeminās visa vaļņa pamats, bet nemierīgas virsas ziņā šis apgabals ap Sēmi veido ļoti skaistas ar nelieliem ezeriem piebārstītas paugurainas ainavas. No dažiem pauguriem pāri piejūras mežainam līdzenumam redzama jūra.

Tukuma apkārtņē vaļņa atsevišķi pauguri paaugstinās. Tā **M i l z u k a l n s** paceļas 113 m v. j. līmeņa. Vaļņa pauguru joslā no Talsiem līdz Tukumam bieži sastopamas kēmu ainavas ar smilts un grants pauguriem.

No Talsiem uz ziemeļiem valnis pazeminās līdz 40 m augstumam. Šīnī vaļņa ieplakā ieguldīts Rojas sateku žuburs; aiz šīs ieplakas valnis atkal sāk celties līdz 60—80 m augstumam. Lieļāko augstumu (92 m) valnis sasniedz **R a ņ ķ u k a l n ā** pie Kaļķu muižas (no Dundangas uz ziemeļaustrumiem, pie vaļņa nogāzes). Ziemeļkursas valnis izbeidzas ar **S l ī t e r e s k r a u j u** (Zilie kalni), kas paceļas 35 m virs jūrmalas līdzenuma. Šī krauja ir senais stāvkrasts, ko noskalojusi viena no pirmajām Baltijas jūras stadijām, kas bijusi jau pirms Joldija jūras (Baltijas ledusezers). Uz kraujas ir skatu tornis, no kuŗa atveŗas skaists skats uz piejūras zemuma mūŗa meŗiem, uz Baltijas jūŗu un uz Dundangas vaļņa muguru. Ziemeļ-

kursas kalna Dundangas spārnu vietām klāj gala morēnas pauguri, piem., starp Nogali un Valdemārpili.

Valņa austrumu nogāze ir izvagota dziļām grāvām, ko izgrauzušas senu lielāku ūdeņu straumes. Šī nogāze noplūk piejūras līdzenumā ar vairāk terrasēm. Valņa lielais garums, tā straujā pa celšanās aiz Slocenes—Abavas senlejas, prāvais valņa augstums, kas gan ar nelielu platību paceļas virs 120 m augstuma līnijas, dod tiesības uzskatīt Ziemeļkursas valni par atsevišķu augstieni, sevišķi vēl ievērojot valņa ziemeļa gala celšanos pēc leduslaikmeta un arī gala morēnas joslas nokraušanas īpatnējos apstākļus.

Ventas mulda un Usmas ieliektais vairogs. Austrumkursas platformu no Rietumkursas valņa nodala Ventas mulda. Tā stiepjas no Lietuvas robežas līdz Abavai. Ar Rietumkursas valni muldai pa lielākai daļai krasa robeža, jo te bieži valnim sastop stāvu nogāzi. Šī stāvā Rietumkursas valņa nogāze pienāk samērā tuvu Ventai, tāpēc kreisajā krastā Ventas mulda ieņem mazu platību. Vairāk tā plešas uz austrumiem, kur lēzeni paceļas Austrumkursas platforma. Muldas virsas absolūtais augstums ir 30—60 m.

Būtu nepareizi iedomāties šo muldu kā vienlaidu smiltāju. Saprota, plašos apmēros te sastopam smiltājus, bet pamīšus arī māla un smilšainā māla zemes. Sevišķi plašs smiltājs ir ap Abavas lejasgalu.

Ziemeļos no Abavas Ventas mulda pāriet Usmas ieliektā vairoga līdzenumā. Usmas ezera līmeņa absolūtais augstums ir ap 20 m. Attālinoties no ezera, virsa lēni ceļas līdz 60 m. Austrumos Usmas ieliekto vairogu ierobežo Ziemeļkursas valnis. Citos virzienos vairogu apjož 40—60 m paceltas platformas, kuŗu pamatā ir nelieli devona smilšakmens kumpumi. Tādas augstāk par apkārtni paceltas platformas ir ap Ameljiem, Puzi un Ugali. Aiz šī paaugstinājuma loka, tuvāk jūrai, bet arī visaugstāk (pāri 60 m) paceļas *Popes kalva*. Ar savu augsto krauju ziemeļu pusē tā atgādina Slīteres nogāzi. No Popes senlatvju pilskalna atveras plašs skats uz apkārtējo mežu jūru.

Būtu aplam domāt, ka Usmas ezera apkārtnē ir vienmuļš smilšains līdzenums. Tiesa, ir daudz smilšainu apgabalu. Tā, piem., ezeram dienvidos ir liels smiltājs. Te smiltis pat saputinātas kāpās, kas tagad apaugušas ar mežu. Sevišķi grandiozas kāpas ir ezeram ziemeļaustrumos, starp Usmas un Gulbju ezeru. Bet ezera apkārtnē var sastapt arī māla zemes; sevišķi daudz to sastop ezera rietumu un ziemeļu pusē. Ezera austrumu krastā ap Apciemu sākas nelielu morēnu uzkalnu paugurājs, kas rietumu virzienā plešas

vairāk kā 10 km. Ziemeļos šī pauguru josla sākas ap Spāres ezeru, bet dienvidos ietver sevī skaistos Mordangas ezerus, kas guļ subglaciālās vagās. Daudzu šo pauguru saslāņojumā sastop arī mālu.

Rietumkursas valnis. Rietumkursas valnis paceļas starp piejūras zemieni un Ventas muldu. Vaļņa vidējais augstums ir ap 106 m; neviens šās augstienes kalns nesasniedz 200 m augstuma. Pa daļai šis nelielais augstums izskaidrojams ar lielā Baltijas jūras ieliekuma tuvumu. Ar nolaidenu nokalni paceļas augstienes rietumu mala no Baltijas jūras dziļumiem. Ja piejūras līdzenumam atstājam joslu, kas paceļas apmēram līdz 40 m v. j. l., tad turpmākās terrases virs šīs līnijas jau pieder augstienes nokalnei. Vistālāk uz rietumiem augstiene izbīdījusi Durbes—Grobiņas terrasi. Šinī platākā vietā Rietumkursas vaļņa platums ir ap 45 km; tā gaurns no Lietuvas pierobežas joslas līdz Kāpu ciemam, vaļņa ziemeļu smailumā, ir ap 85 km gaisa līnijā. Ventas muldā valnis noplok strauji, un robežu līnija no Kuldīgas gar Skrundu iet samērā taisni uz dienvidiem.

Rietumkursas valnis pazeminās uz Lietuvas robežas pusi, jo no Žemaitijas augstienes Lietuvā to šķir Kursas—Žemaitijas segli ar samērā līdzenu virsu. Tikai vaļņa patī pamala gar robežu ir līdzena; tālāk tā muguru pa lielākai daļai klāj gala morēnas pauguri. Uz ziemeļiem no Aizputes Rietumkursas valnis stipri pazeminās; te lielā Vangas leja rietumu pusē un Ēnavas upes leja austrumu pusē sadala valni dienvidu un ziemeļu daļā.

Dienvidu daļa ir augstāka par ziemeļu. Embūtes tuvumā, pie Krievaišu mājām, Rietumkursas valnis sasniedz savu lielāko augstumu — 188 m. Šo paaugstināto vietu sauc par *K r i e v u k a l n u*, lai gan tam nav parastā kalna kona. Vaļņa dienvidu gala austrumu puse ir bagāta ar dziļām grāvām un ielejām, ko pa daļai izrāvušas tagadējās upes, tecēdamas uz Ventu pa ļoti stāvu nogāzi; pa daļai šīs lejas izrāvuši ledāja kušanas ūdeņi. Plata senleja ir Šķervelim, sākot no Briņķu ezera līdz Nīkrācei. Daudzās grāvas Embūtes apkārtnē kopā ar gala morēnu pauguriem rada vienu no Latvijas skaistākām ainavām. Dienvidu daļas rietumu nokalne ir bagāta ar senlejām, kas pastiprina virsas dažādību, kad tā uz rietumiem kļūst arvien līdzenāka. Te augstienes nokalnē noguldītas trīs senlejas: Priekules, Durbes un Grobiņas. Vaļņa mugurā starp Embūti un Aizputi, starp gala morēnu krāvumiem, noguldīti daudzi nelieli ezeri.

Aiz ieliekuma joslas ziemeļos no Aizputes Rietumkursas valnis sāk atkal stiprāk pacelties ap Vilgāles ezeru. Te netālu no šī

ezera atrodas 140 m augstais *Vardupes kalns*, kas ir augstākais kalns vaļņa ziemeļu daļā. *Sudrabkalnam* pie *Snēpeles* ir 134 m augstums. Vaļņa ziemeļu galā no austrumiem ieurbjas liela leja, kas iet gar *Ķimāli* līdz *Ēdolei*. Arī vaļņa muguru izvago vairākas subglaciālas lejas NW—SE virzienā. Vietām vagās savirknēti nelieli dziļi ezeriņi. Uz ziemeļiem aiz *Ēdoles*—*Ķimāles* lejas valnis sašaurinās, un tā malas iet *Kāpu* ciema virzienā, kā uz trijstūra virsotni. Te pie *Kāpu* ciema *Rietumkursas* valnis izbeidzas, un sākas *piejūras* līdzenuma smiltāji.

Piejūras līdzenums. Sakarā ar šī līdzenuma sauszemes robežas noteikšanu ir pagaidām neskaidrība, ko uzskatīt par šo robežu. Varētu pieņemt vai nu 20 m vai 40 m augstuma līniju. Abos gadījumos tas būtu darīts mēchaniski, neievērojot līdzenuma joslas dažādo ģenētisko izcelšanos. Varētu domāt, ka pietiktu izpētīt senās jūras transgresijas visaugstāko robežu un šo seno krastu līniju pieņemt par līdzenuma robežu. Lieta tā, ka ģeoloģijā pētījumi par *Baltijas* jūras stadiju robežām *Latvijā* vēl nav noslēgti. Bet jau tagad kļūst skaidrs, ka vēl agrāk par pazīstamiem *Ancila*, *Litorinas* un *Joldijas* jūras posmiem bijuši tā sauktie *Baltijas* ledusezeru posmi, kad šī *Baltijas* jūra tikko sāka veidoties kā liels saldūdens ezers ledāja malā *Latvijas* un *Igaunijas* piekrastē. Kā pētījumi rāda, šīm ledusezera stadijām laikam bijusi sevišķi liela nozīme seno krastu krauju un vispār *piejūras* līdzenuma veidošanā *Latvijā*. Ģeologi daudz darījuši, lai šinī *piejūras* līdzenumā konstatētu senās krastu līnijas. Bet vēl nav skaidrs, kuŗi no šiem senajiem krastiem pieder jau jūras, kuŗi ledusezera stadijām.

Ja pieņemtu par *piejūras* līdzenuma robežu 20 m izohipsu, tad drošāk var sacīt, ka lielākā daļa šīs joslas reiz gulējusi zem īstās jūras, bet tad no *piejūras* līdzenuma mēs būsim izslēguši, piem., pusi no zemienes, kas plešas starp jūru un *Slīteres* krauju; tad jūrmalas līdzenuma robeža ir tālu no šīs kraujas. Ja ņemam 40 m izohipsu, tad *piejūras* līdzenuma robeža pienāk pie *Slīteres* kraujas, bet tad mēs šim līdzenumam pievienojam apgabalus, kas zem jūras nav bijuši; un tad līdzenuma robeža iet pāri *Kapsēdas*—*Mēdzes* senai augstai kraujai un ietver līdzenumā tipiskus morēnu apgabalus. Otrām kārtām, uz ziemeļaustrumiem no *Valdemārpils*, pie *Tiņģeres*, ir vēl viena senā krasta krauja ar piekāvē pieguļošu smilšainu abrāzijas joslu, bet šī josla guļ augstāk par 40 m v. j. l. Seno krastu augstumu jauc arī tas apstāklis, ka *Kurzemes* ziemeļu gals aizvēstures posmā, kas tuvāk mūsu dienām, turpinājis lēni celties, turpretī, jūras piekrasti dienvidos varēja ietekmēt arī spēcīgie grim-

šanas procesi ap Kuršu jomu, un krastu pacelšanās te varēja iet ar citādu ātrumu un arī citos laika posmos.

Pagaidām tā tad nav iespējams dot tādu jūrmalas līdzenuma robežu, kas ļautu ietilpināt šinī līdzenumā ģenētiski radniecīgas ainavas. Tas nākotnes uzdevums. Pagaidām varētu šo robežu kombinēt ar augstuma līnijām tā, lai ārpusē paliktu morēnu ainavas, kur nav manāmas lielu baseinu abrāzijas pēdas (piem., Kurzemes dienvidos tā Rucavas josla, kur valda morēnu ainavas). Tāda seno baseinu abrāzijas josla stiepjas visgarām Latvijas piekrastei, sākot no Lietuvas robežas dienvidos un beidzot ar Igaunijas robežu ziemeļos.

Šī josla te sašaurinās tikai ap 5 km platumā (ziemeļos no Liepājas, pie Medzes), te tālāk atkāpjas no jūras (iepretī Usmas ezeram un Rīgas zemumā). Uz abrāzijas līdzenuma robežas var sāstapt senās krastu kraujas, piem., pie Medzes, Alsungas un Slīteres. Arī tālāk no šīs kraujas līdzenumā var vērot jūras atkāpšanās pēdas: senos krastu vaļņus un aiz tiem zemākas līdzenuma terrases. Šie smilts vai grants vaļņi vietām tikai par dažiem metriem paceļas virs apkārtnes, vietām šie vaļņi labi iezīmēti apkārtnē; parasti pa šiem vaļņiem iet ceļi ar mežiem bagātājā līdzenumā.

Ir tādi līdzenuma apgabali, kur starp šiem krastu vaļņiem plešas plašas smilšainas joslas, bet vietām smilšu vaļņi sablīvējas lielā daudzumā tuvu un parallēli viens otram un parallēli tagadējam krastam. Sevišķi daudz tādi seno krastu vaļņu sablīvējumi pavada Kursas piekrasti no Ovišiem līdz Rīgas Jūrmalai. Tādās vietās piekrastes josla izskatās kā sabangota jūra. Starp diviem pēdējiem vaļņiem parasti apmetušies zvejnieku ciemi ar saviem kartupeļu laukiem. Ap Kolkas ragu lielākus smilšu vaļņus sauc par kangariem (nesajaukt ar Kangariem, kam ošu raksturs). Starp kangariem te iegulušas purvainas ielejas vai ezeriņi. Šīs purvainās lejas sauc par jomām jeb vigām.

Abrāzijas līdzenumā ir prāvi apgabali ar māla zemēm, kur jūra noskalojusi morēnas virsējo daļu, bet apakšējie palikuši, piem., ap Medzi, ap Saku, Ventspils apkārtnē. Ventspils apkārtnē tuvu virspusei paceļas slokšņu māls, apakšējās morēnas zilganpelēkais māls un citi māla veidi. Tādās vietās nozūd meži un klājas druvas.

Baltijas jūru Latvijas piekrastē pavada tā sauktā p l ū d m a l e, t. i. josla, kurai vētrās jūra iet pāri, sasniegdama piekrastes kāpas, bet rāmā laikā jūra drusku atkāpjas un ļauj vējam dzīt sausās plūdmales smiltis uz krastmalas kāpām. Šī kāpu josla ir vietām ļoti lēzena, kur tikai nelieli pauguriņi paceļas smilšu klajumā, bet vie-

tām kāpas paceļas 15—20 m augstumā. Lielākie kāpu rajoni ir sekojošie: krastmalas joslā starp Liepājas un Papes ezeru (ar skaisto *Ķupu kalnu*), uz dienvidiem no Užavas ietekas, ap Ventspili, ap Daugavas ieteku.

Parallēlo krastmalas vaļņu rajonā no Ovišiem līdz Rīgas Jūrmalai vietām valnis, kas vistuvāk plūdmalei, apputināts plūdmales smiltīm, paceļas prāvā augstumā kā kāpa.

Daugavas kreisajā krastā Rīgas tuvumā kāpas sakārtotas trijās joslās. Viena josla iet no Rīgas Dzegužkalniem gar Tīreļa purva malu uz Ložmetējkalniem pie Kalnciema; otra josla iet gar Boldeņrāju un trešā pavada Rīgas Jūrmalu. Šīs kāpu joslas izveidojušās uz senajiem krastu vaļņiem. Kāpas mūsu jūrmalā apaugušas mežiem, tikai retās vietās tās ceļo.

Jūras krasta līnija rāda, ka tā pieder iztaisnotam krastu tipam, jo mūsu jūrmalā mēs nesastopam līčus, bet gan tikai dažus spilgtākus izliekumus — ragus, piem. — Akmeņrags, Mērsrags un citi.

Par interesantām plūdmales savādībām var uzskatīt purvu pie Nidas ciema, kas pienāk pie plūdmales un kuŗam vētrās jūra uzbrūk; šis purvs pa daļai ir transgredējis zem jūras tagadējā līmeņa. Pļavas pārklāj plūdmali pie Mērsraga un pie Salacas ietekas.

Lielus akmeņu sablīvējumus sastopam mūsu jūrmalā vairākās vietās pie Akmeņraga, no Rojas līdz Engurei, Vidzemes jūrmalā ap Kurmjā ragu un citur. Devona ieži mūsu jūrmalas kraujā atsedzas tikai Vidzemes daļā ap Kurmjā ragu; krauja gan te nav augsta, 3—4 m.

Stāvkrastu mūsu jūrmalā sastopam visur tur, kur jūra skalo krastu un kur pienāk tuvu augstas krastu platformas vai augstas kāpas. Tādu vietu, kur jūra skalo augstas kāpas, ir daudz. Minēsim tikai Staldzeni (ziemeļos no Ventspils) un augstās kāpas uz rietumiem no Kolkas raga. Augstām piekrastes platformām jūra uzbrūk pie Ziemupes un uz ziemeļiem no Sakas. Sevišķi pazīstams ir stāvkrasts uz ziemeļiem no Sakas. Lielāko augstumu (ap 20 m) krastu krauja sasniedz pie Jūrkalnes, bet pazeminās uz Sarnātu pusi. Šinī kraujā vietām atsedzas apakšējās morēnas zilgani pelēkais māls, kas padara krauju ļoti stāvu.

Literātūra.

G. R a m a n i s. Raksti par Latvijas augstienēm Konversācijas vārdnīcā.

L. S l a u c ī t ā j s. Par Apukalna—Alūksnes augstumu apg. morfometriju un hidrografiju. Ģeogrāfiski raksti, 1934. g.

L. S l a u c ī t ā j s. Par Latvijas un atsevišķo augstumu apgabalu morfometriju. Ģeogrāfiski raksti, 1935. g.

M. S k u j e n i e k s. Latvija. 1927. g.

Latvijas ezeri.

1. Latvijas ezeru skaits, kopplatība un ģeografiskais sadalījums.

Par ezeru sauc ūdens sakopojumu kaut kādā gultnē, pie kam šim ūdenim nav jūtama, upei līdzīga tecējuma un tas nestāv arī ciešā sakarā ar jūru. No fiziski-ģeografiskā viedokļa par ezeru tamdēļ nevar saukt upes paplašinājumu, piem. upē mākslīgi aizsprostotu dīķi, tāpat arī jūras jomu, kas nebūtu pilnīgi no tās nošķīrusies. Definējot ezeru, ūdens virsmas lielums nespēlē lomu: ja baseins uzrāda augšā minētās īpašības — arī mazāks, dīķveidīgs ūdens krājums ir ezers, kuŗā gan fizikālās un organiskās dzīves norises varbūt nebūs spilgti un ezeram raksturīgi izteiktas un līdz ar to pietiekoši interesantas; tāpat arī ezers var būt sevišķi liels baseins, kas zināmā mērā, pēc savām īpašībām, jau atgādina jūru.

Visas zemes virsas ainavā ezeri ieņem īpatnēju vietu; tur, kur sastopam lielākas ezeru grupas, tie pārvalda dabas ainavas un viņas attēla, kartes, izskatu. Uz visas zemes lodes ezeru kopplatību vērtē uz apm. $2\frac{1}{2}$ miljoniem km^2 , kas sastāda 1,8% no cietzemes virsmas. Daži apvidi ir tipiskas ezeru zemes, kā Somija, kur ezeri ieņem 15% visas zemes platības. Eiropā lielākās ezeru grupas un lielākie baseini vispār ir koncentrēti ap Baltijas jūru.

Arī Latvijā, kā glaciāli veidotā zemē, ezeru nav maz. Pēc Latvijas topografiskās kartes mērogā 1:75.000 (valsts austrumdaļā pēc kartes 1:50.000) ir saskaitīti visi ezeri, kuŗu platība pārsniedz 1 ha. Tādu ezeru Latvijā ir 2980, ar ūdens virsmas kopplatību $1081,43 \text{ km}^2$, kas sastāda 1,64% no visas Latvijas teritorijas. — Šis skaitlis 1,64% ir tuvs visas zemes lodes ezeru platības procentuālam skaitlim — 1,8%: tā tad Latvija, pēc šāda datu sagrupējuma, būtu zeme ar normālu ezeru platību. Tomēr nav jāaizmirst, ka citām zemēm, ar lielāku ezeru platības attiecības skaitli

pret cietzemi, šī skaitļa vērtību palielina sevišķi lielle ezeri; Latvijā, turpretim, ezeri ir mazāki un it īpaši daudz ir mazo ezeru. Ainavai Latvijas ezeri tomēr piešķir īpatnējāku raksturu, nekā to rāda platības procentuālā skaitļa normālā vērtība.

Ezeru skaits, kopplatība un attiecība pret sauszemi atsevišķos Latvijas apgabalos uzrāda sekojošu ainu.

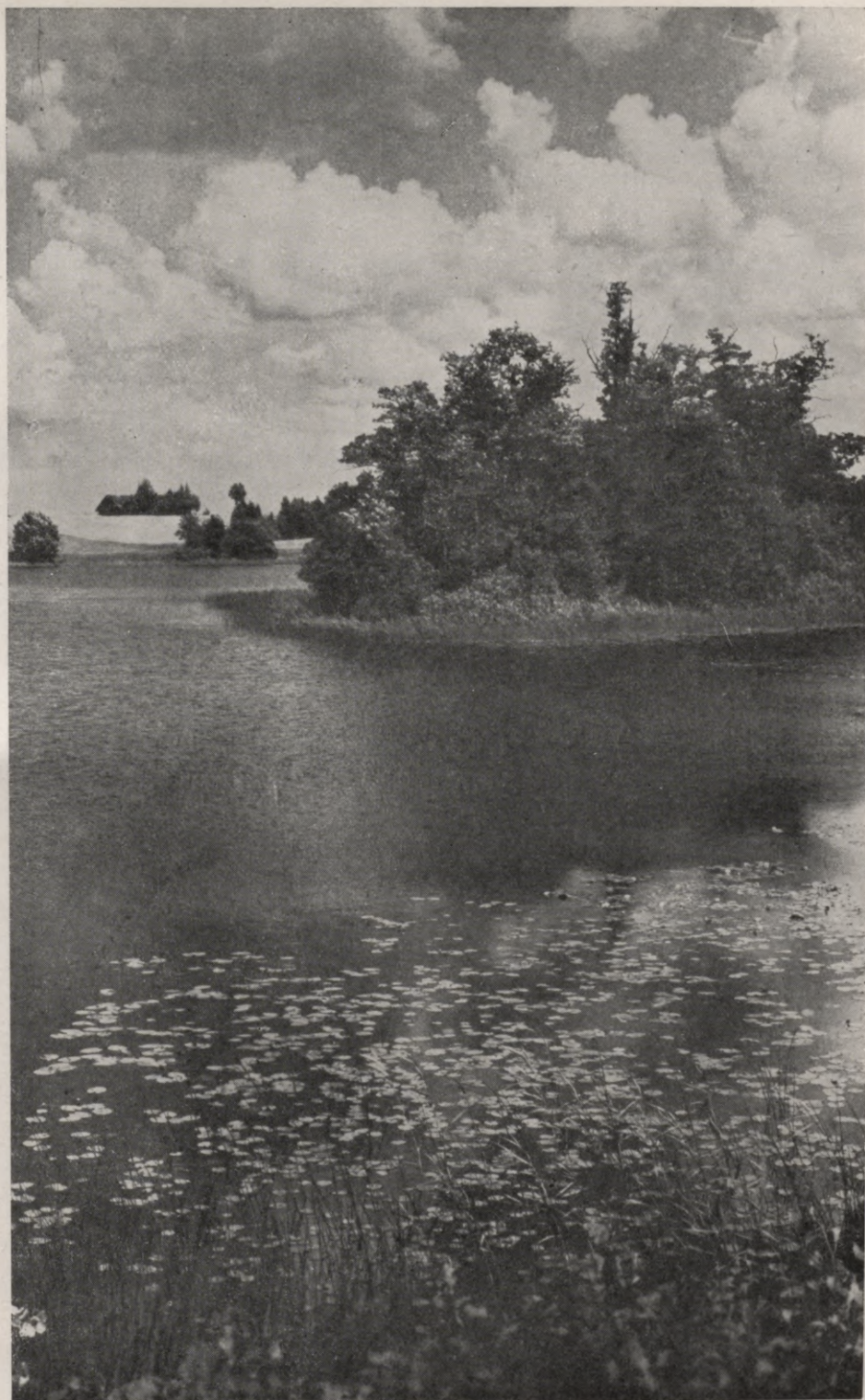
| | Ezeru skaits | Ūdens kopplatība | 0/00 pret cietzemi |
|------------------------|--------------|------------------------|--------------------|
| Vidzeme | 1057 | 294,67 km ² | 1,28 |
| Kurzeme | 651 | 205,38 | 1,55 |
| Zemgale | 503 | 95,22 | 0,70 |
| Latgale | 769 | 468,16 | 3,11 |
| Visā Latvijā | 2980 | 1081,49 | 1,64 |

Kā redzam, ezeru skaits Vidzemē gan ir vislielākais, bet procentuāli, ezeru platības ziņā pret cietzemi, pirmo vietu ieņem mūsu zemes tipiskais ezeru apgabals — *Latgale* — ar 3,11%, pret ezeriem nabadzīgo daļu — *Zemgale* — pēdējā vietā — ar 0,70%. Kurzeme ir otrā vietā. Ja sagrupē šos skaitļus arī pēc apriņķiem, tad bagātākais ir Rēzeknes apr. ar 256 ezeriem, kopplatībā 225,45 km² — 5,30% apriņķa platības; vismazāk ezeru ir Bauskas apriņķī: 21 ezers, tikai 1,49 km² kopplatībā un pavisam 0,06% apriņķa platības.

Zināms, ezeru sagrupējums pa administratīviem apgabaliem nav visumā pietiekoši raksturīgs; tādu varētu izdarīt vai nu īpatnējiem ģeografiskiem reģioniem vai arī uzstādīt pat sevišķus ezeru apga-

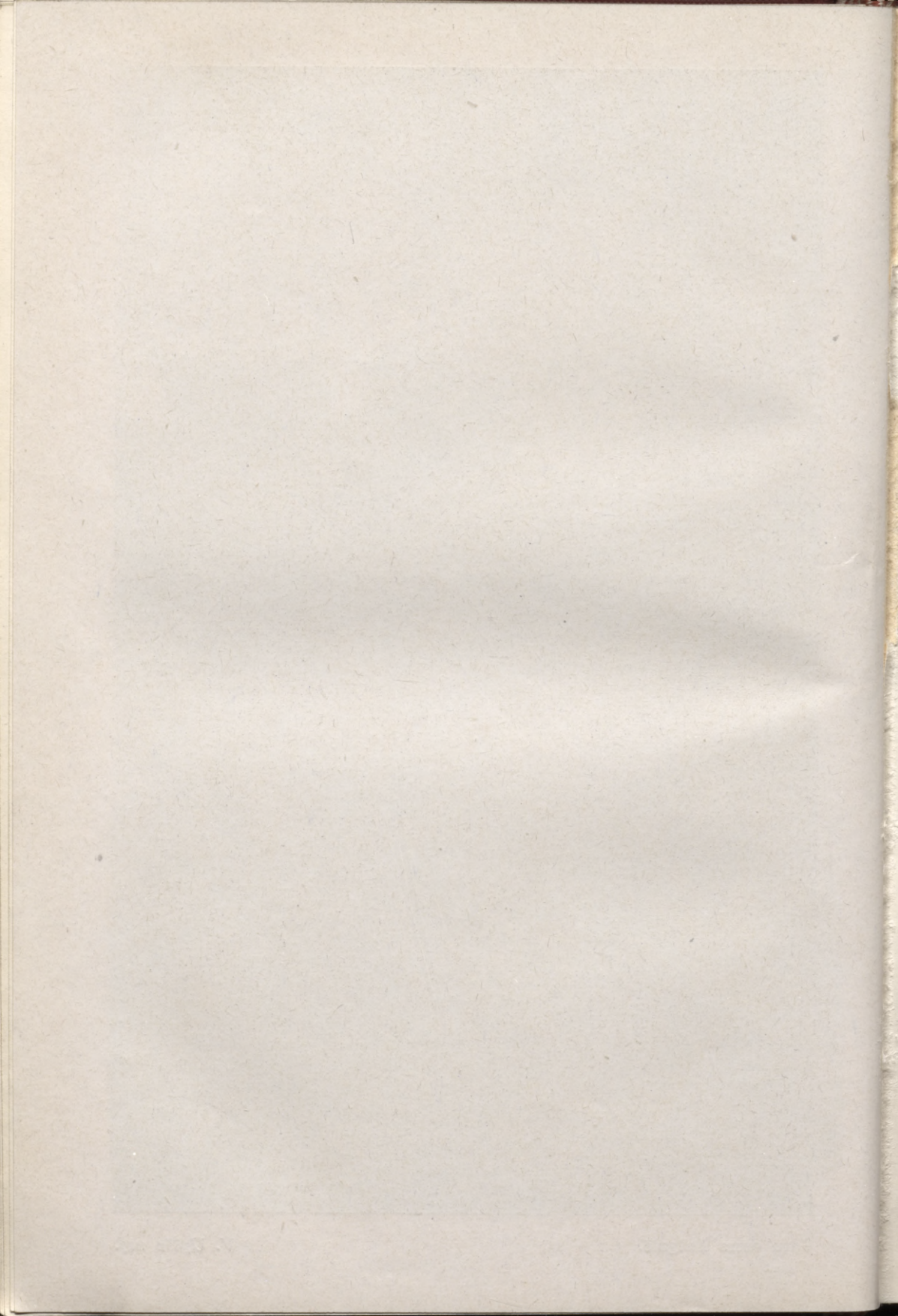


Latgales ezeru ainava.



Ūdru ezers Latgalē.

V. Upīša uzj.



balus un tad aplēst šos datus. Šāds sagrupējums ir izdarīts, piemēram, Austrumvidzemes augstumu apgabalam; tas norādījis, ka ezeru kopplatība tur pret visa augstuma apgabala platību sastāda 2,3%, t. i. vairāk nekā vidēji Latvijā un arī vispār Vidzemē.

Pēc lieluma mūsu ezeri sadalās šā:

| | | |
|--|------|------------|
| Lielāki par 1000 ha (10 km ²)..... | 15 | 453,36 km. |
| 500 — 1000 „ (5 — 10 km ²) ... | 14 | 98,63 „ |
| 250 — 500 „ (2,5 — 5 km ²) ... | 32 | 110,51 „ |
| 100 — 250 „ (1 — 2,5 km ²) | 73 | 113,76 „ |
| 50 — 100 „ (0,5 — 1 km ²) ... | 133 | 94,34 „ |
| 25 — 50 „ | 203 | 71,90 „ |
| 10 — 25 „ | 435 | 68,76 „ |
| 5 — 10 „ | 491 | 34,74 „ |
| 1 — 5 „ | 1581 | 35,43 „ |

Ezeru, kas lielāki par 10 km², ir tā tad 15; tie ieņem gan drīz pusi no visas ezeru kopplatības.

| | |
|---|--|
| 1. Lubānas . . . 90,05 km ² *) | 9. Sīveris . . . 18,64 km ² |
| 2. Rēznas . . . 55,98 „ | 10. Ķīšezers . . . 17,59 „ |
| 3. Engures . . . 44,34 „ | 11. Alūksnes . . . 16,16 „ |
| 4. Usmas . . . 38,78 „ | 12. Cirma . . . 13,17 „ |
| 5. Liepājas . . . 37,16 „ | 13. Kaņieris . . . 12,59 „ |
| 6. Burtnieku . . . 35,49 „ | 14. Papes . . . 12,05 „ |
| 7. Babītes . . . 26,10 „ | 15. Eža . . . 10,87 „ |
| 8. Rušonu . . . 24,40 „ | |

Lielākais skaits, zināms, ir mazāko ezeriņu, ar platībām no 1—5 ha — pavisam 1581.

Pēc Latvijas kartes mērogā 1:400.000 (zīmējuma mērogs 1:2.500.000) ir uzlikti ezeri. Še saskatam grupas vai īpatnējus atsevišķus novietojumus:

1) Lielākie piejūras ezeri: Papes, Liepājas, Engures, Kaņiera, Babītes, Ķīšezers, Juglas, Baltezers un ezeri pie Gaujas grīvas.

2) 3 lielie, ārpus augstienēm, zināmā mērā lielākās ieplakās guļšie ezeri: Usmas, Burtnieku, Lubānas.

3) Ezeri, kuŗu vietas saistas ar augstienēm un paaugstinājumiem.

a) Lielākais sablīvējums — ezeru kopums Latgalē jau spilgti

*) Še uzrādītie platību skaitļi (V. Ozoliņa) iegūti, kā jau minēts, no topografiskajām kartēm. Speciāli morfometriski mērījumi dažos gadījumos dod citus datus, bet pirmie nedaudz atšķiras no pēdējiem.

Latvijas ezeri (Kartes mērogs 1:2.500.000).



norāda pat uz augstumu platformas veidu un robežām. Lielākie ezeri: Rēznas, Rušonu, Sīveris u. c.

b) Vidzemes centrālās augstienes ezeri ar īpašu sablīvēšanos austrumu daļā: Alauksts, Inesis u. c. Labi saredzami ezeri augstienes pārejas mugurā uz Augšzemes augstumiem: Saukas ezers u. c.

c) Austrumvidzemes ezeri: Alūksnes u. c.; arī savienojuma tiltā ar Vidzemes centrālo augstieni.

d) Kursas augstieņu ezeri — īpatnējie mazie ezeriņi augstieņu vidū un lielākie — malās.

e) Rinda ezeru Limbažu apkārtnes paaugstinājumos.

Šāds Latvijas ezeru sagrupējums teritorijā ir sakarā tā tad vai nu ar jūras kontaktu vai sauszemes reljefa formām; šķietams, ka ezeru novietošanās schēma zinamā mērā jau noteic pašu ezeru formas elementus. Viss tas, bez šaubām, saistas ar ezeru izcelšanos.

2. Ezeru morfometrija.

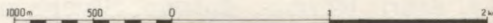
Lai spriestu par ezeru no vispārējā fiziski ģeografiskā viedokļa, par ezera ūdens tvertni, ezera ģeoloģiskām īpatnībām, fizikālām norisēm ūdens masā, tālāk par ezeru organisko dzīvi un citām īpašībām — mums jābūt skaidrībā par paša ezera formas elementiem. Pirmā uzmanība jāvirza, tā tad, uz šādu *m o r f o m e t r i s k u* ezera izpratni: vienveidīgā ceļā savāktie atsevišķie morfometriskie elementi noder jau vispārējām salīdzinošām studijām.

Pašā sākumā jāgādā par labu ezera plānu. Ja neapmierina jau esošie vispārējie topografiskie vai arī sīkākie uzņēmumi, tad ezera kontūra jāpārmērī no jauna. Parastajos plānos bieži trūkst norādījumu par to līmeņa stāvokli, pie kāda ezers ir uzmērīts. Kā zinam, dažreiz ezera ūdens daudzums, līdz ar to platība un kontūra var stipri mainīties gada vai citā laika sprīdī. Spilgts piemērs tam ir Latvijas lielākais ezers — Lubāns, kurš priekš tikko izdarītās līmeņa pazemināšanas pie augstā līmeņa varēja iejemt 8 reiz lielāku platību pret zemākā līmeņa virsmu: 650 km² pret 81 km². Ezera plāns parasti attiecināms uz vidējo vai zemāko līmeni. Uzrādītai ezera kontūrai jābūt arī pieslēgtai, augstuma ziņā, pie krasta vai cietzemes reljefa, lai kopēji, pēc ezera dziļumu kartes, kurā būtu redzamas arī cietzemes augstumu līnijas, spriestu par ūdens tvertnes un apkārtnes morfoloģisko sakarību.

Otrs svarīgs darbs ir dziļumu mērīšana. Pēc iegūtiem skaitļiem konstruē dziļumu karti, velkot caur vienādiem dziļumiem, piem. ik pa 1 metru, 2 metriem vai tamlīdzīgi, līnijas, ko sauc par

ALŪKSNES EZERS

MĒROGS 1:50000



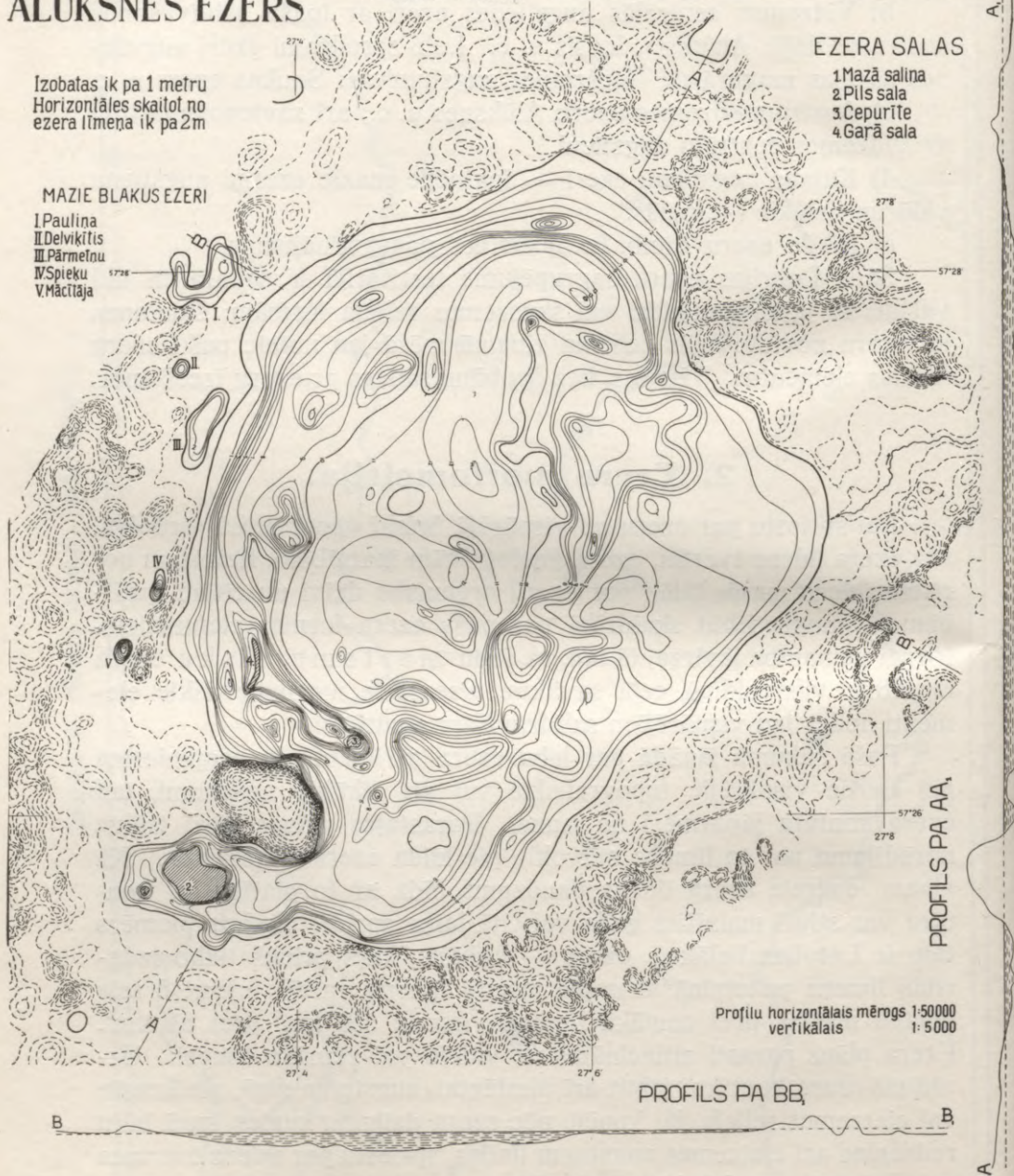
Izobatas ik pa 1 metru
Horizontāles skaitot no
ezera līmeņa ik pa 2m

EZERA SALAS

- 1 Mazā salīna
- 2 Pils sala
- 3 Cepurīte
- 4 Garā sala

MAZIE BLAKUS EZERI

- I Paulina
- II Delvikītis
- III Pārmetou
- IV Spieku
- V Mācītāja



Profilu horizontālais mērogs 1:50000
vertikālais 1:5000

PROFILS PA BB,

PROFILS PA AA,

Alūksnes ezera dziļumu karte.

izobatām. Izobatu sistēma ļauj lasīt ezera tvertnes reljefu un dod iespēju aprēķināt formas elementus.

Latvijas ezeru mērīšanas darbi ir tikai pašā sākumā. Dziļumu kartes un formas elementi ir zināmi lielākiem iekšzemes ezeriem — Lubānas, Usmas, Alūksnes, Alauksa, Durbes ezeram, kā arī piekrastes ezeriem: Liepājas, Engures, Slokas, Babītes, Kīšezeram, Juglaš, Baltezeriem, Lilastes, Dzirnezeram un mazākiem ezeriem ap Gaujas grīvu, Baltezeru apkārtņē, Usmas ezera apkārtņē, centrālajā Vidzemes augstienē, bez tam īpatnējiem dziļiem gultņu ezeriem Austrumvidzemes augstienē pie Korneta. Ir gan vēl dažas atsevišķas ziņas par citu ezeru dziļumiem, kā arī daudz labu plānu ar ezeru kontūrām.

Izmantojot ezera dziļuma karti, var izdarīt formas analīzi. Pie tās pieder pirmā kārtā šādu elementu konstatēšana: ezera gaņums, lielākais platums, lielākais dziļums, ūdens virsmas platība, salu platība, ārējās kontūras gaņums, krastu līnijas gaņums (krastu līnijas gaņums ir ārējā ezera kontūra, kopā ar salu kontūru gaņumu) un atsevišķo dziļumu līniju gaņums, kā arī platības atsevišķām dziļumu pakāpēm.

Lai raksturotu ezera bagātību salām, runā par ezera insulozitāti, kas ir skaitlis, kas rāda cik % no ezera kopējās ūdens un salu virsmas ieņem visu salu platība; tā piem. Engures ezeram tā ir 12,5%, Alūksnes 0,8%. Kā zinām, Latvijas ezeri vispār bagāti salām.

Lai spriestu par ārējās kontūras vai krasta līnijas veidu, ņem attiecību no tiešas ārējās kontūras vai krasta līnijas pret ezera platībai visīsāko iespējamo, t. i. pret ezera platībai atbilstošā loka aploci. Maz attīstīta krasta līnija būs nedaudz lielāka par 1, bet izrobota ezera kontūra un tā bagātība ar salām dos lielākas vērtības, kā piem. Usmas ezeram — 3,33.

Svarīgi zināt ezera ūdens tvertnes tilpumu, resp. ezera ūdens daudzumu, ko aplēš saskaitot atsevišķo slāņu (pēc dziļumu pakāpēm) tilpumu — tos izvērtējot pēc ģeometriskām formulām, vai arī iegūstot, vispār, ezera tilpumu grafiskā ceļā — ar tā saucāmās batigrafiskās līknes palīdzību. Šo likni konstruē, liekot uz horizontālās ass platības, kādas ietver atsevišķās dziļumu līnijas, un uz vertikālās ass attiecīgos dziļumus. Līknes un asu ieslēgtais laukums attēlo tilpumu. Bez tam batigrafiskā līkne raksturo dibena reljefa īpatnības un tvertnes formu. Tā, piem., lielajam Alūksnes ezeram līkne, salīdzinot ar maziem, bet sevišķi dziļajiem Korneta ezeriem, ir pavisam cita tipa.*)

*) Skat lappusi 176.

Lai redzētu kā tilpums atšķiras no kaut kāda elementāra gadījuma, piem. no kōnveidīgas tvertnes, runā par tilpuma attīstību, t. i. par patiesā tilpuma attiecību pret tāda kōna tilpumu, kuŗa pamats ir ezera virsma un augstums ir ezera lielākais dziļums. Tilpuma attīstība Latvijas ezeriem ir nedaudz lielāka par 1 un arī dažos gadījumos nedaudz mazāka par 1.

Svarīgs ir jēdziens par ezera vidējo dziļumu: Prēcīzi runājot tas nav vienkārši aritmētiskais vidējais no izmērīto dziļumu skaitļiem, bet gan tāda ūdens bloka augstums, kāds jāiedomājas, ja visu ezera ūdeni saliktu uz virsmu, kas vienāda ar ezera platību, citiem vārdiem, ezera vidējais dziļums ir ezera tilpums dalīts ar ezera virsmu. Ezera vidējais dziļums var stipri atšķirties no lielākā dziļuma; pēdējais gan ir interesants, bet ezera tvertnes, tā sakot, dziļuma vērtību vai saturu norāda vidējais dziļums. Usmas ezers vienā vietā gan sasniedz maksimāli 27 metru dziļumu, bet ezera vidējais dziļums ir tomēr 5,4 m. Dziļākos Latvijas ezeros maksimālais dziļums dažās vietās pārsniedz 30 metrus, bet vidējie dziļumi tiem ir 9—10 m. Mūsu teritōrijas ezeriem vidējais dziļums pāri par 5 liek tos pieskaitīt jau dziļiem ezeriem.

Lai spriestu par ezera dibena reljefa īpatnībām, ievēd jēdzienu par dibena vidējo nogāzi un nogāzi starp atsevišķām dziļumu pakāpēm, ko aplēš leņķos. Plakanais Lubāns ir ar dibena vidējo nogāzi tikai $0^{\circ}5'$, kamēr dziļās gultnēs novietotiem ezeriem tā sasniedz gandrīz 20° .

Dibena reljefa attīstību raksturo skaitļi: dibena virsma, dalīta ar ezera ūdens virsmu.

3. Latvijas ezeru tipi.

Jūras piekrastes ezeri Latvijā pieder jaunākiem, aluviāliem veidojumiem. Daži no tiem ir bijušās jomas, kas smilšu sēkļiem vai arī kāpu grēdām atdalījušies no jūras. Dažreiz arī upju straumes maiņa, sadarbībā ar jūras krasta līnijas pārveidošanos, veidojusi atsevišķas jūrmalas ezeru baseinus. Ja Engures, Papes, Liepājas un Kaņiera ezerus varētu pieskaitīt pirmam šo jūrmalas ezeru tipam, tad Kīšezers, Juglas, Babītes un citi ezeri, kas jau guļ no tagadējā krasta — tālākās kāpu rindās, ir domājami kā Daugavas un Lielupes senās gultnes pārpalikumi un kopveidojumi ar jūras krasta maiņām. Dažu, arī tā saucamo jūras piekrastes ezeru baseinu veidošanā bez procesiem alluvija laikā, labi saskatams gultņu formas sakars ar cietzemes reljefu, kuŗa pamati izveidojušies le-

duslaikmetā. Tā, Baltezeru samērā lieli dziļumi runātu par labu arī tvertnes veidošanai jau priekš alluvija.

Bez tam upju ieteku apkārtņē (arī citur upju ielejās) redzam daudzus mazus ezeriņus, kurus varētu nosaukt par attek ezeriem (Dzirnezers pie Gaujas grīvas un citi).

Sekojošā tabulā sakārtoti morfometriskie elementi dažiem izpētītiem jūras piekrastes ezeriem.

| Morfometriskie elementi. | Engures | Slokas | Ķīsezers | Juglas |
|---------------------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Ezera gaņums | 19,8 km | 0,9 | 8,9 | 4,6 |
| Lielākais platums | 4,2 km | 0,3 | 3,6 | 2,1 |
| Platība bez salām | 42,2 km ² | 227 ha | 17,3 km ² | 5,6 km ² |
| Salu platība | 6,0 km ² | — | 0,08 | 0,02 |
| Ezera insulozitāte | 12,5 ⁰ / ₀ | — | 0,4 ⁰ / ₀ | 0,4 ⁰ / ₀ |
| Krasta līnijas gaņums | 56,4 km | 7,3 | 42,8 | 17,6 |
| Krasta līnijas attīstība | 2,5 | 1,38 | 2,90 | 2,09 |
| Ārējās kontūras gaņums | 42,2 km | 7,2 | 40,1 | 16,6 |
| Ārējās kontūras attīstība | 1,9 | 1,38 | 2,72 | 1,98 |
| Ūdens tvertnes tilpums | 43 milj. m ³ | 2 milj. m ³ | 41 milj. m ³ | 10 milj. m ³ |
| Tilpuma attīstība | 1,3 | 1,5 | 1,01 | 1,03 |
| Lielākais dziļums | 2,4 | 1,6 | 7,0 | 5,0 |
| Vidējais dziļums | 1,0 | 0,8 | 2,4 | 1,7 |
| Dibena vidējā nogāze | 0° 7' | 0° 12' | 0° 22' | 0° 28' |

| Morfometriskie elementi. | L. Baltezers | M. Baltezers | Lilastes | Dzirnezers |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Ezera gaņums | 3,9 | 2,5 | 6,3 | 1,9 |
| Lielākais platums | 2,5 | 1,5 | 1,6 | 1,3 |
| Platība bez salām | 5,85 km ² | 1,96 km ² | 615 ha | 171 ha |
| Salu platība | 0,16 | — | 3 ha | 6 |
| Ezera insulozitāte | 2,6 ⁰ / ₀ | — | 0,5 ⁰ / ₀ | 3,3 ⁰ / ₀ |
| Krasta līnijas gaņums | 14,9 | 7,9 | 20,6 | 11,6 |
| Krasta līnijas attīstība | 1,74 | 1,60 | 2,30 | 2,50 |
| Ārējās kontūras gaņums | 11,4 | 7,9 | 19,9 | 9,9 |
| Ārējās kontūras attīstība | 1,33 | 1,60 | 2,27 | 2,10 |
| Ūdens tvertnes tilpums | 16 milj. m ³ | 9 milj. m ³ | 15 milj. m ³ | 2 milj. m ³ |
| Tilpuma attīstība | 1,4 | 1,4 | 1,07 | 1,20 |
| Lielākais dziļums | 5,9 | 10,0 | 6,4 | 4,7 |
| Vidējais dziļums | 2,7 | 4,6 | 2,3 | 1,9 |
| Dibena vidējā nogāze | 0° 53' | 1° 25' | 0° 41' | 0° 54' |

Kā redzam, se no j o m u e z e r i, piem. Engures, var būt lieli (tāpat Papes un Liepājas), bet ir sekli. Pie 1,0 m vidējā dziļuma Engures ezers maksimāli ir tikai 2,4 m dziļš. Ezers savā lielā ga-

rumā, tuvu pie 20 km, dabīgi izstiepts parallēli jūras piekrastei. Ārējās kontūras attīstība ir maza, bet, pateicoties lielai insulozitātei, krasta līnija gan iznāk labi attīstījusies. Zināms, kā visiem piekrastes jomu ezeriem, tā arī Engures ezeram, ir maza dibena vidējā nogāze. Ezera dibenā gan ir vietām bieza dūņu kārtā, kas arī tādā veidā to vēl paseklinājusi. Ezeram, starp citu, kā arī citiem sekliem jūrmalas ezeriem, gar krastu un arī dziļāk stiepjas ūdens augu josla, sevišķi niedres, kamdēļ šie ezeri, lidzeniem, bieži kailiem krastiem atstāj īpatnēju iespaidu kopainavā.

Tabulā atsevišķi neminētais Liepājas ezers arī ir sekls: pie maksimālā dziļuma ap 2 m, viņa vidējais dziļums ir ap 0,6 m.

Jūras piekrastes otrā apakštipa ezeri (jomas atdalīšanās un upes darbības kopveidojums) arī nav dziļi: ja arī maksimālie dziļumi sasniedz, kā Ķīšezeram, 7 m, tad tāds dziļums nav ezeram raksturīgs. Šo ezeru vidējie dziļumi ir līdz $2\frac{1}{2}$ m. Krasta līnija, tāpat ārējā kontūra attīstīta jau labāk (vairāk izlocījumu) un vidējā dibena nogāze sniedzas pie apm. $\frac{1}{2}^{\circ}$.

Tabulā atsevišķi neuzrādītais Babītes ezers arī ir sekls. Tikai atsevišķās vietās dziļums pārsniedz 1 m. Ezera dibenu klāj 4—5 m bieza dūņu kārtā un ezerā stipri attīstījusies, starp citu, ļoti bagāta flora un fauna. Ezers pieskaitams labi izteiktiem eutrofiem (barī-



Babītes ezers vasarā.

bas vielām bagātiem) ezeriem. Gar krastu un atsevišķu ceru veidā ezers tā aizaudzis ūdensaugiem, ka vasarā tie pārklāj lielāko ezera tiesu, tikai paretam redzam plašākus ūdens laukumus. Sīkāki ezera dziļuma kartē redzam dziļākus zarus, it īpaši pie upju ietekām vai iztekām. Šādi kanāli ir īpatnēji „zivju ceļi“, kā tos nosauc apkārtējie iedzīvotāji.

Ja Baltezerus pieskatītu pa daļai arī šim jūrmalas ezeru apakštipam, tad jāuzsver tomēr viņu lielākie dziļumi. Mazais Baltezers maksimāli sasniedz jau 10 m un uzrāda 4,6 m vidējo dziļumu. Arī dibena vidējās nogāzes tiem ir ap 1° .



Babītes ezera aina ziemā. Priekšplānā Gates upe, pa labi viens no kanājiem.

No lielākiem Gaujas grīvas apkārtnes ezeriem tabulā minēti Lilastes un Dzirnezers. To vidējie dziļumi ir ap 2 m, bet Lilastes ezers sasniedz savu lielāko dziļumu pie 6,4 m. Ļoti īpatnējs formas ziņā ir Dzirnezers, ar sevišķi izrobotu krasta līniju un īpatnēju, kontrasta pilnu apkārtnes ainavu.

Morfometriskie elementi dažiem maziem jūras piekrastes ezeriem, kā Umas (pie Gaujas grīvas), Langstiņu un L. Maku ezeriem (Baltezeru apkārtņē) uzrādīti vienā no nākošām tabulām kopā ar citiem maziem ezeriem.



Plosti ceļā no Mazā Baltezera — Lielajā Baltezerā.



Lubānas ezers un Aiviekstes izteka.

Lielākais Latvijas ezers, L u b ā n s, ir bijuša lielāka ezera atliekas, kas šļūdoņa ledum kūstot pildījis ieplaku Malienas līdzenuma daļā. Arī gala morēnu aizsprostojums, kā tāds, minams ezera krastu veidošanā. Ezera zemākais līmenis, iepriekš regulēšanas, bija apm. 93 m augstu virs jūras līmeņa.

No citiem lielākiem atsevišķi stāvošiem ezeriem U s m a s ezers ir veidojies tūliņ pēc leduslaikmeta šļūdoņu atkāpšanās un tad bijis liels ūdeņu sakopojums. Tas, domājams, stāvējis, sakarā ar Balti-

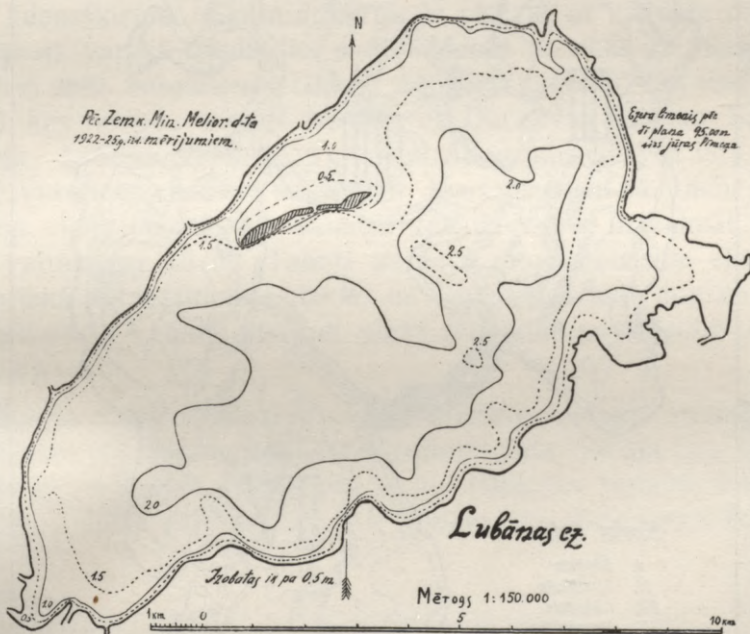


Burtnieku ezera krasts netālu no baznīcas (ūdens nokrities pēc Salacas izbagarēšanas).

jas jūru, tā tad arī toreiz ezers bijis itkā jūras joma. Apkārtnei paceļoties ezers palicis iepakas veida baseinā. Varbūt arī ezera dibens līdz ar apkārtni ir pārdzīvojuši celšanos un grimšanu. Tādā kārtā Usmas ezeram gan kā glaciāli veidotam, ne alluviālam ezeram, redzam izcelšanās ziņā zināmu līdzību ar piekrastes jomu ezeriem.

Pie Burtnieku ezera izcelšanās lielu lomu spēlējuši ledus erodējošā darbība. Šis ir izdubuma ezers, kuŗa gultni šļūdonis ar savu virzīšanos izrāvis smilšakmenī.

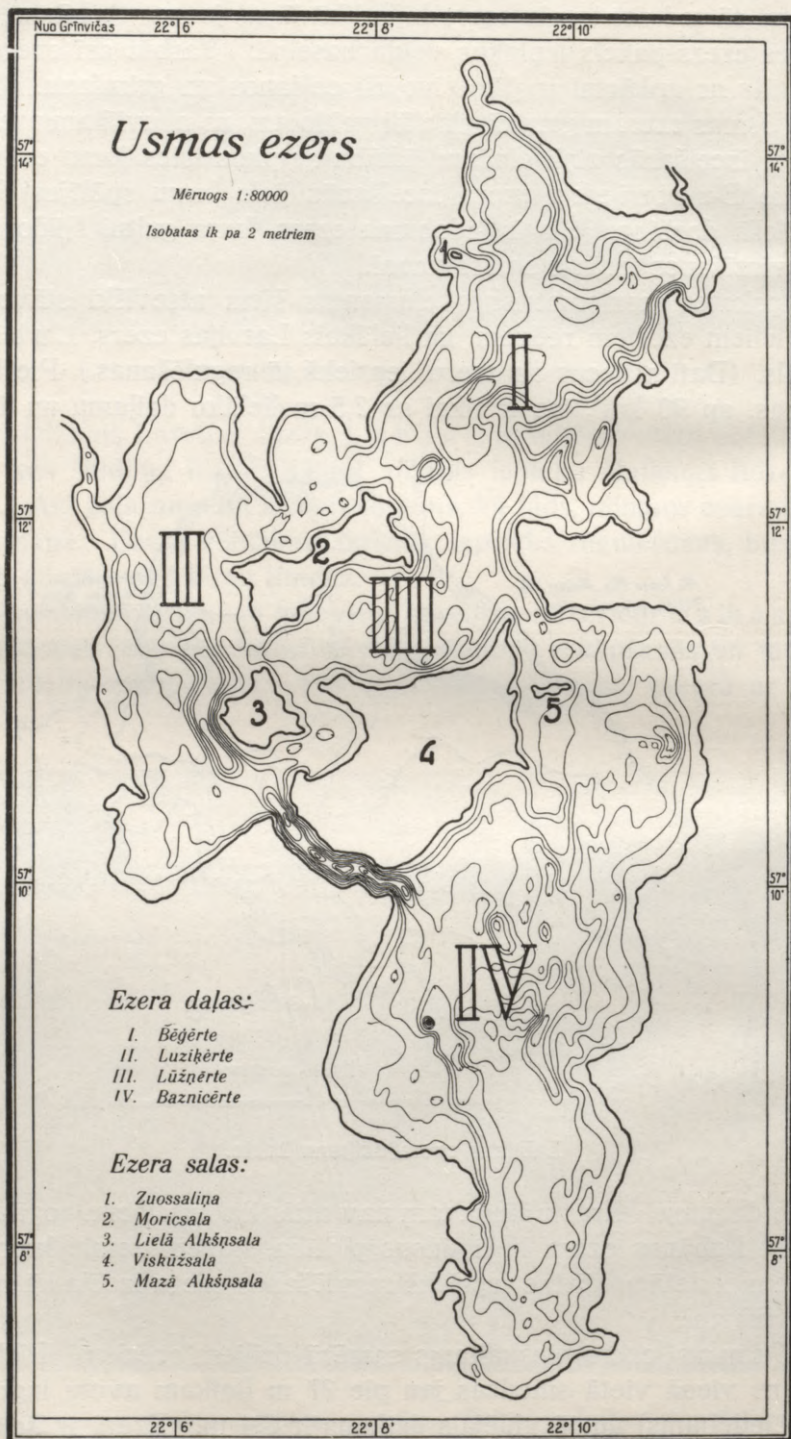
Apskatot morfometriskos elementus šiem atsevišķi stāvošiem trim lieliem ezeriem redzam, ka lielākais Latvijas ezers, L u b ā n s, ir sekls. (Dati attiecas uz ezeru iepriekš tā regulēšanas.) Pie lielās platības, ap 90 km², tas ir tikai ar 2,5 m lielāko dziļumu un 1,6 m



Lubānas ezera dziļumu karte.

vidējo dziļumu. Krastu līnija tam nav attīstīta un dibena nogāze ļoti maza. Lubānas ezera lielā ūdens platība, līdzeni zemie krasti un plūdiem padotā apkārtnē iepriekš regulēšanas ezeru izcēla kā īpatnu ūdenstvertni.

U s m a s ezers pieskaitams samērā dziļiem ezeriem. Lielākais dziļums vienā vietā sniedzas jau pie 27 m (laikam avota izgrausts mazs iedobums) un tā vidējais dziļums ir 5,4 m. Ezerā ir lielas un mazākas salas, kamdēļ tam ir arī stipri attīstīta krasta līnija. Dibena



Usmas ezera dziļumu karte.

vidējā nogāzē tam pārsniedz 1^o. Morfometriskā ziņā Usmas ezers jau līdzinas glaciāliem ezeriem pamatmorēnu un gala morēnu apgabalos, kā Alūksnes, Alauksta un citiem.

Burtnieku ezers ir vidēji dziļš. Nav gan mūsu rīcībā pilnīgu uzņēmēšanas datu, bet lielākie zināmie dziļumi nepārsniedz 10 m. Burtnieku ezers pēc platības ierindojas 6. vietā.

Augstumu apgabalos, ieplakās starp morēnu pauguriem redzam samērā īpatnējās grupās novietotos pamatmorēnu un gala morēnu ezerus: tie ir mūsu augstumu apgabalu vai viņu nogāzēs gulošie ezeri. Tie atrodas necaurļaidīgā morēnmālā starp pauguriem augstu virs jūras līmeņa. Bieži redzam gadījumus, ka pat lielāku ezeru gultnes ir augstā vietā, samērā ar apkārtni. Pa tiem tad var iet pat ūdensšķirtne. Ezera apkārtnē ir viscaur ar kritumu uz leju, kāpēc ezers var kā trauks liet savus ūdeņus ne tikai uz vienu, bet vairākiem upju baseiniem. Tāds ir Alūksnes ezers (174 m virs jūras līmeņa), kas novada ūdeņus ne tikai uz Daugavas baseinu, bet arī uz Gauju. Līdzīga situācija ir pa daļai Alaukstam (203 m virs jūras līmeņa) Vidzemes centrālā augstienē. Morfometriski šādi lielie ezeri ir līdzīgi viens otram. Tie samērā gan dziļi, bet maksimāli neko daudz vairāk par 15 m. Tabulā uzrādīti morfometriskie elementi bez iepriekš aprakstītiem Lubānas un Usmas ezeriem, augstieņu — Alūksnes,* Alauksta un plašā sengultnē novietotam Durbes ezeram.

Latgales augstienes ezeru morfometrisko elementu aplūkošanai trūkst mums vēl labu un noteiktu mērījumu datu. Zinām gan, ka lielais Rēznes ezers esot dziļāks par 10 m. (Bez tam Latgalē ir sastopami šaurie dziļie gultņu ezeri, par kuriem būs runa turpmāk.)



Alūksnes ezera dienviddaļa.

* Skat. arī lappusi 164.

| Morfometriskie elementi. | Lubānas ez. | Usmas ez. | Alūksnes ez. | Alauksta ez. | Durbes ez. |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Fz-ra gaņums..... | 15,6 | 13,5 km | 6,0 | 4,1 | 5,2 |
| Lielākais platums..... | 8,4 | 6,2 km | 4,3 | 2,5 | 1,6 |
| Platība bez salām..... | 87,8 | 38,9 km ² | 15,8 | 7,9 | 6,8 |
| Salu platība..... | 0,5 | 4,2 km ² | 0,1 | 0,06 | — |
| Ezera insulozitāte..... | 0,5 | 9,8 0/0 | 0,8 | 0,8 | — |
| Krasta līnijas gaņums..... | 55,6 | 73,6 km | 21,3 | 15,2 | 14,8 |
| Krasta līnijas attīstība..... | 1,68 | 3,33 | 1,51 | 1,54 | 1,61 |
| Ārējās kontūras gaņums..... | 49,8 | — | 18,7 | 14,9 | 14,8 |
| Ārējās kontūras attīstība..... | 1,50 | 2,33 | 1,33 | 1,51 | 1,61 |
| Ūdens tvertnes tilpums..... | 139 milj. m ³ | 210 milj. m ³ | 106 milj. m ³ | 31 milj. m ³ | 25 milj. m ³ |
| Tilpuma attīstība..... | 1,91 | 1,04 | 1,34 | 1,53 | 1,44 |
| Lielākais dziļums..... | 2,5 | 15,7(27) m | 15,2 | 7 | 8,1 |
| Vidējais dziļums..... | 1,6 | 5,4 | 6,7 | 3,9 | 3,9 |
| Dibena vidējā nogāze..... | 005' | 106' | 104' | 0046' | 0047' |

Latvijā, kā jau zinam no iepriekšējā, ir daudz mazāku ezeru. Daudz maz apaļas formas diluviālie ezeri lielā skaitā izbārstīti augstieņu apgabalos, nogāzēs un līdzenumos. Tie varētu būt arī ledus palieku ezeri. Daudzās vietās morēnā, ledum kūstot, palika atsevišķas iesērējušas ledus masas, kas izkusdamas veidoja iedobumu. Šādi ezeri augstienēs ir līdz 10 m dziļi un, sakarā ar mazu virsas platību, dod lielu dibena nogāzi (vairākus gradus).



Dridžu ezers Latgalē. V. Upīša uzj.

Mazo ezeru formas elementi kopā ar piejūras un atteku ezeru datiem piemēra dēļ izlases veidā parādīti sekojošā tabulā.

| Morfometriskie elementi | Usmas ezera apkārtnes | | Vidzemes centr. augstienes Sasēra ez. | Baltezera apkārtnes | | Caujas grīvas apkārtnes Umas ez. |
|-----------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| | Spāres ez. | Šīnu ez. | | Lielais Maku ez. | Langstīņa ez. | |
| Ezera gaņums | 3,1 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 1,2 | 0,7 km |
| Lielākais platums | 1 8 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 0,6 km |
| Platība | 211 | 7 | 15 | 12 | 39 | 29 ha |
| Krasta līnijas gaņums . . | 13,8 | 1,2 | 1,7 | 1,5 | 3,1 | 2,3 km |
| Krasta līnijas attīstība. | 2,67 | 1,26 | 2,55 | 1,18 | 1,39 | 1,22 |
| Ūdens tvertnes tilpums. | 6 milj. m ³ | 0,16 milj. m ³ | 0,3 milj. m ³ | 0,1 milj. m ³ | 1,6 milj. m ³ | 1,1 milj. m |
| Tilpuma attīstība | — | — | — | 1,92 | 1,54 | 1,50 |
| Lielākais dziļums | 10,2 | 4,9 | 3,5 | 1 5 | 8,0 | 8,8 |
| Vidējais dziļums | 2,8 | 2,5 | 1,8 | 1,0 | 4,1 | 4,0 |
| Dibena vidējā nogāze. . | 1017' | 308' | 1036' | 0049' | 2028' | 2022' |

Viens no interesantākiem diluviālo ezeru tipiem Latvijā ir gultņu ezeri. Tie gaři, šauri, parasti ļoti dziļi un guļ šļūdoņa ledus kušanas ūdens straumes ielejās. Gaŗie ezeri bieži seko virknē viens otram, vai arī vienā ezerā atrodas vairāki raksturīgi šķērs-sliekšņi (vietas arniecīgu dziļumu). Ezeru krasti dažreiz ir sevišķi augsti, pie kam dabīgi, ka stāvākam krastam (kā vispār pie viļņota reljefa) tuvumā atrodas lielākie dziļumi, kā sauszemes reljefa tur-



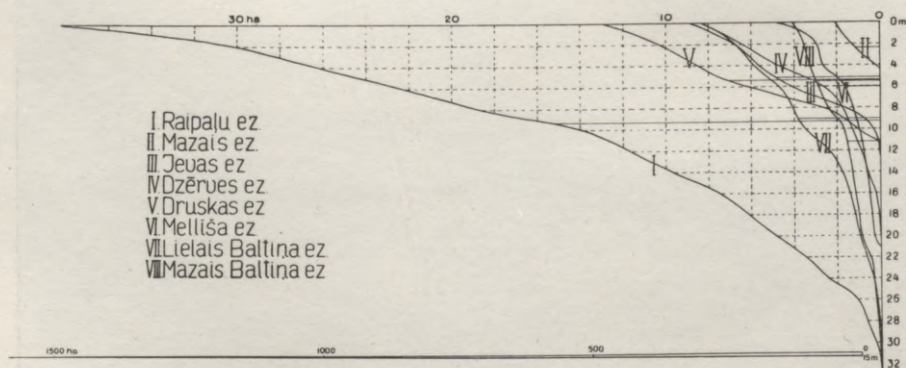
Dziļais Raipaļu ezers Austrumvidzemes augstienē.

pinājums. Šo ezeru tvertnes ir pamatnē ar virpuļojošo kušanas ūdeni izrautas bedres. Vertikālais ūdens strāvojumus ir radijs arī minētos raksturīgos sliekšņus. Ar turpmāko ūdens tecējumu šie ezeri gan dažreiz piesērēja, tomēr mazāk pieskalotie palika par mūsu teritorijas dziļākiem ezeriem.

Šiem ezeriem pieder garais Cieceres ezers pie Saldus, ezeri Limbažu apkārtņē, kur Dzīlezerā konstatēts 30 m dziļums, daži ezeri Cēsu un Valmieras apkārtņē, Latgalē un sīkāk morfometriski izpētītie ezeri Korneta apkārtņē — Austrumvidzemes augstienē. Tabulā parādīti dažu pēdējās grupas ezeru morfometriskie elementi.

| Morfometriskie elementi | Raipaļu ezers | Lielais Baltiņa ezers | Melliša ezers | Druskas ezers | Dzērves ezers | Mazais Baltiņa ezers |
|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ezera garums | 1,9 km | 0,75 | 0,5 | 1,4 | 0,5 | 0,4 |
| Lielākais platums . . . | 270 m | 140 | 150 | 150 | 210 | 140 |
| Platība | 38,4 ha | 8,3 | 4,8 | 12,9 | 8,3 | 4,12 |
| Krasta līnijas garums | 4,3 km | 1,7 | 1,1 | 2,9 | 1,2 | 0,8 |
| Krasta līnijas attīstība | 1,95 | 1,66 | 1,43 | 2,29 | 1,21 | 1,21 |
| Ūdens tvertnes tilp. | 3 ¹ / ₂ milj. m ³ | 0,75milj. m ³ | 0,30milj. m ³ | 0,70milj. m ³ | 0,47milj. m ³ | 0,46milj. m ³ |
| Tilpuma attīstība . . . | 0,87 | 0,91 | 0,92 | 1,61 | 0,85 | 1,05 |
| Lielākais dziļums . . . | 33,0 m | 30,0 | 21,0 | 11,3 | 20,0 | 32,0 |
| Vidējais dziļums . . . | 9,3 | 9,1 | 6,1 | 5,4 | 5,7 | 11,2 |
| Dibena vidējā rōgāze | 10°51' | 17°38' | 11°33' | 9°59' | 7°12' | 19°48' |

KORNETA APKĀRTNES EZERU BATIGRAFISKĀS LĪKNES



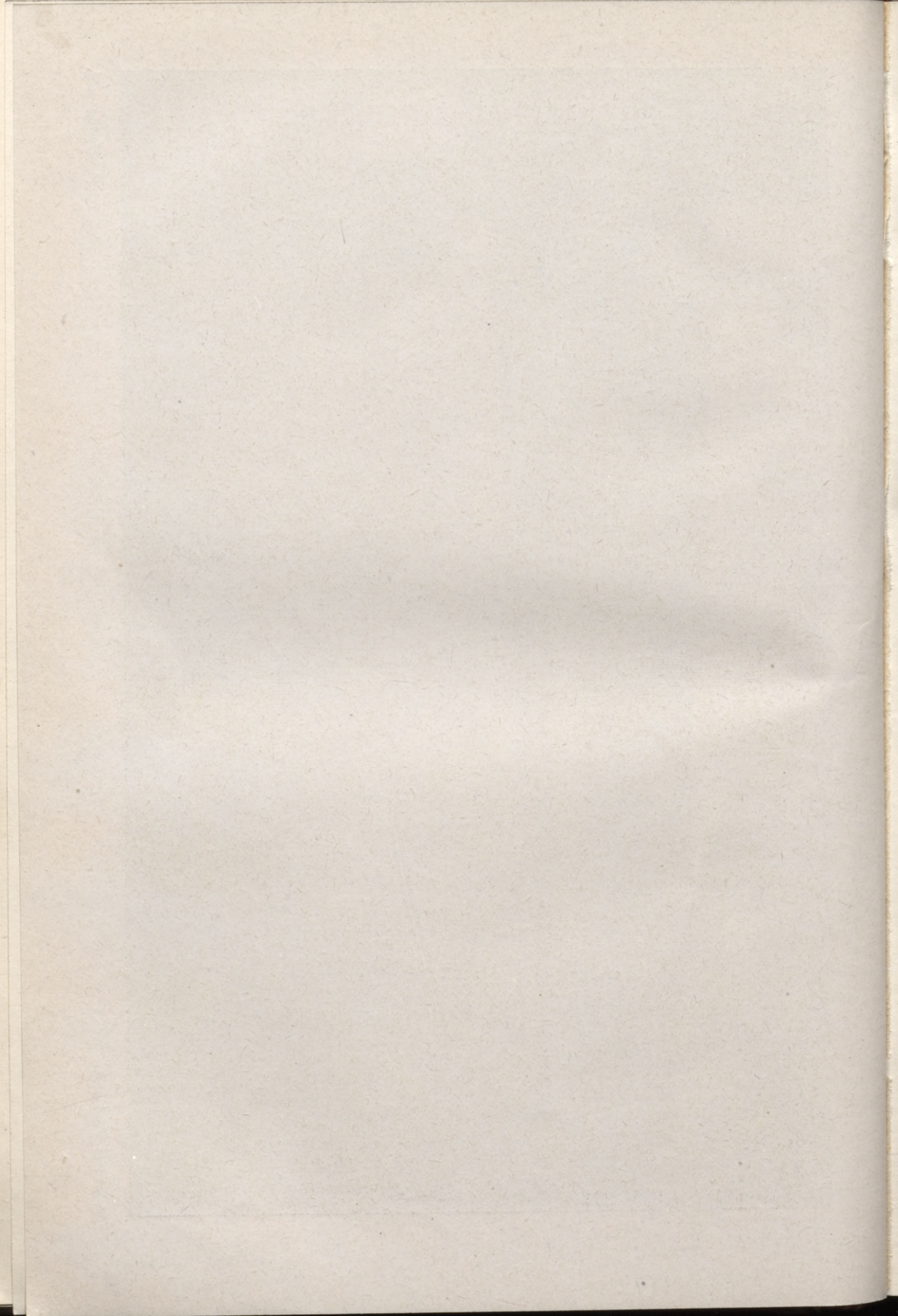
Saldzināšanai: ALOKSNES ezera batigrafiskā līkne. Asu mērs 40 reiz mazāks ka Korneta ezeriem, asu attiecība atstāta tā pati

Ezeru vidējie dziļumi ir lielāki par 5 m, vislielāko vidējo dziļumu uzrāda Mazais Baltiņa ezers — 11,16 m, pēc tam Raipaļu

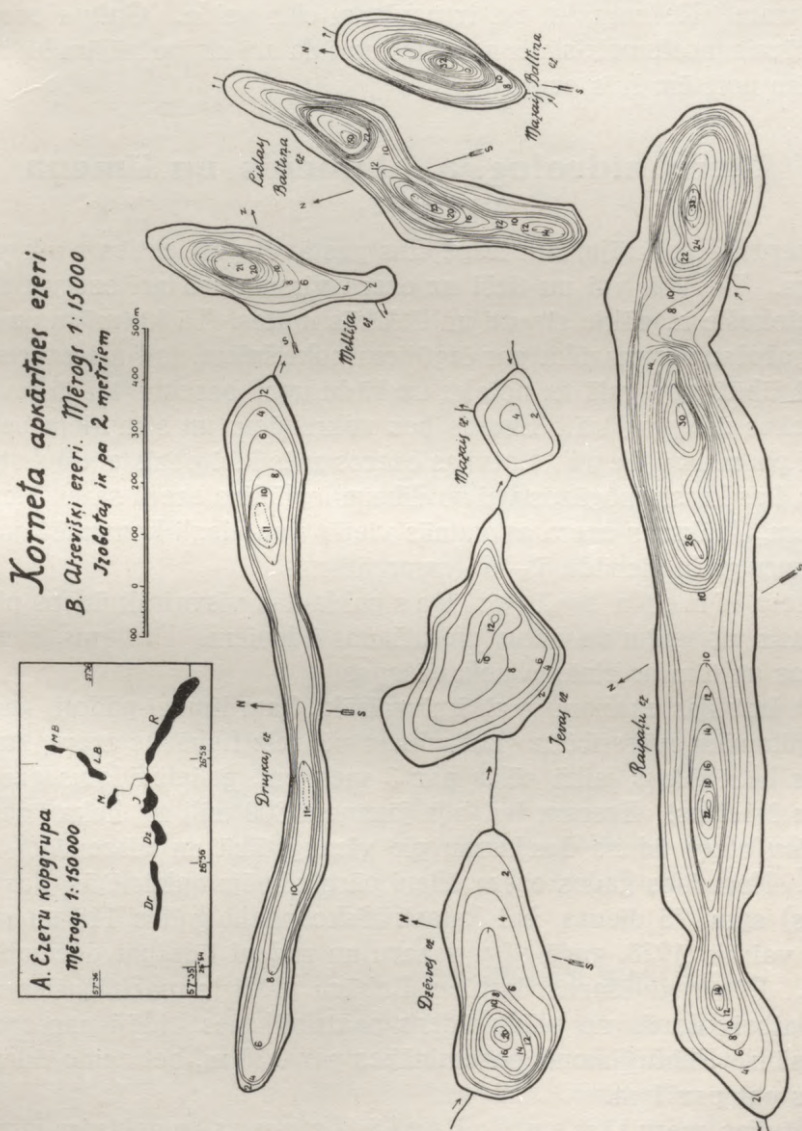


Salezers Vestienā.

V. Upiša uzņ.



ezers — 9,30 m. Salīdzinot, piem., šos skaitļus ar mūsu kaimiņu valsts Igaunijas dziļāko ezeru datiem, redzam ka tikai viens no tūrienes daudzajiem izmērītiem ezeriem — Suurjärv, pārsniedz pirmos.



Dziļie gultņi ezeri Korneta apkārtnē, Austrumvidzemes augstienē.

Ja Suurjärv'u zinam kā dziļāko izmērīto ezeru tuvākajās Baltijas valstīs ar lielāko dziļumu 41,0 m, tad pēc līdz šim zināmiem un publicētiem datiem Raipaļu ezers ar maksimālo dziļumu 33,0 m ir dziļākais ezers Latvijā.

Korneta ezeru dibena vidējā nogāze dažos gadījumos sniedzas pie 20°. Nogāzes leņķi starp atsevišķām dziļumu pakāpēm ir vēl lielāki. Zīmējumā salīdzinoši parādītas, pie vienas attiecības asīm, batigrafiskās līknes Korneta ezeriem un tās pašas augstienes Alūksnes ezeram. Redzam, ka tās ir pavisam cita veida. Gultņu ezeru savdabīgais morfometriskais raksturs norāda arī uz īpatnējām hidroloģiskām norisēm šais ezeros.

4. Ezeru hidroloģija. Līmenis un līmeņa maiņas.

Ezeru ūdens krājumam iespējams pastāvēt pateicoties nokrišņiem. Tie krīt vai nu tieši uz ezera virsmu vai arī ezeru baseinā ietekošie mazākie strauti un lielākās upītes. Tā kā mūsu apvidos izgarošana ir mazāka par iegūtiem nokrišņiem, tad arī ezeriem parasti jābūt galu galā ar noteku uz kādu upes baseinu, lai tā ievadītu liekos ūdeņus jūrā. Ezerus bez nokrišņiem un strautiem baseinā vēl arī pamatūdeņi. Latvijas ezeros mēs labi pazīstam aukstos avotus, kas krasta nogāzēs vai no dibena ieplūdzina ezerā savu ūdeni. Tā, piem., Alūksnes ezera avotainās vietās var viegli konstatēt gandrīz cauru gadu vienādu 5°—6° temperatūru.

Ezera līmeņa svārstības pakļautas visvairāk ūdens ieplūdim no upēm un lietus un kušanas ūdeņiem. Protams, ezers atsaukas uz tām ar zināmu nokavēšanos.

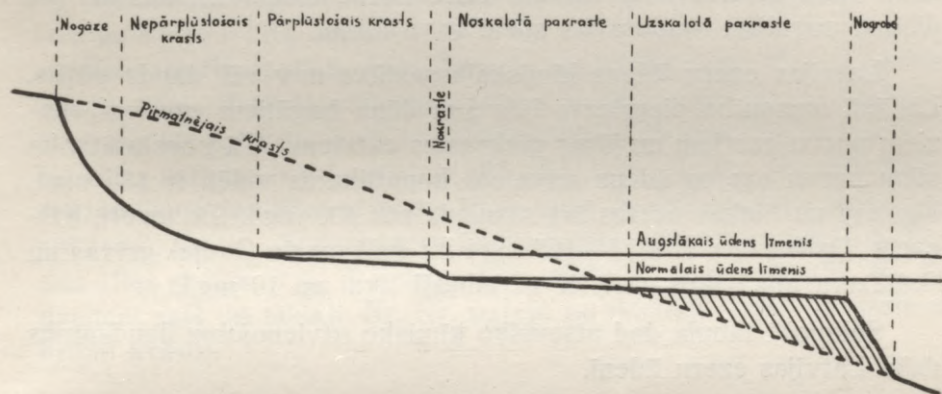
No Latvijas ezeriem ir zināmi vairāki, kam līmeņi padoti gada laikā jūtāmām svārstībām. Lai minam vēl reiz Lubānas ezeru, kuŗa līmenis lielā ūdens laikā cēlās par 3 metriem, palielinādams ezera platību 8 reizes. Ezeram tad bija jāuzņem 800 milj m³ lieka ūdens (starpību starp ūdens daudzumu pie visaugstākā un viszemākā līmeņa). Normālos gados ezera ūdeņi pārplūdināja apkārtējās pļavas (klānus) apm. 75 dienas, bet katastrofisko plūdu gados 115 un pat daudz vairāk (1928. gadā visu vasaru un rudeni līdz pat decembra vidum. Pēc regulēšanas darbiem Lubāna plūdi ir mazinājušies un klānu atbrīvošanās no plūdu ūdens paātrinājusies vidēji par apm. 45 dienām. Plūdu līmenis pazeminājies par 0,35 m, bet zemo ūdeņu līmenis pat par 1 m.

Latvijas ezeru līmeņa absolūtie augstumi (virs jūras) var būt dažos gadījumos (jūrmalas ezeriem) ap 0 m, bet augstieņu ezeriem (Gaiziņkalna apkārtnē) pie 250 m.

Ezeru līmeni traucē vējš un viļņi, kuŗi arī dziļākos un lielākos baseinos tomēr nepārsniedz pāris desmitu centimetru augstumu. Bez tam dažos lielos ezeros, kā piem., Alūksnes ezerā novērota retā stā-

vošo viļņu, seišu, parādība, kad ezera līmenis vienā ezera galā pamazām ceļas un otrā — krīt. Šī kustība atkārtojas ilgāku laiku, tā kā svārstības seko zināmos periodos viena otrai. Atsevišķo periodu ilgums mūsu ezeros varētu sniegties pie dažiem desmitiem minūšu. Seišas, domājams, rada notikumi atmosfērā, kas tad savukārt traucē līdzsvara stāvokli ūdens masām. Pirmā kārtā še svarīgas ir straujākas un jūtāmākās gaisa spiediena maiņas.

Ezera līmeņa maiņas, viļņu, strāvojumu iedarbība saskatāma arī paša krasta formās, veidojumā, kuŗa ideālizēto schēmu (stāvam krastam) redzam attēlā.



Ezera piekrastes schēmatisks profils.

Ezeros bez lēnām un tikko sajūtamām, bet gan svarīgām vertikālām ūdens daļiņu kustībām (konvekcijas strāvojumiem) dažreiz konstatējamas arī horizontālas strāvas, kas var būt vai nu cauritekošā ūdens (ietekošās un iztekošās upes) radītas, vai arī termisku apstākļu veidotas. Arī tās tomēr visā ezera baseinā nav lielas, bet jau jūtāmākas vai nu plūdu sākumā un beigās vai vispār pie pašu ezeru upju iztekas vai ietekas.

5. Ezeru ūdens ķīmiskais sastāvs.

Ezeru baŗojošais ūdens, ķīmiskās norises dibenā un krastos, organiskās dzīves parādības dod ezeru ūdenim arī zināmu vielu šķīdinājumu vai piemaisījumu. Atšķīdinātu vielu tomēr mūsu noteku ezeros nav daudz; to daudzums vidēji ir 0,01 līdz 0,02% no ūdens svara. Ezeru ūdens ķīmiskais sastāvs atkarīgs pirmā kārtā no ezerā ievadītā ūdens sastāva, otrkārt no maiņām, kas notiek ūdenim pašā ezerā un treškārt, gan netieši, no ezera notekas.

Viršūdens, pateicoties nokrišņiem, pakļauts maiņām un tamdēļ ķīmiskā sastāva raksturojumam nav noteicošs. Tikai plakanākos

ezeros, kur arī organiskās dzīves procesi var spēlēt lielu lomu virsūdenī, gan arī tas ir stādams uzmanības centrā. Dziļāko kārtu sastāvs ir mazāk mainīgs, bet nav tomēr pavisam pastāvīgs. Ja ezeru baņo spēcīgi avoti un citi pamatūdeņi, tad, piem., Ca un Fe savienojumi ezerā būs lielākā daudzumā, nekā ietekošo upju ūdenī. Ja ezeram ir kāds kontakts ar jūru, tad sajūt relatīvi lielākus daudzumus Na, K, Mg, Ca chlorīdu un Ca sulfātu.

Ezeru ūdens pārmaiņas ir anorganiskas un organiskas dabas. Organiskās norises ir svarīgs faktors, kuŗu rezultātā var rasties zināmi jauni savienojumi, dažreiz vairs ūdenī nešķīstoši, kas arī pie dibena nogulšņu veidošanās spēlē savu lomu.

Latvijas ezeru ūdens ķīmiskais sastāvs nav vēl daudz pētīts. Lielākā uzmanība piegriezta līdz šim dūņu bagātiem ezeriem, ma-ziem purvu ezeriem un jūras piekrastes ezeriem. Tā konstatēts, ka sūnu purvu ezeros ūdens iztvaices kopatlikums vidēji ir 136 mg/l. Kaņiera un Slokas ezeros tas sasniedz pat 400 mg/l. Baltezeri, Ķīšezers, Dzirnezers dod 71—165 mg l un dažī mazie Gaujas grīvas un Baltezera apkārtnes ezeri ir uzrādījuši tikai ap 10 mg/l.

Sekojošā tabula dod atsevišķo ķīmisko savienojumu daudzumus dažū Latvijas ezeru ūdenī.

| | Engures ez. | Babītes ez. | L. Baltezers | Dzirnezers | Umas ez.
(pie Gaujas grīvas) |
|--------------------------------|-------------|-------------|--------------|------------|---------------------------------|
| Cl | 2,5 mg/l | 2,6 | 9,0 | 3,8 | 2,3 |
| SO ₃ | 9,3 | 46,6 | 6,6 | 4,6 | 2,0 |
| CO ₂ | 53,7 | 70,2 | 49,5 | 32,9 | 1,0 |
| SiO ₂ | 2,9 | 2,0 | 3,5 | 0,6 | 0,4 |
| P ₂ O ₅ | — | — | pēdas | — | — |
| K ₂ O | 0,7 | 0,9 | 2,0 | 1,1 | 0,6 |
| Na ₂ O | 3,0 | 2,8 | 8,7 | 2,7 | 1,6 |
| CaO | 49,3 | 90,4 | 48,1 | 31,8 | 2,2 |
| MgO | 17,2 | 21,8 | 12,5 | 9,3 | 0,3 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,1 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,2 |
| Al ₂ O ₃ | 0,8 | 1,3 | 1,3 | 2,0 | 0,2 |
| | 140,5 mg/l | 238,9 | 141,7 | 89,3 | 10,8 |

Ezeru ūdenī ir atšķīdis lielos daudzumos g a i s s. Ja atmosfērā slāpekļa attiecība pret skābekli ir apm 4 : 1, ūdenī tā ir normāli ap 2 : 1, tā tad skābeklim par labu. Arī ogļskābā gāze, kas ņem lielu dalību organiskos procesos, ezeru ūdenī var sasniegt 1,6%, kamēr atmosfērā tas ir tikai apm. 0,03%.

6. Limnoloģiskā klasifikācija.

Ja mēs piegriežamies ezeru un atsevišķi Latvijas ezeru hidrografiski hidrobioloģiskai (limnoloģiskai) klasifikācijai, tad zināmā mērā saistāmies arī ar dažiem fizikāliem efektiem, kā ūdens caurredzamību, krāsu u. c. Ezerus vispār sadala divās lielās grupās: dzidrūdens un brūnūdens jeb distrofos ezeros. Pirmās grupas ezeriem ūdens ir visumā dzidrs; dibena nogulsnēs nav kūdras un ezerā humusvielu saturs nav liels. Otrās grupas ezeriem ūdens ir dzeltens vai iebrūngans; dibena nogulsnēs daudz kūdras un ezers satur daudz humusvielu.

Dzidrūdens ezeri iedalās divās apakšgrupās: oligotrofos un eutrofos ezeros.

Oligotrofie ezeri ir dziļi, ar lielu caurredzamību, lielu skābekļa saturu, vēsi. Barības vielu šais ezeros ir maz. Ženevas un Bodenes ezeri pieder šai grupai un to caurredzamība (baltas, ūdenī gremdētas ripas saredzamība) sniedzas pie 22m; mūsu šī tipa ezeriem caurredzamība ir gan tikai nepilnus 10 m, piem, Sudrabezeram, Baltezeru apkārtnē, 6,4 m. Sudrabezera ūdens krāsa vērtējot to pēc t. s. Foreļa-Ules skalas, ir 6—7 (Foreļa-Ules skalā Nr. 1 ir gaiši zils, Nr. 11 dzeltenī zaļš un tālākie Nr. Nr. pāreja no dzeltenī zaļās uz dzeltenī brūno krāsu).



Plenču ezers (Laudonā).

Eutrofie ezeri satur daudz planktona un ir ar mazu ūdens caurredzamību (1—3 m). Parasti šie ezeri ir sekli, silti, bagāti barības vielām. Šai apakšgrupai pieder lielākais Latvijas ezeru skaits. Tā, piem., Baltezeri ir ar caurredzamību 1,6 m un krāsu pēc Foreļa-Ules skalas ap 17.

Ezeru oligotrofās un eutrofās īpašības ar laiku var mainīties: sākumā ezers varēja būt oligotrofs un pēc kļūst par eutrofu. Labi piemēri šādai pārejai ir Usmas un Alūksnes ezeri.

Distrofā tipa (brūnūdens) ezeriem ir īpatnēja ūdens krāsa, ūdens tiem nedaudz skābs, planktona saturs nabadzīgs un dziļumos trūkst skābekļa. Ka piemēru šai ezeru grupai var minēt L. Maku ezeru, Gaujas ietekas apkārtnē, Putnu ezeru pie Slokas, kuriem krāsa pēc Foreļa-Ules skalas ir ap 20 un caurredzamība tikai ap 0,6 m.

7. Ezeru siltuma apstākļi.

Tāpat kā cietzemi, tā ezerus un citus iekšējos ūdeņus visvairāk tieši sasilda saules stari. Daļu no saules stariem ezera spogulis atstaro — tie tā tad ūdens silšanai iet zudumā. Ja pie 30° saules augstuma reflektējas 6%, tad zemākā saules stāvoklī, pie 10° augstuma, zūd jau 35% staru. Tālāk zināmu daļu patērē virsējo kārtu izgarošanas process. Pārējā enerģija iespiežas iekšā un silda ne tikai ūdeni, bet seklākās vietās arī dibenu un piekrastes dibena nogāzi. Ņemot vērā ūdens staru absorbējošās (uzsūcošās) īpašības, kā arī dabas ūdeņu pastāvīgo, kaut niecīga neorganiska un organiska duļķojuma stāvokli, tikai apm. 20% no starojuma sasniedz par 1 metru lielākus dziļumus.

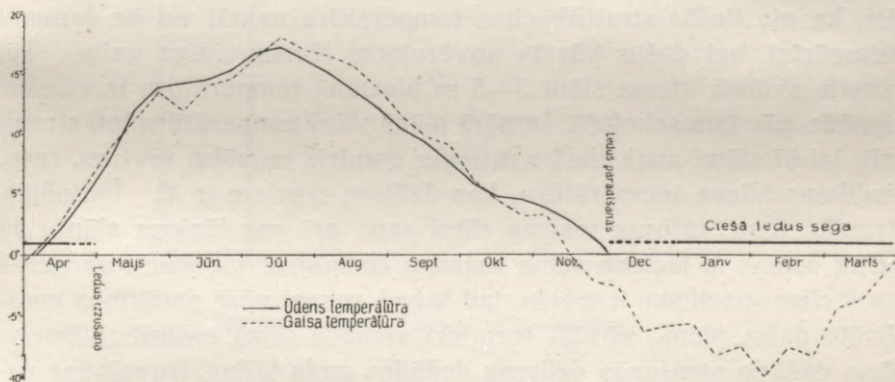
Bez saules starojuma, siltuma avoti vēl ir gaisā, piekrastes cietzemes masā, ezeram cauri tekošā ūdenī, avotos, nokrišņos. Siltuma iegūšanai pretim stādama siltuma atdošana: izstarošana vai atdošana gaisam ar vadīšanu, bez tam siltuma zaudējums pie izgarošanas.

Visu faktoru kopiznākumā ūdens kārtām raksturīga zināma temperatūra un līdz ar to noteikts blīvums. Blīvuma maiņas rada vertikālu slāņu kustību — konvekciju, līdz ar to rodas arī siltuma apmaiņa. Tieša siltuma vadīšana, kā zinām, šķidrumos ir niecīga un gausa.

Virsas ūdens temperatūra mūsu ezeros uzrāda skaidru gada un arī sajūtamu dienas gājienu. Dienas amplitūda (starpība starp augstāko un zemāko temperatūru) gan, pateicoties ūdens baseina lielām siltuma uzkrāšanas spējām, ir maza. Alūksnes ezeram vasarā, kad gaisa temperatūra svārstas 6° robežās, virsūdens naktī ir tikai par 1° vēsāks nekā dienā.

Plašās ūdens virsmas izstarotais siltums vasaras naktīs var paugstināt ūdenim pieskaņošos gaisa slāni līdz 3° salīdzinot tā temperatūru ar piezemes slāni krastā; tā tad uz ezera nakti ir siltāks.

Gadagājienš ezera virsūdens temperatūrai visumā līdzinās gaisa temperatūras gājienam, tikai ziemas mēnešu zemāko robežu noteic ūdens sasalšanas temperatūra, kuŗu saldūdeņiem var pieņemt par 0°. Gada vidējā temperatūra virsūdenim ir par dažiem grādiem lielāka par gaisa vidējo. Gada gājiena maksimums iznāk uz jūliju un minimums uz februāri vai martu un dažos gadījumos vēl uz nedaudz vēlāku laiku, ja ezers ziemā ir bijis segts biezu ledus kārtu. Tā kā ezera ūdens sasilstana pavasarī, pateicoties siltuma patēriņam lai izkausētu ledu, iet lēnām uz priekšu, tad šinī gada laikā ūdens temperatūra manāmi paliek iepakal gaisa temperatūrai. Pēc maksimuma sasniegšanas, jūlijā, ūdens turas vai nu kādu laiku apmēram vienādā temperatūrā ar gaisu vai nedaudz svārstas ap to. Rudenī, sākot ar septembri vai oktōbri ūdens jau noteikti siltāks par gaisu. Gada amplitūda mūsu ezeru virsūdenim ir apm. 17°—18°. Zīmējumā attēlota dziļā Raipaļa ezera (Austrumvidzemes augstienē) vidējā ūdens virsmas temperatūra, salīdzinot to ar gaisa temperatūru, un ledus sezona. Līknes rasētas uz 1928.—1931. g. izpildīto novērojumu pamata.



Raipaļu ezera vidējā ūdens virsas t°, gaisa t° un ledus sezonas ilgums.

Maksimālās virsas temperatūras Latvijas ezeriem sniedzas pie 20° un arī dažus gradus pāri tam. Tā, tam pašam dziļajam Raipaļu ezeram konstatēta kā maksimumā temperatūra 20°, plakanākajam Alūksnes ezeram 22°.

Interesantu ainu dod dziļāko kārtu temperatūras, resp. temperatūras sadalījums dažādos dziļumos. Kā pamatlikumība mūsu ģeografisko platumu ezeriem ir tā, ka temperatūra ar dziļumu pamazinas. Tā kā saldūdens pie 4° sasniedz savu lielāko blīvumu,

tad dabīgi, ka šīs smagākās ūdens kārtas sakrājas lielos dziļumos, turpretim augstāk temperētais ūdens, kā vieglāks, novietojas augstāk. Tikai laikā, kad virsūdens atdziest zem 4°, aukstākie, bet tagad vieglākie slāņi paliek virs siltākiem, smagākiem. Pēc Foreļa termiskajiem tipiemi mūsu ezeri tad arī pieder pie šāda jaukta tipa — ar temperatūru vasarā viscaur ne zemāku par 4° un tanī laikā tiešo stratifikāciju (ejot dziļumā temperatūra krīt), bet ziemā — zem 4° — ar ne pārāk spilgti izteiktu, bet jūtam apgriezto stratifikāciju (ejot dziļumā temperatūra ceļas).

Termiskais slāņojums Latvijas ezeriem var būt stipri vai arī vāji izteikts. Lielie un samērā plakanie ezeri, kā Alūksnes, Usmas un citi bieži izjaucas līdz dibenam. Alūksnes ezerā novērots, ka vasarā līdz 8 m dziļumā ūdens ir ar daudz maz vienādu virsai līdzīgu temperatūru; tā, piemēram, 16. VII. 1926. g. virsas $t = 20^{\circ},0$, 10 m dziļumā $t = 17^{\circ},7$, 12 m $t = 15^{\circ},0$; starpība pa visu dziļumu, 12 metriem, ir $5^{\circ},0$. Līdzīgi apstākļi ir arī Usmas ezerā. Lielie un vēl seklākie ezeri, domājams, uzrādītu vēl mazāk izteiktu vasaras termisku slāņojumu.

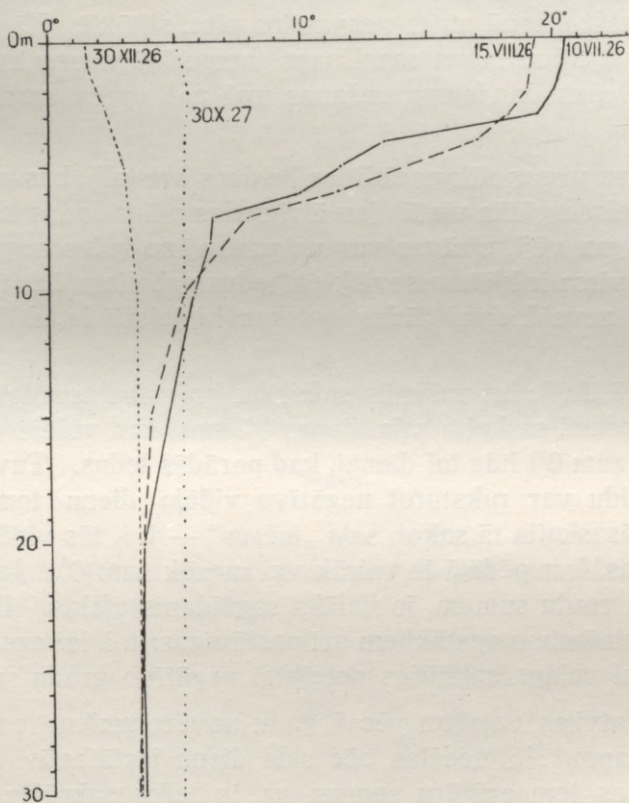
Pastāvīgāks slāņojums gan ir ziemā: dibenā 4°, virsūdenim 0°.

Īpatnējāka aina ir mazos, dziļajos ezeros. Jau vispār ir konstatēts, ka pie tiešās stratifikācijas temperatūra nekrīt vis ar dziļumu vienmērīgi, bet dažās kārtās novērojama lēcienveidīga gaita. Tā, vasarā, zināmā virsas slānī 3—5 m biežumā temperatūra ir viscaur vienāda, pēc tam sekojošā, samērā plānā slānī temperatūra ļoti strauji krīt, lai šī slāņa apakšdaļā sasniegtu gandrīz mazāko vērtību, resp. piedibens ūdeņa temperatūru, kas dziļiem ezeriem ir 4°. Īpatnējās, straujās temperatūras maiņas slāņi sauc arī par lēciena slāņi. Ja agrāk centās šī lēciena slāņa rašanos izskaidrot vienkārši ar tiešās insolācijas specifisko iespaidu, tad tagad, ņemot vērā parādības komplicēto dabu, piem., virsējā termiski vienādā slāņa esamību, lēciena slāņa dažādo atrašanās dziļumu dažādos gada laikos (tuvojoties rudeni tas parasti „grimst“) u. c. — jāņem vērā viss sarežģītāis dienas, gada gājiena iespaids, konvekcija u. t. t.

Zīmējumā parādīts raksturīgs piemērs termiskai slāņojuma gaitai dziļākajam Latvijas ezeram — Raipaļu ezeram. Te redzami četru novērojumu termiņu dati: divi vasaras, viens rudens un viens ziemas. Vasaras līknes uzrāda noteiktu lēcienus slāņi. Tas 4 m biezs, atrodas apm. 3—7 m dziļumā. Temperatūra šīnī slānī kritusi par 13°, tā tad vidēji katri dziļuma 30 cm dod 1° temperatūras krituma. No 7,8 m līdz 20 m ir pavisam lēna, tikko sajūtama krituma

slānis. Zem 20 m līdz dibenam temperatūra ir viena un tā pati — ap $3^{\circ},8-4^{\circ},0$.

Ziemas līkne ir parastā apgrieztās (inversās) stratifikācijas līkne; lielo dziļumu temperatūra — tāda pat, kā tur vasarā (lielākā blīvuma temperatūra). Ja nebūtu oktōbra līknes, tad varētu domāt,



Raipalu ezera dziļumu temperatūras.

ka slānis zem 20 m visu gadu nemaina savu temperatūru, t. i. viņš termiski un varbūt arī citādi hidroloģiski neventilētos. Tomēr šī oktōbra līkne rāda, ka viss ezers ir pieņēmis vienādu siltuma pakāpi, bet ap 5° , tā tad arī dziļuma slānis no 20 līdz 30 m nav palicis tāds pats, domājams arī ne t a s pats. Lēciens slānis oktōbrī jau pilnīgi izzudis.

Šāda dziļūdens termikas atšķirība maziem un dziļajiem ezeriem no plakanākiem un lielajiem, dabīgi atsaucas arī uz citām fizikālām norisēm ezerā un tā organiskās dzīves parādībām.

Rudenī aukstam laikam iestājoties sāk pazemināties ezera ūdens virsas temperatūra. Tā kā aukstākās ūdens kārtas ir smagākas — tās nogrimst, un viņu vietā nāk siltākās, zemākās kārtas. Šīs konvekcijas norit līdz kamēr ūdens nav pieņēmis lielākā blīvuma temperatūru. Zaudējot siltumu vēl vairāk, ūdens virsa jau ātrāk sasniedz sasalšanas temperatūru, tamdēļ ka atdzisusē vieglākā ūdens kārtā negrimst dibenā un to neapmaina cita, siltākā. Kā jau zinam, lielākā ūdens blīvuma un sasalšanas temperatūru nesakrišana aizkavē lielu ledus daudzumu rašanos vai pat ezera sasalšanu līdz dibenam.

Uz ūdens virsas sāk parādīties ledus kristalli, kas piesalst pie malām, un aizsargātās vietās jau ātri rodas plāna ledus kārtā. Lielākā ezerā gan vēji, strāvas var uzlaust plāno ledus segu un kādu laiku ezera virsa ir klāta atsevišķiem ledus gabaliem, bet tie drīz sasalst kopā, neveidodami tādas tipiskas klejojošā ledus formas kā jūrā.

Lai izpētītu ledus rašanās sakarību ar gaisa termiskajiem apstākļiem, parasti saskaita sala dienas (dienas, kad vidējā gaisa temperatūra ir zem 0°) līdz tai dienai, kad parādās ledus. Tuvāk aukstā gaisa iespaidu var raksturot negatīvo vidējo dienu temperatūras summas. Jāsaskaita tā sakot, sala „mērus“ — t. i. tās vidējās dienas temperatūras, kur pēdējā ir vairāk vai mazāk zem 0° . Jo lielāka ir šī negatīvo gradu summa, jo lielāks sagaidams efekts. Domājams, ka tās būs zināmiem apstākļiem arī pastāvīgas: t. i. lai ezers sasaltu, katru rudeni vajaga sakrāties noteiktai negatīvo gradu summai.

Ziemeļlatvijas ezeriem pēc 7 gadu novērojumiem ledus rudeni sāk uzsalt apm. $1\frac{1}{2}$ nedēļas pēc sala dienu iestāšanās. Negatīvo vidējo dienas temperatūru summa uz to laiku sakrājas apm. 20° liela.

Vidējais sasalšanas datums Latvijas ezeriem krīt uz decembra sākumu: Korneta ezeriem (Ziemeļvidzemē) 3. XII., Baltezeriem arī uz 2. XII. Acīmredzot Latvijas ezeru sasalšanas gaita teritoriāli daudz, vienam no otra, neatšķiras. Upes, kā zinam, aizsalst vēlāk; tā Gauja pie kanāļa (Baltezeru tuvumā) aizsalst ap 15. XII.

Ziemā ledus sasniedz ap $\frac{1}{2}$ metra biezumu. Maksimāli atzīmētais ledus biezums Ziemeļvidzemē — ir 60 cm. Parasti pāri ezeriem iet gājēji un brauc pajūgiem, bet dažos ezeros avoti, iepludinādami cauru gadu gandrīz pastāvīgas ap 5° temperatūras ūdeni — neļauj sasalt visai ezera virsai; veidojas atsevišķie un bīstamie āliņģi. It



Inesis.

Īpaši to daudz seklos ezeros, jo te avotu ūdens var viskrasāk izpaust savu relatīvā siltuma ietekmi.

Ziemas aukstumu raksturo sala dienu skaits, vidējās mēnešu temperatūras, bet arī labāk kvantitatīvi, pirmā tuvinājumā, visu negatīvo dienas temperatūru summas. Šādi skaitļi svārstās no dažiem simtiem gradu līdz pāri vienam tūkstošim. Ziemas sals, bet arī pavasara raksturs noteic ledus sezonas ilgumu.

Ziemā, straujāk mainoties gaisa temperatūrai, iedarbojoties vējam vai arī mainoties ūdens līmenim, ledus sega plaisā. Daudz runā par Burtnieku ezera skaņo dunēšanu, rūcošo plaisāšanu, kas tiešām pie lielās ezera virsmas un ledus platības kļūst pietiekoši intensīvas, lai grieztu uz sevi uzmanību.

Ja rudenī sasalšanas iestāšanos varēja raksturot ar negatīvo gradu skaita summām, tad pavasarī, lai ledu izkausētu, vajadzīgs ilgāks laika sprādis un lielāks dienu skaits ar pozitīvo vidējo dienas temperatūru — apm. $3\frac{1}{2}$ —4 nedēļas. Ziemeļvidzemes ezeriem, piemēram, lai ledus galīgi izkustu, jāsakrājas arī pozitīvo vidējo dienas temperatūru summai līdz $+120^{\circ}$.

Pavasara saule jau agri sāk karsēt ledus virskārtu. Siltais gaiss, atkušņu lietus pastiprina šo iespaidu, un ledus sāk palikt irdenāks.

Pie lielākiem ezeriem vēji, vilņošanās arī sekmē ledus uzlūšanu un izzušanu.

Upēs ledus tomēr caurmērā izzūd nedaudz ātrāk; tā Baltezeriem vidējais ledus izzušanas datums ir 5. aprīlis, bet Gauja viņu apkārtņē jau brīva, vidēji, 31. martā. Ledus sezonas ilgums ezeriem Rīgas apkārtņē ir, spriežot pēc sistematiskiem novērojumiem pie Mazā Baltezera, vidēji ap 4 mēnešiem (121 diena). Ziemeļvidzemes ezeros ir ilgstošāka ledus sega un vēlāka atbrīvošanās no ledus. Alūksnes ezerā pat maigās ziemās ledus turas 3—4 mēneši, bet bargās, kā piem. 1925./26. gadā, ledus sezona var ilgt pusgadu — 186 dienas; turpretim M. Baltezers minētā ziemā bijis 145 dienas segts ar ledu. Korneta ezeriem Ziemeļvidzemē ledus sezonas vidējais ilgums ir tuvu 5 mēnešiem, jo ledus uzlūšana vidēji notiek ap 23 aprīli. Ledus sezonas vidējā gaita Raipaļu ezeram (Korneta ezeru grupā) redzama grafikā, lapp. 183.

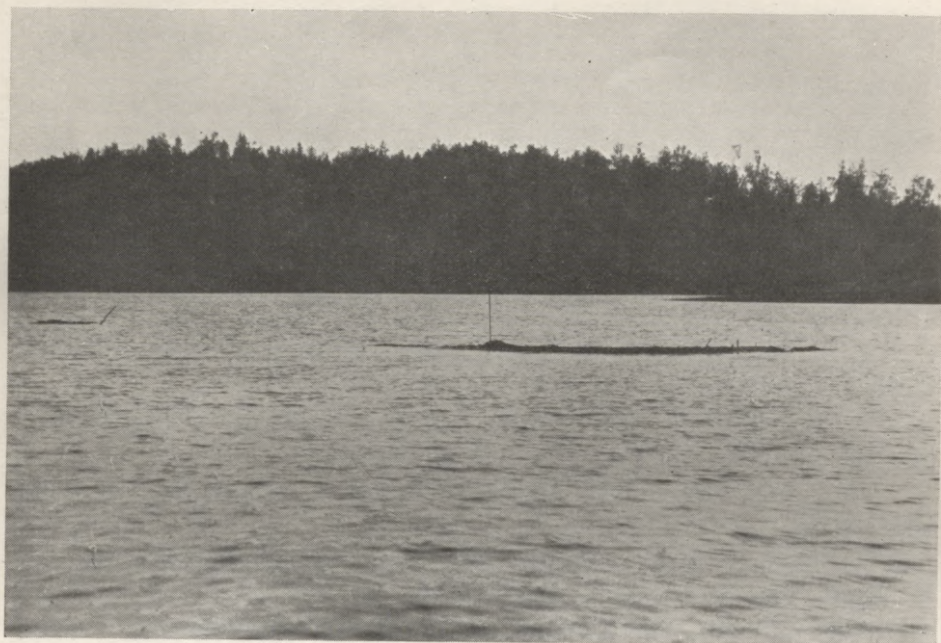
8. Ezeru liktenis.

Bez ezra hidroloģiski fizikālo īpašību maiņām, kuŗām varējām izsekot iepriekšējās nodaļās, atsevišķi atzīmējamās tās lēnās, bet svarīgās pārmaiņas, kas nosaka ezeru turpmāko likteni. Kā jau zinām, tūliņ pēc leduslaikmeta ezeru ir bijis vairāk un tie ieņēmuši arī lielākas platības nekā tagad. Ja neņemam vērā cilvēka tiešo iedarbību: izteku regulēšanu, ezeru nolaišanu, tad daba tos pārveido vai nu ģeoloģiskos vai organiskās dzīves procesos. Samērā īsākos laika sprīžos manam šie organiskās dzīves iespaidu, jo ģeoloģiskie procesi (ezeru apkārtnes un dibena celšanās, erozija, piesērēšana u. t. t.) norit lēnāk.

Ezeri aizaug vai pāraug. Ezeru a i z a u g š a n a sākas no sekļajām malām, kas sāk pārklāties ar niedrāju un meldrāju augu sabiedrībām. Arī peldošo ūdens augu grupas atstāj piekrastes dibenā daudz organisku atlieku, kas izveidojas par kūdras kārtām.

Ezeru p ā r a u g š a n a parastāka pie ezeru stāviem krastiem, kur arī virs dziļākām vietām piekrastes augi rada pāri ūdens virsai segu. Tā kļūst arvien biežāka, grimst dziļāk, līdz kamēr piepilda ezeru līdz dibenam.

Aizaugošo vai pāraugošo ezeru Latvijā ir daudz. Lai minam te kaut Lielo ezeru Apes apkārtņē, kuŗam, pēc tagad vēl ļoti labi konstatējamā krasta, platība sniegusies pāri 30 ha. Pavasaros tas vēl uzrāda savas tvertnes iespējami lielo ūdens daudzumu — pārplūst, lai gan vasarā tas segts ar sūnu un zāli.



Grimstošā sala Ilziņa ezerā.

Ar bioloģiskiem procesiem, kopā gan arī ar fiziskiem (gāzu uzkrāšanos), domājams, izskaidrojama starp citu arī savdabīgo uzpeldošo un grimstošo salu veidošanās, kuras interesantu piemēru Latvijā redzam Ilziņu ezerā, Vidzemes centrālā augstienē.

Ja arī pie dažiem ezeriem bioloģiskai attīstībai pretim ir darbojusies ģeoloģiskā veidošanās, kā Usmas ezeram, kas agrāk bijis seklāks un tagad ir padziļinājies, tomēr visumā procesi ved uz mūsu ezeru skaita un platības samazināšanos.

Literātūra.

A. Š t. Te o d. - T o p. d a ģ a. Kartes mērogos 1:50.000, 1:75.000, 1:200.000, 1:400.000.

V. O z o l i ņ š. Latvijas ezeru skaits un platība. — Folia Zoolog. et Hydrobiolog. Vol. IV Nr. 1. Rīgā, 1932.

V. Z ā n s. Par mūsu ezeru izcelšanos. — Daba Nr. 7/8 1926. Rīgā, 1926.

V. Z ā n s. Ezeri Latvijā. Izcelšanās un ģeoloģiskie tipi. — L. Konv. Vārdn. 4. Rīgā, 1929—1930.

F. L u d v i g. Die Küstenseen des Rigaer Meerbusens. — Arb. d. Naturf. Ver. zu Riga N. F. XI. Riga 1908.

A. K u r s ī t i s. Lubānas ezers un viņa līmeņa pazemināšanas problēmi. — Ģeogr. Raksti II. Rīgā, 1930.

V. O z o l i ņ š. Usmas ezera morfometrija. — Ģeogr. Raksti I. Rīgā, 1929.

V. O z o l i ņ š. Die Physiographie des Usma-Sees. Fol. Zoolog. et Hydrobiolog. III Nr. 1. Rīgā, 1931.

M. v. z. M ü h l e n. Mitteilungen über Seen von Tilsit, Alt-Waimel und Schreibershof. — Sitz.-bericht. d. Naturf. gesellsch. bei d. Univ. Jurjew, XII, 3—4, 1908. Dorpat 1908.

L. S l a u c ī t ā j s. Par Apukalna-Alūksnes augstumu apgabala morfometriju un hidrografiju. — Ģeogr. Raksti III/IV. Rīgā, 1934.

L. S l a u c ī t ā j s. Morfometriskie elementi dažiem Latvijas ezeriem. — Ģeogr. Raksti V. Rīgā, 1935.

K. S t a r c s. Sasēra ezera morfoloģija. Folia Zoolog. et Hydrobiol. Vol. Nr. 1. Rīgā, 1929.

V. O z o l i ņ š. Dažu Latvijas ezeru morfometrija. I. Folia Zool. et Hydrobiol. Vol. III Nr. 2. Riga 1931.

P. S t a k l e. Lielie ezeri Rīgas Apkārtnē: L. un M. Baltezers, Juglas ezers, Ķīsezers un Babītes ezers. — Ģeogr. Raksti V. Rīgā, 1935.

V. O z o l i ņ š. Usmas ezers. Limnoloģisks apskats. — Ģeogr. Raksti II. Rīgā, 1930.

P. N o m a l s. Purvu ezeru ūdeņi Latvijas austrumu daļā. — L. Ū. Raksti, Lauksaimn. fak. sērija I Nr. 16. Rīgā, 1931.

P. N o m a l s. Daži purvu ezeru ūdeņi Latvijas piejūras apgabalos. — L. Ū. Raksti Lauksaimn. fak. sērija II Nr. 5. Rīgā, 1932.

J. K u p c i s. Pētījumi par Kaņiera ezera dūņām. — L. Ū. Raksti, ķīm. fak. sēr. II. sēr. Nr. 11. Rīgā, 1934.

V. O z o l i ņ š. Ezeru klasifikācija. — L. Konv. Vārdn. 4. Rīgā, 1929.—1930.

M. G a l e n i e k s. Ezeru aizaugšana un pāraugšana. L. Konv. Vārdn. 4. Rīgā, 1929.—1930.

Latvijas upes.

Liela ir upju nozīme cilvēces kultūras attīstībā, liela tām nozīme arī Latvijas dzīvē. Jau sirmajā senatnē upes izmantoja satiksmei; gar upju krastiem virzījās uz priekšu seno latvju apmetnes, iekarojot Latvijas teritorijas mūža mežus. Tagadnē upes nes kūģus, liellaivas, aiznes uz ostām milzum lielu daudzumu baļķu un malkas, gan plostos, gan vaļējā veidā; zvejniecība mūsu upēs sagādā uzturu daudziem cilvēkiem; straujās upes griež ūdensdzirnavu ratus; aizsprostoti ūdenskritumi dod elektrību plašiem Latvijas apgabaliem, un, beidzot, upes aizvada uz jūru lieko nokrišņu ūdeni; tikai tad iespējams arāja darbs tīrumā agrā pavasarī.

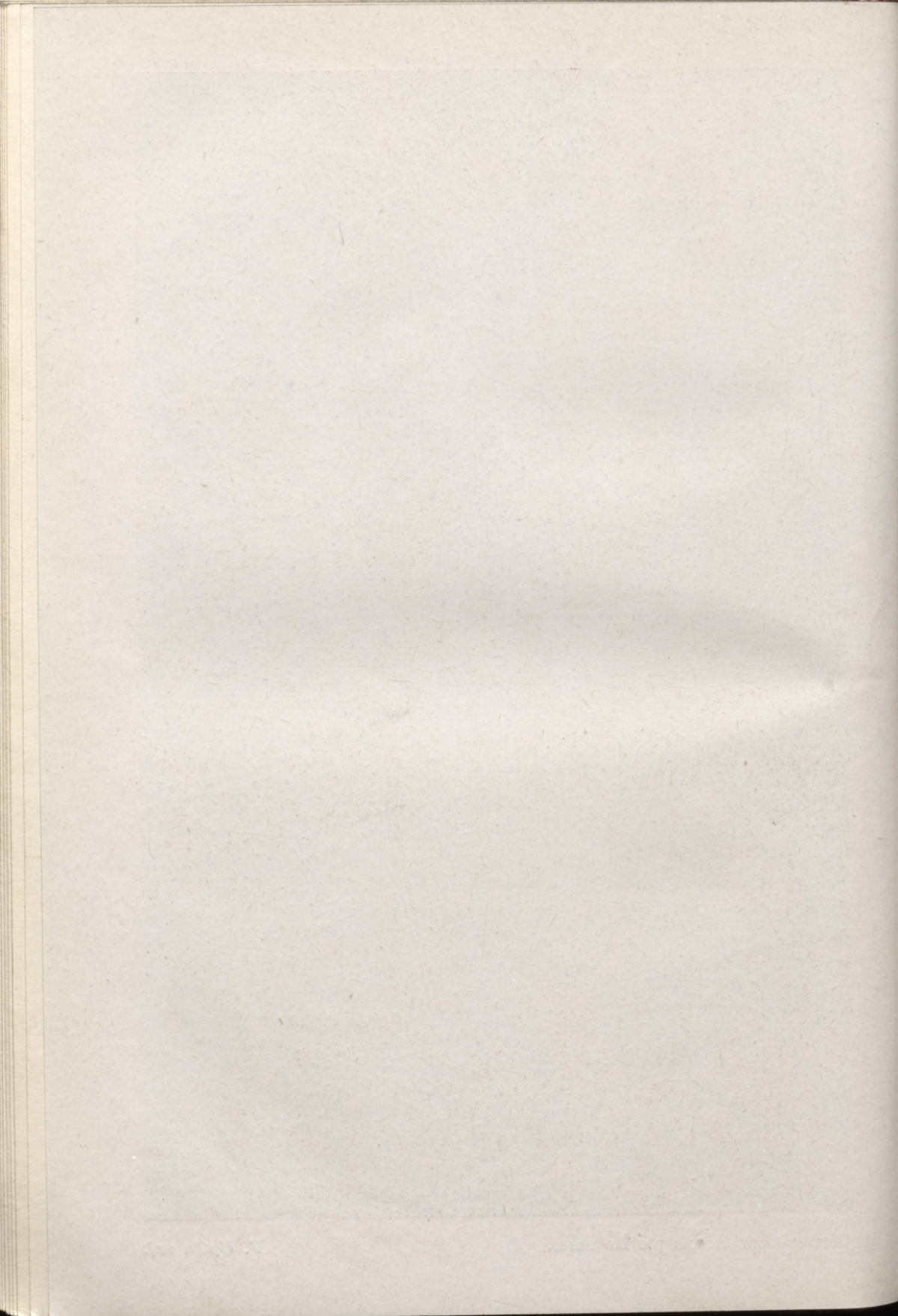
Blakus visam tam mūsu upes veic arī savu ģeoloģisko lomu, savu mūžības uzdevumu: tās nivelē zemes reljefu, kuŗā izplatīts šo upju tīklojums. Labs piemērs nupat sacītam ir Daugava. Tā gada laikā ievada jūrā 20—21 kubu ūdens ar 1 km lielu šķautni. Bet ūdens nes sev līdz gan izšķīdušas vielas, gan duļķes suspendētā veidā. Pirmās vielas mūsu upju ūdeņos ir ap 0,015—0,02%, bet suspendēto duļķu daudzums ir mainīgs. Rāmos upju tecējumu laikos tas ir 15—30 reizes mazāks par šķīdušām vielām, bet palu laikā suspendētu vielu daudzums var līdzināties šķīdušo vielu daudzumam. Šķīdušo vielu daudzums ir mazāks tajās upēs, ko dzirdina ne avoti, bet galvenā kārtā lietus ūdens. Daugava ir bagāta ar abiem minēto vielu veidiem, tāpēc tās jūrā aiznesto vielu daudzumu gadā novērtē pāri par 1 miljonu kilogramu. Latvijas upes veic šo darbu jau vairāk tūkstoš gadu un turpinās to tālāk laiku mūžībā.

Mūsu upes nes ne tikai vielu mazākās daļiņas, bet pa savas gultnes dibenu veļ uz priekšu arī smiltis, granti, oļus. Lai straume varētu pārvietot rupjās smiltis un granti, tai jābūt ar 0,3—1,0 m/sek. ātrumu. Tā, Gaujas smilšainos sēkļos, kur upe plūst ar lielu ātrumu arī vasarās, var vērot, ka smiltis pa gultnes dibenu plūst uz priekšu nepārtraukti, centimetru pa centimetram, līdz nesastop dziļos atva-



Pērses ūdenskritums pie Kokneses.

V. Upīša uzj.



rus, kuŗus lēni cenŗas aizpildīt; bet palu laikā Gauja veido atkal jaunus atvarus un jaunas sēres. Tā smiltis pa Gauju virzās lejup: rāmā ūdenī lēnāk, bet palu laikā straujāk.

Grants pārvietoŗanos var labi novērot Ogres ietekā, kur katru gadu pavasaŗos ir sanesti arvien jauni grants daudzumi. Oļu un nelielu akmeņu pārvietoŗanu var novērot Pērses ietekā, kur tā Daugavā iebīdījusi veselu lūŗņu klonu. Labs piemērs oļu un akmeņu pārvietoŗanai ir arī pati Daugava, kuŗas gultnes krauŗas bieŗi klāj oļu un akmeņu sablīvējumi; palu laikā upe tos ārda un pārvieto lejup. Upes kinētiskā enerŗģija ir proporcionāla ūdens masai un strauŗmes ātruma kvadrātam ($K = \frac{Mv^2}{2}$). Ja K ir lielāks nekā tas vajadzīgs duļķu pārneŗšanai, smilŗu un oļu velŗšanai, tad upe erodē savu gultni.

Upes sākums. Ja upe sākas kādā ezerā ar labi iezīmētu izteku un tālākā gaitā uzņem pietekas, kas ir īsākas par iztekas gaŗumu līdz šīm pietekām, tad nevar būt domu starpības par upes sākumu, par tās izteku. Tā, piem., Kurzemes piekrastes upe Rīva iztek no Vilgāles ezera, un no šī ezera var sākt mēŗīt upes gaŗumu. Grūtvāk noteikt upes izteku tādos gadījumos, ja upes sākumā ir vairākas nelielas satekas, kuŗu gaŗumu starpība ir tikai daŗi kilometri. Bieŗi nav vienprātības arī upes sākumā apkārtnes iedzīvotājos, kuŗu sateku saukt par upes sākumu. Tādos gadījumos aplēstie upes gaŗumi var atŗķirties par daŗiem km atkarībā no tā, kuŗu sateku uzskata par upes sākumu; arī dati par iztekas augstumu var nesakrist par daŗiem metriem. Tādos gadījumos, ja ar aptuvēniem aplēsumiem pietiek, upes izteku labāk saukt par satekas ŷuburu, nedodot priekŗroku ne vienam, ne otram satekas strautam. No visām Latvijas upēm augstākais sākums ir Tirzai — 237,9 m virs jūŗas līmeņa*).

Vairākos gadījumos upes izteku mainījis cilvēks, izrokot grāvjus un kanāļus daŗādām vajadzībām. Tā Alauksta dienvidrietuma stūŗi izrakts kanālis, kas novada ezera ūdeņus uz Inesi, bet Ineŗa ūdeņi aizplūst uz Ogrī. Senāk, turpretī, Alauksta ūdens aiztecēja uz jūŗu pa Gauju, un Gauja tad sākās Alauksta ezerā. Tagad Gaujas sākums ezera malā aizsērējis, un Gauja sākas purvainās plāvās Alauksta ezera rietumu pusē. Īstenībā tagad par Gaujas izteku varētu uzskatīt Eŗupi, kas sākas ap 10 km no Alauksta uz rietumiem un dodas uz Alauksta pusi, ietecēdama Zobuļu ezerā. Zobuļu ezera no-

*) Dati par upju izteku augstumu, upju gaŗumu, ledus segas ilgumu ŷemti pa lielākai daļai no P. Stakles «Hidrometriskiem novērojumiem Latvijā» 1931. g.

teka ieplūst Laidzu ezerā tāpat kā Gaujas sākums, bet Ežupe kopā ar tās turpinājumu — Zobu ezera noteku — ir daudz gaŗāka un nes vairāk ūdeņu par to upīti, ko līdz šim sauca par Gaujas sākumu (19).

Pārpratumi atgadās arī, meklējot Abavas izteku. Tā vecās kartēs par Abavas sākumu pieņem Sparvas upīti, kas sākas dienvidrietumos no Jaunpils, bet tās ūdeņi aizplūst tagad uz Bērzi. Lieta tā, ka dažus gadu desmitus atpakaļ ūdensšķirtne starp Bērzi un Abavas izteku atradusies vairāk uz dienvidiem, un Abavas baseinam piederējusi vesela rinda nelielu ezeru un arī minētā upīte, kas tagad ietek Bērzē. Lai nosusinātu pļavas Abavas sākumā, pārpurvotā senlejā izrakts kanālis ar labu kritumu uz Bērzes upes pusi. Tā Bērzes baseinam pievienoti vairāki ezeri Jaunpils apkārtnē un arī Sparvas upe. Tagad par Abavas sākumu var uzskatīt Lestenes ezeru.

Vecupes. Vairākos gadījumos cilvēks ieaucies upes dabiskajā dzīvē, vai nu saīsinot tās skrējieni, izrokot lieliem likumiem pāri taisnākus kanāļus, vai pat radot pieteku upēm jaunas ietekas galvenā upē. Abos gadījumos senās upes atliekas sauc par vecupi. Tā „piem., Rojas likums jūŗas tuvumā bijis daudz lielāks uz ziemeļiem, kur tā varējusi izlauzties cauri kādam senās jūŗas krasta valnim. Tiešu ceļu uz jūŗu tai liedz cits valnis, kas Roju spieŗ tecēt uz dienvidiem, lai beidzot tā ietecētu jūŗā. Tagad pirmais valnis pie Velkumu pļavām pārrakts, un ar to Rojas likums saīsināts. Iztaisnots liels likums arī Vesetas lejas galā, ziemeļos Damenes ezeram. Daudzos gadījumos iztaisnotas upju meandras jeb likumi, lai nosusinātu apkārtnes pļavas, piem., Abavas augšgalā no Lestenes ezera līdz Irlavai. Visos tādos gadījumos atlikušos upju posmus sauc par vecupēm, bet jaunus kanāļus bieŗi sauc par jaunupēm.

Jaunas ietekas radītas, piem., Iecavai un Bērzi. Iecava tagad neietek Lielupē lejpus, bet gan 14 km augšpus Jelgavas, pie Garozas kroga, kur to ar Lielupi savieno kanālis un Garozas upīte. Iecavas agrākā gultne lejpus kanāļa ir pārtrūkusi un vienā posmā pat aizaugusi. Palicis nedzīvs upes gals 27 km gaŗumā, kas vēl tagad nobeidzas Lielupē lejpus Jelgavas pie Ozolmuiŗas. Tādā ziņā tagad ir divas Iecavas. Minēto nedzīvo galu varam saukt par I e c a v a s v e c u p i. Pašu lejasgalu šai vecupei atdzīvina pieteka Misa.

Arī Bērze ir sadalīta divās upēs, jo kanālis ievada Bērzi Svētē, Lielupes pietekā. B ē r z e s v e c u p e ietek Lielupē pie Kalnciema. Vecupes ietekai nelauj izsīkt pietekas — Pienava un Slampe.



Velna grāvis. Kreisā pusē kokos ir Iecavas vecā gultne.

Upju grīvas Baltijas jūrā. Dažas Latvijas upes pašā lejas galā, jūras tuvumā, pagriežas straujā elkonī pa labi un tek prāvu gabalu parallēli jūras krastam, līdz tās izlaužas uz brīvo jūru. Kā piemērus šiem gadījumiem min — Lielupi, Irbi, Roju un Užavu. Parasti šo parādību izskaidro ar dominējošo vēju un viļņu virziena darbību. Šo faktoru darbības nozīmi nevar noliegt, bet vairākos gadījumos šis izskaidrojums ir vienpusīgs un neizceļ galveno cēloni. Lieta tā, ka allūvijā Baltijas jūra te transgredējusi virsū Kurzemes piekrastei, te kāpusies atpakaļ. Pēc pēdējās atkāpšanās piekrastes josla nevarēja būt līdzena: to izvagoja agrāko stadiju krastu valņi, kas stiepās parallēli krastam. Šie valņi kavēja ieplūst jūrā Irbei un Rojai taisnā virzienā, bet novadīja šīs upes parallēli krastam garā posmā. Arī Lielupes sazarojumu vairākās ietekās jūrā ietekmē senais krastu valnis, kas stiepjas no Dubultiem līdz Daugavgrīvai, ar kuŗa smiltīm bija jācīnās Lielupes ietekai, lai gan šinī gadījumā senājam krasta valnim mazāka nozīme, jo upes ieteka senāk bijusi iepretī Majoriem. Dominējošo dienvidvakaru vēju un viļņu darbību uz upes ieteku var labi vērot Užavas ietekā, kuŗa drusku noliekta uz ziemeļiem un ko neiesprosto ostas uzbērumi. Upe ietek jūrā dažus km uz ziemeļiem no Užavas bākas, kas paceļas uz augstām mežiem klātām kāpām. Upes ieteka apkārtņē lielu kāpu nav, bet aiz plūdmales nāk nelielu smilšainu pauguru josla, kuŗai cauri izlaužas upes ieteka, jau te pagriezdamās drusku uz ziemeļiem šinī smilšainā joslā. Vēl vairāk tā pagriežas, iznākdama

plūdmalē. Mēle, kas jāptek upei plūdmalē, lai nokļūtu jūrā, ir no trim joslām. Pats mēles smailums — lēzens un pārklāts smiltīm. Pie šī smailuma ieteka sašaurināta visvairāk. Pāri šim mēles galam stiprāki vēji kuļ jūras ūdeni grīvā, vilni pa vilnim, pēc kam jūras ūdens kopā ar upes ūdeni traucas atpakaļ uz jūru.

Nākošais mēles posms ir mazliet augstāks un noklāts ar oļu kārtu. Aiz oļainās joslas nāk trešais mēles posms, kas atrodas tālāk no ietekas mutes uz dienvidiem. Šinī posmā jau paceļas smilšu uzkalniņi, kuļos augu valsts cīnās ar vēja brāzmmam, tāpēc šīs kāpiņas pa daļai kailas.

Vidzemes piekrastes upēm pa labi pagrieztas grīvas nav raksturīga parādība, bet arī te tām jācīnās ar piekrastes smilšu joslu, jo gan vilņi, gan vējš cenšas grīvas padarīt seklākas un sīkākas, kas paaugstina upes erōzijas bazi un rada smilšu nogulsņējumus arī upes lejas galā augšup pa straumi.

Latvijas upju likumainums. Vispār var sacīt, ka mūsu upēm ļoti likumainas gultnes; sevišķi tas attiecas uz nelielām upēm. Likumo upes, kas nāk no augstienēm, jo tām jāizlokās starp lieliem un maziem pauguriem, lai nokļūtu no augstienes līdzenumā, bet bieži vēl vairāk likumo līdzenuma upes ar mazu kritumu, jo tās nevar pārvarēt visniecīgākos šķēršļus un paaugstinājumus: apkārt šiem šķēršļiem jāmet likumi — meandras.



Imulas leja no Buses pilskalna.

Lai izteiktu kādas upes likumainumu, kas savā ziņā norāda uz straumes līnijas attīstību, jāzina upes gaņums — a, tālāk jāzina at-tālums taisnā līnijā starp izteku un grīvu — b; attiecība a : b dod upes likumainuma koeficientu.

Upe var mest lielus likumus, tecēdama sākumā ietekai pavisam pretējā virzienā un vēlāk pagriezties lielās cilpās te uz vienu, te uz otru pusi, bet šajos lielos likumos straumes līnija var būt maz iz-locīta, maz attīstīta. Tāpēc, lai pareizāk izteiktu upes straumes likumainumu, sadala to posmos, izmērī gaņumu starp posma ga-liem — a km, un atālumu posmā pa upes leju — c km; attiecība a:c dod likumainuma koeficientu atsevišķos upes posmos. Kā pie-mēru upju likumainuma koeficienta aplēšanā varam jemt tabulu par Pededzes augšgalu no L. Slaucītāja raksta par Ziemeļvidzemes augstienes morfometriju un hidrografiju (16).

Pededzes augšgals.

| Km skaits no iztekas līdz posma sākuma punktam | Km skaits no ietekas līdz posma sākuma punktam | Posms | Posma sākuma punkta absolūtais augstums, m | a. posma gaņums, m | Kritums posmā | | | b, taisnas līnijas gaņums starp posma galten, km | Attīstība a : b | c, attālums posmā pa upes leju, km | Attīstība a : c |
|--|--|--|--|--------------------|------------------|---------------|-------------|--|-----------------|------------------------------------|-----------------|
| | | | | | Uz visu gaņumu m | m / km (%/ce) | leņķumērā / | | | | |
| 0 | 75.2 | Izteka — Muraski | 184 | 13.8 | ap 6 | 0.43 | 1.5 | 10.4 | 1.3 | 9 | 1.5 |
| 13.8 | 61.4 | Muraski — robeža | 178.2 | 9.4 | 47.2 | 2.22 | 7.6 | 4.4 | 1.1 | 4.5 | 1.1 |
| 23.2 | 53.0 | Robeža — Akaviņas iet. apkārt | | 6.9 | | | | | | | |
| 31.1 | 45.1 | Akaviņas iet. — Kursiši | | 5.0 | 8.7 | 0.83 | 2.9 | 8.0 | 1.3 | 8 | 1.3 |
| 35.1 | 40.1 | Kursiši — Alūksnes iet. | 131.6 | 10.5 | 0.5 | 0.07 | 0.2 | 5.5 | 1.3 | 5 | 1.4 |
| 45.6 | 29.6 | Alūksnes iet. — Mālupe | 122.3 | 6.9 | 4.7 | 0.34 | 1.2 | 7.0 | 2.0 | 9 | 1.5 |
| 52.5 | 22.7 | Mālupe — punkts mežā | 121.8 | 13.7 | 4.9 | 0.54 | 1.9 | 4.0 | 2.3 | 5 | 1.8 |
| 66.2 | 9.0 | Punkts mežā — Mežamuiža
(Augstums Mežamuižas apkārtnē,
aiz Paparzes ietekas) | 117.1 | 9.0 | | | | | | | |
| | | | 112.2 | | | | | | | | |
| | | Pededzes augšgals Latvijas teritorijā: | | | | | | | | | |
| | | Kursiši — Paparzes iet. apk. | | 40.1 | 18.8 | 0.47 | 1.6 | | | | |
| | | Robeža — Paparzes iet. apk. | | 52.0 | | | | 31.0 | 1.7 | 37 | 1.4 |
| | | Visas Pededzes augšgals: | | | | | | | | | |
| | | Izteka — Paparzes iet. apk. | | 75.2 | 67 | 1.12 | 3.9 | 44.5 | 1.7 | 55 | 1.4 |

Analizējot tabulas datus, redzam, ka straumes attīstība a:c ir maza, kur Pededzei liels kritums, bet jūtami palielinās, kur kritums samazinās. To šīnī gadījumā var sacīt, lai gan skaitliska proporci-onālītāte starp kritumu un straumes attīstību no tabulas datiem neiz-riet. Tā upes pēdējā posmā Igaunijā kritums ir 0,54 m uz 1 km

un a:c ir 1,7, bet posmā starp Alūksnes un Mārupes ieteku kritums ir 0,07 m uz 1 km un a:c — 1,4. Citos gadījumos no minētā darba redzam, ka upes krituma pieaugumam neseko straumes attīstības a:c pamazinājums; tā Vaidavai a:c ir gandrīz konstants lielums visas upes posmos 1,3—1,4, lai gan kritums šajos posmos mainās.

Mūsu lielāko upju likumainuma koeficients šāds:

Gauja 4,2

Ogre 2,1

Lielupe 1,7

Daugava (Latvijas teritorijā) 1,4

Venta 1,2

Upes baseins un ūdensšķirtne. Pastāvīgas upes nes uz jūru savu un arī pieteku ūdeņus. Galveno upi kopā ar pieteku zarojumu sauc par šīs upes sistēmu. Tā, piem., var runāt par Daugavas sistēmu, Ventas sistēmu u. t. t. Zemes platību, ko upe kopā ar savām pietekām atūdeņo, sauc par šīs upes baseinu. Pieteku baseinus sauc arī par apgabaliem (piem., Abavas apgabals, Ogres apgabals u. t. t.). Baseinus nodala vienu no otra ūdensšķirtnes. Latvijas apstākļos šīs ūdensšķirtnes vairākos gadījumos nav šauras līnijas, bet joslas dažu simtu metru platumā. Ūdensšķirtnes ir labi iezīmētas tādās vietās, kur tās iet pa iegarenas augstienes muguru. Kā piemēru te varam minēt Rietumkursas valni, kas norobežo Ventas kreisās puses pietekas no Kurzemes upēm, kuŗas noslīd no šī valņa uz rietumiem.

Tām upēm, kas sākas līdzenumā, ūdensšķirtne ir tikai par dažiem metriem augstāka, samērā līdzenā apkārtnē. Labs piemērs šim gadījumam ir ūdensšķirtne starp Ventas pietekām, Vadaksti un Dabikini vienā pusē un Lielupes pietekām otrā pusē. Augstienēs bieži ūdensšķirtnes joslā guļ ezeri, kas dzirdina upju sākumus. Dažos gadījumos tādu ezeru ūdens dalās starp diviem baseiniem, jo upju pāris, kas iztek no šī ezera, plūst pretējos virzienos. Tā Rušānu ezers notek uz Cirīša ezeru, kas pieder Tartakas upes baseinam; pretējā virzienā Rušānu ezers notek arī uz Jašas baseina Zolvu ezeru. Abi minēto upju baseini gan pieder Daugavas pietekai Dubnai.

Pavasaros pārplūdušā Alauksta ezera ūdens notek uz Inesi un Ogrī, bet pa plāvām, kur atrodas Gaujas aizsērējušē izteka, arī uz Gaujas baseinu.

Upju tīkla biežumu baseinā raksturo skaitlis, kuŗu dabūjam, daļot visas sistēmas upju garumu km ar baseina platību. Tā Irbes ba-

seins, kas sastādās no Engures un Stendes sateku apgabaliem, ir ap 1852 km² liels. Irbes sistēmas kopīgais garums — ap 463 km. Baseina upju tīkla biezums jeb attīstība šinī gadījumā ir $463:1852 = 0,25$. Ar nolūku jēmu Irbes baseina upju biezumu, kas galvenā kārtā pieder līdzenumam, lai salīdzinātu to ar upju biezumu augstienēs. Ziemeļvidzemes augstienei raksturīgā Vaidavas baseina upju biezumu aplēsis L. Slaucītājs (16) un uz 1 km² baseina platības dabū 0,4 km upju tīkla garuma. Domājams, ka ap šiem skaitļiem svārstīsies citi aplēsumi dažādos Latvijas novados. Upes baseina tīkla biezums var atkarāties no nokrišņu daudzuma galvenā kārtā, bez tam no baseina slīpuma apstākļiem, no augšējiem ūdens nelaidējiem slāņiem un no mežu daudzuma upes sistēmas apgabalā. Ja gaida pētījumi, kas noskaidrotu, par cik Latvijā upes sistēmas tīkla biezums atkarājas no minētiem faktoriem. Pēc V. Ules datiem Vācijā, Pomerānijas ezeru augstienē, upju biezums ir 0,36 pie nokrišņu daudzuma 595 mm, Ziemeļšlēzvigā 0,56 pie 730 mm, Švarcvaldē 1,4 pie 1180 mm nokrišņiem. Bez upju tīkla biezuma baseinu raksturo arī vidējā platība, ko dabū, ja visa baseina platību km² daļa ar upes garumu km ($B = \frac{F}{L}$), kas Daugavai līdzinās 82,6, Ventai — 34,5 un Gaujai — 21,8.

Ja skaita līdž arī mazus strautus, tad upju kopskaits Latvijā ir ap 1000, bet tikai 116 upju baseini pārsniedz 100 km².

Ja Latvijas lielākās upes sargrupējam pēc baseina absolūtā lieluma, tad dabūjam šādu ainu:

| | Baseina lielums
km ² | Upes garums
km |
|---------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| Daugava, viss baseins | 83000 | 1003 |
| Daugava no Krievijas robežas | 25450 | 367 |
| Lielupe, viss baseins | 17814 | 119 |
| Venta, viss baseins | 11817 | 341 |
| Gauja, viss baseins | 9588 | 440 |
| Salaca, viss baseins | 3569 | 94 |
| Bārta, viss baseins | 2010 | 98 |
| Irbe (Rīndas un Stendes sateka) | 1852 | 7 |
| Saka (Durbes un Tebras sateka) | 1142 | 6,5 |

Lielāko pieteku baseini, kas pārsniedz 1000 km²:

| | | |
|---------------------|------|-----|
| Aiviekste | 9682 | 128 |
| Mūsa | 5347 | 159 |
| Mēmele | 4123 | 182 |
| Pededze | 2712 | 152 |
| Dubna | 2584 | 110 |

| | | |
|-----------------------------------|------|-----|
| Svēte | 2185 | 105 |
| Abava | 2147 | 131 |
| Ogre | 1669 | 200 |
| Ludza | 1411 | 117 |
| L. Suseja | 1292 | 120 |
| Vadakste | 1211 | 83 |
| Rēzekne | 1205 | 101 |
| Iecava | 1184 | 141 |
| Vjada (Latvijas teritorijā) . . . | 1183 | 67 |
| Rītupe " " | 1101 | 125 |
| Malta | 1050 | 109 |

Mūsu upes, kuŗu gaŗums pārsniedz 100 km:

| | | | |
|---------|---------|-----------|--------|
| Daugava | 1003 km | Abava | 131 km |
| Gauja | 440 " | Aiviekste | 128 " |
| Venta | 341 " | M. Jugla | 125 " |
| Ogre | 200 " | L. Suseja | 120 " |
| Mēmele | 182 " | Lielupe | 119 " |
| Mūsa | 159 " | L. Jugla | 112 " |
| Pededze | 152 " | Dubna | 109 " |
| Iecava | 141 " | Svēte | 105 " |
| Rītupe | 140 " | | |

Ūdens režīms Latvijas upēs. Ne viss nokrišņu ūdens notek pa upēm jūrā: lielākā daļa iztvaiko un tikai apmēram viena trešdaļa aizplūst pa mūsu upēm uz jūru. No tā ūdens daudzuma, kas aiztek pa upēm, lielākā daļa satek strautos pa zemes virspusi, bet mazākā daļa iesūcas zemē un pārvēršas sākumā par pamatūdeni, bet vēlāk avotu veidā arī pievienojas strautiem un upēm.

Katras upes raksturīgākā īpatnība ir tās ūdens režīms jeb ūdens bagātība dažādos gada laikos. Visas upes baseina ūdens režīmu skaitļos izteic šādi: ar P apzīmē nokrišņu daudzumu, ko uzņem viss upes sistēmas baseins, ar D — ūdens daudzumu, ko novada upe;

tad varam dabūt attiecību $\frac{D}{P} = q$, ko sauc par noteces koeficientu; parasti to izteic procentos, pareizinoť dabūto rezultātu ar 100. Latvijas upēm noteces koeficientu pagaidām var izlobīt no vispārīgiem noteces novērtējumiem Eiropā. Ja nokrišņu daudzums ir —

| | | |
|---------------|---------------------|--------|
| 400 — 500 mm, | noteces koeficients | 20, |
| 500 — 600 " | " " | 30, |
| 700 — 800 " | " " | 40, |
| 1000 — 1100 " | " " | 67—68. |

Noteces koeficients upei ir mainīgs lielums, kas atkarājas no nokrišņu daudzuma; tāpēc tas ir citāds lietainākos un citāds sausākos gados, tāpat mainās tas arī pa gada laikiem. Mūs var interesēt Dņepras augšgala noteces koeficienta aplēsumi: ziemā — 28,5, pavasarī — 76,2, vasarā — 11,2, rudenī — 11,9; šie skaitļi dod vidējo gada noteces koef. — 27,3.

Lai aplēstu upes ūdens caurteces daudzumu kādā vietā, jāzina upes hidrometriskā profila laukums straumei šķērsām šinī vietā un ūdens vidējais ātrums visam šķērsgriezumam.

Caurteci aplēš pēc formulas: $Q=V.F$, kur Q ir ūdens caurteces daudzums m^3/s , V — vidējais ātrums un F — straumes šķērsgriezuma laukums. Šis caurteces ūdens daudzums mūsu upēs stipri mainās pa gada laikiem, nav tas vienāds arī atsevišķos gados. Tā, Daugavas caurteces mērījumi augšup Doles salas 1924. g. deva sekojošus rezultātus:

| | |
|-------------------------------|--------------|
| 1924. g. 25. aprīlī | 3940 m^3/s |
| „ „ 6. maijā | 2349 „ |
| „ „ 22. maijā | 991 „ |
| „ „ 18. jūnijā | 715 „ |
| „ „ 21. augustā | 274 „ |

Minēsim caurteces mērījumus vēl dažām citām mūsu upēm:
caurteces mērījumi Lielupē pie Mežotnes,
caurteces mērījumi Ventā pie ūdensceļu pārziņa mājas,
Gaujā pie Valmieras.

| | | |
|-------------------------------|-------------|-----------|
| 1926. g. 10. aprīlī | 444 m^3/s | } Lielupē |
| „ „ 28. maijā | 10 „ | |
| 1926. g. 8. aprīlī | 255 „ | } Ventā |
| „ „ 13. jūlijā | 11 „ | |
| 1926. g. 25. aprīlī | 769 „ | } Gaujā |
| „ „ 28. jūlijā | 13 „ | |

Nelielām upēm caurtece ir daudz mazāka.

Mainīgais ūdens caurteces daudzums sevišķi jāņem vērā, projektējot upju krastos spēkstacijas. Dažos gadījumos lielu spēkstaciju būve arī pie mūsu lielajām upēm kļūst problēmatiska lielās caurteces svārstības dēļ, piem., pie Ventas Rumbas. Vairākas pastāvošās spēkstacijas pie mūsu upēm ir saistījušās savā starpā, lai mazā ūdenī elektrības strāvu varētu papildināt no citas stacijas.

Ūdens režīmu upēs raksturo arī ūdens līmeņa maiņas. Lai novērotu līmeņa maiņu gar Latvijas upēm, ierīkots posteņu tīkls. Vai-

rāk sastop vertikālu latu posteņus, retāk — pāļu posteņus. Latas iedalītas ik pa 2 cm uz balta fona: vienam metram iedalījums melnā, otram sarkanā krāsā. Tādas latas, piestiprinātas pie tilta balstiem, bieži varam sastapt gar mūsu lielākām upēm, kur šīs upes krusto tilti. Novērošanas posteņa pāļus uzstāda zināmā attālumā vienu no otra un vienu par otru augstāk upes gultnes kraujā. Pāļu augšgalus novieto līdz ar zemes virsu un 0,5—1 m vienu virs otra. Posteņu nulle ir pieņemta līnija, no kuŗas mērī ūdens līmeņa augstumus virs šīs līnijas. Vienai daļai posteņu nullēm ir zināms augstums virs jūras līmeņa, daļai šis augstums nav zināms. Parasti posteņa nulles līniju izvēlas vēl zem viszemākā ūdens līmeņa, lai novērojumi dažreiz nebūtu ar negatīvām zīmēm. Lielāko upju grīvās un ostās ūdens līmeņa noteikšanai lietā arī speciālus aparātus — limnografus.

Ūdens krāsa. Retām upēm ir tik dzidrs ūdens, ka var redzēt gultnes dibenā baltus gliemežu vākus un citus baltus priekšmetus. Ūdens dzidrumu mazina suspendētās daļiņas, ko nes sev līdzī strau-me. Ūdens stipri saduļķojas sevišķi mālainos apvidos pēc lielām lietus gāzēm. Saduļķojums var dot upēm specifiskas krāsu nianses, bet parasti saduļķots ūdens drīzi noskrien; pēc tam upes pieņem savu parasto dzidruma pakāpi, kāda raksturīga katrai upei. Ļoti dzidrs ūdens ir avotiem; ja tie izceļas smilšakmens rajonos, dzelzs daļiņas piešķir tiem bieži brūnganu nokrāsu; turpretī dolomītu un kaļķakmens apgabalos avotu ūdenim brīžiem iezalģana krāsa. Šīs specifiskās krāsas pavada kādu gabalu arī strautus, kas ceļas no tādiem avotiem.

Tiem strautiem un upītēm, kas izceļas purvos, parasti brūngana krāsa, ko ūdenim piešķir humusvielas. Šī krāsa vēl pastiprinās, ja purva ūdens satur daudz dzelzs. Tautā tādu brūnganu purvu strautu ūdeni sauc par rāvainu ūdeni.

Upju termika. Mūsu upju temperatūras maiņai labs piemērs ir Daugava, kas uzņem sevī gan vēsos avotainos strautus, gan piete-
kas, kas iztek no ezeriem ar samērā sasīlušu ūdeni. Dati ņemti no L. Slaucītāja sakopojuma (17), vidējās ūdens temperatūras aplēstas no 1930.—1934. g; temperatūra mērīta pie Daugavas tilta Rīgā, bet gaisa Rīgā, L. Ūniv. met. obs.

| Mēneši | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|-----------|-------|-------|-------|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-------|
| ūdens t°: | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 4,3 | 14,1 | 16,7 | 20,1 | 18,2 | 13,8 | 7,9 | 3,1 | 0,2 |
| gaisa t°: | — 2,5 | — 4,2 | — 1,2 | 5,8 | 13,0 | 15,2 | 18,9 | 16,9 | 12,7 | 7,6 | 2,2 | — 2,2 |

Šo skaitļu rinda rāda, ka Daugavā vidējā ūdens temperatūra gandrīz visu gadu augstāka par vidējo gaisa temperatūru. Maksi-

mumu ūdens temperatūra Daugavā sasniedz jūlijā. Par citu upju termiku vēl trūkst datu sakopojumu, bet jādomā, ka arī tām maksimums iekrīt jūlijā, kā tas ir vispār Viduseiropas upēm. Jāgaida nākotnē pētījumi, kas sadalītu termikas ziņā mūsu upes tipos, jo skaidrs, ka ezeru notekas atšķiras no avotu upēm. Vai atšķiras arī līdzenumu upes no augstieņu upēm termikas ziņā?

Lielo upju mazajām avotainajām pietekām temperatūra var atšķirties par vairāk grādiem; tā 1933. g. 11. augustā Gaujas ūdens temp. dienā starp Cēsīm un Līgatnes tiltu bija 14°, Līgatnes upes ietekā 12°, bet mazās avotainās pietekās starp Amatu un Cēsīm, kreisajā Gaujas pusē, bija 10°, avotos Gaujas krastā tikai ap 6°. Saprotais, šīs vēsās upītes nevar pazemināt lielās Gaujas ūdens temperatūru lejpus savām ietekām.

Naktīs mūsu upēs ūdens nepaspēj daudz atdzist. Parasti temperatūras starpība dienā un naktī nepārsniedz 1°. Arī vienas dienas laikā temperatūra daudz nemainās, tāpēc upes temperatūru pietiek mērīt tikai reiz dienā (ap plkst. 10—11).

Ledus sega Latvijas upēs. Sīkāka ledussegas apstākļu analīze Latvijas upēs pieder klimatoloģijai, jo ledus sega atrodas atkarībā no sniega segas un sala iestāšanās dažādās Latvijas joslās. Te minēsim tikai vidējos skaitļus, kas publicēti par mūsu galvenām upēm, savēlot kopā novērojumus ilgākā laika posmā. Par daudzām mūsu upēm vidējo skaitļu lielākiem laika posmiem vēl trūkst, bet minēt datus par atsevišķiem gadiem nav nozīmes, jo nākošos gados šie skaitļi var būt citādi. Tā, laika posmā par vairāk kā 100 gadiem Daugavas ledus segas ilgums pie Rīgas ir bijis: visgarākais 178 dienas un visīsākais 11 dienas, bet vidējie skaitļi par mūsu upēm, salīdzinot tās ar dažām Rietumeiropas upēm, ir sekojoši:

| Upes | Daugava
pie Rīgas | Lielupe pie
Jelgavas | Venta pie
Ventspils | Visla | Vezera |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|---------|--------|
| Aizsalst | 24. XI | 27. XI | 11. XII | 27. XII | 6. I |
| Ledus iziet , , . | 5. IV | 1. IV | 28. III | 5. III | 5. II |
| Ledus segas ilgums dienās . | 131 | 124 | 107 | 67 | 30 |

Latvijas upju tips. Mūsu upju vispārīgo raksturu nosaka klimats. Mums nav augstu kalnu, kuŗu virsotnes paceltos aiz sniega līnijas, kuŗu kūstošais sniegš un ledus dzirdinātu upju iztekas; mūsu upes nesavāc tikai lietus ūdeni vien, kā tas notiek siltajās zemēs: mūsu upēm dod dzīvību ir lietus, ir kūstošā sniega ūdeņi. Šinī ziņā Latvijas upes pieder tam plaša apjoma tipam, kas raksturīgs arī mūsu tuvākām kaimiņu zemēm, bez tam Skandināvijai, Vācijas au-

strumu daļai, Ziemeļkrievijai un Z. A. Savienotām valstīm. Visu šo zemju upēm ir raksturīgi pavasaros palu laikā uzplūdi, kad ūdens līmenis upēs stipri paceļas, un upes pat iziet no krastiem. Lai gan vasarā un rudens sākumā parasti šo zemju klimats dod visvairāk nokrišņu, tomēr ūdens līmenis upēs šinī laikā ir zems. Pavasaros, palu laikā, mūsu upēm jāaizvada nokrišņu ūdens, kas sniega veidā krāties cauru ziemu.

Lai raksturotu ūdens līmeņa maiņu mūsu upēs gada laikā ar skaitļiem, jemsim divus piemērus: Latvijas ziemeļu daļā — Gauju pie Tilderu tilta un dienvidos — Lielupi pie Jelgavas. Aplēsti vidējie līmeņa augstumi par mēnešiem no desmit gadu datiem (1919. g. līdz 1929. g.).

Gauja pie Tilderu tilta.

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mēneši: | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| Vid. līm. augstums: | 39,4 | 31,0 | 66,0 | 98,7 | 53,5 | 35,7 | 23,3 | 27,9 | 26,5 | 33,0 | 61,5 | 50,5 |

Lielupe pie Jelgavas.

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Vid. līm. augstums: | 23,5 | 9,9 | 59,9 | 67,7 | 16,1 | 31,2 | 20,3 | 26,8 | 31,0 | 33,8 | 44,1 | 23,4 |
|---------------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Tabula rāda, ka augstākais ūdens līmenis ir martā un aprīlī, vasarā tas nokrīt, lai piebriestu atkal novembrī. Ziemā aizsalušai upei līmeni pastiprina ledus sega.

Palu laiks mūsu upēs. Ir gadi, kad palu laiks upēs pāriet nemānot: saule martā vai aprīlī palēnām kausē sniegu, ūdens bagātīgi dodas uz upēm, un to līmenis lēni sāk kāpt. Kūst un dilst arī ledus sega upēs, gar krastmalām parādās vietām vaļējs ūdens, satiksme pāri upēm kļūst nedroša. Te pēkšņi ledus, lielā ūdens pacelts, sakustas, saplaisā un sāk slīdēt lejup. „Ledus iet“ — tā bez bažām paziņo viens otram šo vēsti upes apkārtnes iedzīvotāji. Palu laiks var tā mierīgi turpināties pavasaros vairākus gadus, kad lēni urdz mežos, plāvās un upēs plūstošā ūdens dziesma. Tā pati mierīgā upe var kļūt draudoša cilvēka apmetnēm piekrastes joslā, ja atkusnis iestājas pēkšņi, sevišķi pēc sniega bagātām ziemām. Līdzenumos, kur upēm zemi krasti, piem., Lielupes, Aiviekstes un Bārtas baseinā, upes ātri piebriest un pārpludina āres un laukus. Arī citu upju apgabaliem draud plūdu briesmas, jo pēkšņas ledus iešanas laikā bieži notiek ledus sastrēgumi. Vietām ledus sablīvējas un apstājas, strau- me ar milzīgu spēku uzdzien ledus masas virsū, padzen apakšā, un drīzi vien upe te pieblīvēta līdz dibenam. Upes līmenis augšpus aizsprostojuma sāk celties, pārpludina krastus, un plašus apgabalus klāj baismīgi dziļumi, kas brīžiem izposta mājas, ciemus un pilsētu

daļas upes krastos. Plūdu celšanos tad vēro daudzas drūmas un izmisuma pilnas sejas. Tādi plūdi ledus sablīvējumu dēļ rodas paretam Daugavā, Ventā un arī Gaujā. Vispār ledus iešana upēs pieder pie mūsu dabas grandiozākām parādībām.

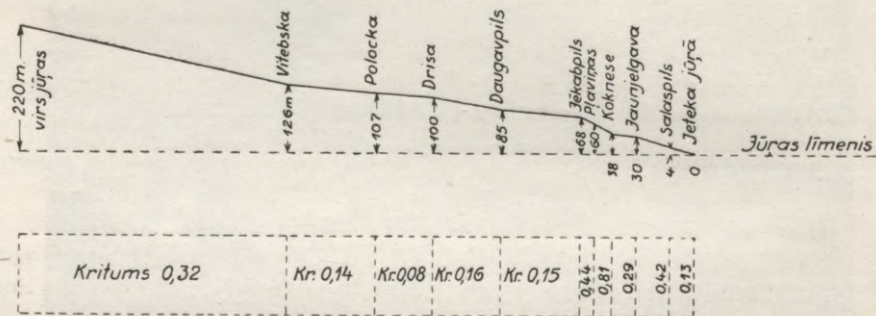


Svētes un Tērvetes sateka plūdu laikā.

Latvijas upju gareniskais profils. Daudzas Latvijas upes dziļi iegrauzušās ne tikai irdenos virsējos slāņos, bet arī cietajos apakšējos klinšainos iežos. Upes gultnes padziļināšana jeb erōzija iet parasti no ietekas uz augšu preti iztekai. Stipra erōzija upes gultnē sākas tad, kad ietekas augstums pazeminās vai, kā mēdz sacīt, kad pazeminās erōzijas bāze, jo tad grīvā palielinās upes kinētiskā enerģija, kas ir proporcionālā ūdens masai un kritumam.

Erōzijas bāze var pazemināties, ja jūra atkāpjas, kas noticis ar mūsu jūru aizvēsturē. Šī jūras atkāpšanās bija toreiz stiprs dzelulis mūsu upēm uzsākt pastiprinātu gultnes erōziju, kas turpinājās vairākiem cikliem. Ja padziļinās galvenās upes gultne, sākas arī pastiprināta erōzija pieteku gultnēs, jo pieteku erōzijas bāzes ir to ietekas galvenā upē. Ja arī erōzijas bāze ietekā nemainās, tomēr upe padziļina savu gultni lejas galā: te ūdens daudzums, ko upe nes, kļūst lielāks. Lielākas erōzijas dēļ lejas galā upes kritums kļūst lielāks, un upe padziļina savu gultni arī augstākos posmos. Tādā ziņā erōzijas darbs lēni virzās preti iztekai, bet tā kā augšgala virzienā ūdens daudzums pamazinās, gultnes padziļināšanas darbs tanī virzienā kļūst arvien lēnāks. No otras puses, parasti upēm augšgalā kritums ir lielāks, tas izsauc te arī pastiprinātu erōziju. Erōzijas

darbības rezultātā upe veido savu gultni, kas gareniskā profilā atgādina parabolu. Šo līkni sauc par *normālo krituma līkni*. Tā upe cenšas sasniegt beigu beigās līdzsvara profilu, kur ūdens masas reizinājums ar kritumu ir apmēram vienāds dažādos upes posmos. Upes augšdaļā tad lielam kritumam atbilst maza ūdens masa, bet lejas galā, mazam kritumam — liels daudzums ūdens.



Daugavas kritumi un tās gareniskais profils.

Normālā krituma līkne ir ideāls mērķis, ko upes sasniedz tikai lielā vecumā. Latvijas upes ir samērā jaunas upes, kas radušās pēc leduslaikmeta. Šo upju gareniskā profila līkne ir lauza līnija. Mūsu upēs mainās joslas: 1) kur notiek intensīva gultnes padziļināšana, 2) kur labākā gadījumā upe vēl smilšu daļiņas uz priekšu, bet sliktākā gadījumā pat nogulda.

Liela gultnes erōzija mūsu upēs norisinās ūdenskritumu un krāču joslās. Ūdenskritumā ūdens gāžas leju vertikāli ar lielu spēku un veido krituma piekāvē atvarus, kur virpuļo loku lokos, līdz izklūst no atvara. Ūdens virpuļi izskalo krituma stāvajā sienā apakšējos slāņus, sevišķi, ja apakšējie slāņi ir mīkstāki, ja tie sastāv no māla un smilšakmens. Ūdenskritums lēni atkāpjas pret straumi. Šo parādību novērojam Pērses ūdenskritumā, Ventas rumbā pie Kuldīgas un Abavas kritumā leju Sabiles. Pērses ūdenskritumi atkāpjas gadā par apm. 0,48 m.

Tā upes pie ūdenskritumiem grauž sev dziļākas gultnes. Pērses ūdenskritumā var novērot miniātūrā to, kas senatnē daudz grandiozākos apmēros norisinājies Pērses lejasgalā. Par to liecina Pērses dziļā kaņjonveidīgā grava pie Kokneses. Pērses kaņjona izveidošana nebūtu varējusi notikt, ja Daugava nebūtu graužusies aizvien dziļāk savā gultnē, tā radīdama Pērses lejas galā lielu kritumu.

Augšējos slāņos dolomītā un smilšakmenī mūsu upēm bija vieglāk iegrauzties, jo te tie daudzās vietās saplaisājuši blāķu blāķos un



Pērses ūdenskritums.

gabalu gabalos. Tā, Slocenes upē pie Smārdes 1900. gadā, kad to pavasarī aizsprostoja ledus, mainīja savu gultni, izraudama dolomītā grāvu ap 100 m garumā, 5 m platumā un 3,7 m dziļumā. Tāpēc nav jābrīnas par mūsu lielo upju dziļu iegraušanos devona cietajos iežos. Daugava savā posmā no Pļaviņām līdz Koknesei iegrauzusies dolomītā 20—30 m dziļumā.

Stipra erōzija upes gultnēs notiek arī dziļākās vietās — atvaros, kurās iekrizdams ūdens griežas un virpuļo, arvien vairāk paplašinādams atvaru. Lielos apmēros tādu ūdens virpuļošanu var novērot Daugavas Velna atvarā (starp Staburagu un Koknesi).

Par mazākiem atvariņiem upes dibenā liecina udenspiltuves, kur ūdens putodams virpuļo nelielos apmēros.

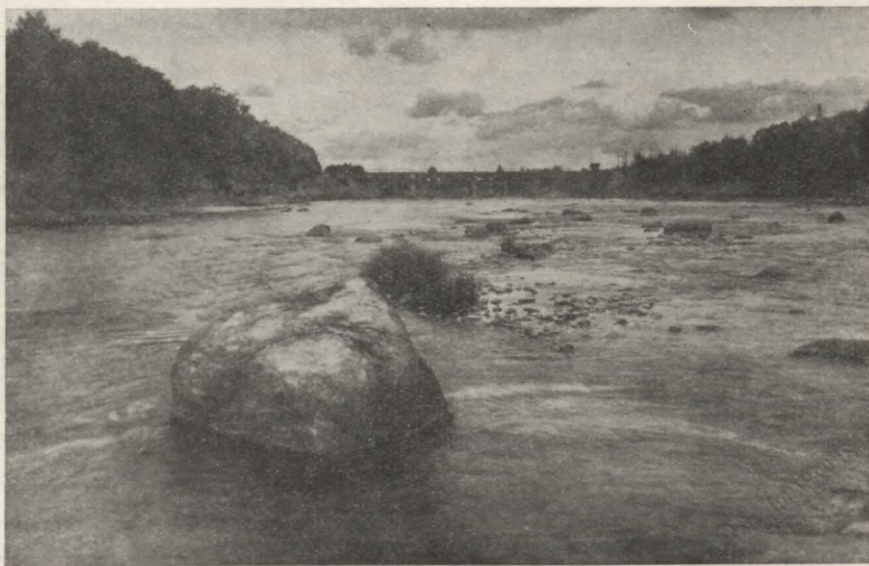
Normālo krituma līkni sasniegt mūsu upēm kavē ne tikai samērā nelielais vecums, bet arī slāņu nevienādais cietums upes dažādos posmos.

Tā Ventas gultnes augšgalā ir dilūvijs, kas pavada upi no iztekas līdz Nīgrandei. Tālāk, lejup, sākumā ir permas laikmeta kaļķakmens, vēlāk devona dolomīts ar māla kārtām, bet lejpus Kuldīgas Rumbas sākas smilšakmens ar māla kārtām un pavada krasus apmēram līdz Zlēkām. Lejasgalā devona slāņi noliecas zemāk, un Venta atkal iegrauzusies gan diluvija laikmeta mālos, gan alluvi-

ālās smiltīs. Visi šie slāņi nav vienāda cietuma, un upe tos nevar erodēt vienādā mērā, lai upes profils tuvotos normālai krituma liknei. Jāatzīmē, ka mazāk upe var erodēt savu gultni dziļumā tādos posmos, kur cieto slāņu slīpums sakrīt ar upes virzienu. Tā, piem., Daugava vairākos posmos vēl savus ūdeņus pa slīpu dolomītu virsu kā pa klonu, maz to erodēdama.

Krāces. Krāces (kauli) mūsu upēs veidojušās dažādos slāņos un dažādos apstākļos. Lielākās krāces mūsu upēs izveidojušās dolomītu rajonos, kur upes erōzija, uzvarēdama morēnu kārtu, tos saņiegusi. Bieži krāces rodas tur, kur izbeidzas viena no samērā līmeniski noguldītām augšdevona dolomītu slāņu grupām un upei jānokrīt uz zemākas grupas slāņiem, kurus raksturo citi pārakmeņojumi. Parasti virsējās un apakšējās kārtas dolomītiem nav arī vienāda izturība pret upes erōziju. Sākumā tādās vietās varēja izveidoties ūdenskritums, kuŗu upe ar laiku pārveidoja par terrasi ar pakāpēm.

Daugavā brīžiem tādas kāpņveidīgas terrases ar pastiprinātu kritumu izstieptas vairākus kilometrus garumā. Upe pa tādām dolomīta kāpnēm veļas ar lielāku sparū, putodama un mutuļodama. Citos gadījumos krāces veido tas apstākļi, ka upe nograuzusi paceltas dolomīta kļokas muguru, bet kļokas „spārnos“ radušās krāču kāpnes. Ja upes gultne iegrauzusies smilšakmenī, tad lielas krāces nevar izveidoties, jo mūsu smilšakmens ir samērā irdens, un upe lielā-



Ogre pie ietekas Daugavā. Akmeņu krāces.

kus kritumus ātri nolīdzina. Smilšakmens rajonos krāces rodas no lieliem laukakmeņiem, kas palikuši upes gultnē vēl no tiem laikiem, kad upe plūda pa morēnas segas gultni. Padziļinot gultni, upe izgauzās cauri morēnas kārtai, aizskaloja morēnas smiltis un mālu, bet gultnē palika lielākie akmeņi, kas bija ieguldīti morēnā. Iedama pa tādām akmeņu rindām, upe puto un mutuļo. Tādas akmeņu krāces var sastapt Daugavā Krāslavas posmā un citās upēs, kur upju gultnēs likums iet pa morēnu segu. Nevien akmeņi, bet visa akmeņainā morēna var izveidot krāces, kur šī morēna pacēlus savus paugstinātos sliekšņus starp irdenākiem nogulumiem. Tādas krāces sastopam Gaujā ap Strenčiem un Valmieru. Te Gauja izlokās pa bieziem Ziemeļvidzemes līdzenumā noguldītiem smiltis un grants slāņiem, bet vietām upes gultnē paceļas minētie morēnmāla sliekšņi. Šis morēnmāls ir ļoti ciets un grūti erodējams, bez tam no izskatās sliekšņa augšējās daļas sakrājušies uz krāces mālainā klona daudz akmeņu, kas pasarga to no ātras izskalošanas.

Upju lejas un senlejas. Parasti upes ne tikai padziļina savu gultni, bet arī paplašina; tas notiek gultnes sānu erōzijas dēļ. Šī sānu erōzija upes krastos reti kad norisinās bez iegraušanās dziļumā, jo parasti abas šīs erōzijas iet roku rokā. Sānu erōzijas dēļ upe skalo te vienu, te otru krastu, izveidodama vietām augstas kraujas, kur krasts pēdu pa pēdai iebrūk. Tā šīs darbības rezultātā upes ieleja kļūst arvien platāka. Ja krastmalu slāņu biezums ir vienāds lielos posmos, tad upes platums arī ir vienāds garos upes gabalos; turpretī, upes šķērsriezuma profils te sašaurinās, te paplašinās, ja upes krastus pavada pamīšus te cietāki, te mīkstāki ieži.

Upes sānu erōziju sekmē galvenā kārtā gultnes likumošana. Daudz un dažādi apstākļi liek upei mest likumus, bet ja reiz radies



Upes likumi un kraujas.

viens likums, tas veicina vairāku likumu rašanos lejup pa upi. Straume likumā, pieglauzdamās krasta ieliekumam, beidzot atsitas no tā un steidzas lejup uz pretējo krastu, kur te izskalo un veido jaunu likumu ar krauji. Bez tam upe cenšas katru likumu aizvien palieli-

nāt. Krasta ieliekumā straume parasti lielāka, un tā graužas krastā; bet iepretī, kur krasts izliekts, ūdens tek lēnāk, noguldās smiltis, grants un oļi. Tā likumi lēnām izstiepjās gaŗumā, bet arī lēnām pārvietojas lejup. Šī pārvietošanās lejup pakāpeniski sašaurina pussalas, kas nodala vienu likumu no otra. Beidzot palu laikā sevišķi spēcīgos plūdus upe izrauj sev jaunu taisnāku gultni pāri pussalai. Plūdu ūdens pussalu vai nu nobrāž zemāku, lai varētu plūst tai pāri arī pēc plūdiem, vai upes vidū atstāj salu, kuŗu tagad apjož vecā un jaunā upes gultne. Veco gultni upe bieži pienes ar smiltīm; tā pārvēršas par ezeriņu, kas ar laiku aizaug un izveido biezas kūdras kārtas, kuŗās vietām sakrīt krastmalas mežu koki. Pēc daudz gadiem upes līči, pārvietodamies lejup, var par jaunu uzbrukt krastam, kur nogulusies purvu kūdra. Tādu parādību bieži novērojam Gaujas līčos, kur virs ūdens līmeņa drūmi paceļas kūdras slāņi ar ieguldītiem ozolu stumbriem. Ar kūdrā ieguldīto putekšņu un sēklu palīdzību var notiekt kūdras vecumu; līdz ar to nākotnē atšķirsies interesatas lapas no upes vēstures. Domājams, ka tādu vecu atteku pārpurvošanās sevišķi intensīvi notikusi alluvija atlantiskajā klimata laikmetā, kas bijis ar lielāku siltumu un mitrumu, salīdzinot ar tagadējo.*)

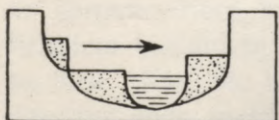
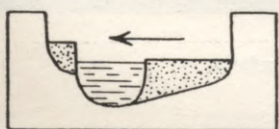
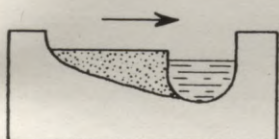
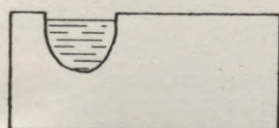
Daudz likumu jeb meandru Latvijas upēm ir sevišķi tajos apgalos, kur upes tek ar mazu kritumu, jo te mazais kritums tām neļauj pārvarēt nelielus šķēršļus un spiež izveidot likumus. Kur šis kritums nav liels, kā, piem., Zemgales zemumā, tur līči nespēj izgauzt upei dziļu ieleju, bet upes krasti lēzeni saplūst ar apkārtni. Citādi tas ir, kur kritums ir prāvs, augstieņu nokalnēs. Tur upes sānu erōzija gājusi roku rokā ar gultnes erōziju dziļumā, tur upes gultni parasti pavada plata un dziļa grāva.

Iedomāsimies tādas upes šķērsriezuma profilu, kur likumi pārvietojas lejup, bet līdz ar to upes gultne graužas dziļumā.

Ar laiku šis profils mainīsies, jo upes likumi šinī vietā pārvietosies te labā, te kreisā upes pusē. Šī iegraušanās procesa rezultātā upes ielejas kraujās izveidojas vairākas *t e r r a s e s*, kuŗu augstumi virs upes līmeņa ir dažādi. Tādām nevienāda augstuma terrasēm ir *l o k ā l s* raksturs, jo dažādos upes posmos pastāvīgi mainās arī to augstums gan attiecībā vienai pret otru kādā atsevišķā šķērsrie-

*) Dažos gadījumos šādas mežu atliekas upes krastos var rasties arī, kad upe pavasara plūdus krasta mežu iznīcina un aprok; tādos gadījumos koku stumbri negul kūdrā, bet upes smilšainos saskalojumos. Šī tipa aprakti meži atsedzas piem. Daugavas gultnē pie Daugavpils un Gaujas gultnē pie Siguldas. Red.

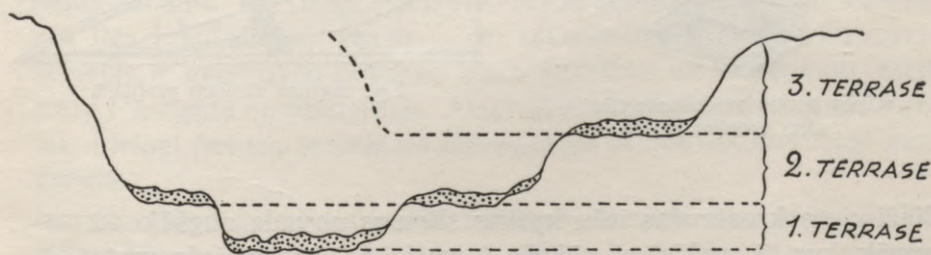
zumā, gan arī salīdzinot ar citiem posmiem. Tādas terrases sastopam Ogres upē, piem., pie Vecogres. Šis terrašu tips rāda, ka upe turpina savu iegraušanos darbu. Šādas gultnes padziļināšanas beigu cēlienā terrases saplūdis arvien vairāk un vairāk viena ar otru, līdz upes ielejas izdabšanas cikls būs beidzies un lokālās terrases nozudušas. Tas būs sasniegts tad, kad upe būs tuvu normālai sava krituma liknei. Jaunu erōzijas ciklu var radīt trīs faktori: 1) jūras līmeņa pazemināšanās grīvā — erōzijas bāzes maiņa, 2) zemes garozas pacelšanās kādā posmā un 3) palielinās ūdens daudzums, kas tek pa upi lejup sakarā ar mitrāka klimata iestāšanos. Pētnieki nav vienis prātis par to, kādiem faktoriem svarīgāka nozīme jauna erōzijas cikla radīšanā: vieni uzsver ģeoloģiskos, otri klimatiskos. —



Upes lokālās terrases.

Sākoties jaunam erōzijas ciklam, upe pamazām atstāj savu iepriekšējā ciklā izveidoto gultnes ieleju un graužas dziļumā, veidojot jaunu ieleju. Agrākā ieleja terrases veidā pavadīs upes gultni visgarām upei un pie tam vienādā augstumā virs upes ūdens līmeņa, abās pusēs. Tādas pastāvīgas terrases visgarām upes tecējumiem sauc par ciklu terrāsēm. Latvijas lielajām upēm — Gaujai, Ventai, Abavai, bez tagadējās upes gultnes vēl novērojamas parasti divas ciklu terrases; tā tad kopā trīs. Daugavai vietām pat ir četras ciklu terrases.

Sākoties jaunam erōzijas ciklam, upe pamazām atstāj savu iepriekšējā ciklā izveidoto gultnes ieleju un graužas dziļumā, veidojot jaunu ieleju. Agrākā ieleja terrases veidā pavadīs upes gultni visgarām upei un pie tam vienādā augstumā virs upes ūdens līmeņa, abās pusēs. Tādas pastāvīgas terrases visgarām upes tecējumiem sauc par ciklu terrāsēm. Latvijas lielajām upēm — Gaujai, Ventai, Abavai, bez tagadējās upes gultnes vēl novērojamas parasti divas ciklu terrases; tā tad kopā trīs. Daugavai vietām pat ir četras ciklu terrases.



Upes ciklu terrases.

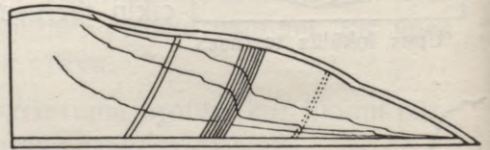
Teorētiski ciklu terrāsēm jāpavada upes ieleja nepārtraukti visā garumā, bet blakus apstākļu iedarbība terrases līniju bieži pārtrauc te vienā, te otrā pusē. To dara, piem., sānu pietekas un strauti.



Rīvas upes grīva, leteka noliekta uz ziemeļiem.



Upes ielejas veidošanās tikai sānu erozijas ceļā.

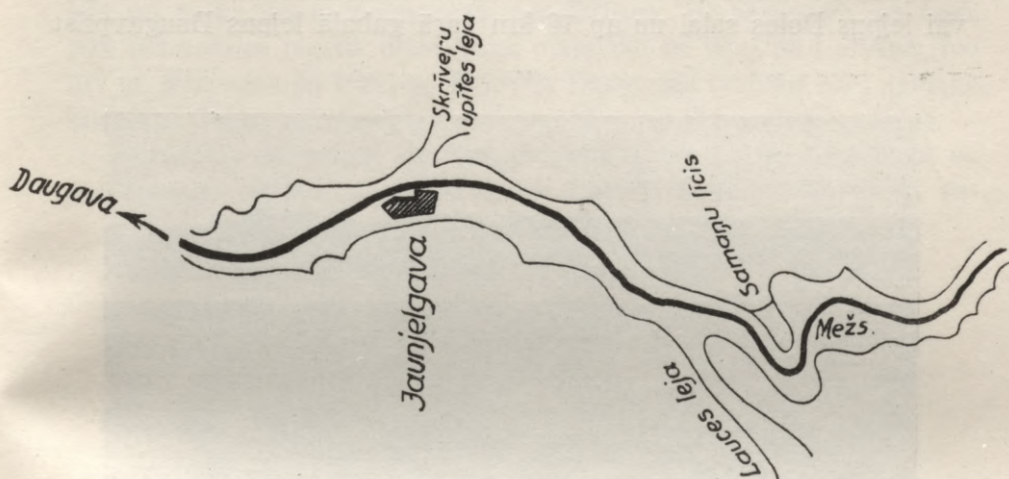


Upe tuvojas ideālam profilam.

Bieži cieto krastmalas iežu kļokas slīpums novada augšējo terrasi zemāk, kur tā saplūst ar nākošo terrasi. Arī krastu iežu materiāls ietekmē terrašu reljefu: cietākos iežos terrases labāki iezīmētas nekā mīkstākos.

No ciklu terrāsēm mūsu upēs jāatšķir sezonu terrases: viena, ko ieņem vasarā mazā ūdenī, un otra — palu laikā, kad plūdu ūdeņi rauj sev piemērotu, plašāku gultni.

Upes izdobto ieleju jāatšķir no senlejas, kas pavada daudzas Latvijas upes, bet kas bijusi jau pirms upes rašanās. Senlejas izrā-



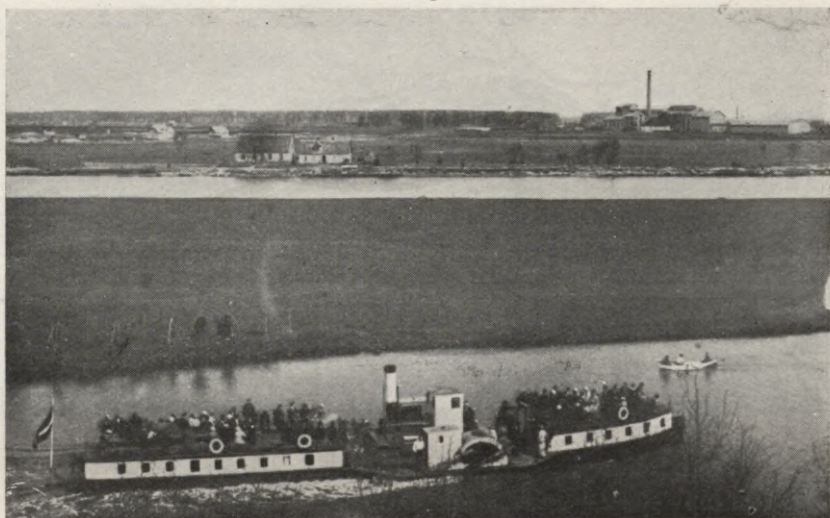
Daugavas terrases pie Jaunjelgavas.

vuši ledāja kušanas ūdeņi, vai nu nākdami tieši no ledāja malas, vai no sprostezeriem, kad nosprostotais ūdens meklēja noteku no šiem lielajiem baseiniem uz zemākiem līdzenumiem, lai beidzot nokļūtu uz jūru. Kad pēc ledāja nozušanas sāka veidoties mūsu upju tīkls, daudzas upes, meklēdamas zemākas vietas starp virsas nelīdzenumiem, atrada gatavās senlejas un — ieguldīja tanīs sava tecējuma lielus gabalus. Tā Gauja pakļāvusi savai gultnei senleju no Valmieras līdz Inčukalnam, Abava — no sākuma līdz Rendai. Daugavai senlejas ir atsevišķos posmos: starp Krāslavu un Daugavpili, tālāk starp Pļaviņām un Staburagu. Atsevišķos posmos senleja ir arī Ventai. Lielupi pavada senleja no Mēmeles un Mūsas satekas lejup garā gabalā.

Mazākām upēm atzīmēsim senlejas pie atsevišķu upju aprakstiem. Tām upēm, kas dziļi iegrauzušās virsas slāņos, senleja nav jāmeklē tagadējās gultnes līmenī: tā plešas augšējās terrāsēs. Mazās upes senlejās „jūtas“ kā peles lauvas krātiņā.

Latvijas upju saimnieciskā nozīme. Daudz un dažādi ieaudusies mūsu upju nozīme saimnieciskajā dzīvē, bet galvenā kārtā tās piedalās satiksmē, dod enerģiju spēkstacijām un dzirnavām; upju zivju bagātības izmanto zvejnieki; lielāko upju grīvās ierīkotas ostas.

Kuģošanai noderīgas tikai nedaudzas upes, kam pietiekošs dziļums, lai varētu braukt pa tām lieli un mazi kuģīši, nemaz jau nerunājot par prāviem tvaikoņiem. Tagad kuģīšu satiksmē nozīme ir Daugavai lejpus Doles salai un ap 10 km garā gabalā lejpus Daugavpils;

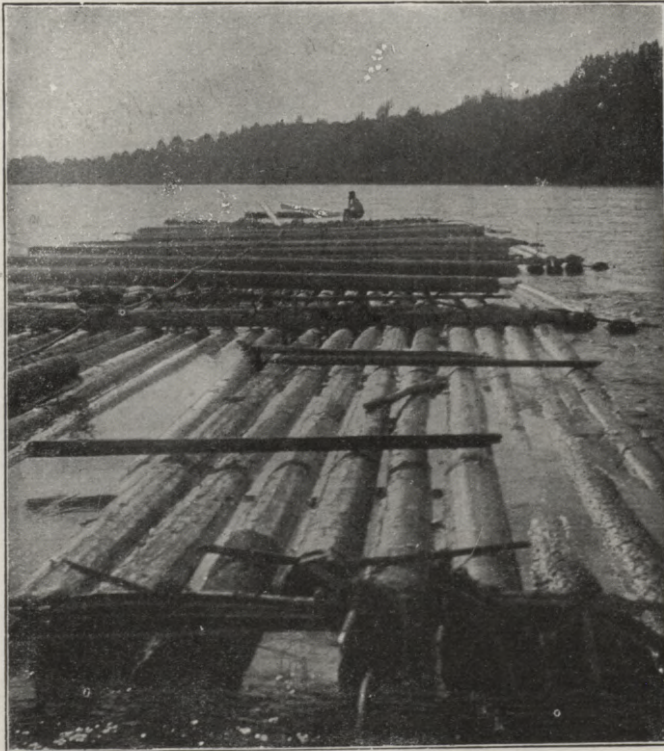


Driksa, Pasta sala un Lielupe pie Jelgavas. Kuģītis Driksā ceļā uz Emburgu. Tālumā redz cukurfabriku.

Lielupei ar Bullupi — no Daugavas līdz Emburgai; Ventai — no Ventspils līdz Kuldīgai. Liellaivas peld arī pa citiem Daugavas posmiem, iedamas pāri daudzajām krācēm. Centri, ap kuriem grupējas liellaivu kustība, ir Rīga un Daugavpils. Liellaivas nes arī dažas Lielupes lielākās pietekas un Bārta savā lejgalā. Mūsu upes varētu padarīt kuģojamas daudz garākos posmos, ja tikai saimnieciskā dzīve to prasītu, ja būtu pārlicība, ka attaisnosies ieguldītie līdzekļi. Lieta tā, ka mūsu laikmets prasa ātru preču piegādi, un te upes nevar sacensties ar dzelzceļiem un autosatiksmi; upēm paliek smagās un lētās preces: malka, baļķi, kriegēļi, akmeņi, dedzinātie kaļķi, akmeņogles un jauns produkts Latvijas apstākļos — cukurbietes. Bet malku un baļķus var pludināt pa upēm bez kuģu palīdzības, izmantojot augsto ūdeni pavasarī un rudenī. Malkas un baļķu pludināšanā slēpjas mūsu upju sevišķa nozīme saimnieciskajā dzīvē, jo meži ir mūsu „zaļais zelts“. Tāpēc vairāk vērības piegriež, lai uzlabotu upju gultnes koku pludināšanai, piem., saspridzina lielākos akmeņus un krāces plostu ceļā. Gaujā lejpus Lejasciema, Sikšņu krācēs pat

ierīkotas slūžas, lai varētu laist šim krācēm pāri baļķus un malku arī mazā ūdenī.

Visas mūsu lielāko upju sistēmas ar pieteku pietekām kalpo mal-
kas un baļķu ūdens transporta vajadzībām. Pa Daugavu, pa kuru
nāk tūkstošiem plostu, plūst koku materiāli ne tikai no Latvijas, bet
arī no Krievijas un Polijas. Krievijā Daugavas pieteku Ullu savieno
kanāļi ar Dņepras pieteku Berezinu. Arī šis Daugavas — Ullas —
— Berezinas ūdensceļš domāts galvenā kārtā plostu nolaišanai no
mežainiem apgabaliem uz Daugavu. Latvijā koku pludināšanas va-



Plosti Daugavā.

jadzībām domāts Gaujas — Daugavas kanālis pāri Baltezeriem un
Ķīšezeram. Strauju liellaivu satiksmes attīstību rada cukurbiešu au-
dzēšana Latvijā, lai gan tikai rudens sezonā. Cukura rūpniecība
rada vajadzību iznīcināt sēkļus vairākās upēs, lai liellaivas iekarotu
lielākus posmus šinīs upēs. Sacītais attiecas, piem., uz Lielupes
sistēmu.

Tam apstāklim, ka daudzas mūsu upes ir krāčainas, ir arī sava labā puse: šīs upes slēpj sevī neizmējamu enerģijas bagātības elektrības ražošanai un Latvijas elektrifikācijai nākotnē.

Ļoti liela nozīme elektrības ražošanā nākotnē būs Daugavas straujai krāčainai daļai no Jēkabpils līdz Doles salai. Par labāko vietu Daugavas straumes nosprostošanai atzītas Ķeguma krāces; nosprostotais ūdens plūdums varēs te dot ap 50.000 kw lielu jaudu.

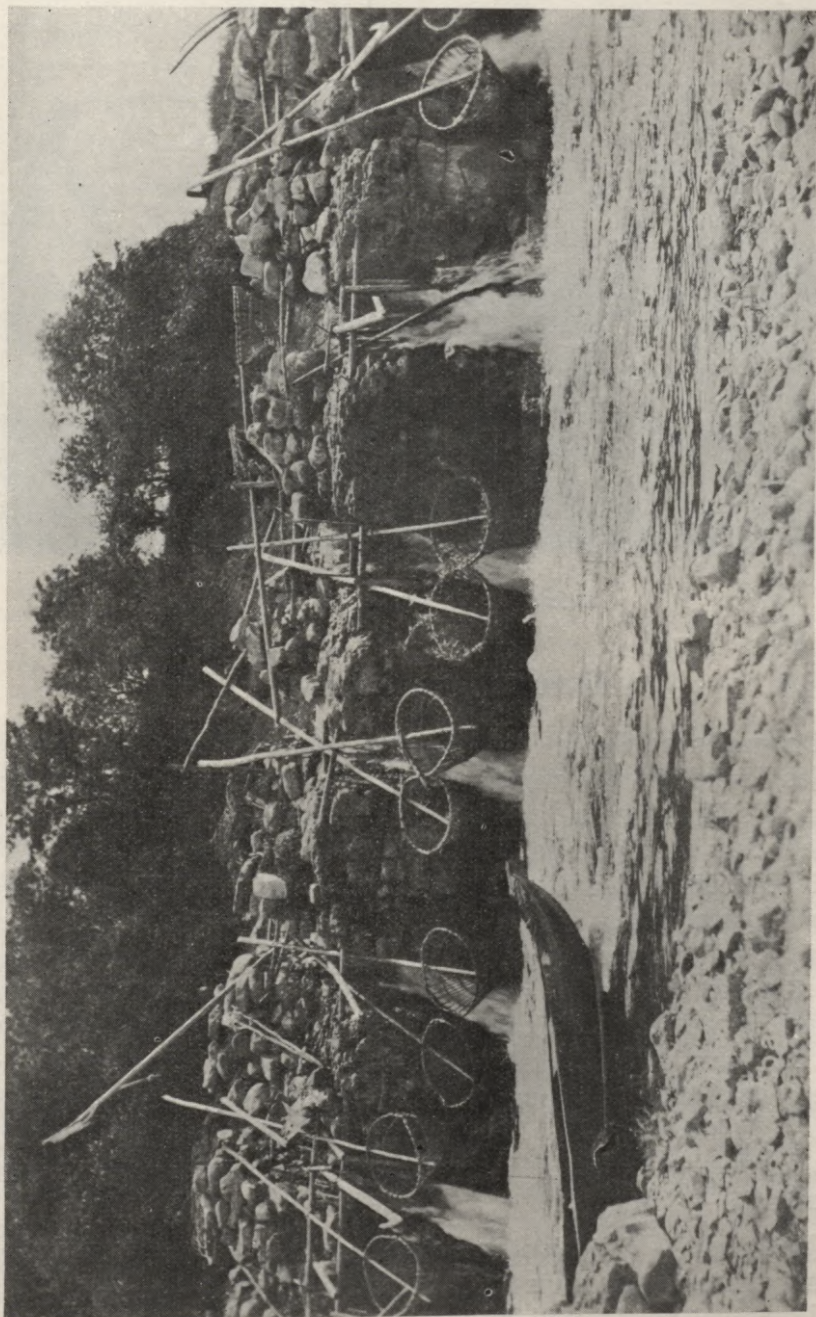
Tagad lielākas spēkstacijas darbojas Aiviekstes, Juglas, Amatas un Braslas krastos.



Slocenes upe pie Smārdes dzirnavām. Dibens un krasti sastāv no dolomīta klintīm.

Mūsu upes griež daudz dzirnavu ratu; sevišķi tas sakāms par upēm, kas traucas lejā pa augstieņu nokalnēm. Straujās upes padara stipru mūsu dzirnavu rūpniecības nozari. Daudzas dzirnavas ne tikai maļ, bet arī kārš vilnu, veļ vadmalu un dzen mazas dinamomašīnas.

Zvejniecība plašākos apmēros koncentrējusies triju upju lejgalos: Daugavā, Gaujā un Ventā. Sevišķi pazīstamas lašu un nēģu zvejas vietas ir Daugavā pie Doles salas, Gaujā pie Carnikavas un Ventā pie Kuldīgas Rumbas. Zvejo dažādas saldūdens zivis arī citās upēs, bet mazākos apmēros.



Ventas Rumba pie Kuldīgas.



Lašu tači. A. Zandberga uzj.

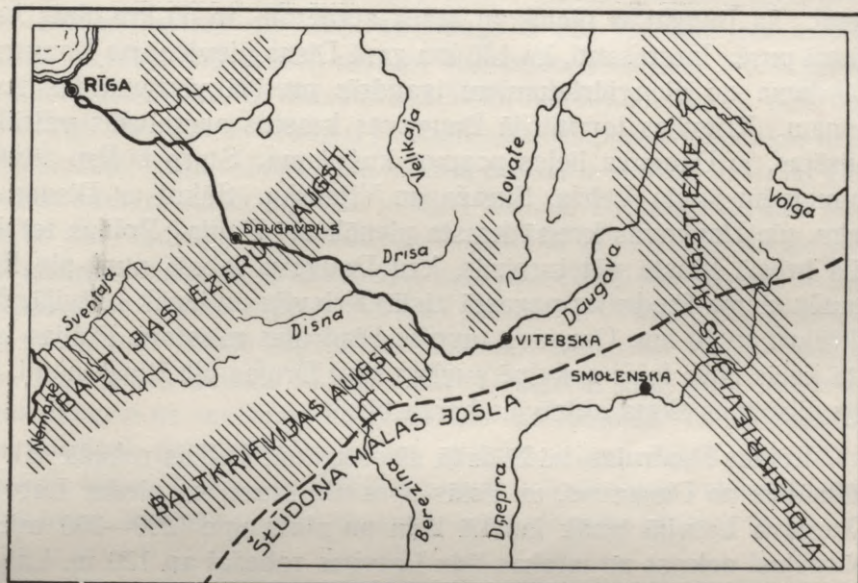
Daugavas baseins.

Daugavas augšgals. Latvijai austrumos un vēl dziļi Krievijā pacēlas Viduskrievijas augstiene, kuŗas augstākās vietas pārsniedz 300 m virs jūras līmeņa. Šī augstiene stiepjas N—S virzienā, un tās ziemeļu daļu sauc par Valdaju augstumiem. Valdaju kalnājs Krievijā ir ievērojama ūdensšķirtne, jo šī augstiene rada lielajā Austrumeiropas līdzenumā uz visām debess pusēm nokalnes. Valdaju augstienē, nelielā Dviņecas ezerā, 220 m virs jūras līmeņa ir arī Daugavas sākums. Daugavas augšgala baseins noguldīts Valdaju augstienes dienvidrietumu nokalnē; Valdaja ziemeļu daļa pieder Lovates upes baseinam, kam noteka uz Somijas līci. Uz austrumiem un dienvidiem vāc ūdeņus Volga un Dņepra. Volga pienāk Daugavai sevišķi tuvu — 14 km attālumā. Vienā virzienā ar Daugavu no Viduskrievijas augstienes nolaižas tās lielās pietekas: labajā pusē — Toropa un kreisajā — Meža.

Uzjēmusi šīs lielās pietekas, Daugava turpina doties dienvidaustrumu virzienā, bet nevis tiešā virzienā uz Rīgas jūras līci. Tā te cēt Daugavai palīdz senleju posmi, kuŗus izrāvuši ledāja kušanas udeņi, lai gāztos uz Dņepras baseinu un tālāk uz Melno jūru. Kad radās Daugava, tā iejēma šos senleju posmus. Tāda senleja Dauga-

vai ir netālu no Vitebskas. Ka Daugavas augšgals nav kļuvis par Dņepras pieteku, jāpateicas ūdensšķirtnei starp abām upēm, ko veidojusi pēdējā ledāja mala, jo tālāk par šo joslu šļūdonis pēdējā apledojumā nav gājis.

Šī ūdensšķirtne iespraužas starp Daugavu un Dņepru iepretī Vitebskai, un Daugava apmēram pusceļā no savas iztekas, pie Be-



Daugavas novietojums starp augstienēm

šenkoviču ciema, strauji pagriežas uz ziemeļrietumiem, lai tagad nu dotos uz Rīgas jūras līci. Liela nozīme Daugavas virziena maiņā ir Baltijas ezeru grēdas nozarojumam — Baltkrievijas augstienei, kas tuvojas Daugavai starp tās pietekām — Disnu un Ullu. Tuvojoties Latvijai, Daugava sastop savā ceļā Baltijas ezeru grēdu, kas nāk no Ziemeļvācijas pāri Nemunai, starp Kaunu un Grodņu. Latvijā tā ienāk pāri Viļņas apgabalam un Lietuvas Augštaitijai, lai kāptu pāri Daugavai starp Krievijas robežu un Daugavpili. Ceļā starp Viduskrievijas augstieni un Baltijas ezeru grēdu Daugava aplikumo paaugstinātus virsas sliekšņus, lai iznestu savu gultni pa līdzenumiem. Kā pirmā līdzenumā tā nolaižas Valdaļu augstienes rietumu malā. Apmetusi līkumu ap Nevelas-Novosokolņiku ūdensšķirtni, Daugava ienāk pie Polockas līdzenā muldā, ko ieņem arī tās pietekas — Disna un Drisa. No sava 83 000 km² lielā baseina Daugava ārpus Latvijas robežas atstāj 57.550 km² ar 33 pietekām. No tām bez jau minētām jāizceļ pāri par 100 km garās pietekas labajā pusē — Usvjača un Obola, bet kreisajā — Velesa, Kaspla, Usača,

Lučesa. Garākā pieteka ārpus Latvijas robežas Daugavai ir agrāk minētā kreisās puses pieteka — Meža (256 km).

Vispār šinī posmā garākās ir tās pietekas, kas tek Daugavai vairāk līdzteku; Daugavai te ir šaurs baseins, jo labajā pusē tuvu pienāk Lovates un Veļikajas baseini, kuriem slīpums uz ziemeļiem, bet kreisajā pusē it tuvu ir Dņepras un tās pietekas Berezinas baseini. Tā Daugavas pietekām atliek apmēram ap 60 km plata josla katrā pusē. Interesanti, ka 140 km garā Disna pievienojas Daugavai, nākdama no dienvidrietumiem, gandrīz pretējā virzienā tās tecējumam. Krievijas teritorijā Daugavas krastos apmetušās vairākas pilsētas, jo Daugava lielos posmos kuģojama. Starp tādām cilvēku apmetnēm jāmin Veļiža, Suraža un Vitebska. Sākot ar Disnas ieteku, pie Daugavas kreisā krasta pienāk arī Polija. Polijas teritorija kreisā krastā vēl turpinās, kad Daugava labajā pusē pie Kas kauču ciema Piedrujas pagastā atstāj Krieviju un ienāk Latvijā. Noskrējusi ap 10 km, Daugava tuvojas Piedrujas miestam. Polijas krastā lielās upes lejas nokalnē augšup kāpj Drujas pilsētiņas nami, bet aiz pilsētiņas skatu atdzīvina bērzu birzis.

Lejpus Piedrujas, kādā dziļā sānu grāvā, Polijas robeža sāk atālināties no Daugavas, un lielās upes abi krasti nu pieder Latvijai. Daugava Latvijā ienāk jau kā liela un plata upe (200—250 m); tā pāspējusi nokrist no iztekas līdz Latvijas robežai ap 120 m. Lai sasniegtu Rīgas jūras līci un lai pārvarētu atlikušo 100 m kritumu, tai jānovērpj sava straume vēl ap 370 km garumā.

Latvijas teritorijā Daugavas baseins ir 25450 km² liels, jo arī mūsu zeme turpina to dzirdināt ar apm. 12 pietekām. Lielākās pietekas ir izveidojušās labajā pusē. Sevišķi liels izliekums ūdensšķirtnei ir Aiviekstes baseinam ar Pededzi; kreisajā pusē, turpretī, Lielupes baseins ieguldījis savas lielās pietekas Suseju, Iecavu un Misu ļoti tuvu Daugavai, tā sašaurinādams šinī pusē tās baseina joslu. Ar sava baseina pietekām Daugava apvij gan augstienes, gan izpleš savus zarus līdzenumos.

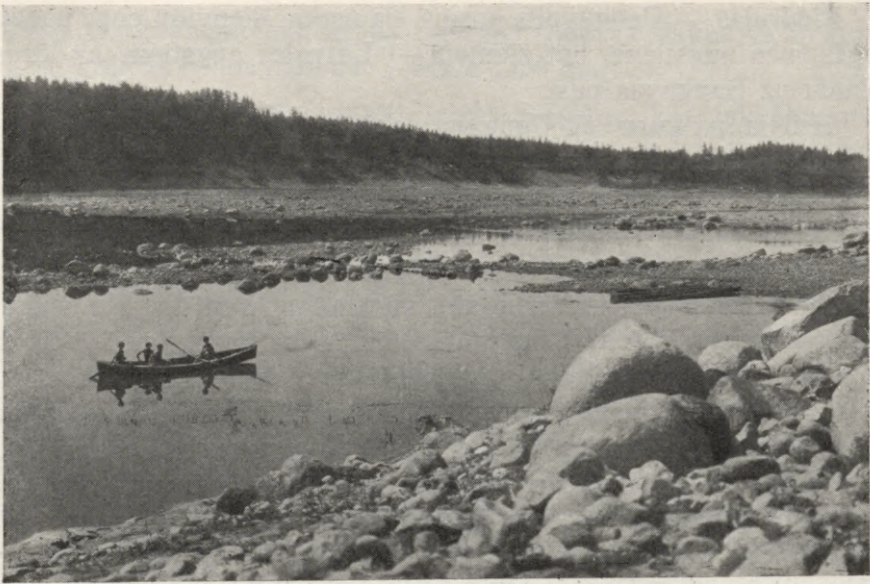
Pati Daugava divos posmos tek pa līdzenumiem: pa Lubānas līdzenumu un Rīgas zemumu. Lai izlauztos cauri augstieņu paceltniem sliekšņiem uz līdzenumiem, tā izlietā senlejas, kas radušās pirms Daugavas, kad ledāja kušanas ūdeņi gāzušies no viena nosprostota baseina uz otru. Tā Baltijas ezeru grēdas sliekšnim tā izlokās cauri pa senlejas posmu no Piedrujas līdz Daugavpilij. Arī paaugstināto sliekšni starp divām augstienēm pie Pļaviņām Daugava pārkāpj pa senleju.

Piedrujas — Daugavpils posmā Daugavai dienvidu pusē paceļas Augšzemes augstiene, bet ziemeļu — Latgales augstiene ar lēzenu nolaidu uz Daugavas pusi.

Senleja, pa kuŗu tek Daugava, labi izveidota un norobežota senām krastu kraujām. Senlejas terrases paplašinās te vienā, te otrā upes pusē. Šinī posmā Daugava met 10 lielus likumus. Lielo likumu posmā vietām senlejas terrasse izzūd, vietām likumos sānu erōzija iznīcinājusi šīs terrases, un Daugava pat iegrauzusies senajā kraujā. Senlejā tad jāvēro no šīm augstajām kraujām. No šejienes atklājas skaisti skati uz Daugavas līčiem; bet braucot laivā, acīs duras vairāk šīs augstās kraujas, pati senleja noslēpusies augstākās krastu terrāsēs. Sānu erōzija lielo likumu posmā ir sevišķi liela, lai gan kritums samērā mazs (ap 0,16 m uz 1 km) un straumes ātrums nav liels, jo pie Piedrujas un Krāslavas vasarās laivas diezgan viegli iņas pret straumi. Stiprās sānu erōzijas galvenie cēloņi šinī posmā ir lielie likumi un krastu rupjais irdenais materiāls. Vietām šis grantainais un oļainais slāņos saguldītais materiāls radies no senlejas nogulām, bet vietām lielajos likumos pāri Daugavai kāpj gala morēnas joslas pauguri ar smilšainu un grantainu saslāņojumu. Tādus augstus gala morēnas paugurus Daugavas krastos varam vērot Sargilišķu apkaimē, lejpus Krāslavas. Vietām krauju nobrukumus veicina krastmalas avoti, kas nāk no devona mālu slāņu virsējās kārtas; to, piem.,



Slucišķu kalns. A. Zandberga uzj.



Daugava pie Krāslavas. J. Novoselova uzj.

novērojam grandiozozos krastu nobrukumos pie Ādama muižas, 2 km lejpus Krāslavai. Šī nobrukumu vieta arī interesanta ar savu ap 50 cm biezo starpleduslaikmeta kūdras slāni, starp devona iežiem un morēnas segu. Krāslavas — Daugavpils posmā interesi rada arī devona smilšakmens klintis, kas gan nekāpj augstu kraujās, bet paretam pavīd ūdens līmeņa joslā. Krāsu nianses kraujām paretam piešķir devona zilie un sarkanie māli. Vērību pelnī arī slokšņu māli krastu kraujās pie Kaplavas miestīņa un dažās vietās tuvu Daugavpilij.

Iepretī kraujām, kur straume rāmāka, nogulsņējas pa daļai kraujās izskalotais materiāls un izveido terrasi, kas ir zemāka par senlejas terrasēm, tāpēc palu laikā parasti to appludina ūdens, apnes ar smiltīm un oļiem. Pie Krāslavas un Kaplavas ir nelielas smilšu sanestās gultnes salas. Daugavas gultnē šinī posmā vietām palikuši lieli akmeņu virknējumi, kas izveido nelielas krāces, jo ūdens, iedams pāri tādiem akmeņiem, mutuļo. Bīstamākie akmeņi saspridzināti, lai netraucētu plostošanu.

Senlejas terrasēs iestiepjas druvas un vietām arī cilvēku apmetnes, bet zemes auglība ir dažāda. Tā, senlejā atrodas Grīvas un Krāslavas pilsētas ar saviem slavenajiem gurķu dārziem, bet ir arī vietas ar smilšainu augsnu. Pēdējā gadījumā vienmuļo terrašu ai-

navas atdzīvina senlejas kraujās zaļbaltais bērzs, bet lielo liču zemumos priežu mežu jūra.

Posmā no Krievijas robežas līdz Daugavpiliļ Daugava uzņem nelielas pietekas, bet šīs pietekas te bieži ir daudzu ezeru virknējumu notekas, jo ezeru bagātība šinī Baltijas ezeru grēdas daļā ir diezgan prāva gan labajā, gan kreisajā Daugavas pusē. Kreisajā pusē ezeri izbārstīti Augšzemes augstienes ap 160 m augstā platformā. Daugavas ūdensšķirtne atkāpusies aiz Latvijas robežas Polijā un Lietuvā, lai notvertu šīs platformas ūdeņus Daugavas baseinam. Minētai platformai ir divi slīpumi: viens uz Daugavu, uz ziemeļiem, otrs — uz ziemeļaustrumiem. Ziemeļaustrumu slīpumā aizvada ūdeņus Daugavai plašais Disnas pieteku tīklojums un Drujka, kas ieplūst Daugavā pie Drujas miesta Polijas teritorijā.

Pa otru slīpumu no dienvidiem uz ziemeļiem tek *S a l i e n a s* upe un *L a u c e*. Salienai ieteka ir pie Jaunbornes, bet Laucei pie Grīvas. Lauces pietekas ir *K u m p a c e* un *P a k r ā c e*. Lauce sākas pie Lietuvas robežas Lauces ezerā un kopā ar savām pietekām atūdeņo paugurainu kēmu apgabalu. Salienai, turpretī, pieder apgabals ar daudz līdzenāku virsu; bet ļoti impozanta ir šīs upes lielā grava. Daugavas labajā pusē ūdensšķirtne atkāpusies virs Latgales augstienes muguras uz ziemeļiem no Rēznas ezera un Rēzeknes pilsētas; aiz šīs joslas upes jau traucas uz Veļikajas baseinu, uz Pliskavas ezeru. Arī šinī pusē Daugavas pietekas notek no augstienes muguras pa diviem slīpumiem: uz dienvidiem, taisnā virzienā uz Daugavu, un uz rietumiem, sākumā parallēli Daugavai, piem., *L i k s n a*, *D u b n a*, *M a l t a* un *R ē z e k n e*. Tās apskatīsim nākošā posmā. Uz Daugavu tieši, uz dienvidiem, noslīd *S a r j a n k a*, *I n d r i c a*, *S k a i s t a*, *K r ā s l a v a s* upīte un *B u k u p e*. Sarjankas satekas sākas Latvijā ap 175 m v. j. l., bet ieteka Daugavā atrodas Krievijas teritorijā. Pārējās minētās upes jau visas pieder Latvijai. Lielākā no tām Indrica ir 50 km gara ar kritumu 1,8 m uz 1 km. Tās sākums ap 187 m virs jūras līmeņa.

Daugavas baseina posms Lubānas līdzenumā. Pie Daugavpils Daugava maina savu virzienu. No Piedrujas līdz šejieni tā, lai gan likumodama, tomēr visumā dodas uz rietumiem; tad tā pagriežas uz ziemeļrietumiem un noslīd no Baltijas ezeru grēdas Lubānas līdzenumā; minēto virzienu Daugava ietur līdz Pļaviņām. Posma pirmajā pusē kritums vēl ir mazs (0,15 m uz 1 km), bet tuvojoties Pļaviņām kļūst straujāks (0,44 m uz 1 km). Iepriekšējā posmā straumes likumainums a:c ir 1,6, bet te līdzenumā — 1,2. Lubānas līdzenuma posmā Daugava stipri paplašina savu baseinu, jo no apkārtējām augstie-



Daugava pie Līvāniem. A. Zandberga uzj.

nēm uz šo līdzenumu dodas daudz upju, kuŗu ūdeņus Daugava pievieno savai straumei. Kreisajā pusē tā uzņem Ilūksti ar Dvieti, Eglaini un Mazo Suseju; labajā — Līksnu, Dubnu, Neretu un Aivieksti. Līdzenumā pati Daugava kļūst platāka, pievienodama minētās pietekas, bet mazā krituma dēļ rāmi veļ savus ūdeņus zemajos krastos. Piekrastes ainavas Daugavai tomēr te nav tik vienmuļas, kā to parasti domā, sevišķi tas sakāms par labo krastu. Tiesa, no Daugavpils līdz Līksnai krasta tuvumā ir smiltāji, bet tālākā posmā ir joslās arī ar viegli viļņainu pamatmorēnas virsu un auglīgām mālu zemēm. No Līksnas ietekas apm. 20 km garumā līdz Nīcgalei Daugavas labo krastu pavada platā zemā terrase — tā Daugavpils senlejas turpinājums. Ap 1 km plato terrasi pārklāj pļavas, kas ir patīkams kontrasts pēc smiltainām terrasēm lielo likumu rajonā pie Krāslavas.

Arī virs pļavu terrases piekrastes apkārtnē ir samērā bagāta: labas māla zemes, cukurbiešu lauki, košas lauksaimnieku mājas. Krastmalas ainavas pēkšņi mainās pie Jerzikas (augšpus Līvāniem). Te krastos pirmo reizi Latvijas teritorijā sākas dolomītu kraujas un pavada Daugavu ar pārtraukumiem līdz posma galam, līdz Pļaviņām, lai gan šīs kraujas nav tik augstas kā nākošā posmā, no Pļaviņām līdz Doles salai. Dolomīti paceļas ne tikai krastu kraujās, bet sākot no Jerzikas, devona dolomīti izklāj arī Daugavas gultni. Dolomītu rajonā sākas arī īstās krāces. Garākā krāce šinī posmā ir Prie-

dulājs, kas stiepijas ap 3 km garumā augšpus Aiviekstes ietekas. Dolomīta pakāpes un nelieli, bet pēkšņi kritumi šinī krācē sarindoti garos virknējumos. Lielākā krāce šinī posmā un vispār Latvijas teritorijā Daugavas gultnē ir Pļaviņu rumba. Šī ir īsa, bet ar lielu kritumu. Laivām te jāturas tuvāk krastam. Ja plosti nav pietiekoši sasieti, tos Pļaviņu rumba salauž un izbārsta pa straumi. Pie Pļaviņām Daugavas gultnē milzīgai kļokai nograuzta mugura; šīs nograuztās kļokas austrumu „spārns“ izveido Pļaviņu rumbu.

Apskatāmā posmā (no Daugavpils līdz Pļaviņām) ir izbārstītas paretām salas. Gultnes salu, kuņas būtu sanesuši vienīgi Daugavas ūdeņi no smiltīm, ir maz, un šīm salijām niecīgs apmērs.

Lielais vairums salu izveidojies tādās vietās, kur upe lauzusi sev zarojumus un attekas. Parasti tas noticis palu laikā ap ledus sablīvējumiem, kas nosprosto straumei ceļu līdz pašam dibenam; ūdens meklē ceļu apkārt sablīvējumiem un rauj sev jaunu gultni. Padziļinot jaunu atteku vairākus gadus, upe var galīgi izveidot salu. Dažos gadījumos salas atšķelt palīdz arī pietekas, zarojoties pie ietekas divos žuburos. Tā milzīgu salu leļpus Jēkabpils atgriezusi Mazā



Priedulāja krāce uz Daugavas. A. Zandberga uzj.

Suseja. Vairākas atteku salas Daugavas gultnē virknējas Jerzikas — Jēkabpils rajonā. Dažas no tām ir vairāku kilometru garas un apdzīvotas, piem., Ābeļu sala augšpus Jēkabpils. Ūdensšķirtne Daugavas baseinam kreisajā pusē Daugavpils un Pļaviņu posmā stiepjas pa Baltijas ezeru grēdas nozarojumu, kas iet uz šo grēdu pāri Subatai.

Ilūkste sākas Lietuvā, Ilūkstes ezerā, 140 m virs jūras līmeņa. Līdz Daugavai tai nav garš ceļš, tikai 36 km, bet jānokrīt par 54 m. Savā vidus posmā Ilūkste tek pa senleju, kas izplešas uz Daugavas pusi kā taure. Lejas galā Ilūkste savienojas ar Dvieti ap 2 km no Daugavas. Tā kā abas upes apmēram vienādā garumā, tad tās var uzskatīt par sateku upēm ar kopīgu ieteku. Tā varētu izbeigt strīdu par to, kuŗu no šīm upēm uzskatīt par pieteku. Abas upes kopā atūdeņo 731 km² lielu baseinu.

Dviete sākas Ilūkstes—Bebrenes gala morēnas joslā 119 m augstumā un notek līdz kopīgai satekai 34,5 km. Minētā gala morēnas josla tālu atliekusi Dvietes izteku no Ilūkstes sākuma. Dviete savā vidus daļā tek gar šīs gala morēnas joslas piegāzi, dodamās uz dienvidaustrumiem, cauri Skuķu un Dvietes ezeram. Šinī vidus posmā Dvietes upi pavada senleja. Kopīga ieteka abām upēm ieguldīta Daugavas piekrastes smilšainā līdzenumā. Pa Ilūkstes—Bebrenes gala morēnas joslu iet ūdensšķirtne starp Daugavas baseinu un Lielās Susejas apgabalu, kas pieder Lielupes baseinam. Tālākā gaitā uz ziemeļiem ūdensšķirtne nepārsviežas uz Saukas-Pļaviņu gala morēnas joslu, kas ir it kā tilts starp Baltijas ezeru grēdu un Vidzemes centrālo augstieni. Ūdensšķirtne novirzās pa morēnas likumainu sliekšni pāri Zasai uz Piksteres ezeru.

Abās pusēs minētam ūdensšķirtnes posmam plešas milzīgi meži. Pa tādiem mežainiem apgabaliem tek nākošās Daugavas pietekas — Eglaine un Mazā Suseja. Eglaines sākums atrodas ap 113 m v. j. l. Līdzīgi iepriekšējām divām sateku upēm, Eglaines garums ir 36 km, kuŗā tā nokrīt par 30 m. Drusku garāka ir Mazā Suseja (55 km) ar 40 m lielu kritumu. Tās sākums guļ ap 110 m v. j. l. Mazā Suseja, zarodamās mežainā apvidū vairākos pieteku žuburos, atūdeņo diezgan prāvu baseinu — 532 km². No pietekām jāmin Aldauniece, Podvāze un Piestiņa.

Mazā Suseja pie Jēkabpils ieplūst Daugavas attekā, kas lokās ap lielu salu. Šo atteku sauc par Saku (nozīmē žuburojumu; šo nosaukumu sastopam Latvijā vairākās vietās, kur upes žuburojas).

Daugavas labajā pusē aprakstāmā posma ūdensšķirtne atkāpjas ļoti tālu uz ziemeļiem, pievienodama Daugavai plašo Lubānas līdzenumu un vairāku apkārtnes augstieņu nokalnes. Tā uz Daugavas

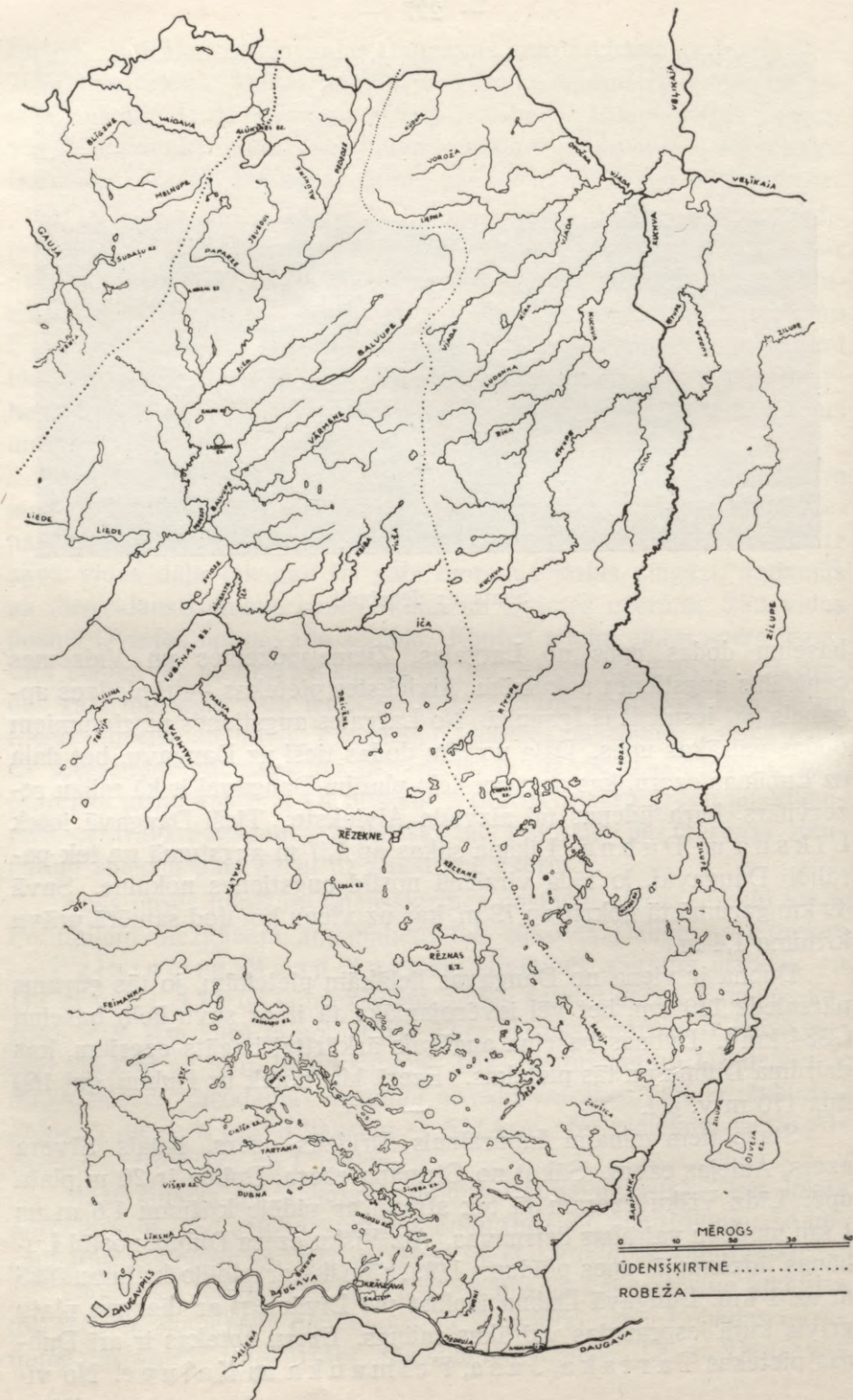


Skats uz Jēkabpili.

baseinu dodas upes no Latgales, Ziemeļvidzemes un Vidzemes centrālās augstienes nokalnēm. Aiviekstes pietekas — Pededzes apgabals pat iesniedzas Igaunijā. No Latgales augstienes uz rietumiem dodas vairākas upes. Daļa no tām dodas tieši uz Daugavu, bet daļa uz Lubānas ezeru, kas ar savu lielo platību Daugavai ir kā milzu rezervuārs, kuŗa ūdeņus tai aizvada Aiviekste. Tieši Daugavā ietek *L i k s n a* un *D u b n a*. Liksna sākas ap 157 m augstumā un tek parāllēli Daugavai, jo tādā virzienā noslīd augstienes nokalne. Savā 49 km garumā tā nokrīt ap 72 m, kas uz vienu km dod samērā prāvu kritumu 1,4 m.

Dubna ir viena no Daugavas lielākām pietekām, jo tās garums pārsniedz 110 km, bet vēl ievērojamāka tā ir ar savu lielo baseinu (2584 km²). Dubnas baseina augšgals ārkārtīgi bagāts ezeriem, kas dzirdina Dubnu un tās pietekas. Ezeri, kas notek uz Dubnu, guļ 160 līdz 170 m v. j. l.

Starp tiem minami žiburainais Dridzas ezers, lielais Sivera ezers, Aulejas ezers. Sākot no Cirmaņa ezera, Dubna ir 20 m plata upe. Līdz Višķu ezeram tā tek strauji ar vidējo kritumu 1,6 m uz 1 km un dzen vairākas dzirnavas. Aiz Višķu ezera Dubna noslīd Lubānas līdzenumā, upes plūdums kļūst rāmāks ar vidējo kritumu 0,25 m uz 1 km. Daugavā Dubna ieplūst pie Līvāniem ar diezgan platu grīvu, kuŗā iespraustas vairākas saliņas. Ezeru notekas ir arī Dubnas pietekas *T a r t a k a*, *J a š a*, *F e i m a n k a* un *K a l u p e*. No vi-



Austrumlatvijas upes.

sām Dubnas pietekām visvairāk uz rietumiem, tā tad visvairāk līdzenumā, tīklojas O š a.

Vēl tālāk uz rietumiem, līdzenumā starp Dubnas baseinu un Aivieksti, zarojas Nereta ar savu pieteku tīklu. Nereta sākas Teiču purvā un līdz Daugavai nolikumo 40 km. Par šīs upes sistēmas līdzenuma raksturu liecina zemais sākums — 97 m v. j. l. un samērā mazais kritums — 0,46 m uz 1 km. Dubnas baseinam ziemeļos Latgales augstienē Daugavai ūdeņus vāc Maltā un Rēzekne. Abas tās sākas augstumā, kas drusku pārsniedz 160 m v. j. l., un abas ir pāri par 100 km garas; līdz Lubānas ezeram tās nokrīt ap 70 m. Rēzekne sākas Rēznas ezerā, Kaunātu miesta tuvumā. Lejasgalā abas upes savieno kanālis, un Rēzeknes upes ūdeņi ieplūst pa šo kanāli arī Maltā. Ap 3 km lejpus Rēzeknes Rēzeknes upi prāvā posmā pavada senleja.

Lubānas ezera dienvidu galā ietek arī Melnute un Lisina, kuŗas garumā nepārsniedz 30 km.

Aiviekste, kas nes Lubānas ezera ūdeņus Daugavai, sākas ezera ziemeļu galā. Sākumā tā met lielu likumu uz ziemeļiem, bet vēlāk noliecas uz dienvidrietumiem. Aiviekstes vidējais kritums ir tikai 0,22 m uz 1 km, bet sevišķi tas mazs lielajā likumā, ko Aiviekste met no ezera līdz Lubānas miestam. Šis mazais kritums bija vainīgs, ka ezera plūdu ūdens nevarēja pietiekoši ātri noskriet uz Daugavu, kādēļ plūdus cieta ezera apkārtnes milzīgais pļavu apgabals. Noteces apstākļus vēl pasliktināja dolomīta sēkļi vairākās vietās Aiviekstes gultnē. Palu laikā noteci apgrūtināja arī vēl tas, ka lielajā likumā ieplūst Iča un Pededze. Šīs upes atūdeņo lielus apgabalus, un palu laikā lielajā Aiviekstes likumā radās ūdens sastrēgums, kas Aiviekstes straumi spieda atpakaļ Lubānas ezerā. Tagad tuvojas noslēgumam Aiviekstes padziļināšanas darbi, kas norit grandiozos apmēros, lai atbrīvotu Lubānas ezera plašo apkārtni no ilgajiem plūdiem. Jau iznīcināti daudzi sēkļi Aiviekstes lielajā likumā, un pats likums saīsināts par 7 km; plūdu laiks pļavu klāņos stipri saīsināts. Pēc darba nobeigšanas, Aiviekste kļūs kuģojama garā posmā. Iepretīm Jaunkasnavai Aiviekstes kritumu dolomīta krāces izmanto elektrības ražošanai.

Jaunkasnavas spēkstacija ir pagaidām lielākā Latvijā. Aiviekstes lejasgalā ir senleja.

Aiviekste savā 128 km garā ceļā uzņem daudz pieteku, bet lielākā ir Pededze (ap 152 km), kas garāka par pašu Aivieksti. Pededzes sākums atrodas Igaunijā, kur tā satek no diviem zariem. Ja par sākumu pieņemam rietumu žuburu, kuŗa augstums ir ap 184 m v. j. l.,

tad Pededzei jānotek līdz Latvijas robežai ap 23 km. Latvijas teritorijā Pededze savu baseinu papildina ar pietekām gan no Ziemeļvidzemes augstienes nokalnes, kur ūdensšķirtne iet pa minētās augstienes ap 180 m paceltu muguru, gan no Lubānas līdzenuma, kreisajā pusē, kur ūdensšķirtnei jālaipo pa nelieliem virsas paaugstinājumiem starp Veļikajas baseina un Pededzes pietekām. No augstienes pietekām labajā pusē jāmin 20 km garā *Alūksne*. Tā Pededzei novada Alūksnes ezera ūdeņus. Kreisās puses pietekām *Sitai* (37 km) un *Balvupei* (77 km) iztekas guļ ap 120 m v. j. l., tāpēc tām mazāks kritums par augstienes pietekām. Balvupei tas ir 0,36 m uz 1 km.

Lubānas līdzenuma ziemeļu galā tīklojas Ičas pieteku sistēma ar 800—100 km² lielu baseinu, bet šis baseins vairs nepieder Pededzei: Iča to ievada tieši Aiviekstē netālu no iztekas.

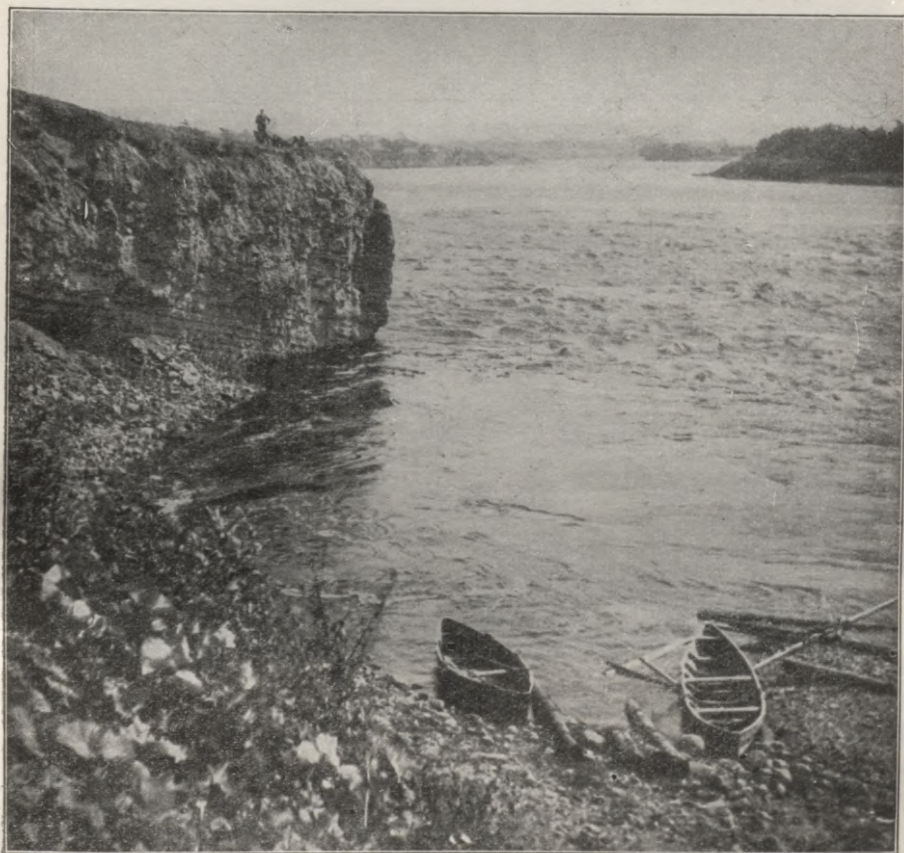
No sliedīša, kas savieno Ziemeļvidzemes augstieni pāri Gulbenei ar Vidzemes centrālo augstieni, Aiviekstei ūdeņus nes *Liede*. Tā sākas Sila ezerā 120 m v. j. l. un savā 45 km garumā nokrīt par 28 m. Liedeī vispār ir līdzenuma upes daba. Sākumā tā tek uz dienvidrietumiem, pieglauzdamās garai ūsu grēdai, bet pie Dzelzavas strauji pagriežas uz rītiem, lai sasniegtu Aivieksti netālu no Lubānas.

Citāds raksturs ir Aiviekstes pietekām, kas tek no Vidzemes centrālās augstienes. Te ievēribu pelnī *Kuja*, *Arona* ar *Bērzauni* un *Veseta*. Visām tām ir strauju kalnu upju daba, sevišķi augšgalā, kamēr tās tek pa augstienes nokalni. Nolaidušās līdzenumā, šīs upes kļūst rāmākas, jo kritums pamazinās. Tā, *Kuja* sākas *Liezeres* ezerā 187 m v. j. l.; nokalnes posmā, 60 km garumā līdz *Aizkujas* muižai tai vidējais kritums ir 1,4 m uz 1 km, bet atlikušā 24 km gabalā tikai 0,7 m uz 1 km. Pie *Kraukļiem*, kur *Kuja* tuvojas līdzenumam, tai nelielā posmā ir senleja. Vēl lielāks kritums ir *Aronai*, kas 32 km garā: visam garumam vidējs kritums ir 3,6 m uz 1 km. *Arona* tek pa plašu žuburainu ieleju, kas labi iezīmēta augstienes paugurainā skulptūrā. Garā posmā no *Zelgauskas* līdz *Mārcienai* šai ielejai ir senlejas raksturs. *Aronas* augšgals uzvijas pa platām lejām tālu augstienes serdē līdz *Skujiešu* ezeriņam, kas guļ ap 200 m v. j. l. Te *Aronai* jācinās ar *Ogres* satekām, kas dodas tai pretī. Tā, *Lauteres* ezers, kas guļ netālu no *Skujiešu* ezeriņa, notek uz *Ogres* baseinu (dažās kartēs tas nepareizi pievienots *Aronai*). Netālu no ietekas *Aronai* pievienojas *Bērzaune*, kuŗas sateku žuburs tuvojas *Gaiziņkalnam*. Vēl tuvāk *Gaiziņam* pienāk *Bērzaunes* labās puses pieteka — *Taleja*, kas sākas *Talejas* ezerā, kuŗš guļ *Gaiziņa* piekājē.

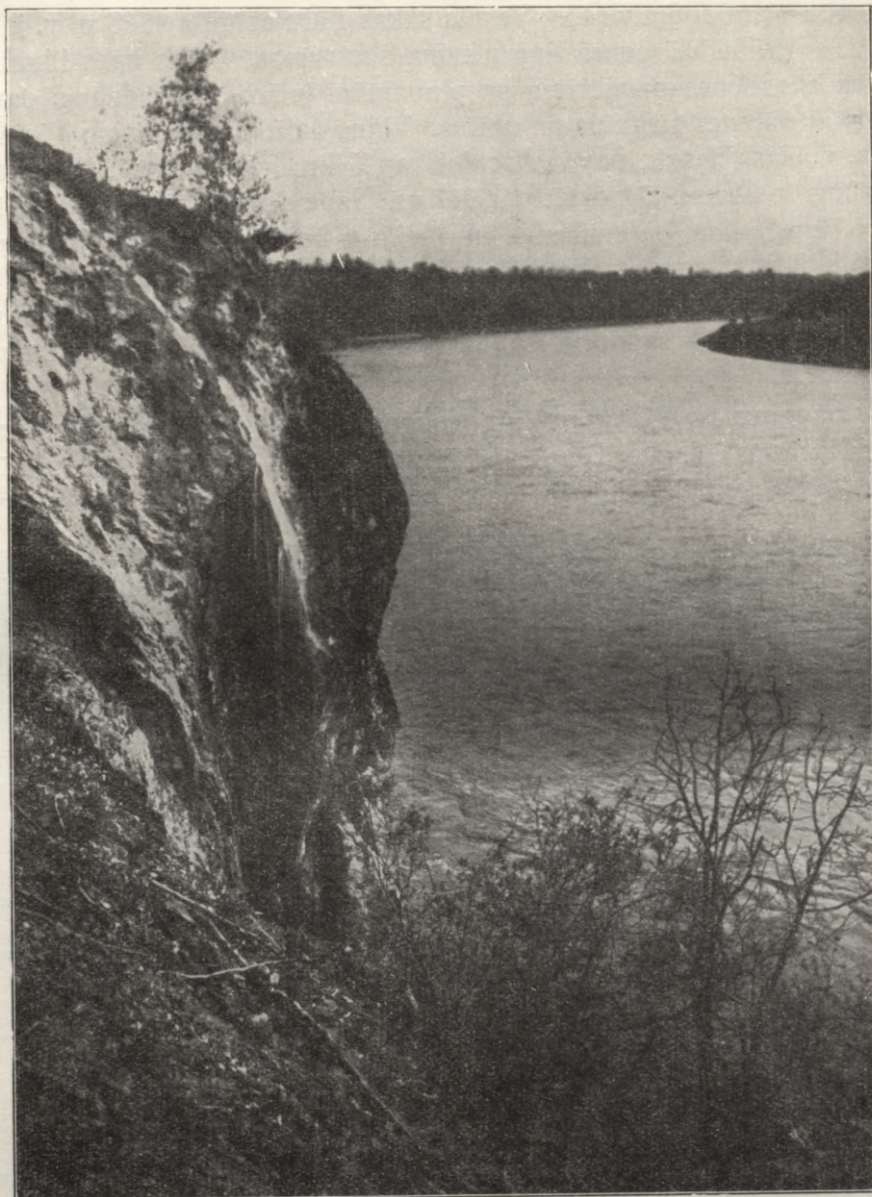
Vidzemes centrālās augstienes dienvidu daļu atūdeņo **Veseta** ar savu pieteku **Savīti**. Veseta sākas Kālu ezerā ap 185 m v. j. l., bet Savīte nelielā ezerā Spiru kalna austrumos. Abas upes likumo starp augstienes pauguriem pa pļavinām lejām, uzjemdams daudzus augstienes strautus un upītes. Vidus daļā, dienvidos no Vietalvas muižas, Vesetu pavada senleja ap 5 km garā posmā. Vesetas garums ir 64 km, tā nokrīt par 112 m. Izbeidzoties senlejai, Veseta met lielu likumu pa smilšainu un mežiem bagātu līdzenumu, lai apstātos Odzes ezera — Jaunkalsnavas gala morēnas valnī.

Arī Bērzaunes un Aronas liejasgali tek pa smilšainu līdzenumu. Šos smiltajos — sandurus sanesuši augstienes nomalē ledāja kušanas ūdeņi.

Daugava no Pļaviņām līdz Koknesei. Uzjēmusi Aiviekstes baseina prāvus ūdeņus, Daugava pārkāpj Saukas-Pļaviņu gala morēnas grēdu, kas savieno Vidzemes centrālo augstieni ar Augštaitijas



Daugavas krāce lejpus Pļaviņām. J. Novoselova uzj.



Staburags.

augstieni. Lai tiktu pāri minētam sliksnim, Daugava izmanto Pļaviņu-Daudzeses senleju, kaut gan neseko līdzīgai uz Daudzesi, bet atstāj to pie Staburaga, pagriežas pa labi un met lielu līkumu apkārt Greblu kalna masīvam, garām Koknesei, kur tad uzņem Pērsi.

Šis posms no Pļaviņām līdz Koknesei ir viens no visskaistākajiem Daugavas tecējumā un arī viena no viskrāšņākajām dabas ainavām Latvijā. Daugava pie Pļaviņām sāk skriet ar lielu ātrumu, jo te līdz Koknesei Daugavai lielākais kritums — 0,81 m uz 1 km.

Pēc Pļaviņu rumbas šī posmā daudzās krāces nav bīstamas plotiem sava stāvuma dēļ, bet gan ātrās straumes dēļ, jo te plotus ātri var uztriekt krastā. Līdz Staburagam Daugava te plūst gandrīz nepārtraukti pa krācēm, mutuļodama un putodama. Liels baudījums šo posmu vērot, braucot laivā, ko rauj uz priekšu ātrais upes plūdums. Upes mežonīgajam plūdumam pievienojas skaistas klinšu ainavas stāvajās kraujās te vienā, te otrā krastā; vietām šis klintis paceļas 20—30 m augstumā virs upes līmeņa. Virs klintīm Daugavas augstās terrases apvītas koku zaļumu dažādās niansēs, kas mainās līdz ar gada laikiem: ziemā zaļo priedes un egles starp kailajiem bērziem un alkšņiem, pavasarī salapo arī citi koki un krūmi, tad zied ievas un vasarās liepas. Tā mūžīgi mainās šis augu valsts rotājums Daugavas krastos.

Augstās klintis krastos liecina par lielu erōzijas darbu, upei iegrauzoties dolomīta slāņos. Vietām, kur slāņu kļokas paceļas augstāk, Daugava izgrauzusies dolomītam cauri un ierakusies devona laikmeta smilšakmenī, piem., Kokneses tuvumā. Arī sānu erōzija šīnī posmā ir ļoti stipra, jo krastos daudzās vietās var novērot svaiņus klinšu nobrukumus un apakšā milzu dolomīta blūkus.

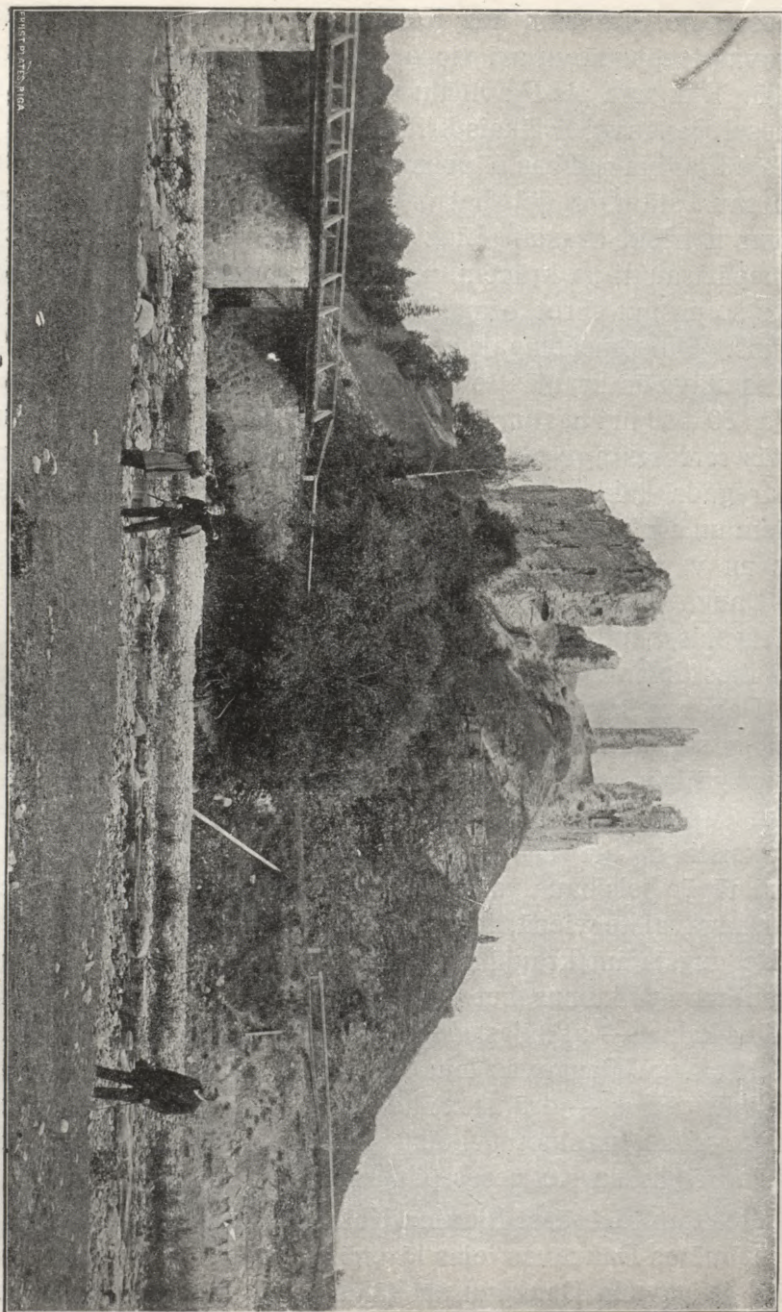
Skaisti ir arī Daugavas krasti augšējās terrāsēs apskatāmā posmā, tāpēc liels baudījums ir nostaigāt šo posmu kājām, pārceļoties pāri Daugavai te vienā, te otrā pusē.

No augstajām kraujām var vērot apakšā Daugavas nemierīgo straumi un tās likumus, bet no lielākiem augstumiem — Oliņkalna un Avotiņu kalna — atklājas gleznaini skati uz apkārtnes kalniem, līdzenumiem un Daugavas leju. Te atrodas arī Daugavas ielejas krāšņākās pērles — drūmais Staburags un dzejiskais Liepavots.

Daugavas krastu pievilcību pavairo vēsturiskiem notikumiem apvītās Sēlpils un Kokneses pilsdrupas.

Interesanti ir vērot Pļaviņu-Kokneses posmā 2—3 terrases, kas labi iezīmētas Daugavas lejas lēzenās kraujās. Tās pieder ciklu terrāsēm, jo pavada Daugavu arī tālāk lejup, kad tā aizgriežas prom no senlejas pie Staburaga. Senlejas posmā augstākā terrase saplūst ar pašu senleju. Pie Kokneses viena no terrāsēm labi iezīmēta kreisajā krastā; labajā krastā tā sākas ap 1 km leļpus Pērses ietekas.

Apskatāmā posmā Daugava uzņem labajā pusē Pērsi, bet kreisajā — Piksteri. P i k s t e r e tikai 16 km gara un sākas Piksteres



Kokneses piils drūpas

ezerā, Pļaviņu-Saukas gala morēnas grēdā. Sekojot Daugavas gultnes lēnai padziļināšanai, Pikstere izgrauzusi savā ietekā dziļu kaņjonu. Pērsē ar savu pieteku žuburu sākas Vidzemes centrālās augstienes dienvidu nokalnē; viena no šīm pietekām sākas Odzes



Pērses ūdens kritums. J. Novoselova uzj.

ezerā. Pērsei, kas 46 km gara, ir ļoti prāvs kritums — 3 m uz 1 km. Tā sākas 179 m augstumā pie Avēnu mājām, netālu no Ogres upes. Savā augšgalā Pērse tek vienmuļi lēzenos krastos kā neliela upīte. Tās izslavētais krastu krāšņums sākas tikai ap 3 km no ietekas, kur tā izgrauzusi dolomītos 30 m dziļu kaņjonu. Pērses gravas skaistums ir stāvās klinšu kraujas un krāšņais koku zaļums, kas vietām sedz visu leju. Dziļajā gravā Pērse dodas no pakāpes uz pakāpi, izveidodama ūdenskritumus un krāces.

Skaisti vērot pašu Pērsi palu laikā un ilgāka lietus posmos. Vasarās tās ūdeņus nosprosto vairākas dzirnavas, un tad Pērse apsīkst par mazu upīti (dziļās gravas posmā).

Pērses gleznainais lejpgals līdz ar Daugavas ieleju tās tuvumā izveido Kokneses nacionālo parku.

Daugava no Kokneses līdz Doles salai. Daugavas straumes ātruma samazināšanos var vērot jau leļpus Staburaga, kur laivām iespējams irties pret straumi mazāka krituma dēļ. Sevišķi kritums pamazinās posmā starp Koknesi un Jaunjelgavu, kur tas tikai 0,29 m uz 1 km. Lielākās un garākās krāces aprakstāmā posmā ir pie Ķeguma. Arī šinī posmā upes gultne iedobta dolomīta klintīs, ko devona sarkanie un zilie māli vietām nokrāso dažādās krāsu nian-

sēs. Tomēr krastu kraujām trūkst tās varenības, kas bija iepriekšējā posmā. No Kokneses līdz Doles salai Daugavai daudz likumu, piem., pie Skrīveriem, Lielvārdes, Ogres un Ikšķiles. Minētos likumos Daugava met pret ziemeļiem; attiecīgi ieliekumi upei ir arī uz dienvidiem, bet visi šie likumi nemet cilpas tik tālu kā pie Pļaviņām un Kokneses. Ievērojams cēlonis likumiem aprakstāmā posmā ir kļūdas dolomītos. Šīs kļūdas vada kādu brīdi Daugavu pa savu leju, līdz upe uzmeklē kļūdas zemāku vietu, lai pārzāģētu kļūdas seglus.

Ļoti šaura, bet gara pussala ir Samēnu likumam augšpus Aizkraukles. Meklējot Daugavas spēkstacijas uzbērumam drošāku vietu un pārbaudot slāņus, Daugavas krastā leļpus Samēnu līča uzurbta 36 m dziļa grava, kas radusies jau pirms pēdējā ledāja, jo tā pildīta ar morēnu. Var domāt, ka Daugava dažās vietās uzmeklēja tādas jau iepriekš izdobtas vagas tad, kad tā pabeidza savu pirmo attīstības posmu, meandrējot pa morēnas segu; otrā posmā tā sāka grauzties cietajos dolomītos, un tādas gatavas gravas Daugavai it labi noderēja. Tāda grava, laikam, šķērsojusi lielos dolomīta seglus pie Pļaviņām, kur to spārni rāda, ka šie segli reiz bijuši 70 m augstumā. Ja nebūtu bijis te gatavā roba, Daugava būtu meklējusi pārkāpi citā, zemākā vietā.

Daugavas krasta lielo izliekumu kreisajā pusē leļpus Ikšķīlei sauc par „Nāves salu“, jo te norisinājušās niknas cīņas pasaules karā. Kritušo latviešu strēlnieku atmiņai te uzcelts piemineklis.

Arī aprakstāmā posmā Daugavas krastos ir daudz krāšņu vietu; lai minam tikai Aizkraukli, Lielvārdi, Ķegumu, Ogri, Ikšķili un Salaspili. Krastu skaistumu pavairo viena vai divas senās ciklu terases, bet plūdu laikos zemās terases var nest postu cilvēku apmetnēm, kas novietojušās šinīs terrāsēs. Tā, plūdi paretam apdraud Jaunjelgavu, kas guļ uz Daugavas terrāsēs; 1924. g. pavasara plūdodos ūdens līmenis te pacēlās par 8,5 m un nodarīja pilsētai smagus zaudējumus. Ja pie Doles salu pudura rodas ledus sastrēgumi, no plūdiem cieš arī platās Daugavas terrāsēs pie Ikšķiles un Ogres. Šinī posmā no Kokneses līdz Salaspilij salas cēlušās galvenā kārtā, plūdodos raujot jaunu gultni un upei zarojoties. No lielākām salām jāmin: Lielvārdes, Rembates, Ogres, Ikšķiles un Doles sala. Lielākā no visām Daugavas salām ir Doles sala — 8,5 km garumā un 2,5 km platumā. Pie šīs salas Daugava sadalās divos zaros: labajā pusē plūst Lielā Daugava, bet kreisās puses zaru sauc par Sauso Daugavu. Doles salu no noskalošanas pasargā dolomīta pamats, bet tam virsū ir smilšainas augšnas. Sala ir apdzīvota, un te novietojušās

daudzas saimniecības; dienvidu galā ir daudz mežu. Ap Doles salas augšgalu sargupējies vesels pudurs mazāku salu.

Ogres salu palīdzējusi atšķelt Ogres upe, zarojoties divos žuburos pie ietekas Daugavā, bet vairāk tā tek pa labo, gaļāko žuburu.

Vasarā, mazā ūdenī, vietām upes gultnē redzamas arī smilšu un oļu sanestas gultnes salas, bet lielā ūdenī straume iet tām pāri. Tādas smilšu un oļu sēres vērojamas abās pusēs Rembates salai.

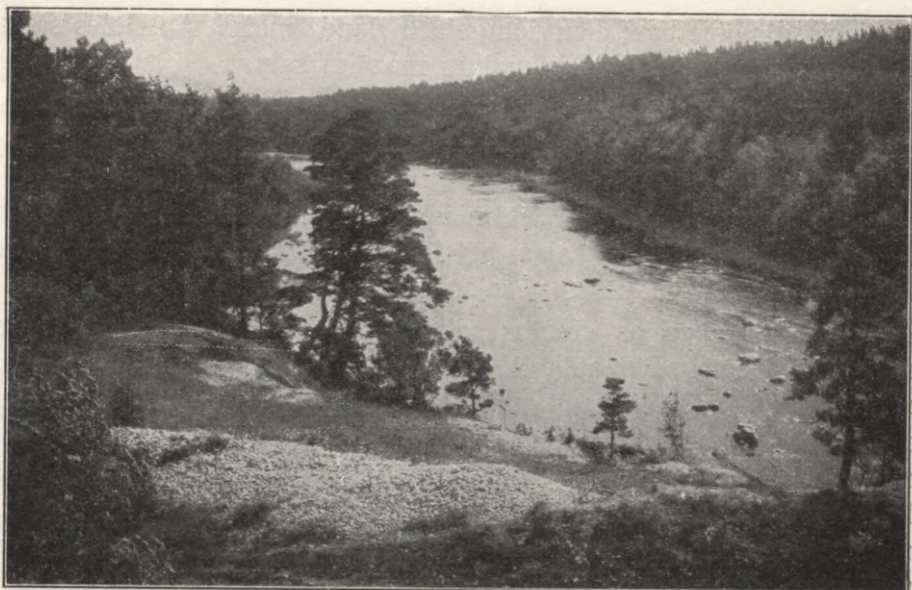
Vietām Daugavas krastos palikušas vecas atteku gultnes, kur upe nav varējusi salas atšķelt, bet plūdos tā šad un tad uzmeklē šīs atteku gultnes. Tādu vecu gultni sastopam pie Viņķelmaņu muižas, augšpus Lieljumpravas, labajā krastā. Tagad šo leju atūdeņo divas upītes pretējos virzienos. Lejpus Ķeguma, kreisajā pusē palu laikā Daugavas nozarojums dodas pa ieleju pāri lielam līkumam uz Līčupes ieteku, tā atgriezdams uz neilgu laiku salu. Pavasaļa ūdeņiem noplūstot, attekas leja kļūst sausa.

Kokneses-Doles salas posmā Daugavas baseina daļa kreisajā pusē ir ļoti šaura. Te izveidojušās nelielas pietekas, starp kurām ievēribu pelna L a u c e, L ī č u p e un Ķ e k a v a. Lauce savāc savus sateku ūdeņus senlejas muldā starp Staburagu (Vīgantes muižu) un Daudzesi. Galvenā zara iztekas augstums ir 78 m v. j. l. Senlejas virziens un Greblu kalna platais masīvs Lauci spiež mest lielu likumu uz dienvidiem, lai sasniegtu Daugavu Samēnu līkuma tuvumā. Savā ceļā tā noskroj 25 km, nokrizdama apm. 47 m. Raksturīga ir upītes dziļā grava no lielā dienvidu līkuma līdz ietekai.

Līčupe līkumo pa smilšaino Tomes novadu, kas pārklāts priežu mežiem. Vienas Līčupes satekas sākumā ierīkota valsts zivju audzētava. Upītes tīro ūdeni izmanto, lai cauru ziemu skalotu speciālās ierīcēs novietotos lašu un siņu ikrus.

Ķekava satek no divām mežu upītēm aiz Baldones. Sākumā tā tek, izlocīdamās starp reti smilšainiem pauguriem, bet ar savu lejasgalu tā jau pieder Rīgas zemumam. Augšgalā Ķekavā ietek arī Baldones sēravoti.

Labajā pusē baseins daudz platāks, un ūdensšķirtne atrodas uz līnijas Alauksta ezers — Inčukalns. Aprakstāmā posmā Daugavas labajā pusē valda Ogres baseins. Ogre sākas dziļi Vidzemes centrālās augstienes serdē 219 m augstumā, Nesaules kalna pakājē. Ogres augšgals ieguldīts samērā līdzenā ieplakā starp Liezeres-Ineša augstu pauguru joslu ziemeļu pusē un Lubejas-Vējavas uzkalniem dienvidos.



Ogres upe. Johansona uzj.

Ogres augšgalu dzirdina ar saviem ūdeņiem vairāki ezeri, piem., Līderis, Gulberis, Kaķīšu ez. un Inesis, kas savukārt uzņem Alauksta krājumus. Sākuma tecējumā Ogre dodas uz rietumiem, bet šķērsojot Katriņas-Jumurdas smilšaino līdzenumu, tā piegriežas uz dienvidrietumiem. Līdz šejieni Ogres krasti pa lielākai daļai lēzeni. Pie Ērgļiem tā izlaužas cauri paugurainai gala morēnas joslai. Šinī posmā Ogresi daudz augstu krauju, kur tā erodēdama pieglaužas augstiem pauguriem. Aiz Vecogres Ogre ieslīd pamatmorēnas līdzenumā, kur sāk dominēt lēzeni krasti. Tālākā tecējumā tai raksturīgs ir Aderkašu-Meņģeles elkonis, kuŗam Ogre seko, ieguldīdama savu straumi senā leduslaikmeta veidotā lejā. Lejpus Lēdmanes Ogres krastos jau sāk parādīties devona māli un vēl tālāk arī dolomīts. Impozantas dolomīta klintis Ogres upes krastos ir pie Ogres pilsētas. Klinšu skaistumu te pavairo gala morēnas pauguri virs klintīm, gan pašā krastā, gan nostāk no krasta. Šie gala morēnas pauguri novietojušies pārtraukumā starp gaŗā Ogres Kangara posmiem, apauguši kokiem. Šinī vietā upe kopā ar mežiem un augstajiem pauguriem izveido jaukas ainavas; tāpēc te skaistā Ogres kūrvietā.

Ogre pieder tām Latvijas upēm, kas savu sākumu visaugstāk pacēlušas virs jūras līmeņa; to pārspēj tikai Gaujas pieteka Tirza. No sava 219 m sākuma augstuma Ogre nokrīt 210 m jeb ar vidējo kritumu 1,05 m uz 1 km. Kritums ir prāvāks (pārsniedz 2 m) divos



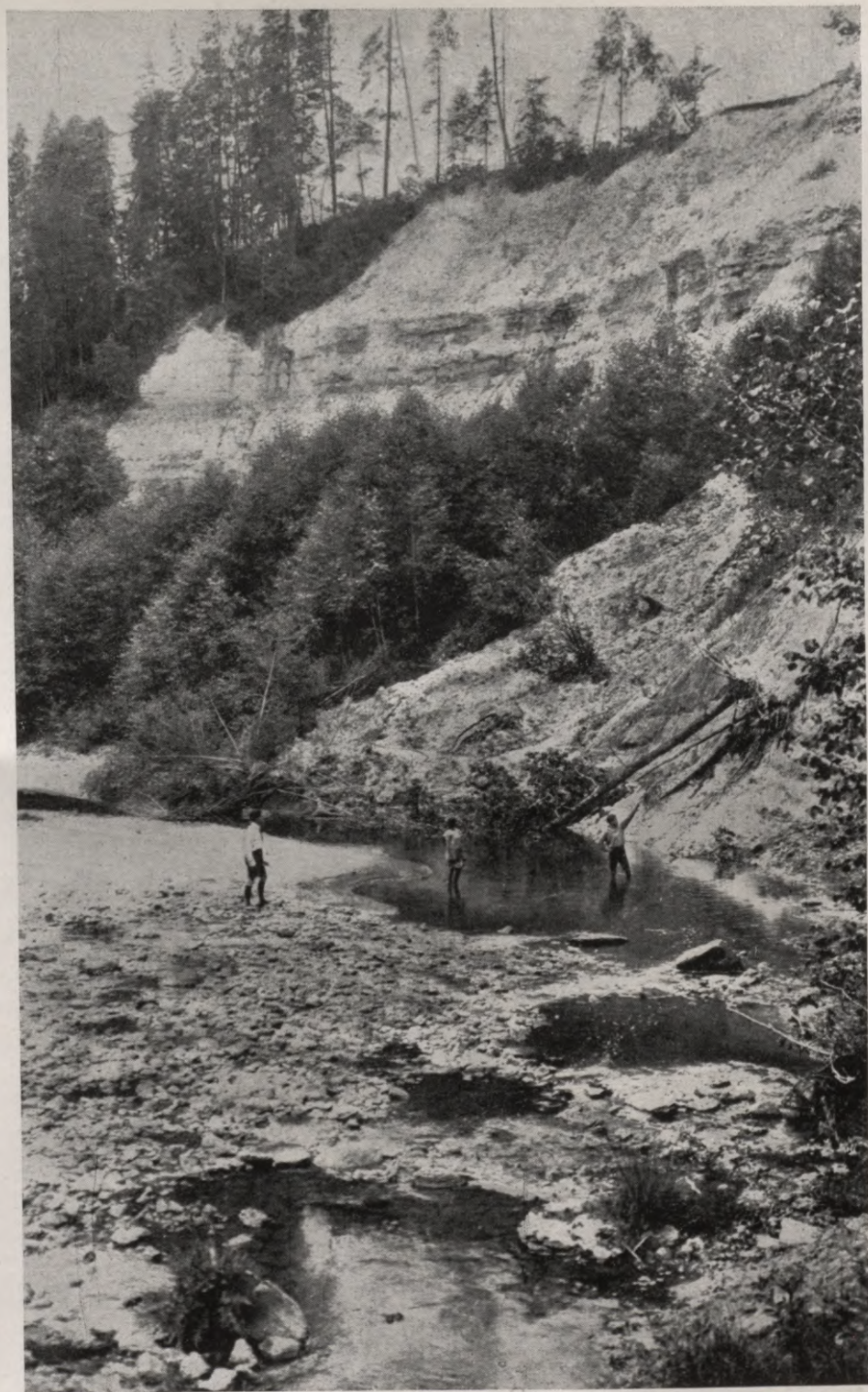
Raunas klinšu krasts. V. Upīša uzi.



Oliņkalns Daugavas krastā. Klio uzi.

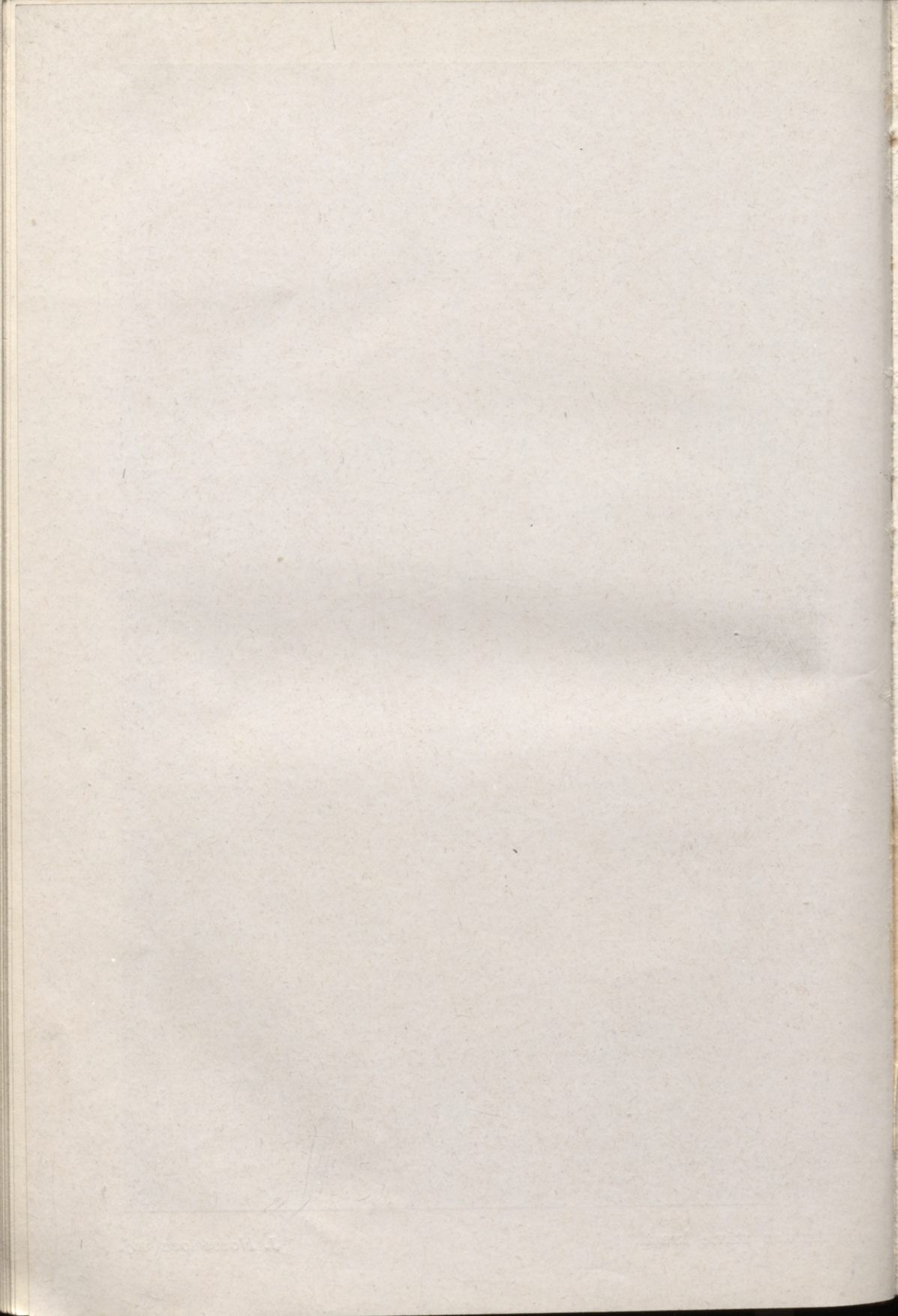


Vidzemes upes.



Amatas stāvie krasti.

J. Novoselova uzj.



posmos: Ērgļu posmā līdz pietekai Nāružai, kur šis prāvais kritums palīdz Ogrei izlauzties cauri gala morēnas joslai, un ietekas posmā. Ogres likumainuma koeficients ir 2,1.

No vairākām Ogres pietekām lielākās labajā pusē ir Līce un kreisajā Lobe. Līce sākas augstajā Nītaures-Kliģenes-Kosas gala morēnas joslā, ap 204 m virs jūras līmeņa. Tāpēc savā augšgalā tai jālikumo pa dziļām ielejām starp gala morēnas pauguriem. Visā 34 km garā tecējumā Līcei liels kritums: 3 m uz 1 km. Tāpēc to pavada paprāva grava arī līdzenākos virsas posmos. Līce no kreisās puses uzņem pieteku Vedzi.

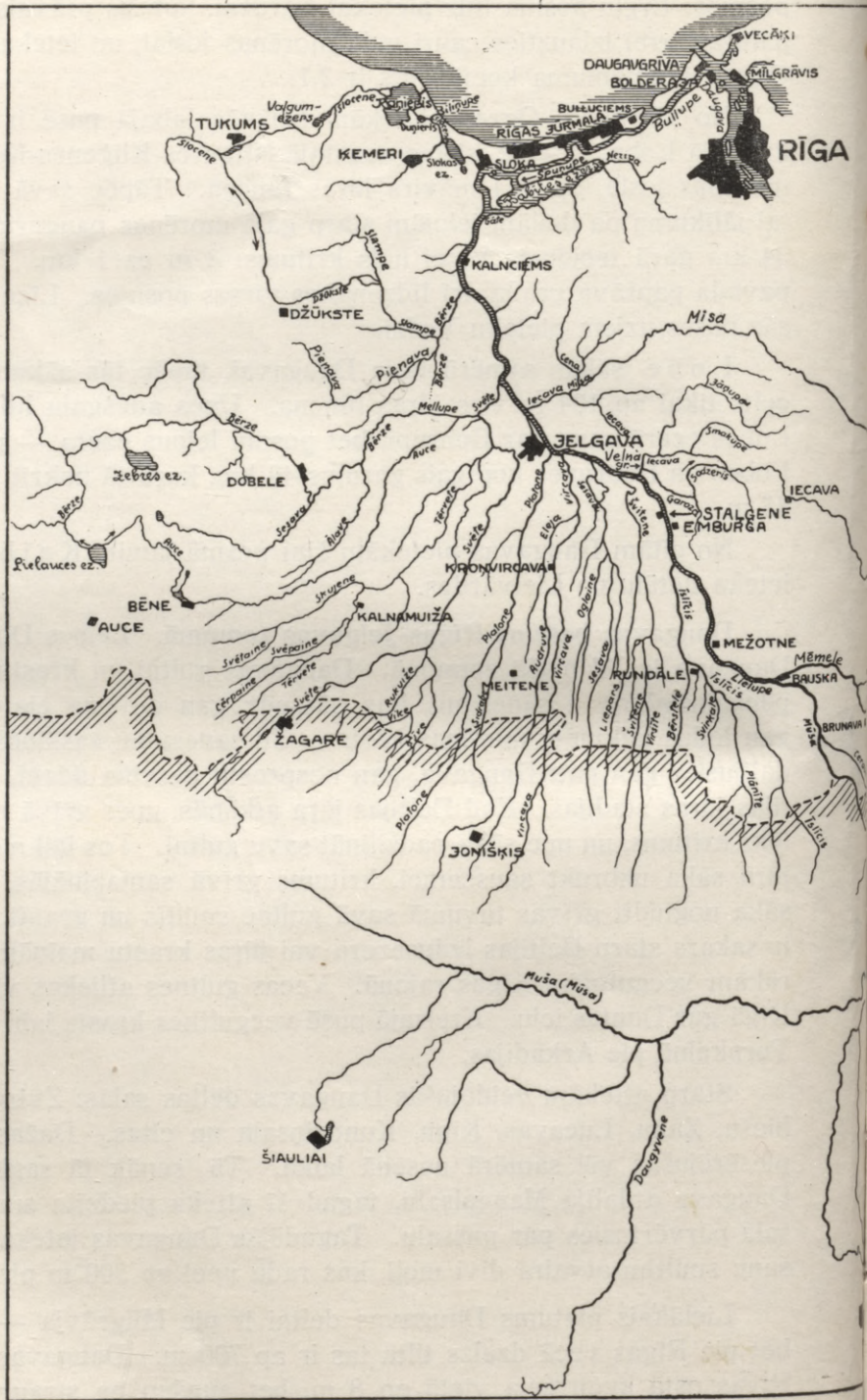
Lobe sākas samērā tuvu Daugavai, tāpēc tās sākums ir pacelts tikai ap 104 m virs jūras līmeņa. Upes augšgalu līdz ietekai Lobes ezerā sauc par Bebrupi, bet posmu lejpus ezera — par Lobi. Lobes un Bebrupes kopīgais garums 49 km, kuņā tā nokrīt par apm. 45 m.

No citām Daugavas pietekām šinī posmā jāmin Kaibala; tai ieteka netālu no Lielvārdes.

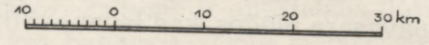
Daugavas baseins Rīgas-Jelgavas zemumā. Lejpus Doles salas Daugava ieslīd plašā zemumā. Daugavas gultni un krastus te klāj pēcleduslaikmeta sanesumi, kas pārsedz gan devona cietos iežus, gan ledus laikmeta morēnas kārtas. Šo sanesumu saslāpošanā piedalījusies gan pati Daugava, gan nosprostu baseina ūdeņi, gan Baltijas jūras stadijas. Kad Baltijas jūra atkāpās, upes grīvā radās lielāks kritums, un upe sāka padziļināt savu gultni. Tos laikmetos, kad jūra sāka uzbrukt sauszemei, kritums grīvā samazinājās, un upe sāka noguldīt grīvas tuvumā savā gultnē smiltis un granti. Varbūt ir sakars starp Baltijas ledusezera vai jūras krastu maiņām un vairākām vecgultnēm Rīgas rajonā. Vecas gultnes atliekas vērojamas Rīgā gar Duntē ielu. Kreisajā pusē vecgultnes krasts labi redzams Torņkalnā pie Arkadijas.

Starp attekām veidojušās Daugavas deltas salas: Zvirgzdu, Lībiešu, Zaķu, Lucavas, Ķīpu, Kundziņsala un citas. Dažas attekas piesērējušas vēl samērā nesenā laikā. Tā, senāk tā sauktā Vecā Daugava atdalīja Mangalsalu, tagad šī atteka piedzīta smiltīm, un sala pārvērtusies par pussalu. Tagadējās Daugavas ietekas piedzīšanu smiltīm atvaira divi molji, kas rada upei ap 500 m platu gatvi.

Lielākais platums Daugavas deltai ir pie Mīlgrāvja — 1,5 km, bet pie Rīgas vecā dzelzs tilta tas ir ap 700 m. Daugavas dziļums Rīgas ostā kuģu ceļa vietā ap 8 m, bet augšup pa straumi gultne kļūst drusku seklāka, un lejpus Doles salas dziļums ir 5—6 m. Pēc



LIELUPES APGABALS



pavasara plūdiem dziļums Rīgas ostā arvien pārmainās, un pastāvīgi jāstrādā smilšu un dubļu smēlējiem, lai likvidētu upes sanesumus.

Atteku parādības novērojamas arī augšpus Rīgas. Tā, senāk Daugava pavasara plūdus daudzreiz gājusi pa blakus gultni apkārt Akmeņsalai, uz kuņas atrodas Katlakalna baznīca. Tagad uzbērums Daugavas krastā aizsargā vecās attekas leju no plūdiem.

Aizvēsturē Daugavas viena atteka gājusi no Salaspils pāri Ulbrokai uz Juglas ezeru. Šo ceļu Daugava atkal uzmeklējusi 1615., 1771. un 1867. gada pavasara plūdus, kad ledus sablīvējums pie Doles salas spiedis Daugavas ūdeņus meklēt citu noteku.

Daugavas kritums zemienes posmā ir ļoti niecīgs; tā no Mazumpravmuižas līdz Mīlgrāvim ap 18 km garumā kritums ir tikai 2—3 cm uz 1 km.

Rīgas-Jelgavas zemumā Daugava sev pievieno kreisajā pusē Lielupes nozarojumu — B u l l u p i, bet labajā pusē ar Mīlgrāvja palīdzību 1900 km² lielu baseinu, kam pieder Ķīšezers, Juglas ezers, Mazā Jugla un Lielā Jugla.

Minēto upju baseins tālu iesniedzas Viduslatvijas nolaidē un savu upju galotnes ieguldījis Vidzemes centrālās augstienes rietumu malā.

Vistuvāk Daugavai tek M. J u g l a; uz austrumiem tā atkāpjas tālāk no Daugavas, jo tur valda Ogres baseins. M. Juglas augšgalā apvienojas vairāki zari. Šī sateka novietojusies ieplacinātā trijstūrī starp Lakstenes-Ķeipenes paaugstinājumu muguru un Vidzemes centrālās augstienes malu, kas iet pāri Jaunpilij uz Nītauri. Par M. Juglas sākumu varam uzskatīt zaru, kas nāk garām Jaunpilij un kuņam sākums augstienē ap 212 m v. j. l. Ar šo sākumu M. J. ir 125 km gara. Savā augšgalā līdz Abzas pietekai tā tek ļoti strauji ar vidējo kritumu 3 m uz 1 km, bet nolaidusies līdzenumā, tā plūst ar 1 m vidējo kritumu. Krastu vienmuļību vietām izrotā devona cieto iežu atsegumi. Tādi atsegumi sākas jau pie Kastrānes dzirnavām. Pie Suntažiem M. Jugla uzņem no kreisās puses pieteku A b z u, kuņai līdz Madlienai plata lēzena ieleja.

Lielā Jugla satek no divām upēm: no Mergas un Sudas. Par Lielās Juglas sākumu varam uzskatīt arī M e r g u p i, kas sākas Vidzemes centrālās augstienes ūdensšķirtnē, kas pacelta vairāk par 200 m v. j. līmeņa un kuņa dod sākumus arī M. Juglai un Amatai. Šī ūdensšķirtne ir augstu pauguru apgabals. No tā nolaižas arī Mergupes pieteka Z a u b e.

Ja Mergupi pieņemam par sākumu, tad L. Juglas garums ir ap 112 km. L. Jugla līdzenumā bez S u d a s (34 km) uzņem vēl T u m š -

u pi (41 km) un Krievupi (49 km). Ja Sudas izteka, Ummura ezers, guļ vēl 120 m augstumā, tad Krievupes sākums pacelts tikai ap 64 m v. j. l. Sudai gar Kārtūžu un Akenstakas muižu ir dziļa ieļa, kas iedobta jau ledus laikmetā. Tāda sena leja ir arī Tumšupes augšgalam līdz Allažu muižai. Šīs lejas vada upju augšgalus dienvidu virzienā, un tikai kad izbeidzas šīs lejas, upes var pagriezties uz rietumiem. Līdzenumā arī L. Juglai un tās pietekām sastopam devona iežus gan krastos, gan gultnē, kur tie izveido nelielas krācītes. L. Juglai vislielākais kritums ir augstienes posmā līdz Zaubes ietekai — 4 m uz 1 km, bet vismazākais lejgalā, aiz Začu muižas; tomēr šinī pēdējā posmā L. Juglai plata leja, kuŗu klāj pļavas un izrotā paretām ozoli. Šī leja ir jauks kontrasts siliem bagātā apkārtnes smiltājā. Šo leju upe viegli varēja izraut smiltājā plūdu laikos, sevišķi mitrāka klimata laikā.

Netālu no Juglas ezera L. Jugla pievienojas M. Juglai.

Lielupes baseins.

Pēc Daugavas no visām Latvijas upēm lielākais baseins ir Lielupei, pat tad, ja ņemam vērā tikai to baseina daļu, kas atrodas Latvijā. Kopā ar Lietuvas daļu šis baseins atver 17814 km² lielu platību. Lielupes sistēmas upes attūdeņo galvenā kārtā līdzenumu, ko varam nosaukt par Lielupes-Mūsas līdzenumu, kuŗu austrumos ierobežo Augšzemes un Augštaitijas augstienes, bet dienvidrietumos un rietumos — Žemaitijas augstiene un Austrumkursas platforma. Bet Lielupes sistēmas upes neapmierinās tikai ar plašo līdzenumu: tās vāc ūdeņus arī no minēto augstieņu nokalnēm. Lielupe sākas pie Bauskas, kur tā satek no divām upēm: Mēmeles (182 km) un Mūsas (159 km). Pati Lielupe ir tikai ap 119 km gara, tā tad īsāka par savām sateku upēm.

Mūsas apgabals aiziet vistālāk uz dienvidiem Lietuvā. Mūsa kopā ar savām pietekām izveido prāvu baseinu — 5347 km². Tā lielāko daļu no sava tecējuma ieguldījusi Lietuvā. Augšgalā Mūsa tek austrumu virzienā ar nelielu izliekumu uz dienvidiem. Šo virzienu Mūsai uzspiež gala morēnas loks, kas pavada upi kreisajā pusē līdz likumam pie Pasvaļu miesta, kur upe pagriežas uz ziemeļiem. Šis gala morēnas loks, ko varam nosaukt par Mūsas gala morēnu, sadala Lielupes-Mūsas līdzenumu divās daļās: ziemeļu un dienvidu.

Gala morēnas valnis, kas paceļas pāri Mūsas lejai ap 15 m, strauji noplok uz šīs lejas pusi, bet lēzeni uz Zemgales pusi. Šis gala morēnas loks ir ūdensšķirtne starp daudzajām Lielupes pietekām, kas tek

uz ziemeļiem, un starp Mūsu. Mūsa no gala morēnas loka pietekas nevar uzņemt, toties tā valda par apgabala ūdeņiem, kurš guļ dienvidos no šīs gala morēnas. No Šauliem un Seduvas, no Žemaitijas augstienes pamales, Mūsai nāk pietekas, bet savas garās pietekas Lēveni un Pivesu Mūsa sūta uz dienvidaustrumiem, uz Augštaitijas rietumu nolaidi. Panevežas ūdensšķirtnes sliekšnis norobežo Lēveni no Nevežas upes satekām, kas pieder Nemuna baseinam.

Latvijas daļā Mūsa uzņem labajā pusē Cerauksti.



Mēmele pie Lejnietka (Plūdoņa) mājām. Kuģītis ceļā no Brunavas uz Bausku.
A. Bankoviča uzj.

Arī otrā Lielupes sateka — Mēmele sākas Lietuvā, Augštaitijas rietumu nolaidē. Mēmeles izteka, Olsetas ezers, guļ ap 112 m v. j. l. Pienākusi pie savas pietekas — Neretiņa s grīvas, Mēmele tek pa robežu lielā posmā. Ap 10 km leļpus Skaistkalnes, tā iegriežas Latvijā ar abiem krastiem. Gar robežu un arī Latvijā Mēmeli pavada dziļa un plata leja, sākot no Susejas ietekas, bet gultnes erōzija daudzās vietās atsegusi cietos devona iežus. Vidējais kritums nav liels — 0,56 m uz 1 km; arī upes augšgalā kritums ir zem viena metra. Tas norāda uz apgabala samērā lēzeno raksturu, pa kuŗu tek Mēmele. Mest lielo likumu uz ziemeļiem, uz Viesītes ietekas pusi, Mēmelei liek devonu slāņu lēzeni pacelts sliekšnis. Mēmele uzņem pietekas gan no Lietuvas, gan no Latvijas.

No Lietuvas puses Mēmelei pievienojas Apašča, bet Latvija dod Neretiņu, Lielo Suseju un Viesīti. Tā sarindojusi savu 4123 km² lielo baseinu, Mēmele pievienojas Mūsai pie Bauskas. Mēmeles krastu joslas ir samērā biezi apdzīvotas.

Mēmeles pieteka Lielā Suseja palīdz atūdeņot divas gala morēnas grēdas: Ilūkstes-Bebrenes un Pļaviņu-Saukas. Starp abām

grēdām ir pazeminājums ap Aknīsti; pie abām grēdām pienāk arī Daugavas pietekas. L. Suseja rodas no trim satekām: Vilkupe nāk uz kopīgo sateku no ziemeļaustrumiem, Rūdūpe no dienvidaustrumiem, vidū starp tām novietojusies Dobe. Vilkupe ar Dobi apskauj Ilūkstes-Bebrenes gala morēnas grēdas galu. Dobe savu nosaukumu dabūjusi no dziļās subglaciālās vagas, kurā tā ieguldīta. Šī vaga Dobes augšgalā sadalās divos zaros, pie kam abi zari pagriežas uz dienvidiem. Abos vagu nozarojumos virknējas ezeri, kas notek uz Dobi. Vagas austrumu nozarojumā ieguldīti arī Subatas ezeri. Pēc P. Stakles datiem, Susejas sākums atrodas ap 126 m v. j. l. Lejpus Aknīstes Susejai jālaužas cauri Pļaviņu-Saukas gala morēnas grēdai, kas turpinās vēl Lietuvā un pievienojas Baltijas ezeru grēdai (Lietuvas Augštaitijā). Minētās gala morēnas pauguri liek Susejai mest likumu likumus, lai izvadītu savu gultni līdzenumā, kas sākas ap Neretu. Šinī līdzenumā Suseja pievienojas Mēmelei. Abu upju sateka guļ jau tikai 16,6 m v. j. l.

Suseja savā 120 km garajā ceļā nokrīt 81 m (0,67 m uz 1 km), Beigu posmā, kur tā tek pa līdzenumu, Suseja uzņem no labās puses divas pietekas: Sauku (15 km) un Zālviķi (34 km). Šo pieteku sākumi guļ Pļaviņu-Saukas gala morēnas grēdā 78—84 m augstumā; to kritumi ir 0,5—1,0 m uz 1 km. Pa Saukas pieteku notek uz L. Suseju arī Saukas ezers. Suseja ar visām savām pietekām atūdeņo ap 1300 km² lielu baseinu.

Netālu no Susejas ietekas Mēmelei pievienojas Viesīte (58 km), kas nāk no Viesītes ezera. Sākums tai ap 93 m v. j. l. Pļaviņu-Saukas gala morēnas joslu Viesīte pārkāpj, ielocīdamās Viesītes senlejā. Tālākā posmā Mēmelei labajā pusē vairs ievērojamu pieteku nav, jo te tuvu pienāk Lielupes pieteka Iecava. Pa Mēmeli norisinās kuģišu satiksme no Bauskas līdz Vecmuižai.

Lielupes sākums guļ apgabalā, kas paceļas 20—30 m virs jūras līmeņa, bet ūdens līmenis upes gultnē ir tikai ap 9 m v. j. l. Tas tāpēc, ka Lielupe ieguldīta te senlejā, bez tam upe iegrauzusies devona dolomītos. Senleja pavada Lielupi ap 25 km no satekas. Šī senleja un upes tecējuma mierīgais sudrabs ir Zemgales vienmuļā līdzenuma krāšņums, sevišķi kur gultnes kraujās atsedzas dolomīta klintis, piem., pie Bornsmindes un Jumpravmuižas. Sākuma posmā, ap 10 km garā gabalā no iztekas līdz Mežotnei, Lielupei kritums ir 0,46 m uz 1 km; te vēl upe tek pietiekoši strauji arī vasarā, mazā ūdenī.

Tālākā posmā kritums samazinās. Tā, ap 97 km garā gabalā no Mežotnes līdz ietekai jūrā Lielupe nokrīt pavisam tikai par apmē-

ram 0,8 m. Dolomīts redzams ne tikai krasta kraujās, tas izklāj upes gultni daudzās vietās gan augšgalā, gan lejgalā. Lielupe ir kuģojama, sākot no Emburgas. No Jelgavas līdz Emburgai iet mazi kuģīši, bet šai kuģīšu satiksmei samērā liela nozīme, jo Lielupe tek te pa apgabalu, kas guļ attālāku no dzelzceļiem, pie tam šis apgabals



Stalģenes lielceļa tilts pār Lielupi. Skats uz augšu.

ir samērā biezi apdzīvots. Lielupes krastu tuvumā daudzās vietās sastop slokšņu mālu, tāpēc te strādā ķieģeļnīcas. Ķieģeļus transportē lejup liellaivās, kuņas velk velkoņi. Rudeņos arī cukurbietes



Lielupe Kalnciemā pie Frišmaņa ķieģeļu cepliem. Skats no labā krasta.

pārvadā liellaivās. Cukurbiešu audzētāju vajadzībām padziļina gultni un saspridzina dolomītus arī augšpus Emburgas.

Lielupes dziļums pie Jelgavas ir ap 8 m, tāpēc no Jelgavas uz leju iet jau lielāki kuģi, bet zemā ūdenī satiksmei apgrūtina Jāņaraga

dolomīta sēkļi pie Slokas. Lielupe pie Jelgavas kopā ar savu atteku Driksu apjož 5 km garu salu, uz kuŗas atrodas Jelgavas pils. Šo salu palīdzējusi atšķelt Lielupes pietekas Platones atteka, kas tagad aizbērtā un aizsērējusi. Leļpus Jelgavas Lielupes krastos daudz pļavu ar lielām siena bagātībām.

Vēl tālāk lejup, Gātes upe savieno Lielupi ar Babītes ezeru. Pavasaŗos ledus Lielupē pie Babītes ezera iet pa diviem ceļiem: gar Sloku un pa Gātes upi Babītes ezerā, no kuŗa tas atkal nonāk Liel-



Spuņupe no Lielupes puses. Tilts pār Spuņupi

upē pa Spuņupīti, kas senāk bijusi neliels kanālis, bet tagad ūdens straume paplašinājusi to par prāvu upi.

Pie Slokas Lielupe pagriežas parallēli jūrmalai. Šo virzienu Lielupei liek iet jūrmalas kāpu josla — senais krasta valnis. Sevišķi tuvu jūrai upe pienāk pie Dubultiem un Majoriem, mezdama te lielu likumu. Krasts pie Majoriem pastāvīgi jānostiprina, lai pasargātu no izskalojumiem pavasaŗu lielās straumes laikā, bez tam no krasta šķērsām upē iebūvēti akmeņu uzbērumi, kas atvairā no krasta lielo straumes brāzienu. Pie Priedaines Lielupe sastop kāpu joslu labajā krastā. Arī šīs Priedaines-Bolderājas kāpas izveidojušās uz senā krasta vaļņa muguras. Sastopot augsto kāpu joslu, Lielupes viens

zars ieplūst jūrā, bet otrs — Bullupe — pievienojas Daugavai. Lielupes ieteka jūrā ir sekla, piedzīta smiltīm, dziļums te ir 1—2 m; kuģi uz Lielupi iet pa Bullupi. Lielupes dziļums lejgalā ir 5—10 m. (Slokas tuvumā pat 18 m.)

Lielupe savā ceļā no Bauskas līdz Slokai uzņem pietekas ir labajā, ir kreisajā pusē. Kreisajā pusē pieteku tīkls ir daudz biežāks.



Lielupes kreisais krasts pie Majoriem. Tālumā redz Dubultu baznīcu, tuvumā dzelzceļa sliedes.

Labajā pusē Lielupe uzņem Iecavu pie Garozas, pievienodama to sev pa tā saukto Velna grāvi, un Garozas upi. Iecavas vecupi ar Misu varam uzskatīt par otru pieteku. Iecava ir līdzenuma upe. Tā sākas smiltājos, kur izbeidzas Pļaviņu-Daudzeses senleja. Iztekas augstums ir ap 73 m v. j. l. Savā 140 km garajā ceļā Iecava vairāk iet pa mežainiem apvidiem. Auglīgākus novadus tā šķērso ap Skaistkalni un Lieliecavu. Iecavas vecupe, kas pazaudējusi savu savienojumu ar pārējo Iecavas daļu pie Velna grāvja, lī-



Lielupes labais krasts lepus Priedaines ar *Cardium* slāni (×). Vecs jūras sēklis.

kumo vēl ap 28 km līdz savai ietekai Lielupē pie Ozolmuižas, uzjemdama pa ceļam Misu.

Iecavas vecupes krastos sastop slokšņu mālu, tāpēc te attīstīta ķieģeļu rūpniecība. Ķieģeļus transportē pa Iecavas vecupi liellaivēs. Iecavas vecupes krastos plašos apmēros rok arī slokšņu mālu Rīgas cementa fabrikas vajadzībām.

Iecavas vecupes pieteka Misa noguldījusi savu sateku žuburu līdzenumā tur, kur virsa no 40 m pakāpeniski pazeminās uz 30 m v. j. l. (Vecmuižas novadā). Misa drenē pa lielākai daļai apgabalus ar smilšainu augsnu. Tās garums ap 90 km.



Iecava augšpus Misas ietekas pie Unkas tilta (Rīgas-Jelgavas šosejā).

Raksturīga parādība upēm Rīgas-Jelgavas līdzenumā ir tieksme doties uz vienu centru, uz Rīgas pusi, kā staru kūlītim savienoties savā degpunktā. Saprota, lūkojot šo parādību, jāņem vērā nevis upes tecējums un lieli sānu pagriezumā, bet šīnī ziņā raksturīgākie posmi. Tādā upju „vēdekli“ piedalās Lielupe, Iecava, Misa, Daugava, M. Jugla, L. Jugla, Tumšupe un Gauja. Jādomā, ka tādā upju koncentrēšanā vienā samērā neliela laukuma virzienā piedalās ne tikai virsas augšējā kārtā, bet arī apakšējo cieto iežu noslīpētie slīpumi.

Otra liela upju sateces vieta šīnī līdzenumā ir Lielupe no Īslīča līdz Svētes ietekai. Arī te izpleta vēdekļa veidā sanāk Lielupes kreisās puses pietekas. Tādu tecējuma virzienu pietekām diktē līdzenuma virsas apstākļi. No minētā Lielupes posma līdzenuma virsa lēzeni un it nemanot paaugstinās uz dienvidiem, uz Mūsas gala morēnas pusi.

Mūsas gala morēnas lēzenā nolaidē, Lietuvā, sākas netālu viena no otras vairākas Lielupes pietekas un gandrīz paralēli dodas uz Lielupi. Pa ceļam tās uzņem pieteku zarojumus. Arī šajos pieteku zarojumos novērojams līdzteku tecējums; tāpēc daudzas upes te varam nosaukt par dvīņu upēm. Dvīņu upju parādība visbiežāk Latvijā sastopama tieši te — Zemgales līdzenumā. Mazā krituma dēļ un mazā ūdens daudzuma dēļ vasarās Zemgales līdzenuma upes nav varējušas izveidot noteiktas ielejas: parasti upju gultņu lēzenie krasti nemanot saplūst ar apkārtējo līdzenumu. Daudzās šajās upēs vasarās straume stipri apstājas, bet pavasaros palu laikā tās parasti iziet no krastiem un pārpludina plašus apgabalus, jo trūkst upju gravu, kur ūdenim koncentrēties. Šie plašie palu laika plūdi ir raksturīga parādība Zemgales zemumā. Plūdi sevišķi pastiprinās, ja pārplūst arī Lielupe, sagrūžoties upes gultnē ledum. Visbiežāk Lielupē ledus sablīvējas pie Staļģenes tilta.

Atsevišķu upju apraksti te pārāk līdzinātos viens otram, tāpēc apmierināsimies ar šo upju garumu un kritumu tabulu.

Upes tabulā sargrupētas tā, kā tās seko dabā viena aiz otras no austrumiem uz rietumiem. Redzam, ka jo vairāk uz austrumiem, jo pieteku iztekas guļ augstāk virs jūras līmeņa. Jau Mūsa augšgala tecējumā norāda, ka gar Mūsas gala morēnu ir kritums virsas slīpumam no rietumiem uz austrumiem. Visaugstāk iztekas guļ Aucei un Bērzi: tās sākas Austrumkursas platformā. Vispār Auce un Bērzi savos augšgalos nepieder vairs līdzenuma tipa upēm; sevišķi tas sakāms par Bērzi, kas garā posmā tek pa Austrumkursas platformu.

| Upes nosaukums | Upes
garums
km | Absolū-
tais kri-
tums | Vidējais
kritums
uz 1 km | Iztekas
augstums
virs jūras
līmeņa
metros |
|----------------------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------------|---|
| Īslīcis — Lielupes pieteka | 57 | 41,2 | 0,72 | 42,0 |
| Švitene " " | 52 | 44,5 | 0,85 | 44,8 |
| Sesava " " | 52 | 47,8 | 0,92 | 48,0 |
| Vircava " " | 57,5 | 48,9 | 0,85 | 49,1 |
| Andruve — Vircavas pieteka | 46 | 62,8 | 1,27 | 74,4 |
| Platone — Lielupes pieteka | 67 | 78,7 | 1,17 | 78,9 |
| Sudrabe — Platones pieteka | 42 | 52,3 | 1,30 | 74,7 |
| Svēte — Lielupes pieteka | 105 | 93,6 | 0,89 | 93,7 |
| Tērvete — Svētes pieteka | 56 | 67,0 | 1,20 | 68,6 |
| Auce ← " " | 74 | 92,8 | 1,24 | 93,8 |
| Bērze — " " | 92 | 98,2 | 1,77 | 99,0 |

Šos augšgalu posmos upēm paprāvas ielejas, straumes skrien ātrāk un griež vairākas dzirnavas. Gaļām Jaunpilij un Annas muižai pie Bērzes pienāk Abavas senlejas turpinājums un pavada to gandrīz līdz Dobelei. Auce sākas Auces ezerā. Ūdens noteces daudzumu no ezera var regulēt ar slūžām. Upes sākums kanālveidīgi padziļināts.

Auces ezers uz Bērzi vairs nenotek, kā tas zīmēts dažās kartēs. Bērzes satekas guļ rietumos no Auces ezera, purvainā apgabalā. Bērzes augšgala baseins attūdeņo prāvu apgabalu Austrumkursas platformas austrumu nokalnē; tā uzņem arī Zebras ezera noteku. Kad Auce un Bērze nonāk līdzenumā, tās krastu ainavu ziņā neatšķiras no citām Zemgales līdzenuma upēm. Bērze uzņem vēl Abguldi (Sesavu) un Alavi. Lejgalā pa Jaunupes kanāli Bērze un Auce tagad pievienotas Svētei.

Bērzes vecupes gals nevar aizsērēt, jo tajā ieplūst Pienava, kuļai tagad pieder valdošās upes nozīme. Pienava kopā ar Bērzes vecupes galu izveido upi ap 35 km garumā. Pienava sākas Pienavas purvos dienvidaustrumos no Džūkstes ap 55 m v. j. l. Bērzes vecupes ūdeņu bagātība palielinās arī ar to, ka tās baseinam pievienojas vēl divas upes: Džūkste un Slampe, bet tādā kārtībā, ka Džūkste ir Pienavas un Slampe Džūkstes pieteka. Džūkste sākas Ošlejas-Džūkstes senlejā. Senlejas vidū starp Tukumu un Džūksti atrodas ūdensšķirtne: ziemeļu virzienā ūdens tek uz Sloceņi, bet uz dienvidiem tek Džūkste. Ūdensšķirtnes augstums ap 51 m v. j. l. Džūkstes gaļums ir ap 50 km. Minētās ūdensšķirtnes tuvumā Ošlejas-Džūkstes senlejas nozarojuma purvos sākas arī Slampe. Tās gaļums ir tikai ap 19 km un iztekas augstums ap 34 m virs jūras līmeņa.

Slocenes vecupe pie Slokas pievieno Lielupei Slokas ezera ūdenus.

Ventas baseins.

Venta. Ventas baseina upju tīklojums pieder pa pusei Lietuvai, pa pusei Latvijai. Tas aužas Žemaitijas augstienes ziemeļu nokalnē un tālāk Latvijā — starp Rietumkursas un Austrumkursas augstienēm. Latvijā baseina notekas virzienu nosaka mulda, kas iegulusies starp minētām augstienēm, ar nelielu kritumu uz ziemeļaustrumiem. Gaŗuma ziņā Venta ir īsāka par Gauju, noskriedama 341,6 km. Ventas baseins ieņem 11817 km² lielu platību. Salīdzinot ar Gauju (9588 km²), Ventas baseina platība ir lielāka. Ventas baseina vidējās platības rādītājs ir 34,5, ko dabūjam, ja dalām visa baseina platību ar upes gaŗumu.

Venta sākas nelielā Venes ezerā pašā Žemaitijas augstienes serdē — ūdensšķirtnē, no kurās uz visām pusēm dodas lejup Lietuvas upes. Starp tām jāmin Nemuna pieteka Dubisa, kas aiztek uz dienvidiem. Ventas un Dubisas augšgalu rajonā senāk no Žemaitijas augstienes gāzušies vairākos virzienos ledāja kušanas ūdeņi un izrāvuši dziļas senlejas. Tādas senlejas vēlāk uzmeklējuši Ventas un Dubisas ūdeņi, lai tecētu pretējos virzienos. Tajos aizvēstures laikos ledāja kušanas ūdeņi plūduši no Ventas senlejas uz Dubisas senleju, lai nokļūtu pa Nemuna leju Baltijas jūrā. Šis senleju savienojums atradies netālu no tagadējā Kurtuvēnu ciema. Vēlāk lielā ieleja, kas savienojusi abas senlejas, kļuvusi sausa un aizaugusi purviem. Ap 100 g. atpakaļ (1825. g.) krievu valdība projektējusi savienot atkal abas upes pa šo 15 km gaŗo senlejas posmu ar kanāli, lai plostus un laivas, kas nākuši pa Nemunu, nelaistu pa Kuršu jomu uz Klaipēdu (tā tolaik piederēja Vācijai), bet novirzītu satiksmi uz Ventspili. Šie projekti nav realizējušies; kanāļa rakšanu gan apsāka, bet nepabeidza.

Tecēdama pa Žemaitijas augstienes nokalni, Venta — vēl neliela upe — met savus likumus līču loču pa plašo senleju. Upes krastus te pavada pļavas. No iztekas līdz Šaukēniem tā tek ziemeļaustrumu virzienā. Šinī posmā vidējs kritums 1,3 m uz 1 km. Pie Šaukēniem tā pagriežas uz ziemeļiem, bet līdzenumā starp Žemaitiju un Kursas augstienēm tek ziemeļrietumu virzienā ar vidēju kritumu 0,5 m uz 1 km. Lietuvas robežās Venta uzņem lielas pietekas Virviču un Vardavu, kas arī nolaižas no Žemaitijas augstienes. Tā Venta nes sev

līdz gandrīz visas Žemaitijas augstienes ziemeļu daļas noteces ūdeņus. Vardava ieplūst Ventā pie Griezes, pie pašas Latvijas robežas. No Ventas augstā krasta Griezes pusē ir skaists skats uz Vardavas leju.

Latvijas robežās Venta ievirzās pašaurā līdzenuma joslā, ko sauc par Ventas muldu. Pie Griezes Ventas gultni nes virs savas muguras vēl morēnu sega, bet ap Nīgrandi tā iegrauzusies jau apakšējos cietos iežos: permas laikmeta kaļķakmenī. Nīgrandes posmā Ventu pavada sengultne ar divām lēzenām augšējām terrasēm. Alluvijā upe iegrauzusies dziļāk par šīm senleju terrasēm un izveidojusi savas meandras ar alluvijā uznestiem krastiem. Raksturīgi, ka upes krastus vietām te pavada augstāki smilšaini uzbērumi — tā sauktās krastu lūpas. Krasti apauguši vītoliem, bet senlejas kraujās atmirdz saulē kaļķakmens lautzuvju kailās sienās. Te novietojušās pazīstamās Alšu un Luku lautzuves ar balti noputējušiem kaļķu cepliem. Lēzenā senleja, upes ūdens zilais mirdzums un kaļķakmens atsegumi skaisti izrotā apkārtējās dabas ainavas. Krāšņas ainavas Ventas ieleja rāda arī savas pietekas Gudupes grīvas tuvumā.

No Šķerveļa ietekas lejup Ventas krastos sākas devona laikmeta klinšu atsegumi, kas ar pārtraukumiem turpinās līdz Zlēkām. Agrākos aprakstos šie klinšu atsegumi uzsvērti tikai Ventas posmā no Nīgrandes līdz Kuldīgai. Tas nepareizi. Arī posmā no Kuldīgas līdz



Venta pie Kuldīgas.

Zlĕkām abos krastos ir vesela rinda skaistu klinšu krauju. Starpība tā, ka no Šķerveļa ietekas līdz Kuldīgai valda dolomīts, bet no Kuldīgas līdz Zlĕkām — smilšakmens. Dolomīta posmā Ventas krastos ievērojamākās klintis ir pie Lĕnām (dienvidos no Skrundas), kur stāvie mežainie krāsti paceļas ap 15 m augstumā, veidojot tā saucamo Ātro kalnu.

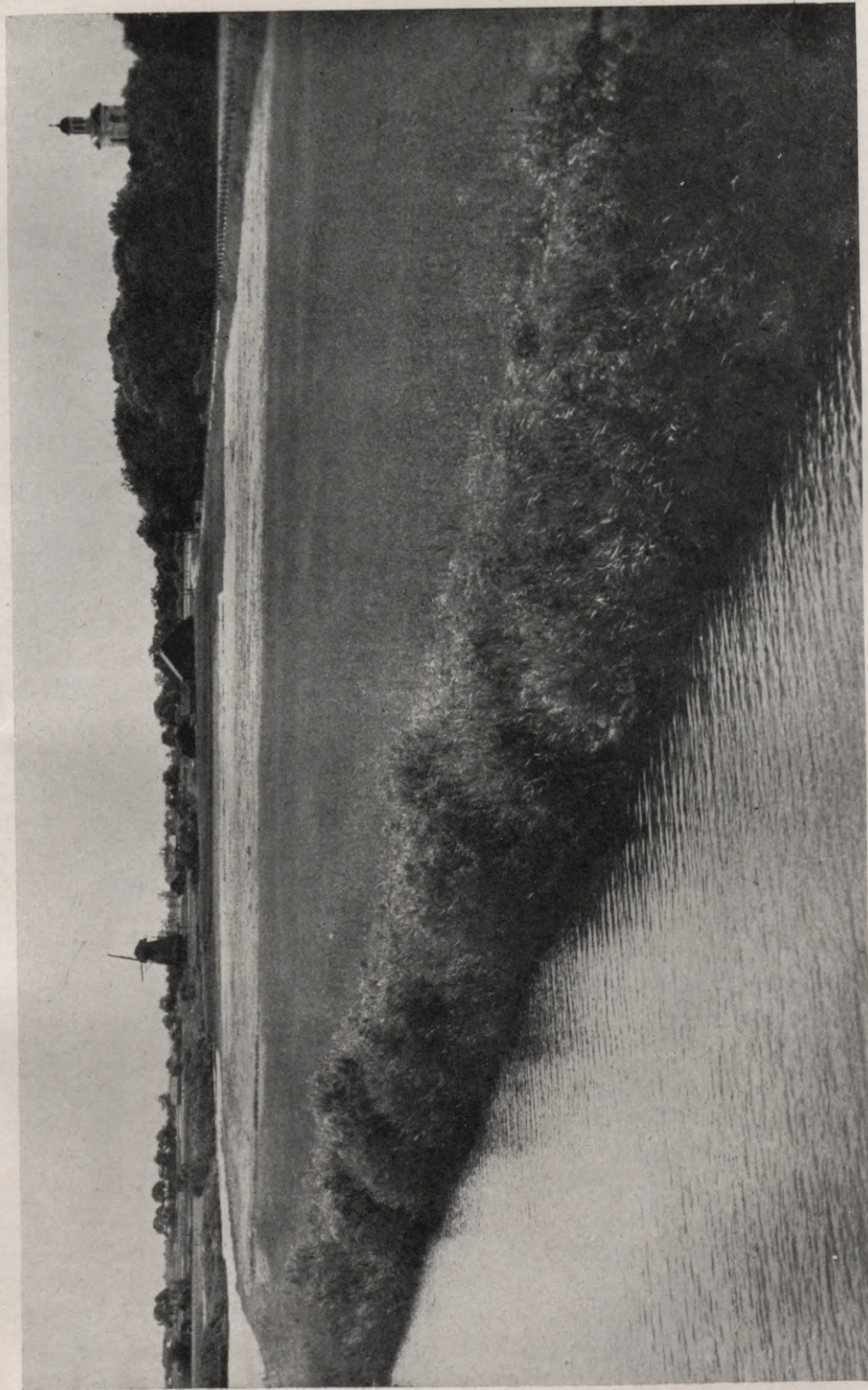
No dolomīta klona Venta nolaižas uz smilšakmens pamatu pie Kuldīgas ar ievērojamo ūdenkritumu Rumbu, kuŗa augstums ir 2—2,5 m. Kad liela ūdens laikā Venta gāžas šim ūdenskritumam pāri, tās ūdeņi sniedz iespaidīgu ainu.

Ventas dziļums no robežas līdz Kuldīgai ir dažāds: vietām lielā gabalā upe 3 m dziļa, vietām gultnē parādās smilšu un dolomītu sĕkļi. Seklākās vietās gultnē bieži redzami laukakmeņi. Ienākusi Latvijā, Venta vēl drusku zaudē no sava ātruma, jo vidējais kritums posmā no robežas līdz Edas ietekai pazeminās no 0,5 uz 0,3 m uz 1 km. Nākošā posmā no Edas ietekas līdz Abavas ietekai tas mazliet palielinās uz 0,46 m, jo šinī posmā ietelp Kuldīgas lielais ūdenskritums. Vidusposmā starp robežu un Kuldīgu senlejas terrases nozūd, un Ventas muldas līdzenums lĕzeni tuvojas upes krastiem. Tuvojoties Kuldīgai, senleja atkal izceļas ar divām terrasēm, kuŗu platums mainās te vienā, te otrā upes krastā.

Lejpus Kuldīgas līdz Zlĕkām upes gultnē parādās dažas nelielas salas, piem. pāri km lejpus Kuldīgas, iepretī Padurei, un lejpus Abavas ietekas. Šinī posmā vietām augšĕjā terrasĕ novĕrojamas vecas attekas, piem., iepretī Veckuldīgai, labajā krastā. Sena liela Ventas atteka gājusī pāri arī Nabas ezeriem. Šinī posmā starp Kuldīgu un Zlĕkām krastos atsedzas skaistas devona iežu klintis. Šīs vietas jāizceļ, jo šo posmu bieži apskata ekskursanti un braucĕji, kas dodas ar kuģīti no Kuldīgas uz Ventspili un arī pretĕjā virzienā.

Tā, pie Lieknes (Režupes) ietekas labajā krastā redzams baltais smilšakmens, ar sarkanā devona māla kārtām virsū. Lejpus pļosta tāds pats atsegums ir upes kreisajā krastā.

Augšpus Padures upītes ietekas labajā krastā paceļas tā sauktā „sarkanā siena“, ko sarkanā krāsā nokrāsojuši devona māli. Drusku tālāk lejup no „sarkanās sienas“ arī kreisajā krastā parādās smilšakmens klints. Augstā klints augšā apaugusi kokiem. Jāvĕrš uzmanība arī uz krauju, kādu km lejpus Abavas ietekas, kur baltajam smilšakmenim paguldīta sarkanā māla kārtā. Tālāk viena no impozantākajām klintīm ir „Pļiena krauja“, iepretī Paventu mājām, labajā krastā, kur rūsganais smilšakmens pārslāņots sarkanām māla kārtām. Mazliet lejup arī kreisais krasts apveltīts rūsganā smilšakmens



Nīcas līdzenums ar Bārtas upi.

klintīm. Tā ceļā no Kuldīgas līdz Zlēkām Ventas krasti valdzina ar savu skaistumu ne mazāk kā daži Gaujas posmi, kur tā tek starp smilšakmens klintīm.

Smilšakmens atsegumiem šinī posmā vēl pievienojas Ventas krastu dažās kraujās apakšējās pelēkās morēnas atsegumi. Tādas kraujas ar pelēko mālu, kurā ieguldīti mazi akmentiņi, sastopam leļpus Kuldīgas pie kuģišu piestātnes un aiz Nabas ezeriem lielajā Ventas likumā.

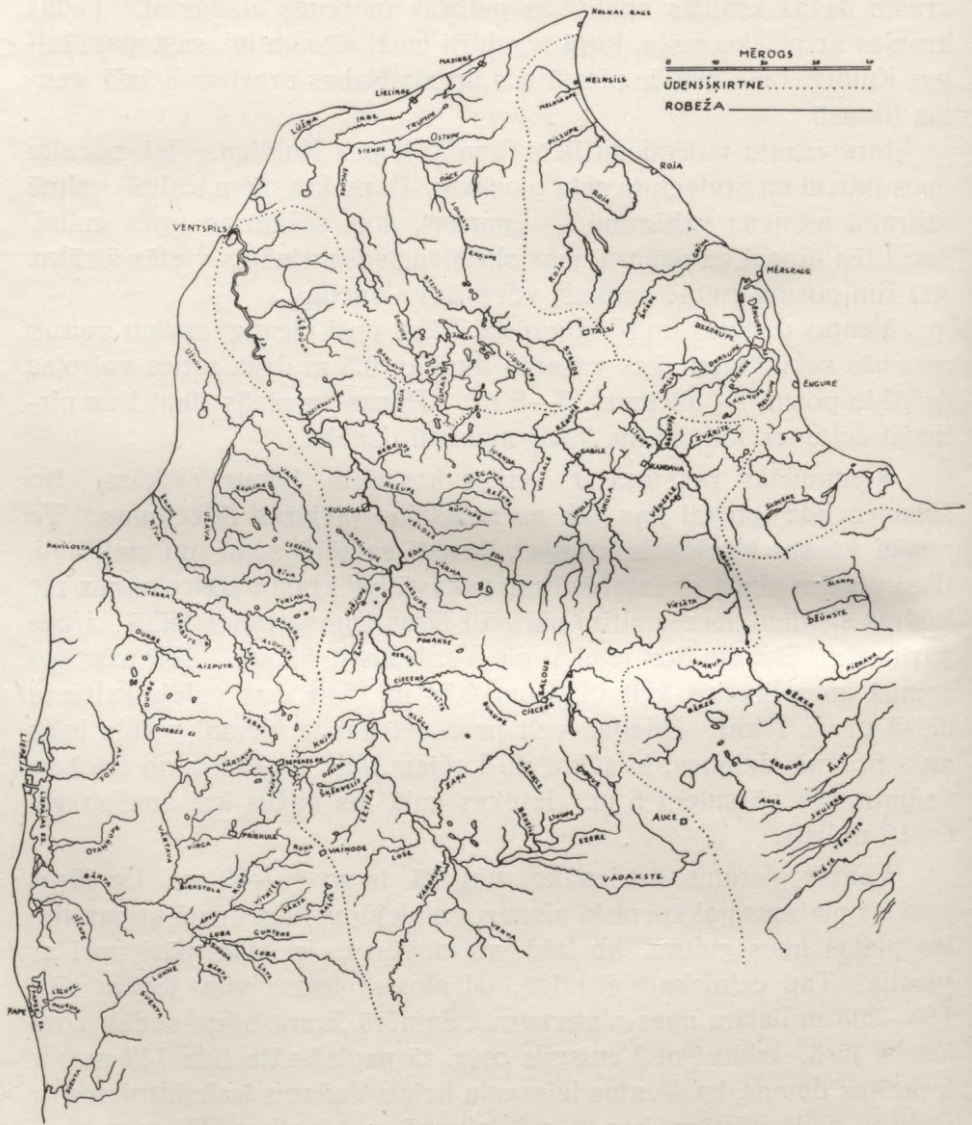
Interesantu pajēmienu lietā Ventā leļpus Kuldīgas, lai paceltu upes līmeni un atvieglotu ceļu plostiem. Te no krastiem ieslīpi gultnē sakrāuti akmeņu uzbērumi — „punas“, kas sašaurina upes gultni, paceļ tās līmeni un padara upes skrējienu sašaurinātās vietās ātrāku. Arī šinī posmā gultnē palikuši vēl prāvi akmeņi.

Ventas dziļums no Kuldīgas uz Zlēku pusi pieaug, arvien vairāk mazinās seklie kloni, kas vasarās tikai ap 0,5 m dziļi, toties vairojas dziļākie posmi — dzelmes (3—5 m). Punas turpinās tikai līdz pirmajai celtuvei, kur gultne kļūst manāmi dziļāka.

Vienmuļāks raksturs ir Ventas krastiem leļpus Zlēkām. No šejienes līdz ietekai upe tek pa smilšaino piejūras līdzenumu. Te nozūd krastu klinšainās kraujas, krasti samērā zemi un smilšaini, tikai vietām skats ar interesi var pakavēties krastu nobrukumos pie kūdras slāņiem, kas smiltīm pārklāti jūras transgresijas laikā. Upes garums no Zlēkām līdz ietekai pie Ventspils ir 55 km. Šinī paprāvā posmā upes līmenis krīt tikai par 0,84 m, kas dod vidējo kritumu 0,015 m uz 1 km. Ūdeņus velt preti ietekai te Ventai palīdz leļjas gala prāvais dziļums, jo sākot no Lečiem, kas ap 20 km no iztekas, dziļums sāk pārsniegt 5 m. Iztekas galā tas dažus km augšup vēl 6—10 m liels.

Ventas platums, tai ienākot Latvijā, ir ap 40—50 m. Uz jūras pusi šis platums pakāpeniski pieaug, un piejūras līdzenumā tai jau lieļlas platas upes gultne, ko labi var novērot, ja ceļas pāri upei ar plostu. Tad ceļniekam jāgaida, lai plosts pārnes viņu lēnām pāri 150—200 m lielam upes platumam. Samērā šaura bijusi senāk upes ieteka jūrā. Izbūvējot Ventspils ostu, tā paplašināta līdz 149 m. Ir izsacītas domas, ka Ventas leļjasgala lielais dziļums izskaidrojams ar slokšņu māla kārtām, kas te guļ dziļumā un viegli erodējamas.

Piejūras līdzenumā vietām blakus Ventas gultnei var sastapt senu atteku paliekas, kas liecina, ka Venta mainījusi gultni vairākās vietās. Iespējams, ka dažas no tām stāv sakarā ar tiem alluvija posmiem, kad Baltijas jūra te iebruka krastos, te atkāpās, un Ventai vajadzēja mainīt ne tikai savu ieteku, bet arī ietekas deltas atzaroju-



Kursas upes.

mus. Atteku atliekas pa daļai aizaugušas un pārpurvojušās, pa daļai palikušas iegarenu ūdens baseinīšu veidā. Tādas paliekas norāda, ka reiz bijusi atteka pie Zlūkām; tā sākusies lejpus Plostkrogus, gājusi gar Palgu mājām un beigusies pie Jaunarājiem. Sena Ventas atteka ir Piltenes kanālis, pa kuŗu brauc no Ventas līdz Piltenei kuģīši. Senāk kuģošana gājusi vēl pāri km tālāk pa šo veco atteku, kas tagad pa daļai aizsērējusi. Attekas paliekas ir arī pie Sūkavas, dienvidos no Piltenes un tālāk lejup pie Zūrām. Labi uzglabājušies vēl atteku gali iepretī Lečiem, pie Pasiectes un Packules. Kurzemes hercoga Jēkaba laikā Packules attekā bija ierīkota liela osta Kurzemes tirdzniecības flotei.

Ventas pietekas Latvijā. Ventas mulda iegulusies starp divām augstienēm: Rietumkursas valni un Austrumkursas platformu. Pirmā kārtā Ventas baseins Latvijas teritorijā atūdeņo augstieņu nokalnes, kas guļ blakus šai muldai, bet divu lielu pieteku baseini savāc ūdeņus arī no Austrumkursas valņa dienvidu un ziemeļu nokalnes. Šīs pietekas ir Vadakste un Abava. Abavas augšgals pat aizgulies priekšā šai augstienei ziemeļaustrumos. Tikai Austrumkursas platformas dienvidaustrumi atbrīvoti no Ventas baseina tiklojuma un pieder Lielupes baseinam. Bez tam Abava pievada Ventai ūdeņus arī no Ziemeļkursas augstienes rietumu nokalnes.

Ventas labās puses pietekas līdz Abavai. Lai notvertu upes, kas pa Austrumkursas nokalni bēg uz dienvidaustrumiem, Venta aizmetusi V a d a k s t i 83 km garā lokā uz austrumiem. Vadakste uztver un aizloka uz Ventu 48 km garo E z e r u p i, kas nāk no Svētaiņu ezera. Ezerupe savkārt uztver D r u v u, L ī k u p i un B r ū z u p e. Šo upju noteces apstākļus var raksturot Likupes dati. Tā sākas 108 m augstumā un savā 31 km garumā nokrīt 42 m, kas dod vidējo kritumu 1,35 m uz 1 km. Garās Vadakstes kritums ir mazāks — 0,9 m.

Austrumkursas rietumu nokalni atūdeņo Zaņa, Ciecere, Eda un Režupe.

Z a ņ a s lejgals ir pazīstams ar jura laikmeta slāņu atradnēm, tāpēc to bieži apciemo ģeologi.

C i e c e r e s upe sākas Cieceres ezerā 102 m augstumā v. j. l. un līdz Ventai noskrien 51 km ar vidējo kritumu 1,5 m uz 1 km. Pie Saldus Kalnamuižas tai liela kaņjonveidīga grava, kas liecina, ka reiz tā vadījusi lielākus ūdeņus. Šaurāks kaņjons tai ir pie Sātiņu skolas, kur upe dziļi iegrauzusies devona cietājos iežos. Nolaižoties Ventas muldā, Cieceres krastī pazeminās, un tā kļūst par līdzenuma upi.

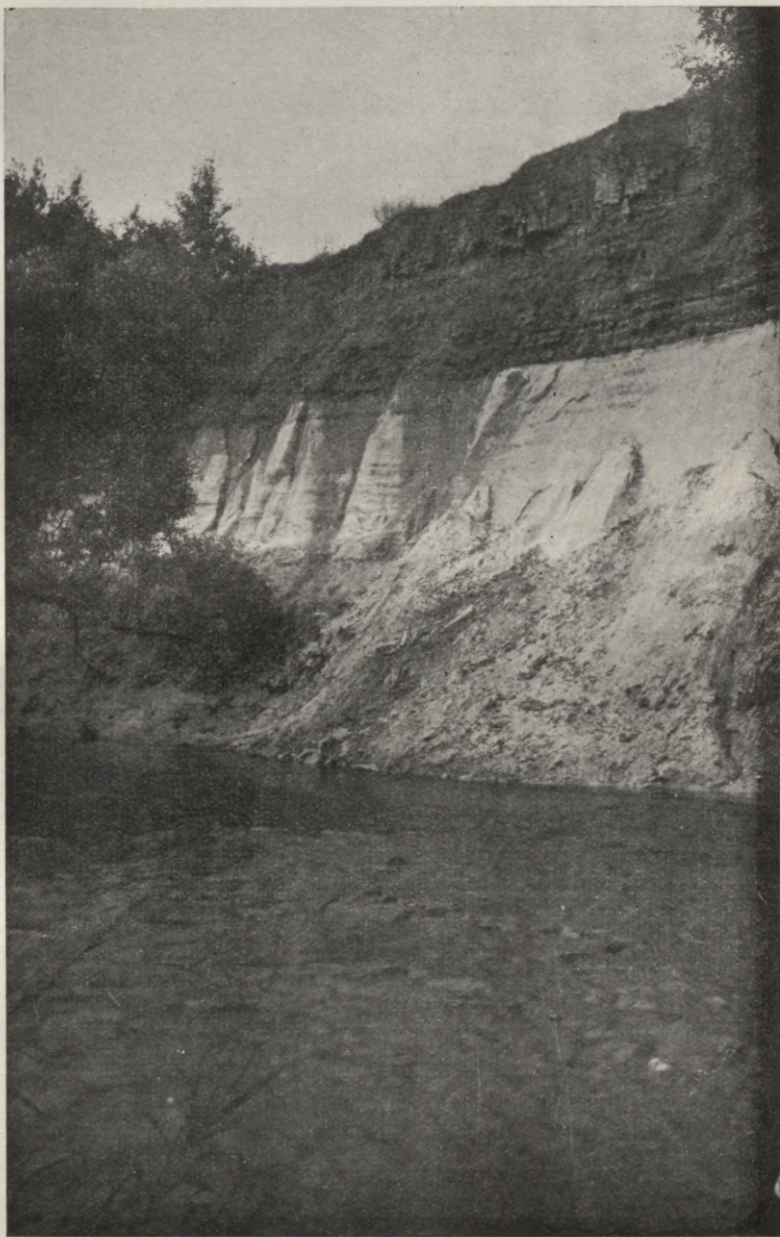
Edas kritums ir lielāks — 2,1 m uz 1 km, tāpēc tai lejas galā drusku dziļāka grāva, Arī Edas sākums guļ augstāk par 100 m, bet tā īsāka par Cieceri (42 km).

Režupe tiklojas ar savām pietekām trijstūrī starp Ventu un Abavu. Pāri km no ietekas Ventā, Režupes krastā ir smilšakmenī garš alu labirints, kas cēlies no smilts rakšanas stikla rūpniecības vajadzībām (smilts ir balta un nesatur dzelzi). Kur Rendas — Kuldīgas lielceļš šķērso Režupes pieteku Veldzi, ap 100 soļu lejup pa upi, pie dolomīta lauztuvēm, Veldzei ir ap 2 m augsts ūdenskritums.

Abava. Abavas upes nosaukums saistās ar lielas un dziļas senlejas ainavām, ko parasti vēro starp Kandavu un Sabili. Bet minētā leja ir tikai viens posms no visas garās senlejas, kas zarojas austrumos vairākos žuburos: uz Jaunpils, uz Tukuma un uz Džūkstes pusi. Ģeologi nav vienis prātis par to, kā cēlušies šīs senleju sistēmas atsevišķi posmi un uz kuŗu pusi pa šiem posmiem tecējis ledāja kušanas ūdens, veidojoties senleju zariem. Tomēr visi atzīst, ka Abavas senleja ar saviem zarojumiem vadījusi Rīgas — Jelgavas zemuma nosprostotā baseina ūdeņus uz Baltijas jūru tad, kad ledāja mala vēl bija aizgulusies priekšā Rīgas līcim. Sakarā ar Abavas upi un tās sākumu, mūs var interesēt tikai galvenā leja, kas sākas pie Rendas, iet garām Sabilei un Kandavai, tad pagriežas uz Irlavu, Jaunpili un Bērzes stacijas apkaimē pāriet uz Bērzes upi, lai nolaistos zemumā pāri Gauratas ezeram, Dobeles tuvumā. Lūk šinī senlejā, starp Jaunpili vienā pusē un Lesteni otrā, ir Abavas upes sākums.

Par Abavas sākumu var uzskatīt Lestenes ezeru, kas guļ Abavas senlejā. No šī ezera līdz Irlavai Abava tagad tek pa lielu grāvi, kas rakts, lai nosusinātu senlejas pļavas un iztaisnotu upes neskaitāmās meandras. Pie Irlavas Abava uzņem Viesāti, kas atūdeņo Austrumkursas austrumu nokalni. No šējienes Abava loka savus līčus pa platās senlejas pļavām, tecēdama uz ziemeļiem un ziemeļrietumiem. Pie Pūres tā sāk lēnam griezties uz vakariem, garām Kandavas un Sabiles likumiem, lai uzmeklētu Ventu. Starp Pūri un Kandavu Abavas senleja ievērojami paplašinās, jo ziemeļu krauja tālu atkāpjas no upes gultnes. Ziemeļu krauju šinī posmā nebija jāizgrauž senlejas ūdeņiem: to veido Talsu — Tukuma gala morēnu apgabala pakāpe. Līdz Kandavai Abava uzņem no kreisās puses Vēdzeli, bet no labās — Bebrupi un Līgupi. Šīs upes ir 10—20 km garas un pievada ūdeņus no divām augstienēm, starp kuŗām te tek Abava. Abavas pietekas, kas nāk no Ziemeļkursas augstienes, nevar būt garas, jo samērā netālu no Abavas pa augstienes muguru iet ūdensšķirtne, aiz kuŗas upes tek uz Rīgas jūras līci.

Garākas pietekas Abavai izveidojas kreisajā pusē, nākdamas no Austrumkursas lēzenās platformas. Pēc Viesātes tādas garākas pie-



Smilšakmeņa un dolomīta atsegumi Amulas krastā.

tekas ir Amula (53 km) un Imula (48 km). Abas tās sākas ap 107 m augstumā un tek uz Abavu ar samērā lielu kritumu: Amula — 1,3,



Abava pie Rendas.

Imula — 1,5. Ar šo lielo kritumu izskaidrojas skaistās dziļās grāvas, kas pavada šo upju gultnes. Lēzeni krasti abām upēm ir tikai tanīs vietās, kur tās tek cauri seno nosprostu baseinu lejām, piem., Amulai pie Matkules mežamuižas un Imulai dienvidos no Aizupes muižas. Sevišķi dziļas un skaistas grāvas abām upēm ir lejas galos, kur tās iegrauzušās devona cietajos iežos. Tā, Imulai skaisti ličaini un bagāti klinšu kraujām krasti ir pie Buses pilskalna, Amulai — pie Kalnamuižas, Abavas tuvumā. Amula un Imula ar savām skaistajām grāvām beigu posmā pievienojas krāšņajām Abavas senlejas ainavām starp Kandavu un Rendu. Senlejas kraujas šinī posmā sasniedz 20 līdz 30 m augstumu. No senlejas kraujām atveras uz plašo leju tālu jo tālu krāšņi skati. Kraujas apvītas vietām mežu puduriem, kas nolaižas lejā līdz kraujas pakājei. Vietām uzglabājušās ozolu birzis. Pašā lejā druvas mijas ar pļāvām, bet starp tām liču loču vijas Abava. Vītoliem vainagotie krasti norāda, kur met lokus upes gultne. Šis vītoliu rotājums pavada arī daudzās vecās attekas. Ejot pa senlejas kraujas pamatu, pārsteidz daudzie avoti un strautiņi, kas kraujās ierobījuši dziļas sānu grāvas. Šajās sānu grāvās vietām atsedzas devona smilšakmens, kurā izveidojušās dziļas alas. Tā pazīstama Velna ala senlejas kreisajā kraujā starp Kandavu un Sabili, bet starp Sabili un Rendu labajā kraujā — Māras kambari. Ap 3 km leļpus Sabiles Abavas gultnē ir 7 pēdu augsts ūdenskritums, kas izveidots dolomīta klintīs.



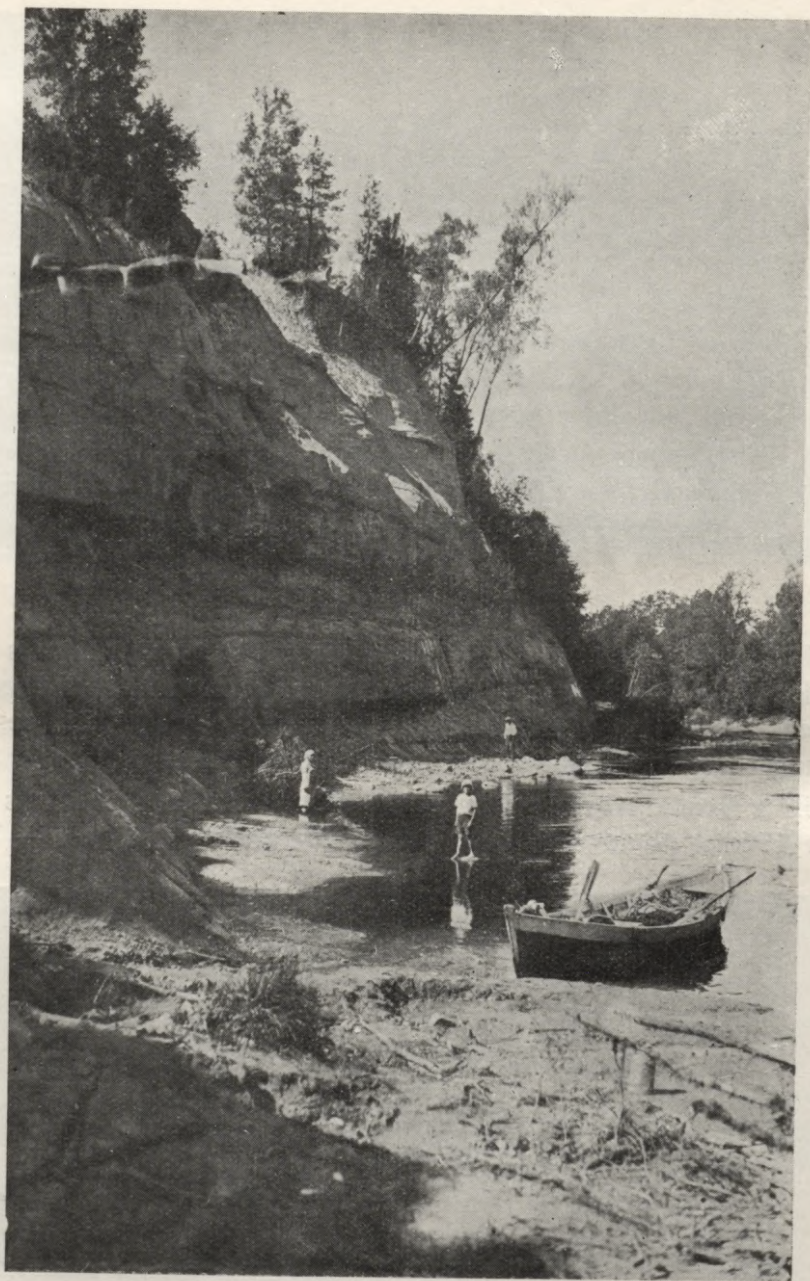
Abavas rumba pie Sabiles.

Brīnumskaists ir šis Abavas senlejas apvidus no Kandavas līdz Rendai, tikai vajadzētu atņemt banālo salīdzinājumu — Kurzemes Šveice. Katrs, kas bijis Šveicē, sacīs, ka te tomēr nav Šveice, bet tas nebūt nevar mazināt šī apgabala īpatnējo jaukumu.

Līdz Rendai Abava uzņem vēl no Ziemeļkurzemes nokalnes Kāronu (15 km), ko augštecē sauc par Sknābi un kreisajā pusē — Val-



Rumba mācītājmuižas (Valdātu) upītē.



Muižarāju klints.

gali (12 km) un Ivandu (15 km). Liels ūdenskritums ir mazajai Valdātu upītei pie Rendas. Uz Rendas pusi senlejas kraujas Abavai lēnām pamazinās un kādus 7 km leļpus Rendas izzūd pavisam. Pie

Rendas Abava jau ap 20 m plata. Kur nozūd senleja, tur sākas senlejas delta. Te senlejas ūdeņi noguldījuši plašu smiltāju; tāpēc līdz pašai Ventai Abavas krastu pavada priežu meži. Šinī Abavas beigu posmā morēnu un smiltāju sega samērā nav bieza, un upe ieagrauzies devona smilšakmeņos, kas daudzās vietās krastos veido skaistas klintīs. Tā, augsta klinšu krauja ir pie Muižarāju mājām, netālu no ietekas.

Posmā no Rendas līdz ietekai Abava uzņem samērā īsas pietekas, kuŗu sākumi guļ tikai 40—50 m v. j. l.

Labajā pusē jāmin Kroja (8 km) un kreisajā — Ozolu upīte (6 km), kas iztek no lielājiem Ozolu purviem. Šīm un arī citām īsajām pietekām ir dziļas grāvas Abavas sānos. Abavas ieteka Ventā ir šaura un maz ievērojama, tā kā nezinātājs var tai pabraukt garām nemanot, ja tas gaidītu plašas un dziļas grāvas ainavas, kādas mēs parasti domās saistām ar Abavas upi.

Abavas sākums atrodas ap 54 m v. j. l., un visā savā tecējumā tā nokrīt par 52 m, kas dod 0,4 m vidējo kritumu uz 1 km.

Ventas kreisās puses pietekas. Ventas kreisās puses pietekas Latvijas teritorijā ir īsas, jo Rietumkursas valnis, no kuŗa nolaižas šīs upes, strauji noplūk Ventas muldā. Tā Lētiža sākas 117 m augstumā un paspēj noskriet līdz Ventai tikai 26 km, nokrītot par 86 m; šīs upes vidējais kritums ir 3,3 m uz 1 km. Lētižas krastos pie Pulvernieku mājām guļ brūņogļu slānis. Brūņogļu slānis ir arī Ventas pietekas L o s e s krastā, kur šo upi šķērso Nīgrandes — Griezes lielceļš.

Ļoti liels kritums ir Šķ e r v e l i m, kas savā 12 km garumā nokrīt 67 m (5,1 m uz 1 km). Šķerveļa augšgalā ap Briņķu ezeru ir plata senleja. No grāvām bagātā Embūtes apgabala Šķervelim ūdeņus pievada D z e l d a. Drusku tālāk aiz Dzeldas uz ziemeļiem no augstienes nolaižas Koja. Visām šīm upēm ir dziļas un platas grāvas, ko var izskaidrot ar šo upju lielo kritumu. Lielās grāvas ļoti spilgti iezīmētas samērā līdzienā ainavā. Daudz mazākas grāvas ir Ē n a v a i u L e j ē j u p e i, kas nolaižas no Rietumkursas valņa pazeminājuma starp Aizputi un Snēpeli.

Kurzemes piekrastes upes.

Baltijas jūrā arī patstāvīgi ieplūst upes, kas nepieder lielajam Ventas baseinam. Īsākās no tām rodas piejūras līdzenumā, bet garākās tek vai nu no Rietumkursas valņa nokalnes, vai no Usmas ieliektā vairoga un Ziemeļkursas augstienes rietumu nokalnes.

Rietumkursas vaļņa nokalnes upes. Sākot šo upju rindu aprakstu no dienvidiem, jāmin **S v e n t a** (64 km). Šīs upes sākums un ieteka pieder Lietuvai, bet vidusdaļā gar Sventu iet robeža. Kur upes sākums ieliecas Lietuvā, tur robeža turpinās tālāk uz Ziemeļaustrumiem pa Sventas pieteku **L u k n u**. Sventa ir līdzenuma upe; tās krāšņums ir plata senleja, ko izrotā ozolu un alkšņu puduri. Gar Palupes ciemu Sventai pievienojas Rucavas senleja ar nelielu upīti.

Papes ezerā ieplūst vairākas nelielas upītes no piejūras līdzenuma; garākā no tām **P a u r u p e**. Ezeram dienvidu galā ir noteka uz jūru. Te ierīkota zvejnieku osta.

Nākošā upe **B ā r t a** ir daudz lielāka par Sventu: tās garums 98 km, no tiem 47 km pieder Latvijai. Bārtas upes 2010 km² lielais baseins atūdeņo Rietumkursas vaļņa dienvidrietumu nokalni, bet Žemaitijas augstienes ziemeļrietumus. Tā savāc ūdeņus arī no līdzenuma, kas iegulies starp minētām augstienēm. Bārta sākas Žemaitijas augstienē purvainās pļavās ziemeļos no Plateļu ezera 162 m augstumā. Līdz Latvijas robežai tā vairākkārt maina savu virzienu. Vienā posmā, kur tā tek uz ziemeļiem no Mosēdiem līdz pietekas **E r l a s** ietekai, Bārta plūst pa platu senleju. Senleja ir arī Erlai, kas pavada šo upi uz dienvidiem līdz pašam sākumam pie Salantiem. Citos posmos Bārta pati veidojusi savu leju alluvijā. Lielākais kritums Bārtai ir Žemaitijas augstienes nokalnes daļā. Tā no sākuma līdz Lietuvas robežai vidējais kritums sasniedz gandrīz 3 m uz 1 km. Turpmākā 47 km garajā posmā Latvijas teritorijā tā nokrīt tikai par 10 m, ar vidējo kritumu 0,21 m uz 1 km. Tas vien jau norāda, ka šī posmā Bārta ir līdzenuma upe. Bez Erlas jāmin vēl Bārtas pietekas: **L u b a**, **A p s e** un **V ā r t a v a**. Visas šīs upes dodas uz Kalētu — Skodas — Aizviķu ieplaku, kur tās sagaida Bārta, lai apvienotos ūdeņus izvadītu pa minētās ieplakas vārtiem starp Bārtu un Duniku. Piejūras līdzenumā Bārtai vēl pievienojas Tosele. Luba un Apse, savkārt tīklojamās, tālu dodas pretī ūdensšķirtnei ar Ventas baseinu. Šī ūdensšķirtne izlokās no ziemeļiem uz dienvidiem pa Vaiņodes — Ilāķu (Lietuvā) joslu. Apse pieteka Ruņa pat „sarokojas“ ar Lētižu kopīgā dziļajā Bārtas ielejā, kas, domājams, izgrauzta jau diluvijā. **L u b a s** baseins viss guļ Lietuvā un atūdeņo galvenā kārtā seglveidīgo līdzenumu starp Žemaitijas augstieni un Rietumkursas valni. **A p s e** valda Kalētu — Skodas — Aizviķu ieplakā un uzņem sevī vairākas pietekas, kas nolaižas minētā ieplakā no Rietumkursas vaļņa dienvidrietumu pamales. Galvenās no tām ir **V i t v ī t e** un **R u ņ a**.

Bārtas pieteka Vārtava sākas tālu Rietumkursas vaļņa ezerainā apvidū, Sepenes ezerā, 90 m v. j. l. Savā 68 km garumā tā nokrīt

līdz ietekai Bārtā 84 m ar vidējo kritumu 1,2 m uz 1 km. No Vārtavas pietekām ievērojamākās ir Virga, kas tek gar Priekuli uz rietumiem, un Birkstala, kas tek no Priekules apkārtnes uz dienvidiem, bet vēlāk arī pagriežas uz rietumiem. Vārtavai un Birkstalai tajos posmos, kur tās tek no ziemeļiem uz dienvidiem, ir senlejas. Sevišķi liela ir Vārtavas senleja, kas stiepjas no Tadaikšiem līdz Kalētiem un ir Durbes upes senlejas turpinājums.

Pa ieleju starp Bārtu un Duniku Bārtas upe ienāk piejūras līdzenumā, kas te bagāts mežiem. Liepājas ezera dienvidu galā meži nozūd. Šinī beigu posmā Bārta uzņem vēl Toseli, kas nāk no Mēķa ezera. Ap šo ezeru vairāku km radiusā plešas purvainas pļavas. Toselai pievienojas Jēču upe (Kristu upe). Tā atūdeņo plašās, purvainās Ķirbas pļavas, kas guļ starp Rucavu un Duniku. Bārtas upe Liepājas ezerā ieplūst ar deltas atteku sazarojumu. Atteku zari turpinās tālāk ezerā meldru biezokņos. Pavasaros, palu laikā Liepājas ezers, Bārtas upes delta un Mēķa ezera pļavas pārvēršas vienlaidu ūdens klajumā. Bieži Bārtas upes līkumos sastrēgst ledus, un upe pārplūdinā Nīcas ciemus. Lai ledus sastrēgumi nerastos, Bārtai rok jaunu ieteku Liepājas ezerā. Tā sāksies apmēram pie Nīcas baznīcas, bet ar to vēl nebūs novērsta galīgi pļavu appludināšana pavasaros un rudenos Bārtas deltas un Mēķa ezera joslā. Samērā bieži gadās, ka minētos gada laikos ziemeļrietumu vējš pa Liepājas ostu sadzen ezerā no jūras ūdeni, kas pa Toseli dodas uz Mēķa ezera pļavām. Tāpēc Nīcas pļavu un purvu meliorēšanas jautājums ir ļoti sarežģīts. —

Bārtas upes lejas galu varētu padarīt kuģojamu līdz Bārtas lielajiem mežiem, ja iznīcinātu dažus sēkļus upes gultnē un vietām padziļinātu Liepājas ezerā tā saukto „upes vietu“. Tagad pa Bārtas lejas galu labā ceļa vējā uz Liepāju dodas liellaivas ar dažādu krāvu. Vajadzība pēc laba ūdensceļa mazāk jūtama pēc tam, kad no Nīcas uz Liepāju uzbūvēta šoseja. Kokus pa Bārtu pludina ļoti lielā daudzumā.

Bez Bārtas Liepājas ezerā vēl ietek O t a ņ ķ u p e (30 km) un A l a n d e (20 km). Abas šīs upes sākas Rietumkursas vaļņa Durbes — Grobiņas samērā zemajā terrasē: Otaņķupe diluviālā lejā, kas iet gar Sustas muižu, un Alande Grobiņas senlejā, Tāšu ezerā. Savos garākajos posmos tās tek pa piejūras zemumu.

Liepājas ezera dabiskā noteka uz jūru senāk bijusi P ē r k o n e s upe, kas ap 3 km dienvidos no Liepājas. Iepriekšējos gadu simteņos upes ieteka aizsērējusi un aizputināta smiltīm. Tagad noteka ir Lie-

pājas osta, kas mākslīgi rakta: te senāk savienojuma ar jūru nav bijis.

Dabisku ostu izveido S a k a s upe. Moļi aizsarga to no smilšu piedzišanas. Saka rodas, satekot kopā divām upēm: Durbei un Tebrai. Sakai atliek notecēt līdz jūrai tikai 6,5 km. Īsākā no abām sateku māsām ir D u r b e — 48 km. Tā sākas Durbes ezerā 23 m v. j. l. Līdz Cīravas muižai upe likumo pa platu senleju. Tālāk tā nolaižas piejūras zemumā. Durbes baseinam pieder arī nelielas upes, kas atūdeņo Rietumkursas vaļņa nokalni starp Vārtavas augšgalu un Aizputi. Dažas no tām ietek Durbes ezerā, dažas — tieši Durbes upē. Tā pa Durbes senlejas nozarojumu Durbes ezerā ieplūst Vecpils upe.

Tālāk ziemeļaustrumos tīklojas T e b r a s baseins. Tebra sākas 91 m augstumā virs Rietumkursas vaļņa muguras un aizlokās līdz satekai ar Durbi 66 km garumā. Tebras augšgalu pavada prāva grava, jo upei šinī posmā kritums — 2,3 m uz 1 km. Sevišķi impozanta šī grava ir pie Aizputes. Kritums kļūst mazāks (0,6 m uz 1 km) aiz Alokstes ietekas Tebrā pie Apriķiem. Daudz ūdeņu Tebrai pievada Alokste ar pieteku Skaldu. Alokstes baseins zarojas lielājās lejās starp Aizputi un Ķoniņciema paaugstinājumu.

R ī v a iztek no Vilgāles ezera, kas guļ Rietumkursas vaļņa ziemeļu posmā. Ezers atrodas ielejā starp morēnu pauguriem, tāpēc upes izteka ir tikai 65 m v. j. l. un tāpēc nav novērojama arī strauja krituma maiņa upes 65 km lielajā garumā: tas pieturas ap 1,1 m uz 1 km. Sākumā Rīva atūdeņo seno nosprostu baseinu ielejas, kas iegulušās starp Vilgāles ezeru un Ķoniņciema paaugstinājuma sliksni. No iztekas līdz Lipaiķiem, kur sākas ieleja, Rīvai dziļa grava. Pie Adzas tā atstāj Rietumkursas vaļņa terrasi un tuvojas piejūras līdzenuma senāk ūdeņu pārklātai joslai. Te Rīvai senas platas deltas ieleja, un te upe arī sadalās divos zaros. Dienvidu zaru sauc par Agu. Piejūras līdzenumā abi zari atkal savienojas kopā. Augšpus senās deltas līdz Jēru likumam Rīvai dziļa grava, jo te bijusi seno nosprostu ūdeņu noteka.

Rīva ietek jūrā pie Labraga, kur stāvs, augsts krasts. Šis kritums no augstās piekrastes platformas palīdzējis izgauzt Rīvas beigū posmā padziļu gravu. Rīvas, Alokstes un Tebras krastos, kur šīs upes tek pa Rietumkursas vaļņa terrasi un tuvojas piejūras līdzenumam, ir d e v o n a i e ž u atsegumi, kas padara šo upju vienmuļos krastus krāšņākus.

U ž a v a arī sākas uz Rietumkursas vaļņa tarrases 53 m augstumā, bet drīzi vien noslīd piejūras zemienē, pagriežas uz ziemeļiem

un ilgu laiku tek gar vaļņa pamali, uzjemdama no Rietumkursas vaļņa ziemeļu daļas vairākas pietekas, piem., Alsungas Sudmalupi, kurā ieplūst arī Kauliņa, un Vanku, kas tek gar Ēdoli. Šīm pietekām virs vaļņa muguras ir dziļas grāvas un senas deltas, kur tās nolaižas no seno krastu kraujas jūras transgresijas joslā.

Užavas 61 km garumu daudzās vietās pavada plata pļavu josla. Lai aizsargātu pļavas no pārplūšanas, upes meandras ir iztaisnotas vairākos posmos. Tājās vietās Užavai ir kanāļa izskats, piem., kur tā tek gar Alsungas augsto krauju un lejasgalā. Užavas ietekā zvejnieku osta nav vēl ierīkota. Tā sekla un smiltīm piedzīta. Lielos ūdeņos ieteka nespēj pietiekoši vilkt ūdeni, un vietām pārpludina meliorētās pļavas. Ostas trūkums kavē arī koku pludināšanu no piejūras zemienes biežajiem mežiem; nikuļo arī zvejnīcība iztekas apkārtņē.

Neaizsargātās Užavas ietekā labi var vērot, ka valdošie dienvidvakara vēji ar smilšu palīdzību noliec lēnām ieteku uz ziemeļiem.

Usmas ielektā vairoga un Ziemeļkursas augstienes rietumu nokalnes notekas. Tuvāko jūrmalas joslu atūdeņo vairākas mazākas upes. Starp tām jāmin Lūžņa un Mazirve. Turpretī Irves satekas Engure un Stende tālu iesniedzas Kurzemes pussalā, tuvodamās Abavas resp. Ventas baseinam. Engure sākas Usmas ezerā, kura līmenis guļ 20 m v. j. l. Līdz satekai Engure noiet 57 km un nokrīt tikai 13 m. Ugāles un Popes paaugstinājumi šķir Engures baseinu no Ventas baseina. Savā ceļā Engure tek cauri Puzes ezeram un pēc tam saucas arī par Rindu. No minētā ezera apmēram 10 km lejup upes gultne ir ļoti plata. Te tā atgādina platu kanāli. Šī platā gultne, domājams, veidota jau diluvijā. Ja Engures (Rindas) baseinu var novērtēt ap 670 km², tad Stendes baseins ir gandrīz divtik liels—1130 km². Arī tās garums ir prāvs—80 km. Līdz satekai Stende nokrīt 73 m, jo izteka pacelta 80 m v. j. l. Stendes sākuma sazarojums paceļas augstienē pretī Rojas baseinam. Tālāk uz ziemeļiem starp Ziemeļkursas augstieni un Stendes upi iegulies tās pietekas Lonastes baseins. Sākdamās pati lielu purvu apgabalā, Lonaste uzņem labajā pusē no augstienes nokalnes vairākas pietekas, piem., Ražupi, Pāci un Ostupi.

Irves garums no satekas līdz ietekai jūrā ir 27 km. Šinī tecējumā tā nokrīt 7 m. Irve lielā posmā tek paralēli jūrmalai, bet to nevar izskaidrot ar valdošo vēju un smilšu darbību vien.

Senie krastu vaļņi kavēja ieplūst jūrā Irvei taisnā virzienā, bet novadīja to tālu uz ziemeļaustrumiem.

Ziemeļkursas augstienes austrumu nokalnes upes. Vēl labāk seno krastu valņu ietekme upes gaitas maiņā novērojama Rojas upes lejas galā, kur tā met savas lielās cilpas piejūras zemienē, kur senāk transgresējušas Baltijas ledus ezera stadijas. Rojas iztekas žuburojums guļ seglveidīgā ieliekumā starp Talsiem un Valdemārpili, 50 m v. j. l. Roja tek sākumā ziemeļu virzienā. Uzjēmusi Sasmakas ezera noteku, tā glaužas gar seno krasta krauju gar Tingēri. Aiz Kunduma ezera Roja drīz vien pagriežas SE virzienā un pie Lībes glaužas gar nākošās stadijas krasta krauju, tad tā pagriežas uz NW pusi, bet te sastop samērā labi iezīmētu seno krastu valni. Šim valnim Roja senāk aptecēja apkārt pie Ģipkas. Tagad pie Velkuma plāvām šis valnis ir pārrakts, un Rojas lielā cilpa saīsināta, bet jūrā vēl tā netiek arī pie Velkuma plāvām. Tai jātek ap 8 km starp seniem krasta valņiem parallēli jūrai, lai sasniegtu jūru pie Rojas ostas.

Augstienes austrumu nokalne izvagota lielām diluviālām ielejām, pa kuŗām uz jūrmalas zemieni senāk lauzušies nosprostoti ledus kušanas ūdeņi. Tagad pa šīm ielejām zemienē nolaižas vairākas upes, kas atūdeņo augstienes nokalni. Sākdamās 80—100 m augstumā v. j. l., tās nolaižas piejūras mežainā zemienē, papildina te baseinus ar pietekām un ieplūst jūrā vai nu patstāvīgi, vai Engures ezerā. Patstāvīgi jūrā ietek Šķēde, ko augštecē sauc arī par O d r i. Ar Šķēdes piemēru varam raksturot minēto upju nevienādo kritumu augstienes nokalnē un vēlāk piejūras zemienē. Tā Šķēde līdz Vandzenei 18 km garā gabalā nokrīt 74 m ar 4,1 m vidējo kritumu uz 1 km. Atlikušā 21 km gabalā līdz jūrai tai vidējais kritums 1,5 m.

Lielākās Engures ezera pietekas ir D z e d r u p e (20 km), D u r s u p e (20 km) un M e l n u p e (10 km).

Dzedrupes satekas noslīd zemienē pa Oktes un Garlenes — Pļavu ielejām. Liela diluviāla ieleja ir arī Dursupes pietekai O k s l e i. Oksle gandrīz sadodas rokas ar Abavas baseina pieteku — Bebrupi, jo attālums no iztekām ir pāris simtu metru. Dažos grāvjos te ūdens stāv, it kā domādams uz kuŗu pusi tecēt. Rīgas jūras līcī ietek arī S l o c e n e. Slocene satek no vairākiem žuburiem, kuŗi apvienojas un ieplūst Tukuma ezerā, pēc tam iet cauri Valguma ezeram un ieplūst Kaņiera ezerā. Kaņiera ezeram tagad ir mākslīgi rakta noteka uz jūru pie Lapmežciema.

Gaujas baseins.

Gauja ar visu savu 440 km lielo garumu nogulusies Latvijā, bet visa tomēr mums nepieder, jo ap 20 km garā posmā tā pieglaužas ar savu labo krastu arī Igaunijai. Gauja sākas Vidzemes centrālās augs-

tienes vidusdaļā; tās sateku žuburs noguldīts rietumos no Alauksta ezera, un pārsniedz par dažiem metriem 200 m v. j. l. Jemdami vērā šo lielo iztekas augstumu, daži autori pārāk uzsver Gaujas straumes straujumu. Tiesa, salīdzinot ar Lielupi, Gaujas kritumi ir lielāki daudzos posmos, bet salīdzinot ar Daugavu un Ventu, starpības nav, vai tā ļoti niecīga. Tāpat kā minētās divās pēdējās upēs, Gaujas kritums ievērojamāk palielinās tikai krāčainās vietās un upes augšgalā. Vidējais kritums Gaujā ir 0,5 m uz 1 km.

Lieta tā, ka blakus lielajam iztekas augstumam Gaujai liels garums, ko var izskaidrot ar lielo likumainumu; likumainuma koeficients Gaujai ir 4,2, kas ir lielāks nekā citās Latvijas patstāvīgās upēs. Gauja ne tikai met lielus likumus, sākumā pat tecēdama savai ietekai pretējā virzienā, bet arī šajos lielos likumos tā stipri meandrē. Dažos posmos šo mazo likumu ir ļoti daudz, pat līdz apnikumam daudz, ja brauc pa Gaujas straumi laivā un vairākās stundās var pavirzīties uz priekšu taisnā līnijā tikai par dažiem kilometriem. Savā lielajā garumā Gauja salasa pietekas no vairākām augstienēm un līdzenumiem, izveidodama savam baseinam 9588 km² lielu platību. Uz 1 km garuma Gaujai ir 34,5 km² baseina platības; ar šo savu caurmēra baseina platību Gauja ierindojas tikai ceturtajā vietā — aiz Daugavas, Lielupes un Ventas.

Gauja no iztekas līdz Lejasciemam. Šinī posmā Gauja nolaižas no Vidzemes centrālās augstienes, ieiet Ziemeļvidzemes smilšainā līdzenumā, bēgdama prom no augstienes uz austrumiem, bet tās pietekas, tās baseins pieder augstienei, augstienes nokalnei un virsas sliksnim, kas savieno Vidzemes centrālo augstieni pāri Gulbenei ar Austrumvidzemes augstieni.

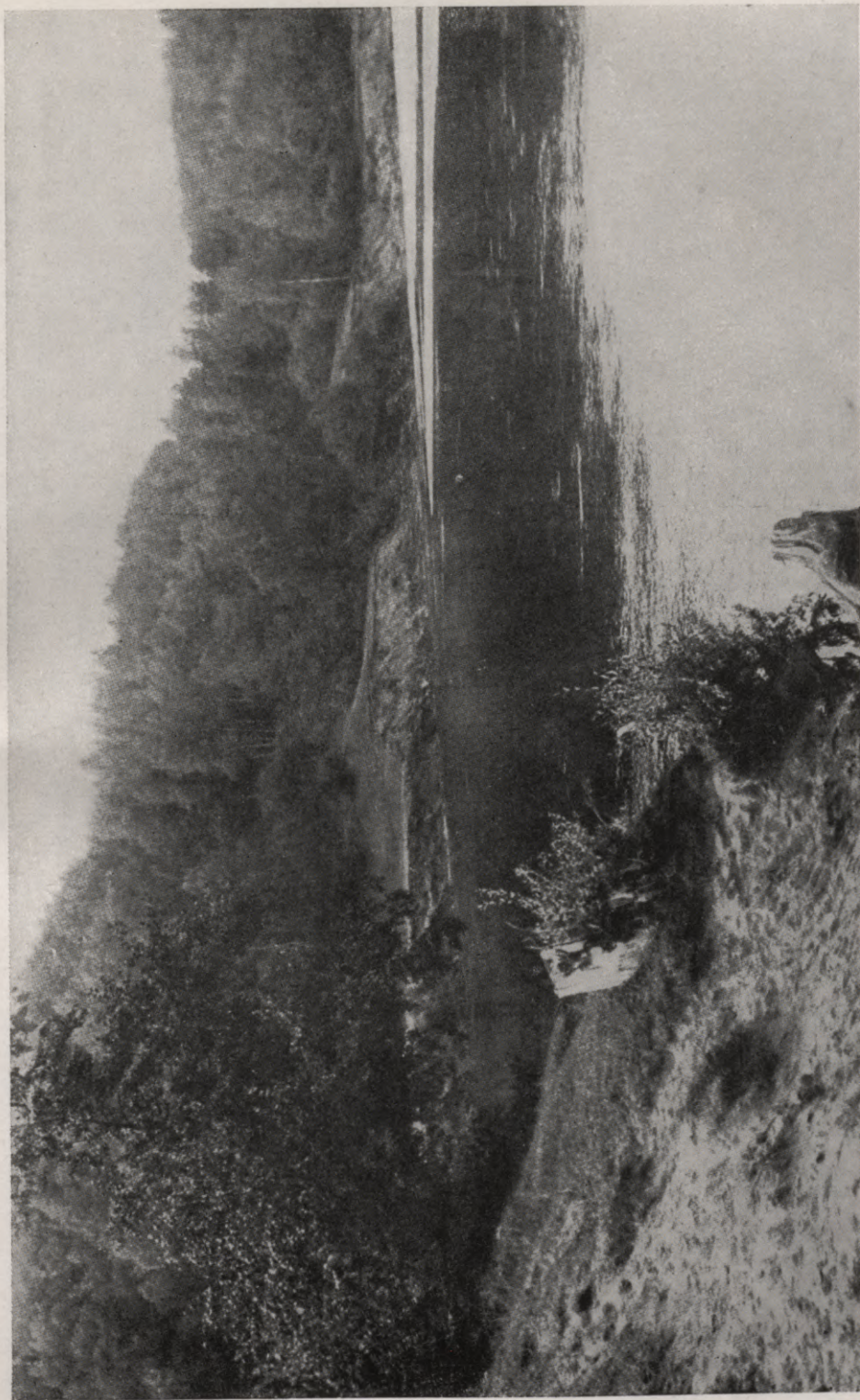
No L a i d z u ezera, kurā ieplūst divas satekas upītes, Gauja likumo uz ziemeļiem, lai aiz Nēķina nokļūtu ieplakā starp divām gala morēnu joslām: starp joslu, kas apskauj Alaukstu un iet uz Ranku vienā pusē, un joslu, kas paceļas minētai ieplakai ziemeļos, ap Druستيēm. Apmetusi likumu pa platu ieleju apkārt Brežģa kalnam, Gauja atrod sev ceļu uz Nēķinu pa nelieliem ezeriņiem, kas ieguldīti subglaciālā vagā. Pa ceļam tā pievieno P ī s l u un M e l n u p i ar Bānūžu un Ilzes ezera ūdeņiem. Aiz Nēķina muižas Gauja tek cauri Tauriņu ezeram, kurā neliela upīte ievada ir Juveņa, ir citu mazāku ezeriņu ūdeņus. Tagad jau Gauja ir ienākusi minētā ieplakā un pagriezusies uz austrumiem. Lēzenā ieplakā tā met savas daudzās meandras ar zemiem krastiem. Tādas Gaujas lejas ainavas turpinās garām Jaunpiebalgai līdz Rankai. Vietām Gaujas gultne likumo pa purvainām pļavām, kur senāk ieplakā bijuši nosprostu ezeri. Lieta tā, ka

Gaujas augšgals izveidojies pēc ledāja atkāpšanās agrāk par citiem upes posmiem. Kad pārējos posmus sākumā apklāja vēl ledājs un vēlāk ieplakas kušanas ūdeņu baseini, Gaujas augšgala ieplaka jau sāka novadīt ūdeņus no augstienes uz austrumiem, kur tas ar lielām grūtībām lauzās pāri Gulbenes sliksnim uz Aiviekstes leju. Tā Gau-



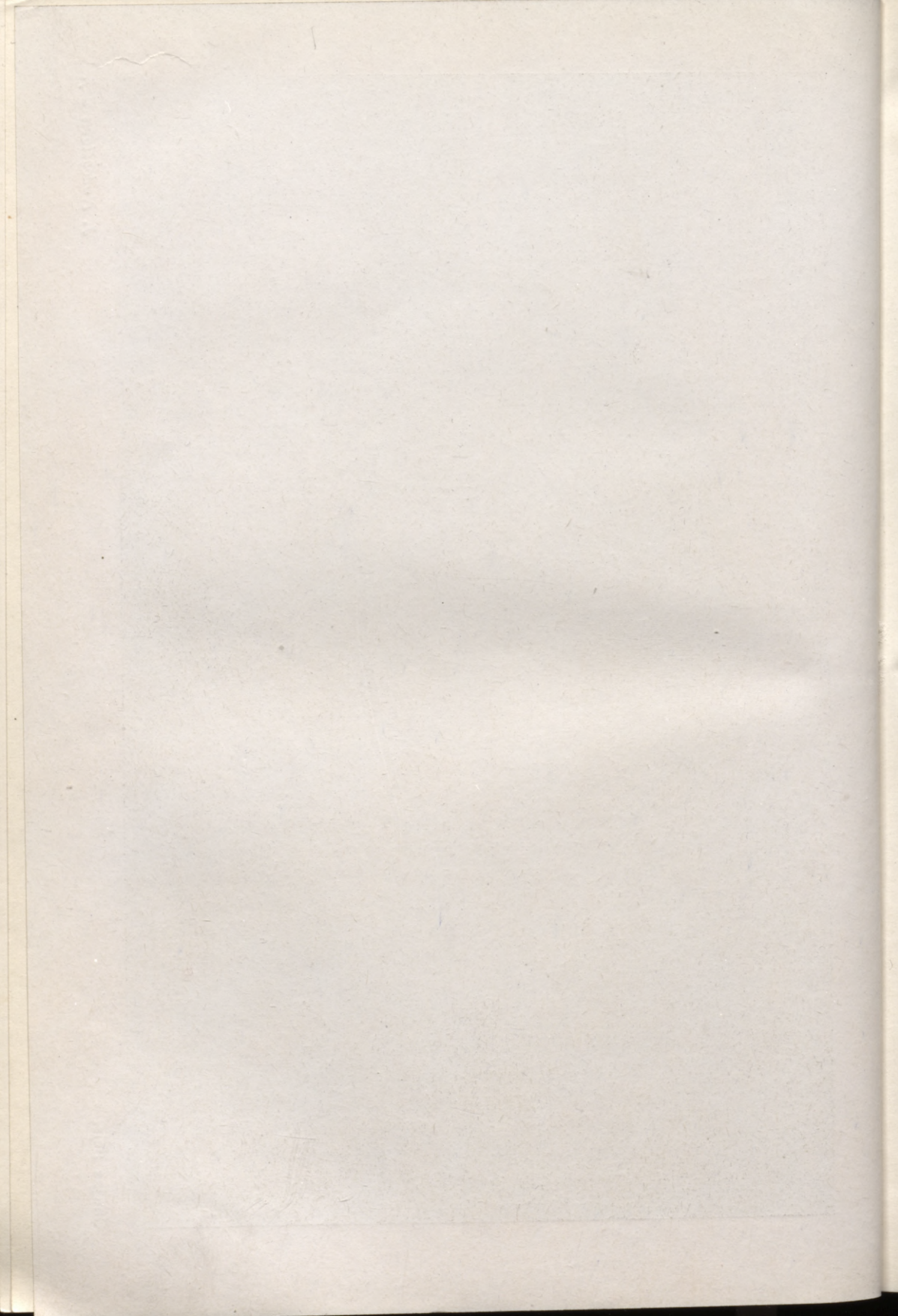
Gauja pie Jaunpiebalgas.

jas augšgala ieplakā zemākās un platākās vietās varēja nosprostoties nelieli ezeru baseini. Vēlāk, kad sāka veidoties arī citi Gaujas posmi, kad ūdeņi apkārt Lejasciemam un Gaujienei devās uz Valmieru, ieagrauzdamies dziļāk virsas slāņos, tad Gauja nosūca šos nosprostu ezerus sausus. To vietās tad palika purvainās pļavas. Tādu purvainu pļavu ainavas, piem., redzam pie Piebalgas dzelzceļa tilta.



Gaujas līcis.

J. Novoselova uzj.



No abām gala morēnu joslām uz Gaujas ieplaku dodas nelielas pietekas; dažas no tām novada Gaujai vairāku ezeru ūdeņus. Liels būrums tādu ezeru ir Drustu gala morēnas apgabalā. No pietekām minama T ū l i j a, kas atūdeņo plašu apgabalu Alaukstam austrumos. Tā Gauja kļūst arvien prāvāka un ūdeņiem bagātāka upe, kas samērā prāvā krituma dēļ te griež vairākus dzirnavu ratus.

Pie Rankas likumiem Gaujas gultnes raksturs pārmainās. Te Gauja ieslīd Ziemeļvidzemes līdzenumā, un gala morēnas paugurainie apgabali abās pusēs Gaujai izbeidzas. Turpmākā ceļā līdz Lejasciemam vērojama stipra gultnes erōzija dziļumā, un krastos parādās kraujas terrases. Gauja paspējusi ierakties dziļumā ne tikai pamatmorēnas slāņos, bet arī devona iežos, kas te vietām atsedzas. Dolomīti izveido nelielas krāces, piem., Velēnas skolas tuvumā. Citur krāces veido laukakmeņi, kas vietām lielos daudzumos guļ upes gultnē. Tuvojoties Lejasciemam, Gauja sāk pagriezties uz ziemeļiem.

Pie Lejasciema Gaujā ieplūst Tirza. Tirza sākas paugurainā apgabalā austrumos no Alauksta ezera. Tās izteka noguldīta ap 238 m v. j. l.; savā 78 km garumā Tirza nokrīt par 156 m, kas dod caurmēra kritumu 2 m uz 1 km. Garuma ziņā starp Gaujas pietekām to tikai drusku pārspēj Palsa, bet ar savu baseina lielumu (803 km²) Tirza ieņem pirmo vietu starp Gaujas pietekām Latvijā. (Lielāks baseins tomēr ir Igaunijas pietekai Mustojai.)

Tirza, dodamies uz austrumiem, savā augšgalā drīzi vien atstāj gala morēnas pauguraino apgabalu un tek pa samērā līdzenu virsu. Te tā uzņem kreisajā pusē pieteku V i l a u n i. Sākot no Pērļiem, ir Tirzai, ir Vilaunei starp smilšainām senām kraujām ir platas lejas. Vietām šīs lejas 1 km platas. Visgarām lejas plešas pļavas, kuņas pavada Tirzu gandrīz līdz Tirzas muižai. Iepretī Virānes ezeriem Tirza maina savu virzienu un pagriežas uz ziemeļaustrumiem. Lejpus šī pagrieziena no Tirzas pietekām ievērojamākās ir labajā pusē V i r ā n e, bet kreisajā — A z a n d a un G o s u p e. Virāne nāk no Virānes ezeriem un lejgalā apvienojas ar A d u l ī ņ i, kas nes Adulienes ezeru ūdeni. Pie Tirzas muižas leja sašaurinās, jo te krastos parādās cietie devona slāņi. Šis sašaurinājums nosprosto palu ūdeņus, un pavasara plūdus Tirzas un Vilaunes lejas pļavas tad līdzinās ezeram.

Lejpus Tirzas muižas Tirzas gultne ieguldīta vēl dziļāk virsējos, bet vietām arī devona slāņos. Sevišķi skaistas kraujas ir upei lejpus Āžu dzirnavām. Nobrukumus un augstu krauju rašanos veicinā krastu smilšainais materiāls. Skaisti nobrukumi un devona slāņu atsegumi ir upei arī lejpus Galgauskas dzirnavām. Netālu no Lejas-

ciema Sudaļa pievieno Sudaļas ezera ūdeņus, bet Sudaļas ezerā noplūst vairāki mazāki ezeri.

Tuvu pie savas ietekas Gaujā Tirza sagriežas uz rietumiem. Šinī posmā Tirzai atkal plata leja starp augstām smilšainām kraujām. Parasti Tirza pavasaros nomet ledus segu agrāk par Gauju; tāpēc Tirzas ietekā sagraūžas ledus, un augstu pārplūst minētā platā leja.

Gaujas baseins no Lejasciema līdz Mustojai. Šinī posmā Gauja turpina tecēt pa Ziemeļvidzemes līdzenumu; pie tam tā pagriežas uz ziemeļrietumiem, lai apietu apkārt Smiltenes-Aumeistera gala morēnas joslai leļpus Gaujienas. Minētā gala morēnas josla sadala Ziemeļvidzemes smilšaino līdzenumu divās daļās. Viena daļa plešas starp Lejasciemu un Gaujienu, to varam saukt par austrumu daļu; rietuma daļa klājas starp Valmieru un Valku. Rietuma daļa ir par dažiem desmit metriem zemāka par otru daļu; tas deva Gaujai iespēju pārvelties pāri Smiltenes — Aumeistera gala morēnas joslai, jo tā turpinās arī tālāk Igaunijā. Šī gala morēnas josla labi norobežo Gaujas pieteku tīklu abās līdzenuma daļās: pavisam citā virzienā tek pietekas rietumu daļā nekā austrumu daļā. No Lejasciema līdz Gaujienai pieteku tīklam līdzenumā ir ļoti raksturīgas īpatnības; bez tam Gauja šinī posmā uzņem pietekas no Ziemeļvidzemes augstienes. Tāpēc ir izdevīgi šo Gaujas baseina posmu apskatīt atsevišķi.

Rodas jautājums, kāpēc Gauja leļpus Rankas nepagriežas tieši uz Gaujienu, bet met lielu likumu apkārt Lejasciemam? Te vainīga neliela gala morēnas josla ziemeļos Velēnai, kas iet parallēli Gaujas tecējumam un nosprosto tai tiešo ceļu uz ziemeļiem. Tā divas gala morēnas grēdas lemļ Gaujas likteņus Ziemeļvidzemes līdzenumā.

Uzņēmusi Tirzas baseina ūdeņus, Gauja kļūst platāka un dziļāka, bet ir gultnes platums, ir dziļums nav vienāds. Dziļas dzelmes pie kraujām sastopamas pamīšus ar sekliem posmiem, pa kuriem vasarās laiva jāvelk pāri vilkšus.

Līdz Sikšņu krācēm Gaujas alluviālā ieleja ir plata, un pa šo plato leju likumo Gaujas gultne, vienā vietā veidodama kraujas, otrā noguldīdama sēres. Citās vietās pāri meandras pussalai Gauja pavasaros izrauj jaunu gultni, bet vecā kļūst par atteku. Gaujas ielejas malās vietām paceļas smilšu kāpas. Tādas kāpas pavada Gaujas kreiso krastu no Lejasciema līdz Līvu mājām. Dažādība vienmuļos alluviālos smilšainos krastos rodas tur, kur virs ūdens līmeņa pavid morēnmāls, kūdra un slokšņu māls.

Gaujas gultnes ainavas mainās pie Sikšņu muižas. Te krastos atsedzas dolomīti, kas pavada upi līdz Gaujienai. Upes gultnē dolomīta klons veido nelielus kritumus. Visu šo gabalu no Sikšņu mui-

žas līdz Rīgas — Pliskavas šosejas tiltam parasti sauc par Sikšņu krācēm, kas senāk stipri traucēja koku pludināšanu ar saviem sēkļiem. Tagad te ierīkotas slūžas, lai varētu vajadzības gadījumā ūdens līmeni krāču rajonā mākslīgi pacelt.



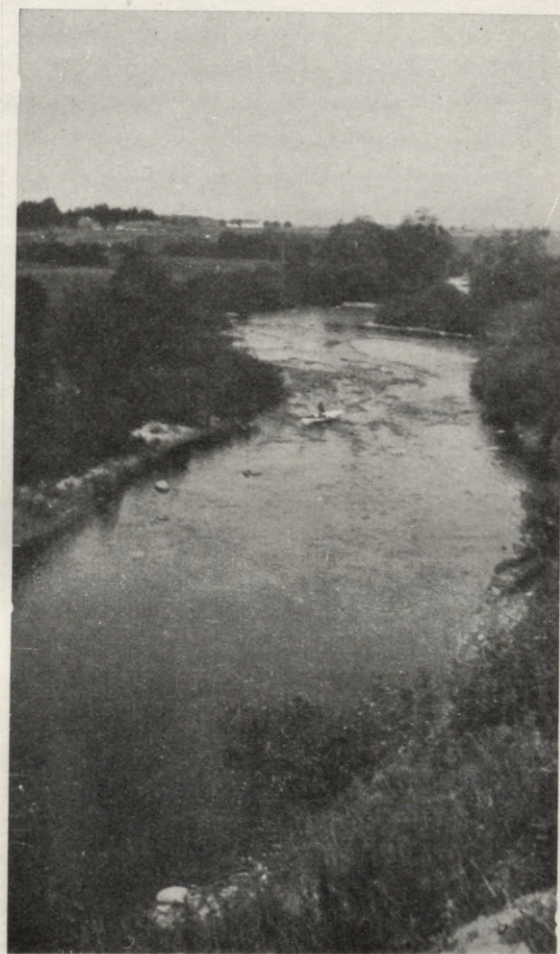
Gauja aiz Lejasciema.

Aprakstāmā posmā no labās puses Gauja uzņem pietekas no Ziemeļvidzemes augstienes nokalnēm gan tieši, gan ar Mustojas upes vidūtājību. Pietekas, kas nāk tieši uz Gauju, piem., Mērupe, Dzērve, nav garas, bet ar padziļām alluviālālm ielejām. Ziemeļvidzemes augstienes garās upes Vaidava un Melnupe aiziet uz Mustoju.

Mustoja sākas Igaunijā ap 76 m v. j. l. Ar nelielu kritumu tā noskrien savu 77 km lielo garumu, jo iztekas augstums ir tikai

76 m v. j. l. Mustoja tek pa platu senleju, pa kuru lieli ledāja nosprosta ezeri Igaunijā savā laikā noplūduši uz Ziemeļvidzemes līdzenumu.

Mustojas pieteka Vaidava pieder Latvijai ar savu vidus daļu, turpretī, baseina sākums un ieteka atrodas Igaunijā. Vaidavas baseina



Sikšņu krāce Gaujā.

sākums ieguldīts mežainā līdzenumā starp gala morēnu klājumiem. No šī līdzenuma nāk Kuuras upe uz Murātu ezeru, kas guļ uz divu valšņu robežas 171,8 m v. j. l. No šī ezera upi jau sauc par Vaidavu. Vaidava kopā ar Kuuru ir ap 85 km gara. Lai nokļūtu uz Mustoju, Vaidava uzmeklē pazeminājumu Ziemeļvidzemes augstienē starp Alūksnes un Apukalna grupām un apjož Apukalna grupu no dienvidiem. Vaidava ir samērā strauja upe ar vidējo kritumu ap 1,5 m uz 1 km. Pie Rīgas — Pliskavas šosejas tās krastos atsedzas dolomīti.

Otras Mustojas pietekas Melnupes izteka atrodas ūdensšķirtnē starp Gaujas un Daugavas baseiniem, dienvidrietumos no Alūksnes ezera, ap 185 m augstumā v. j. l. Augšgalā ar 3,5 — 4,5 m vidēju kritumu tā strauji dodas uz dienvidrietumiem, bet lejpus Zeltiņiem Melnupe nolaižas līdzenumā, pagriežas uz ziemeļrietumiem un ar lejgalu pieder jau Igaunijai. Melnupes garums ir ap 78 km.

Gaujas baseins savā kreisajā pusē aprakstāmā posmā atgādina Lielupes baseinu Zemgales līdzenumā. Tur no Mūsas gala morēnas tek pietekas radiāli uz Lielupi. Arī te no gala morēnas, līdzenuma dienvidos, dodas uz Gauju pa līdzenuma slīpumu vesela rinda pieteku. Tā, ziemeļu virzienā uz Gauju tek Tirziņa, Vidaga, Vizla un Palsa. No Zemgales līdzenuma upēm tās atšķiras ar to, ka tās tek pa mežainu apgabalu. Trīs pēdējās upes pienāk pie Gaujas tādā posmā, kur tai augsti dolomīta krasti; tāpēc visas trīs upes iegrauzušās ar savām ietekām dolomītos, veidodamas skaistas gravas. Sevišķi dziļa un skaista grava ir Vidagai. No minētām upēm Palsa sākas ārpus līdzenuma robežām ap 205 m v. j. l. Auļukalna — Drustu gala morēnas apgabalā. No Vidzemes centrālās augstienes malas nonāk arī Palsas pieteka Raūza.

Gaujas baseins no Mustojas līdz Valmierai. Lejpus Mustojas ietekas Gauja jau pārkāpusi Smiltenes — Aumeistera gala morēnas sliekšni un ieslīd Ziemeļvidzemes līdzenuma rietumu daļā. Salīdzinot ar Sikšņu krāču posmu, Gaujas gultnes ainavas krasi pārmainās. Te Gaujas gultne ieguldīta ledāja ūdeņu sanestos smilšainos slāņos. Slāņu grantaino un smilšaino sagulumu te labi var vērot krastu kraujās, ko bieži sastop daudzajās upes meandrās. Starp meandrām pagadās arī posmi, kur vairākus kilometrus Gauja skrien taisni kā pa platu kanāli, kam abās pusēs slienas priežu meži. Vietām krastos parādās atkal kūdras slāņi, kas veidojušies vecās Gaujas attekās. Lejpus Vijas ietekas šad un tad kraujās parādās smilšakmens, jo dolomīta rajonu Gauja atstāj apmēram pie Gaujienas. Paretam virs upes līmeņa paceļas arī morēnmāls. Lejpus Strenčiem morēnas akmeņi noklājuši gultni; te straujās upes vietās izveidojušās pazīstamās Strenču krāces. Nelielas akmeņainas krāces Gaujai ir arī tuvu pie Valmieras.

Mustojas — Valmieras posmā Gaujas baseins labajā pusē ir ļoti vāji attīstīts, jo Gauja te neuzņem nevienu ievērojamāku pieteku. No Mustojas ietekas virsas slīpuma apstākļi liek Gaujai tecēt vēl labu gabalu uz ziemeļrietumiem pretī Valkai, lai tad pēdīgi pagrieztos uz Valmieras pusi. Jau augšpus Mustojas ietekas Gauja sāk tecēt gar Igaunijas robežu un turpina būt par dabīgu robežu ap 20 km.

Igaunijas apgabals, kas guļ aiz upes labā krasta, drenējas uz Mustoju, tāpēc Gaujai tieši pienāk tikai mazi strauti. Valkas tuvumā Igaunijas ūdeņi aizplūst uz Vircezeru, uz ziemeļiem.

Kad Gauja, nobeigusi savu lielo Lejasciema — Valkas līkumu (Valku tā nesasniedz), pagriežas uz Valmieras pusi, tad Gaujai tuvu pienāk Burtnieka ezera upes un atstāj Gaujai ļoti šauru baseina joslu; tikai starp Strenčiem un Valmieru Gaujas labo krastu atdzīvina 10—15 km garu upīšu ietekas. Šīs upītes salasa savus ūdeņus lejās starp drumliņu virknējumiem.

Labāki apstākļi baseina attīstīšanai ir Gaujas kreisajā pusē. Kad Gauja pagriežas no Igaunijas robežas uz Valmieras pusi, tā visā visumā tek līdzteku Smiltenei — Aumeistera gala morēnas joslai, atkāpdamās no tās prāvā attālumā. Gaujas kreisās puses pietekas nolaižas no šīs gala morēnas joslas un, mezdamas lielus līkumus ir paugurainā joslā, ir līdzenumā, sasniedz prāvus garumus. Tā gala morēnas joslā, Smiltenei apkārtņē, netālu viena no otras sākas Gaujas pietekas Vija un Abuls; lejgalos tās tomēr stipri attālinās viena no otras. Abas upes tek pa smilšakmens rajonu, tāpēc skaistus klinšu atsegumus redzam pie Vijas upes ietekas un Abula vidus posmā pie Trikātas. Vijas sākums guļ 143 m augstumā. Lai gan Vijas likumi ir neparasti lieli dažādos virzienos un upe attīsta 71 km lielu garumu, tomēr arī vidējais kritums ir paprāvs — 1,4 m uz 1 km. Augšdaļā Vijas lēzenos krastus pavada daudz pļavu, bet pēdējā posmā tā tek labāk drenētā, druvām bagātā apvidū; mazu disonanci šajās ainavās rada Taures purvs — senezera atliekas. Šo purvu Vija pa daļai atūdeņo. Neliela pieteka novada Vijai Spicezera ūdeņus, kas guļ Smiltenei tuvumā.

Abula sākums jau ir tuvāk Vidzemes centrālajai augstienei; tāpēc tas pacelts augstāk par Vijas izteku: Abula iztekas augstums ir ap 162 m v. j. l. Augšgala tecējumā Abuls likumo starp gala morēnas joslas pauguriem. Uzjēmis pieteku Cērtēni, Abuls ar paprāvu leju iet garām Smiltenei, atstāj gala morēnas joslu un ieslīd līdzenumā. Vidzemes centrālās augstienes piekāpē, kur virsma pazeminās zem 80 m, Abuls ieiet purvainu pļavu joslā, kurai ziemeļos aizgulies priekšā ļoti lēzeni pacelts virsas sliksnis pie Trikātas. Pļavu josla plešas spārnveidīgi Abulam gan pa kreisi, gan pa labi. Šinī pļavu joslā no augstienes dodas upes, kuŗas uztver Abuls, jo tikai tas, apvienojot sevī vairākas pietekas, spējis izgrauzt ceļu pāri minētam sliksnim pie Trikātas.

Labajā pusē purvaino pļavu joslā Abulam pienāk tikai viena prāvāka pieteka — Nārvelis. Vairāk to ir Abula kreisajā pusē. Tā no

augstienes nolaižas Lābzna un Biksējas upe. Šo upju iztekas paceltas 160—190 m v. j. l.

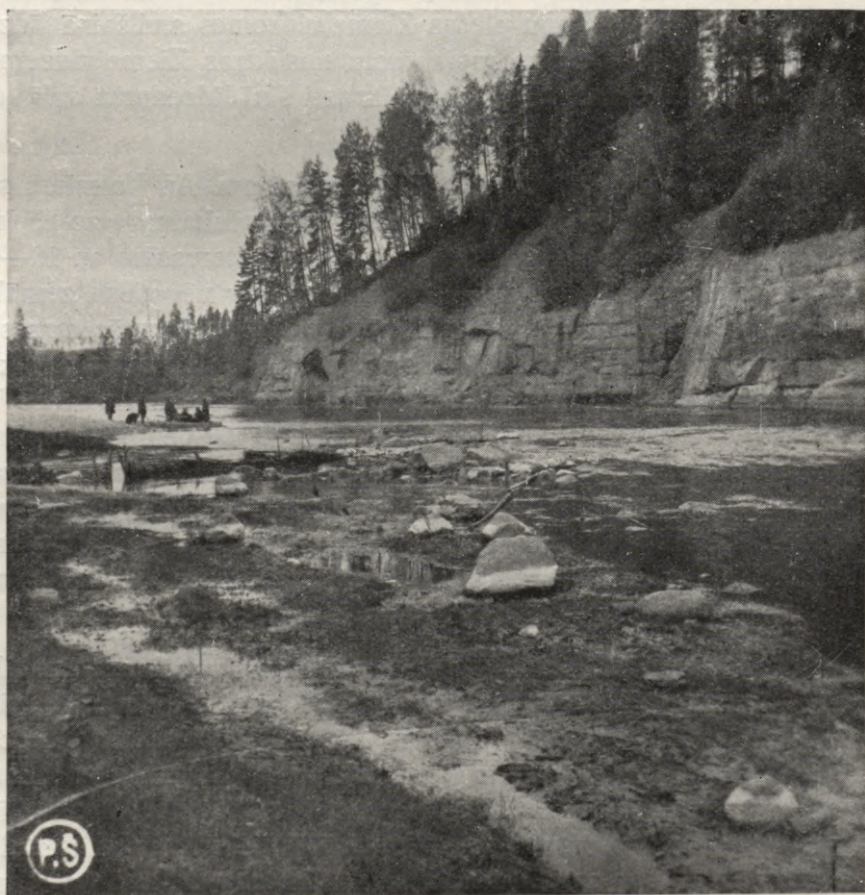
Vistālāk dienvidrietumos no Smiltenes sākas Abula pieteka Lisa, arī ap 190 m augstumā. Sākumā tā dodas uz rietumiem. Purvainu pļavu ielejā Lisa nolaižas pie Rozes muižas, pienākdama tuvu Raudas upes līkumam, kuŗu tā met uz ziemeļiem. Lisa gaŗā posmā tek gar augstienes piekāji, un tās platā leja šinī posmā reiz kalpojusi par senleju ledus kušanas ūdeņiem. Ziemeļos no Mārsnēnu muižas Lissas senleja saplūst kopā ar purvaino pļavu joslu. Tuvojoties savai ietekai Abulā, Lisa tek cauri subglaciālo vagu ezeriem gar Trikātas mācītājmuižu. Abuls, lauzdamies cauri apakšējo slāņu sliexsnim, atsedz pie Trikātas savā krastā smilšakmens klintis. Lejpus Trikātas Abuls pagriežas uz rietumiem un tek līdz savai grīvai pa labi drenētu un biezi apdzīvotu joslu. Labajā pusē šī josla ir ļoti šaura, jo trijstūrī starp Abulu un Gauju plešas Ziemeļvidzemes smilšainā līdzenuma meži, un ar šo šauro mežu joslu noslēdzas Ziemeļvidzemes mežiem bagātā rietumu daļa. Gaujas krasti šinī līdzenuma daļā ļoti reti apdzīvoti.

Gaujas baseins no Valmieras līdz Inčukalnam. Ap Valmieru sākas lielā Gaujas senleja, kas pavada upi līdz Inčukalnam ap 85 km gaŗā posmā. Senlejas sākas ar vienu vai divām terrasēm ap 10—13 m augstumā virs upes līmeņa. Līmenim tuvāk ir vēl viena zemāka terrasse, ko upe veidojusi jaunākā laikā. Ap Cēsīm augstās terrasēs izzūd, bet senleja kļūst dziļāka. Tās dibens pildīts sanesumiem, kurus upe guldījusi pēc ledus laikmeta. Šinī jaunākā laika terrasē līkumo Gauja, te pieglauzdamās senlejas kraujai un veidodama skaiestas smilšakmens klintis, te atliekdamās no senlejas kraujas. Lai gan Gauja šinī posmā samērā plata upe, tomēr laiva pa to vasarās var braukt tikai līkumojot no viena krasta uz otru, sekojot straumes dziļākai gultnei. Taisnā līnijā pa upi nav iespējams braukt, jo no līkumu pussalām tālu upē ienāk seklas smilšu sēres.

Daudzās vietās, kur aiz sēkļiem sākas krasts un līkuma pussala, tur smiltis putina vējš. Gauja savos līkumos sanes smilšu sēres, vietām atkal šīs sēres pamazām iznīcina, lai sāktu veidot no jauna tās pretējā krastā. Kailās smiltis liču mēlēs drīz uzvar augu valsts. Auglīgākās vietās virs alluviālās terrasēs iekoptas arī druvas. Šinī posmā no smilšu sanesumiem nerodas prāvākas salas. Salas radušās tur, kur pie ledus sagrūdumiem palu laikā upe lauzusi sev jaunu gultni. Tāda sala, piem., ir pie Siguldas. Vispār alluviālās terrasēs platās vietās bieži var sastapt vecas pamestas gultnes, kas aizaug un

pārpurvojas. Vietām straume arī šinī posmā krastā atsedz kūdru, kas veidojusies senās attekās.

Gaujas senlejas krāšņums ir smilšakmens klintis, kas te biežāk, te retāk paceļas virs upes dzelmēm. Vislabāk šo klinšu skaistumu var izbaudīt, braucot no Valmieras pa Gauju lejup laivās, jo pašu klinšu varenība labāk vērojama no upes līmeņa augšup. Gaujas ielejas burvību, turpretī, var labāk novērtēt, uzkāpjot augsto klinšu kraujās. Viena no skaistākām klintīm Gaujas leņā ar krāšņiem skaстиem ir Sietiņa klints upes labajā krastā starp Valmieru un Cēsīm. Daudz skaistu klinšu ir arī starp Cēsīm un Līgatnes ieteku. Vietām Gaujas klinšu skaistumu pavairo upes dziļie atvari klinšu piekāļē. Nereti no klintīm iztek avoti, un ap tiem klintī izveidotas alas. Pazīstama ir Velna ala, lejpus Siguldas. Klintis un alas sastop arī tur smilšakmens kraujās, kur upe atliekusies nost no senlejas augstajiem



Gaujas iežājs lejpus Amatas ietekas.

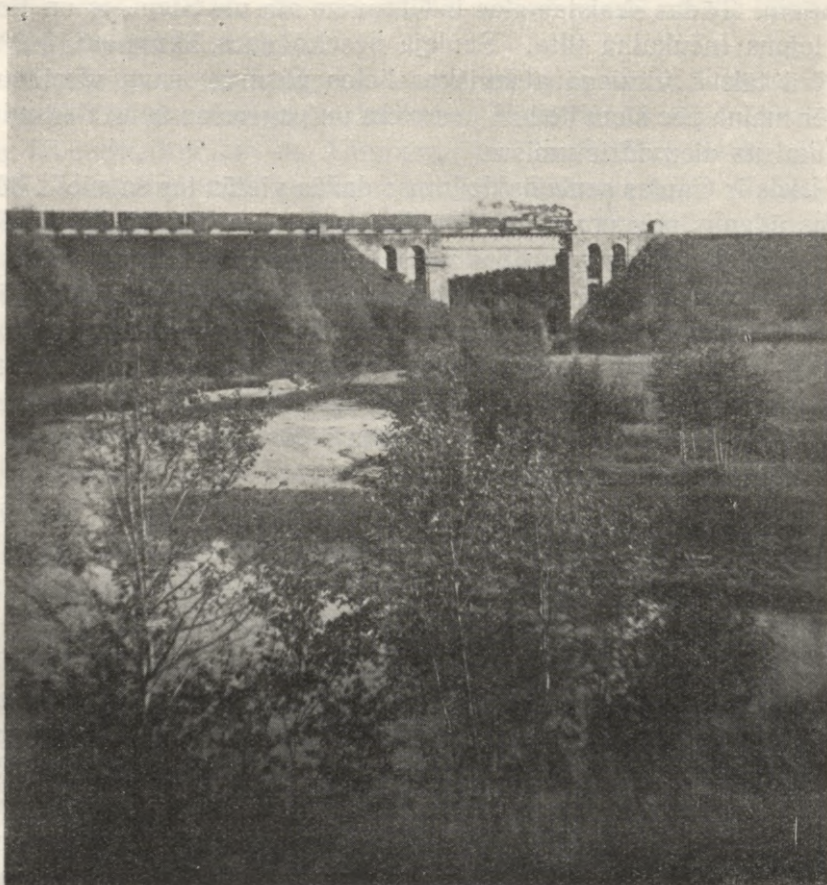
krastiem. Tādas skaistas alas ir Gūtmaņa ala pie Sigulcas un Velna ala leļpus Inčukalna tilta. Senleja neseko upes likumiem, bet iet samērā taisnā virzienā atsevišķos lielos posmos; savu virzienu tā tomēr maina pēc šiem lieliem posmiem un pagriežas te uz rietumiem, te atkal uz dienvidrietumiem.

Liels ir Gaujas senlejas dziļums: dažās vietās tas sasniedz 80 m. Lielus ūdeņus reiz novadījusi Gaujas senleja, un tie tai devuši dziļo skulptūru. Te plūduši ne tikai ziemeļvidzemes līdzenuma ledāja nodambju ūdeņi, bet arī dažu Igaunijas baseinu krājumi. Tagadējais senlejas dziļums virs upes līmeņa vēl nav tās senais dziļums. Tā, ģeologs V. Pērkons, pētījot Gaujas gultnes slāņus Siguldā pie tilta būves, atradis, ka te zem alluviāliem un varbūt pat arī diluviāliem sanesumiem zem ūdens līmeņa devona iežos senlejas mulda iet vēl dažus desmit metrus dziļumā.

Senlejas lielā dziļuma dēļ, upēm, kas ietek Gaujā — posmā no Valmieras līdz Inčukalam, ir bijis kritums, un tās savos lejgalos arī dziļi iegrauzušās devona iežos. Arī šo upju ietekās sastop skaistas un augstas klintis. Lai minam tikai Amatu, Līgatni un Braslu.

Gaujas baseins abās pusēs te paplašinās, te sašaurinās. Kreisās puses pietekas nolaižas no Vidzemes centrālās augstienes rietumu malas tomēr no prāva augstuma. Tā, Rauna sākas ap 208 m augstumā, Raunas ezerā. Sākumā tā dodas uz ziemeļrietumiem gar Raunas centru, uzjemdama vairākas nelielas pietekas. Nolaidusies no augstienes zem 100 m v. j. l., Rauna pagriežas uz rietumiem un pa Raunas senleju dodas uz Gauju, mezdama vēl lielus likumus. Pēc sava pagriezienu uz rietumiem Rauna savāc no kreisās puses vēl dažas pietekas, kas visas sākas augstienes gala morēnu pauguru apgabalā, bet plūzdamas uz ziemeļiem, tās ar lejasgaliem tek pa samērā līdzenu augstienes platformu, dziļi izvagodamas šīs augstienes virsu. Starp šīm Raunas pietekām jāmin Tāliete, Raunis un Vaive. Arī Vaives upi pavada plata un dziļa senleja, kas pievienojas Raunas senlejai, nākdama no dienvidiem. Pati Rauna ir 47 km gara un nokrīt par 182 m ar vidējo kritumu 3,86 m uz 1 km. Lielā krituma dēļ, Rauna tek ļoti ātri. Raunas lejasgalā pāri upes lejai iet augstākais tilts Latvijā.

Ar apmēram 3 m vidējo kritumu ir arī Amata. Tā sākas Kēču pagastā, Rezguļu ezerā ap 213 m v. j. l. Amatas augšgals likumo starp augstiem gala morēnas pauguriem uz austrumiem pa platām plāvainām leļām. Aptecējusi apkārt Skujenes muižai, Amata pagriežas uz ziemeļiem un turpina tecēt samērā zemos krastos. Pie Zilūču mājām Amata atkal maina savu virzienu, šoreiz uz ziemeļrietumiem.



Raunas upes tilts.

No šī pagrieziena Amatai sākas liela, dziļa grava, kuŗa lejgalā augšējā terrasē pāriet senlejā. Sākot no dzelzceļa tilta, upes gultnē parādās devona dolomīts un smilšakmens. Klinšu kraujas kļūst sevišķi augstas lejpus šosejas. Tuvojoties ietekai, dolomīti krastu kraujās izzūd; te valda tikai smilšakmens, kas sevišķi impozantu ainu dod Zvārtes klintīs. Ap 3 km lejup no šosejas ierīkota spēkstacija.

Ar savu baseinu Amata atgādina Raunu: tāpat kā Rauna Amata vienā posmā tek uz ziemeļiem, tāpat kā Raunas pietekas arī galvenās Amatas pietekas tek uz ziemeļiem, un Amata tās uztver ar savu kreiso krastu. Kreisajā pusē Amatai ir sek. pietekas: D a d ū p e, K u n i a d a, N e d i e n a un M e r g u p e. Amata ir garāka par Raunu, Amatas garums ir 63 km; par to atkal Raunas baseins ir 418 km², bet Amatas — 380 km².



Amatas dolomīti (augšā) ar smilšakmeņiem.

Par abām iepriekšējām Gaujas pietekām īsāka ir Līgatne. Lai gan tai iztekas augstums ir zemāks (ap 188 m v. j. l.), tomēr, nelielā gaŗuma dēļ, tai neparasti liels kritums — 5,5 m uz 1 km; šim lielajam kritumam atbilst arī liels tecējuma straujums. Arī Līgatnes lejgalā ir smilšakmens klintis. Lielā krituma dēļ, arī Līgatnes pietekai no labās puses, Ķigaru upītei ir plata erōzijas grava. Lejpus minētās pietekas Līgatnes upe ieslīd līdzenā pamatmorēnas apgabalā, kurū dziļā upes grava skaisti izrotā.

Nākošām Gaujas pietekām, Lorupei un Vītiņu upei, kas abas gul vairāk uz dienvidiem no Līgatnes, jau arī sākumi gul līdzenumā. L o r u p e s ieteka Gaujā ir dažus kilometrus lejpus Siguldas. Ar savu skaisto leju Lorupe pavairo Siguldas apkārtnes krāšņumu. Arī te būtu jāizskauž no ģeografijas grāmatām nosaukums „Vidzemes Šveice“, jo Gaujas ieleju pie Siguldas tagad apzīmē par Siguldas nacionālo parku. Vītiņu upe jau līkumo līdzenuma joslā, ko klājuši senie nosprostu ezeri. Tās sākumi žuburojas senā krasta piekājē, kur atrodas arī smilšakmens un dolomīta robeža. Satekas žubura apgabalā gul arī Allažu šūnakmens. Viens no satekas zariem sākas ar skaistiem avotiem, kas iztek no dolomīta slāņiem, netālu no dzirnavām, ko dzen šo avotu ūdens. Šos avotus parasti uzmeklē arī eks-

kursijas, kas nāk vērot ģeoloģiskā ziņā bagāto Allažu-Inčukalna apkārtni.

Valmieras — Inčukalna posma labajā pusē vēl Jumeras upe savāc ūdeņus no drumliņu apgabala purvainām plāvām. Prāvais ūdens daudzums pavasaros tai palīdzējis izgrauzt upes leļgalā grāvu ar lēzeniem krastiem, kurā vietām atsedzas smilšakmens klintis. Jumeras ieteka ir ap 6 km lejpus Valmieras. Tālāk lejup Gauja uzņem no labās puses vairākas pietekas, kās novada vairāku lielāku ezeru ūdeņus. Tādas notekas ir, piem., Vaidavas un Rustega ezeram.

Prāvāku apgabalu Gaujas baseinam pievieno Brasla. Brasla sākas ap 86 m agstumā smilšakmens platformā Vidzemes rietumos. No ledus laikmeta Braslas baseinā palikušas platas vagas, kas pa daļai nosaka pašas Braslas un tās pieteku tecējuma virzienu. Tā baseina augšgalā vagu virziens ir no ziemeļiem uz dienvidiem, un tādā virzienā arī tek Brasla savā augšgalā un tās pieteka Jūgupe. Abas tās sākas apgabalā starp Katvara un Rāķa ezeriem, abas tās likumo pa platām leļām, līdz satek kopā pie Vainižu muižas. Turpmākā ceļā Braslas tecējums ir ļoti bagāts lieliem likumiem, te pa labi, te pa kreisi. No kreisās puses Brasla uzņem vēl Rožupi, bet no labās — Nabi un Juglu. Naba tek pa ledus laikmeta vagu un sākas Sārumezerā. Netālu no Sārumezera sākas arī Jugla. Līdz Juglas ietekai Braslai ir pavisam citāds raksturs kā augstienes upēm — Raunai, Amatai un Līgatnei. Brasla minētā posmā ir tipiska līdzenumu upe ar vidējo kritumu ap 1 m uz 1 km. Sākot no Inčukalna—Straupes lielceļa, Braslas kritums sāk pieaugt un sasniedz leļgalā ap 2 m uz 1 km. Te leļgalā Brasla izgrauzusi savai gultnei skaistu kaņjonu rūsġanā smilšakmens klintīs. Gravas skaistumu vēl pavairo Braslas nosprostotie ūdeņi, jo te ierīkota Braslas spēkstacija. Lai Braslas upei ir 560 km² liels baseins, tomēr vasarās tās ūdeņi apsīkst, un spēkstacijas elektrības slogs jāsamazina, kas ir raksturīga parādība vairākām mūsu spēkstacijām.

Brasla ietek Gaujā, notecējusi ap 62 km no savas iztekas.

Leļpus Braslas ietekas Gaujas baseinam labajā pusē jāsašaurinās, jo Gaujai samērā tuvu pienāk Vidzemes piekrastes upju iztekas — Pēterupes un Puskas satekas. Tomēr vairāk par 20 km garu tecējumu paspēj attīstīt Loģe. Loģe savāc savas attekas Jērkules ezerā un met lielas cilpas Inčukalna — Raganas šosejas rietumu pusē. Dažus kilometrus no ietekas tā šķērso šoseju un iet tagad šosejai līdzteku, vietām parādot, ka tā dziļi iegrauzusies smilšakmens klintīs.

Gauja Rīġas zemumā. Leļpus Inčukalna Gaujas baseins sašaurinās abās pusēs, jo te upē neieplūst neviena prāvāka pieteka. Te

Gauja ieslīd smilšainā zemumā. Gaujas senleja neizbeidzas tieši pie Inčukalna, bet upi pavada vēl dažus kilometrus lepus smilšainas kraujas nelielā augstumā. Upes gultnes krasti zemienē kļūst lēzeni, pati upe paplašinās. Daudzās vietās no smilšu sērēm gultnē veidojas zemas salas. Krastu ainavas atdzīvina slokšņu mālu slāņi nelielās kraujās ap Ilķēnu muižu. Tuvojoties Baltezeram, Gauja strauji pagriežas uz ziemeļrietumiem un tādā virzienā arī ietek jūrā. Lielā smilšu daudzuma dēļ, ko tā nerimstoši veļ uz jūras pusi, Gaujas ieteka ir ļoti sekla. Lai grīvā varētu iebraukt liellaivas un jachtas ar dziļāku peldi, tā reizi pa reizei jāpadziļina. Ir izsacītas domas, ka aizvēsturiskos laikos Gauja ieplūdusi Daugavā cauri Baltezeriem un Ķīšezeram. Grīvas nobīdīšanu tagadējā vietā izskaidro ar vēju un ceļojošo kāpu darbību. Ticamāki ir, ka Gaujai jūras tuvumā bijušas vairākas attekas. Viena no tām tapusi par ieteku, citas attekas aizbērtas smiltīm. Domājams, ka atteku žuburi bijuši Gaujai arī netālu no grīvas labajā pusē, kur tagad ir vesela virkne ezeru.

Dažās Gaujas baseina upēs dzīvo divas gliemeņu sugas, kurās var sastapt pērles; šīs gliemenes ir *Margaritana margaritifera* L. un *Unio crassus* R.

Gaujas ūdensceļš. Kuģošanai Gauja neder sava sekluma un daudzo līkumu dēļ. Gaujā ir arī dziļākas vietas — dzelmes, bet tādi dziļi posmi nav garī, un tie drīz vien izbeidzas atkal ar seklām vietām. Liela nozīme ir Gaujai koku pludināšanā, jo tās piekrastes joslās klājas milzīgas mežu platības. Katru gadu pa Gauju nopludina



Pludināmo koku sastrēgums Gaujā.

milzumlielu daudzumu baļķu un malkas. Vispirms vasaras sākumā pludina baļķus un pēc tam malku. Baļķu un malkas pludināšanā vienāds papēmiens: kaut kur lejpus malkas iegāšanas posma ierīko tā saukto ragati, t. i. upes straumi šķērsām nosprosto baļķiem. Malka lēni peld pa straumi, vietām sagraūžas šaurākās upes vietās un apstājas, bet tā daļa, kas turpina peldēt, krājas pie ragates. Upes posmu līdz ragatei apstaigā koku pludinātāji, likvidē sastrēgumus un atgrūž malku no sēkļiem. Kad tā visa malka salasījusies pie ragates, to atveļ un ļauj malkai peldēt tālāk, bet ragati ierīko atkal citā vietā lielu gabalu lejup.

Vidzemes piekrastes upes.

No Rietumvidzemes platformas uz Rīgas līci dodas vairākas upes. Tās sākas 30—60 m augstumā virs jūras līmeņa un ar saviem augšgaliem atūdeņo morēnu apgabalus, bet ar lejgaliem noslīd piejūras zemienes joslā, kuŗu Baltijas jūras stadiju transgresijas nokļājušas ar smilšu segu. Dažas Vidzemes piekrastes upes tek pa mežainiem apgabaliem. Kritums upēm pastiprinās lejgala posmā, kur tām jānolaižas jūras pēdējās atkāpšanās terrāsē. Grīvās tām jācīnās pret smilšu aizbērumiem, ar ko tās pastāvīgi apdraud vējš.

Vidzemes piekrastes upju apskati sāksim no dienvidu gala. Vistuvāk Gaujas ietekai pienāk P u s k a. Tā sākas nelielā dzirnavu dīķī ziemēļos no Sējas muižas, lēzenu uzkalnu apgabalā. Puska drīzi vien ieslīd mežainā apgabalā, kuŗam dodas cauri uz Dūņu ezeru. Dūņu ezers savienots ar Lilastes ezeru, kam pie Lilastes dzirnavām ir noteka uz jūru. Puskas gaŗums pārsniedz 25 km. Lielākā posmā pa morēnu apgabalu tek P ē t e r u p e, kas sākas mežu pļāvās starp lielo Langas purvu un Aģes ezeru ap 55 m augstumā v. j. l. Sākumā Pēterupe tek uz dienvidiem, uzņem kreisajā pusē pieteku T a r u p ī t i, pēc tam pagriežas uz rietumiem un met līkumu ap Bīriņu un Pabažu muižu. Ap 40 m v. j. l. netālu no Pabažu m. upe nolaižas pirmajā piekrastes terrāsē. Grīvā vēji ar smilšu palīdzību pagriezuši upes galu uz dienvidiem. Pēterupe savā 40 km gaŗumā tek ar vidējo kritumu 1,38 m uz 1 km. Pie grīvas novietojies Pēterupes ciems.

No Pēterupes ciema pāri km uz ziemeļiem, pie Saulkrastiem, jūrā ietek K ī š u p e. Sākumā tā saucas par Virsupi un iztek no Langas purva ziemeļu turpinājuma. Iztekas augstums drusku pārsniedz 50 m. Sākumā Virsupe tek uz ziemeļrietumiem, lai netālu no Vidrižu pag. valdes nolaistos pirmajā piekrastes zemienes terrāsē ar padziļāku leju. No šejienes Kīšupe tek dienvidrietumu virzienā; nokā-

pusi pēdējā terrasē, tā tek rietumu virzienā. Tā likumodama Ķišupe sasniedz ap 30 km garumu. No kreisās puses tā uzņem pieteku Ķidurgu.

Ķišupei ziemeļos zarojas Aģes baseins. Aģe sākas Lēdurgas ezerā, bet grāvji pievada tai arī Aģes ezera ūdeņus. Lēdurgas ezera līmenis ir ap 54 m v. j. l. Aģe sākumā tek uz ziemeļrietumiem; tādu virzienu tai diktē ledus laikmeta ieleja, pa kuru tā tek šinī posmā. Neliela pieteka no labās puses tai pievada arī Aijažu ezera ūdeņus. Atstājusi minēto ieleju, Aģe pagriežas uz dienvidrietumiem un uzņem labajā pusē pieteku Toru. Jūras transgresijas joslā arī Aģe sagriežas taisni uz rietumiem. Pirms pēdējā pagrieziņa Aģē ieplūst labajā pusē pieteka Mazupīte. Tā Aģe savāc 184 km² lielu baseinu; garums tai ap 44 km.

Tālāk uz ziemeļiem, no Aģes ietekas līdz Vītrupei, jūras transgresijas joslu šķērso vairākas īsas nelielas upītes; prāvākā no tām ir Lielupe, kas tek vietām pa labi iezīmētu gravu; tās garums ir ap 15 km.

Vēl prāvāku garumu — 34 km — sasniedz Vītrupe, kas sākas Jumpravmuižas subglaciālās vagas ezeros. Riebezera augstums ir ap 37 m v. j. l.; šinī ezerā sākas Vītrupe. Lielā posmā Vītrupe tek uz ziemeļrietumiem, sekodama kādas leduslaikmeta vagas platai gaitai; pie Ķirbižu muižas ieslīd jūras transgresijas joslā un pagriežas uz rietumiem. Piekrastes joslu starp jūru un Vītrupī atūdeņo īsas upītes: Kurliņupe, Mazurga, Lielurga un Lepsturga, bet ziemeļos no Vītrupes tek Uņģēne.

No visām Vidzemes piekrastes upēm lielākais baseins ir Svētupei — ap 430 km². Savu plašo pieteku zarojumu Svētupe noguldījusi ziemeļos no Limbažiem un Pociema, apgabalā, kas senāk atradies zem ledāja nosprostu baseina ūdeņiem. Šis apgabals vēl arī tagad bagāts purviem, purvainiem mežiem un ezeriem. Svētupe sākas Limbažu Dūņu ezerā, kas guļ ap 49 m v. j. l. Dūņezers savienots arī ar Lielezeru. Abi šie ezeri guļ subglaciālā vagā. Interesanta ir Svētupes pieteka, kas nāk no Puikules apkārtnes paralēli Pociema — Tilgažu gala morēnas joslai un raida šinī joslā vairākas sānu pietekas. Svētupei leļpus Šķirstiņu muižas un vairākām Svētupes pietekām ir paprāvas ielejas. Senlejas raksturs ir Svētupes pietekas Ārupītes augšgalam (kreisās puses pieteka). Līdzīgi Vītrupei Svētupe sākumā tek uz ziemeļiem un ziemeļrietumiem, bet leļgalā tā seko visu citu lielāko Vidzemes piekrastes upju pagriezienam un novirzās uz rietumiem. Leļgalā tai divas ietekas: viena dodas uz jūru, otra pa Jaunupi uz Salaces upi.

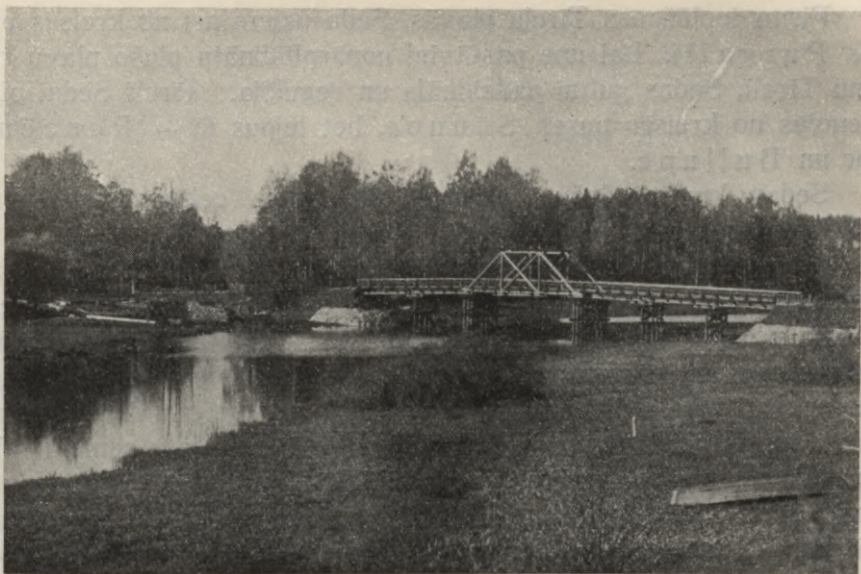
Salacas baseins.

Salacas upju sistēma zarojas Vidzemes ziemeļrietumu smilšakmens platformā. Salacas baseinā svarīga nozīme ir Burtnieku ezeram; tas kā liels rezervuārs uzņem sevī vairāku paprāvu upju ūdeņus. Salacas uzdevums ir šos ūdeņus novadīt tālāk uz jūru. Salacas baseina upēm ir raksturīgi, ka to iztekas nav paceltas augstienes, bet sākas minētā platformā 40—80 m v. j. l., tāpēc šo upju kritumi ir mazi, bet tomēr daudzās vietās, kur morēnu sega plānāka, upes iegrauzās smilšakmens klintīs un veido krāšņas krastu ainavas. Salacas baseinu austrumos un dienvidos ierobežo Gaujas un Svētupes pietekas, ziemeļos ūdensšķirtne līkumo pa robežu starp Igauniju un Latviju, atkāpdamās drusku te vienā, te otrā pusē. Tāpēc tās upes, kas pienāk Salacas baseinam no ziemeļiem, pa lielākai daļai pieder Latvijai visā garumā; pat Rūja, kas sākas Igaunijā, novietojusi savu izteku netālu no robežas. Salacas baseins ir ap 3570 km² liels.

Vistālāk uz dienvidiem Gaujas baseinā ielaužas *Briede*, kas ietek Burtnieku ezerā. Briede sākas Baužu ezerā ap 62 m v. j. līmeņa. Sākumā tā līkumo pa platām purvainām lejām, kuņas izrāvuši ledāja kušanas ūdeņi Augstrozes-Dauguļu gala morēnas joslas austrumu pamalē. No šīs gala morēnas joslas Briede uzņem divas pietekas: Sprēstiņu upi un Dikļu upi.

Sprēstiņu upe sākas starp gala morēnas pauguriem, kuru augstums pārsniedz 100 m v. j. līmeņa. Lejgalā tā tek pa senlejas posmu un pie Mazbrenģu muižas pievienojas Briedei. Dikļu upe sākas Augstrozes Mazezerā, pēc tam tā šķērso lielo Madiešēnu purvu un met līkumu uz ziemeļiem, lai apkārt gala morēnas joslas paaugstinājumam nokļūtu lielajā purvainajā ieplakā, kas plešas ziemeļrietumos no Zilā kalna. Šinī ieplakā tā pievienojas Briedei. Te Briedē ieplūst arī *Kelderu upīte*, nākdama no ziemeļrietumiem. Ieplakas ziemeļu gals ieguldīts drumliņu ainavās, kas sevišķi pastiprinās ieplakai austrumos. Lai nokļūtu no ieplakas Burtnieku ezerā, Briedei jāielaužas drumliņu apgabalā un jāpārgrauz dažī drumliņu garenie sliekšņi. No kreisās puses tā uzņem vēl *Ziedeni* un *Pučurgu*. *Pučurga* sākas drumliņu ainavu ielejās dienvidrietumos no Burtnieku ezera un tek gar *Matīšiem*. Devona ieži upes gultnē atsedzas tikai Briedes lejgalā, netālu no ietekas. Briedes garums no Baužu ezera līdz ietekai ir ap 45 km; tās līkumainuma koeficients ir 1,3.

Burtnieku ezers ieguldīts apgabalā, kuņa slīpums noliekts uz zie-



Sedas tilts pie Vārnas.

meļaustrumiem. Rietumu piekrastē upes netek uz ezera pusi. Ezeram rietumu apvidu atūdeņo Salacas pietekas; toties dienvidu un austrumu malā, starp Briedi un Sedu, uz Burtnieku ezeru dodas vairākas upītes, kas salasa savus ūdeņus lejās starp drumliņu pauguriem. No tām lielākās iet gar Ēķina muižu dienvidos un gar Dūres muižu ezera rietumos.

Daudz ūdeņu Burtnieku ezeram nes S e d a, kas ieplūst ezera ziemeļu galā, nākdama no austrumiem. Sedas sākums iespraužas starp Valku un Gauju un tuvojas Igaunijas robežai. Te purvainos mežos izteka salasa savus ūdeņus. Iztekas absolūtais augstums ir ap 48 m. Raksturīgi, ka Sedai jau pašā sākumā ir ļoti mazs kritums. Notecējusi no iztekas līdz Rīgas-Valkas dzelzceļa tiltam 12 km, tā nokrīt tikai par 0,9 m, vai caurmērā 0,07 m uz 1 km. Arī turpmākā ceļā kritums daudz nepalielinās, un 64 km garai Sedai vidējais kritums ir 0,1 m (Briedei vidējais kritums ir 0,38 m). Sedas līkumainuma koeficients ir 1,19, kas drusku mazāks par Briedes. Lejpus minētā dzelzceļa tilta Briede met likumu uz ziemeļiem un tuvojas Ērgemes gala morēnas joslai, kas guļ ziemeļos no lielā Tīreļa. No šīs gala morēnas joslas nākdama, Sedai pievienojas pieteka Ē r ģ e m e. Sākdamās Omuļu muižas tuvumā, Ērgeme atūdeņo Latvijas pierobežas joslu, bet atļauj ienākt Latvijā P e d e l e i, kas pie Valkas atgriežas atkal Igaunijā, lai pievienotos Emas upei.

Pirms ieplūšanas Tīreļa plāvās, Seda uzņem arī no kreisās puses Purgaili. Lai upe pastāvīgi nepārplūdinātu plašo plāvu rajonu Tīrelī, Sedas gultni padziļināja un regulēja. Tīrelī Sedai pievienojas no kreisās puses Sūnupe, bet leļpus tā — Rencēnu upe un Buļļupe.

Sedas krastos leļpus Vārnas, pie Spīga celtuves, atsedzas smilšakmens klintis.

Rūja iztek no Rūjas ezeriņa Igaunijā, netālu no robežas. Šī ezera absolūtais augstums ir ap 72 m. Rūjas apgabalā Latvijas teritorijā novērojams virsas svītrojums NW—SE virzienā. Šis svītrojums ceļas no drumliņu ainavām, kas plešas dienvidos un ziemeļos no Rūjienas. Šim apgabalam ir arī raksturīgas lielas ielejas starp drumliņu mugurām. Vietām šīm ielejām ir platu senleju raksturs, jo tās plašos apmēros vadījušas ledāja kušanas ūdeņus. Ienākusi Latvijā, Rūja ieslīd vienā no tādām leļām, pievieno sev no labās puses pieteku Randaļu un dodas pa lielo ieleju uz dienvidaustrumiem, ieplūdinādama sevī no kreisās puses Juldrugu. Bet tālāk aiz Naukšēniem šinī virzienā virsas slīpuma apstākļi ir tādi, kas upēm liek tecēt pretējā virzienā, t. i. no dienvidaustrumiem uz ziemeļrietumiem. Tādā virzienā no Veckārķu purvainiem mežiem uz Naukšēnu pusi nāk Kira. Netālu no Naukšēniem Kira uzņem Acupīti ar Gulbeni, kas atūdeņo ļoti plašo mežaino apgabalu pie robežas joslā starp Gulbenes upīti un Veckārķiem.

Pēc savienošanās ar Kiru Rūja maina virzienu un pagriežas uz rietumiem, lai rietumos no Rūjienas nolaistos atkal platā leļā, pa kuļu tā var aizklūt uz Burtnieku ezeru. Nonākusi pie šīs leļas, Rūja atkal maina savu virzienu un pagriežas uz dienvidiem. Leļpus Rūjienas tā uzņem labajā pusē pieteku Saprāšu, kas nāk no ziemeļrietumiem.

Platajai leļai, kuļā Rūja ienāk pēc pēdēja pagriezienu, ir senleļas raksturs. Tās krasts labi vērojams pie Pantenes. Šo leļu pārklāj purvainas plāvas. Palu laikā un lietainos rudenos tā atgādina milzīgu ezeru. Starp Naukšēniem un Rūjienu Rūjai jāšķērso drumliņu pauguru josla, tāpēc vietām te bagātākas krastu ainavas ar padziļu gravu, piem., pie Ģeru muižas. Savā leļgalā Rūja uzņem vairākas nelielas pietekas; prāvākā starp tām ir Ole, kuļā iet gar Oleļiem. Rūja ieplūst Burtnieku ezerā netālu no Sedas grīvas. Rūjas gaļums ir ap 63 km, tās likumainuma koeficients ir samērā liels — 1,8; vidējais kritums ir 0,49 m uz 1 km.

Salaca. Mēs redzēļām, ka Briede, Seda, Rūja un citas mazākas upes nes Burtnieku ezeram savus ūdeņus. Salaca tos aizvada uz



Salacas izteka no Burtnieku ezera. Vidū (X) Rīņukalns.

jūru, bet pa ceļam tā zarojas pietekās, lai atūdeņotu Ziemeļvidzemes rietumu galējo stūri, kas robežojas ar Igauniju. Salaca sākas Burtnieku ezerā ar nesamērīgi lielu platumu; šis platums te ir ap 100—150 m, bet dažus km no iztekas, lejpus Vecates tilta, upe tek jau ar savu parasto platumu. Lai ezers labāki sūktu savu sateku upju ūdeņus, lai pļavas un lielās lejas ap šīm upēm kļūtu sausākas, ezera līmenis pazemināts, padziļinot Salacas augšgalu. Tālākā ceļā upei tomēr palikuši daudzi sēkļi, kas padara kuģošānu pa Salacu neiespējamu. Tā noder galvenā kārtā balķu un malkas pludināšanai pavasaros, lielā ūdenī.

Salacas garums ir ap 94 km, tās likumainuma koeficients ir 1,8; tas nozīmē, ka likumojot Salaca kļūst gandrīz divi reizes garāka par attālumu no iztekas līdz grīvai gaisa līnijā.

Salacas grīva noguldīta drusku vairāk uz dienvidiem par izteku; nevis uz dienvidiem met upe savus likumus, bet gan uz ziemeļiem. Pirmo likumu uz ziemeļiem tā sāk mest jau no savas iztekas, tuvojas Lielpurvam, kas nogulies pie Igaunijas robežas, bet atgriežas atpakaļ vairāk dienvidos pie Staiceles. Starp Staiceli un grīvu Salaca met otru likumu uz ziemeļiem, sasniedzot līkuma galotnē Rencēnus. Tā likumot Salacai liek gan virsas slīpuma apstākļi, gan devona smilšakmens sliekšņi, ko upe sastop savā ceļā. Devona smilšakmenī Salaca iegrauzusies vairākās vietās. Sevišķi krāšņi krastu skati ir lejpus Mazsalacas ar pazīstamā „Skaņā kalna“

smilšakmens klintīm un ar Velna alu netālu no šī kalna. Kad gar Mazsalacu sāks iet dzelzceļš, tā, savas krāšņās dabas dēļ, ar laiku var izvērsties par skaistu atpūtas vietu pilsētniekiem vasarā, kā arī par tūristu ceļojumu mērķi.

Salaca tek ar vidējo kritumu 0,43 m uz 1 km. Ūpes ūdensspēku dzirnavu vajadzībām pagaidām izmanto maz. Ievērojams rūpniecības uzņēmums, kas izmanto Salacas ūdensspēku, ir Staices papīrfabrika.

Grīvas tuvumā Salaca sasniedz ap 200 m lielu platumu. Grīvā ierīkota osta, un te izaugusi Salacgrīvas pilsētiņa. Salacgrīvu jūra piedzen ar smiltīm, kas kavē ienākt ostā prāvākiem kuģiem. Caur Salacgrīvas ostu izved daudz malkas un baļķu. Ar zvejniecību Salacā nodarbojas galvenā kārtā lejgalā, kur ierīkoti nēģu tači.

Salaca attīstījusi savu pieteku tīklu ir labajā, ir kreisajā pusē. Kreisajā pusē Salacā ieplūst Kirele, Iģe, Korga un Jaunupe. Garākā no tām ir Iģe, kurai garums ap 30 km. Tā ar savu izteku tuvojas Braslas baseinam un sākas netālu no Rāķa ezera. Pie ietekas Salacā tās labās puses pietekas iegrauzušās smilšakmenī. Šīs sānu gravas palīdz izrotāt Salacas krastus ar klintīm. Jaunupe ir kanālis starp Svētupi un Salacas lejgalu. Labajā pusē jāmin: Ramata, Piģele, Dzirnupe un Mālupe. Šīs pietekas dzirda purvi un ezeri, kas iegulušies ūdensšķirtnē ap Igaunijas robežu.



Skapaņais kalns Salacas krastā.

Krievijas pierobežas upes Latvijā.

Krievijas pierobežas upes pieder Veļikajas upes baseinam, kas zarojas uz dienvidiem no Pliskavas ezera. No upēm, kas pieder arī Latvijai, visvairāk uz dienvidiem aizstiepjās Zilupe. Tā sākas Krievijā, lielajā Osvejas ezerā, kuŗa absolūtais augstums ir ap 131 m. Tecēdama uz ziemeļiem, Zilupe ienāk arī Latvijā Ludzas apriņķī. Turēdamās tuvu robežai, tā Latviju atstāj tā paša apriņķa robežās. Starp abiem robežas šķērsojumu punktiem gaisa līnijā ir ap 48 km. Nelielos posmos Zilupe kalpo arī par robežupi. No Zilupes stacijas līdz Zaļesjei upi pavada ap 1 km plata senleja, kas dod skaistākas ainavas upes vienmuļajiem krastiem. Zilupe, kā arī citas pietekas, kas pieder Latvijai, pievienojas Veļikajai no kreisās puses.

Rītupe (Ūdrupe) sākas Latvijā Latgales augstienē, ap 138 m v. j. l. Ar savas iztekas satekām tā dzeŗ Cirmes un Berzigales ezeru ūdeņus. Tālākā ceļā tā nolaižas līdzenumā un tek pa Jaunlatgales apriņķi. Te līdzenumā vietām Rītupes gultni izrotā devona kaļķakmeņi un dolomīti. Notecējusi Latvijas teritorijā 125 km, Rītupe ieiet Krievijā.

No labās puses Rītupe uzņem Ludzu, kas sākas Ludzas ezerā; ezera līmeņa absolūtais augstums ir ap 135 m. Ludza lielā posmā kalpo par robežupi un Rītūpei pievienojas Krievijā. Latvijas teritorijā Ludza sasniedz kopā ar robežas posmu 117 km garumu. Arī Ludzas krastos atsedzas devona iežu klintis. Rītupe no labās puses uzņem arī L a d u, kas visa pieder Latvijai.

Latvijas ziemeļrietumu pierobežas joslu palīdz atūdeņot arī Veļikajas pietekas: Kuchva, Vjada un Kūdupe. Šo upju gultnēs atsedzas devona kaļķakmens. K u c h v a jau visa pieder līdzenumam, jo tās sākums ir tikai ap 98 m augstumā, tomēr tā sasniedz līdz robežai 91 km garumu. Savā garajā ceļā Kuchva uzņem no kreisās puses vairākas pietekas; starp tām minamas: R i k a un Ļ u d o n k a. Kuchvas vidējais kritums 0,6 m uz 1 km raksturo krituma apstākļus Krievijas pierobežas upēm vispār. Tikai V j a d a i tas ir prāvāks (1 m uz 1 km) un arī tās pietekām. No Vjadas pietekām ievērojamākās ir: labajā pusē Kira (59 km), bet kreisajā — L i e p n a (47 km), V o r o ņ a (48 m) un O p o č n a (29 km). Pati Vjada no ūdensšķirtnes ar Balvupi līdz Krievijas robežai tek 67 km. No Kūdupes Latvijai pieder tikai tās sākums. Kūdupe papriekšu met līkumu Igaunijā un pēc tam tikai ieiet Krievijā, lai pievienotos Veļikajai.

No Veļikajas pietiekām Latvijas teritorijā lielāko baseinu apvieno Ludza 1411 km²; arī Vjadas un Rītupes baseini pārsniedz 1000 km².

Krievijas pierobežas upju saimniecisko nozīmi mazina tas, ka šīs upes ieplūst citas valsts teritorijā, un koku pludināšanai tāpēc tās var izmantot tikai aprobežotos apmēros.

Literatūra.

1. Hidrometriskie novērojumi Latvijā. Sakopojis P. Stakle. Jūrniecības departamenta izdevumā. 1931. g.
2. Latvijas upju profili un upju ieleju plāni. Dabūjami ieskatam Jūrniecības departamentā.
3. Latvijas elektrifikācijas pamati. Sakopojusi Latv. nacionālā spēku komiteja.
4. Raksti par Daugavu. I. M. skolu mūzeja izdevums. 1932. g.
5. Raksti par Gauju. I. M. skolu mūzeja izdevums. 1933. g.
6. Raksti par Kurzemi. I. M. skolu mūzeja izdevums. 1935. g.
7. K. Ašmanis. Gauja. „Jaunais zinātnieks“. 1930. g.
8. J. Delle. Venta un Abava. „Jaunais zinātnieks“. 1932. g.
9. N. Delle. Devona formācijas nogulumi Gaujas baseinā. 1935. g.
10. Fr. Dravnieks. Lielupe. „Jaunais zinātnieks“. 1932. g.
11. R. Cukurs. Burtnieku ezers un tā upes. „Jaunais zin.“ 1930. g.
12. M. Gūtmanis. Daugavas krāču izcelšanās. Latv. ūniv. raksti. 1926. g.
13. A. Jankevica. Talsu novada hidrografija. Talsu novads. 1935. g.
14. A. Kursītis. Lubānas ezers un tā līmeņa pazemināšanas problēmi. 1930. g.
15. Ģ. Ramanis. Daudzi raksti par Latvijas upēm Konversācijas vārdnīcā.
16. L. Slaucītājs. Par Apukalna-Alūksnes augstumu apgabala morfometrija un hidrografija. Ģeogr. raksti. 1934. g.
17. L. Slaucītājs. Daugavgrīvas apkārtnes fiziski-ģeografisks raksturojums. 1935. g.
18. L. Slaucītājs. Par Rīgas jūras līča termiskajiem apstākļiem un sāļumu. Ģeogr. raksti. 1935. g.
19. L. Slaucītājs. Pie jautājuma par Gaujas izteku. Daba un zinātne, 5. 1935. g.

20. I. Sleinis, K. Ašmanis, N. Delle, J. Siliņš un V. Lamsters. Daugava. „Jaunais zinātnieks“. 1933. g.
21. I. Sleinis. Daugavas baseins. Raksti par Daugavu. 1932. g.
22. I. Sleinis. Kvartārs Gaujas baseinā. Raksti par Gauju. 1933. g.
23. I. Sleinis, Kursas virsas veidošanās kvartārā. Raksti par Kurzemi. 1935. g.
24. I. Sleinis. Programma dzimtenes upju, ezeru un purvu pētīšanai. 1933. g.
25. P. Stakle. Ūdens noteces daudzums Latvijas upēs. 1928. g.
26. P. Stakle. Daugavas hidroloģiskais režims. 1930. g.
27. P. Stakle. Ledus apstākļi Latvijas upēs. 1933. g.
28. P. Stakle. Priekšdarbi Daugavas spēkstacijas izbūvei. 1931. g.
29. P. Stakle. Ģeoloģiski pētījumi Daugavas krastos. 1934. g.
30. P. Stakle. Aiviekstes hidrocentrāle. „Zemn. domu“ izd. 1935. g.
31. P. Stakle. Ķeguma spēkstacija. Konversāc. vārdnīcā.
32. M. Skujenieks. Latvija. 1927. g.
33. V. Zāns. Daugavas ielejas ģeoloģija. Konversāc. vārdnīcā.

Baltijas jūra.

1. Īss vēsturisks un kartogrāfisks apskats.

Baltijas jūra kā atsevišķs baseins uz pirmajām pasaules kartēm iezīmējas II. g. s. pēc Kristus. Ptolomejs to nosauc gan par Venutu (Vendu) jūru — Sinus Venutus. Bremenes Ādama kronikā 1070. g. pirmo reiz parādās nosaukums Mare Balticum.

Izskatu ar noteiktākām kontūrām Baltijas jūra uz kartēm iegūst stipri vēlāk, ap XVI. gadu simteni, kad iznāk piem. Olaja Magnusa karte (1539. g.) un vairākas holandiešu jūras kartes Eiropas piekrastei.

Pirmās atsevišķas Baltijas jūras kartes parādījušās XVII. g. simteņa vidū, zviedru valodā un vecākā no tām ir zviedru flotes vadoņa Johana Mansana izdotā 1644. gadā. Kartei pieliktā locija



Ptolomeja pasaules karte.



Izgriezums no XVI. gadu simta holandiešu Ziemeļu un Baltijas jūras navigācijas kartes.

noderēja vēl līdz 1721. gadam. 1694. gadā zviedru admirālis Rozenfelds izdevis jaunu Merkatora projekcijas Baltijas jūras karti. Vispār labākās jūras kartes Baltijas jūrai toreiz bija holandiešiem un zviedriem.

Piegriežoties Baltijas jūras mūsu piekrastes ūdeņiem, mināmi hidrografa Šonbeka (1705. g.) un pēc tam (1746.—1752. g.) kapteiņu Nagajeva ar Vinkova darbi; tie uzsāka daudz maz noteiktāk

kārtot materiālus un izpildīt mērījumus. Vinkova vārdu starp citu sastopam dažu lielāku sēkļu apzīmējumos (Vinkova sēklis — iepretim Ovišiem. Akadēmijas darbinieki noteica galvenās vietās astronomiskus punktus — starp citu arī Rīgā. Nagajevs sastādīja karšu atlantu un loču aprakstu, kas vairākos izdevumos noderēja pāri par 50 gadu. XIX. gadu simteņa sākumā, kad parādījās precīzāki leņķu mērīšanas instrumenti un chronometri, uzsāka Nagajeva karšu labošanu. Rezultātus sakopoja un izdeva jaunu karšu atlantu.

1816.—19. g. Tērbatas astronoms V. Struve izpildīja ievērojamu astronomiski ģeodezisku darbu gar mūsu Rīgas jūras līča austrumu piekrasti, no Rīgas līdz Ainažiem un tālāk arī Igaunijā, noteikdams vairākus astronomiskus punktus kā pamatu sistēmātiskai kartēšanai, un pieslēdza pēc tam darbu arī pirmai mūsu apgabala (Tennera) triangulācijai (1822.—1826.). Ar šo nobeidzās vispārējo, saraustīto, dažreiz arī gadījuma rakstura mērījumu periods. Turpinājoties progresēt instrumentu teknikai un kartografiskās uzņemšanas teorijai (Bessels, Gauss, Ležandrs) hidrografija sāk nostāties uz drošākiem pamatiem. Šie apstākļi ir iemesls tam, ka nodibinājas jauna sistēmātiskās kartografiskās uzņemšanas hidrografiskā ekspedīcija 1828. g.

Ar 1854. gadu lielāku uzmanību vērš Rīgas jūras līcim un Kurzemes piekrastei. Periodā līdz 1859. gadam arī notiek mūsu piekrastes un ūdeņu pamata hidrografiski kartografiski mērījumi. 1854. g. hidrografiskā partija nonāk līdz Svētupei, 1856. g. darbi norit Rīgas jūras līča dienvidus daļā un ap pašu Rīgu. Turpina arī darbus no Ovišiem uz dienvidiem. 1857. gads ir rosīgāko darbu gads mērījumiem Rīgas jūras līcī; strādā kā austrumu un rietumu piekrastēs, tā arī līča vidienē.

Pagājušā gadusimteņa otrā pusē mūsu ūdeņu hidrografijā atzīmējama vēl arī ar lielākas vērības piegriešana bāku dienestam. Atjaunotas un uzbūvētas jaunas bākas. Ilgstošu uzmanību saistīja ieeja Rīgas jūras līcī; sakarā ar to notika mūsu lielākās bākas, Miķelbākas, būve.

Kā atsevišķas nozares izkopšana jāmin sistēmātisku hidrometeoroloģisku un okeanografisku mērījumu uzsākšana XIX. g. s. septiņdesmitajos gados. Starptautiski vienojoties, turpmākos gados izstrādāta sīka programma un vākti materiāli ūdeņu hidroloģiskai, okeanografiskai un klimatoloģiskai pazišanai. Parādījās sakopējumi un apstrādājumi par klimatu, ūdens temperatūru, sāļumu, ledus apstākļiem u. t. t.

Gadu simteņu maiņā uzņem no jauna vēl Kurzemes piekrasti un mērī dziļumus, turpina uzsāktos hidroloģiskos un meteoroloģiskos novērojumus. Neatkarīgai Latvijas valstij nodibinoties, piekrastes un ūdeņu hidrogrāfija, karšu uzņemšana un citi jūras pētījumu darbi pārnāk pilnīgā, pašu latviešu, pārzināšanā un vadībā. Pārmērijot piekrastes kontūras un jūras dziļumus, tagad sastādītas un izdotas jaunas latviešu jūras kartes:

1. Latvijas piekraste, Ventspils—Kolkasrags—Roja. 2. papild. izdevums (vid. mērogs 1:100.000).
2. Rīgas osta (vid. mērogs 1:25.000).
3. Liepājas osta (vid. mērogs 1:10.000).
4. Liepājas piekraste (vid. mērogs 1:25.000).
5. Lielupe, no Jelgavas līdz Bulduru tiltam (vidējais mērogs 1:30.000).
6. Ainaži—Salacgrīva (vid. mērogs 1:25.000).

Sagatavošanā ir jūras karte piekrastei pie Mērsraga un jaunā karte visam Rīgas jūras līcim.

1927.—1928. g. Latvijas jūras ūdeņos izdarīja arī svarīgos sistēmatiskos magnētiskos mērījumus. Magnētisko deklināciju, leņķi starp ģeografisko, uz kartēm uzrādīto, meridiānu un magnētisko, ko rāda kuģa kompass, ja tam atskaita kuģa dzelzs masu radītos novirzījumus, kuģniecībai ir sevišķi svarīgi zināt. Latvijas ūdeņi magnētisko elementu izplatīšanās ziņā uzrāda diezgan sarežģītu ainu. Ja normālās vērtības deklinācijai pašlaik Latvijas jūras ūdeņos ir apm. no 2° E līdz 2° W, tad vietām sastopamas daudzas anomālijas.

Visai Baltijas jūrai dažādas nācījas ir izdevušas kā speciālās jūras kartes, kur atzīmēti dziļumi un kuģošanai vajadzīgie dati, — tā arī vispārējās ģeografiskās vai speciālās kartes atsevišķi un atlantos, kā, piem., hidroloģiskās, jūras klimatoloģiskās u. c.

Bez citām, vispārējām ģeografiskām kartēm, Latvijas piekrastes jūras ūdeņus vēl skar igauņu, angļu, zviedru, vācu, franču un krievu speciālās jūras kartes.

Parasti par jūras karti saucam tādu karti, kuŗa rasēta Merkatora leņķu pareizā cilindriskā projekcijā, kas ir svarīgi kuģošanai; kartes galvenais saturs ir jūras baseins ar sīki uzdotiem dziļumiem un arī praktiskiem norādījumiem par kuģu ceļiem. Ģeografiskais tīkls Merkatora kartē izskatās šāds: meridiāni ir vienādā attālumā stāvošas taisnas līnijas; parallēles arī taisnas, stateniskas meridiāniem. Attālumi starp parallēlēm, ievērojot prasību, lai karte būtu leņķu pareiza, iznāk jo lielāki, jo vairāk attālinamies no ekvatora

un tuvojamies zemes poliem. Merkatora projekciju kartes tomēr nav attālumu un laukumu pareizas: tie uz kartes ir pārspīlēti; tamdēļ, piem., hidroloģiskām vai citām vajadzībām, kur prasam samērīgi pareizus attālumus un laukumus — jūras rasē arī citās projekcijās, kā laukumpareizās Bonnes vai Lamberta u. c. Minētās laukumu pareizās kartīs paralēles attēlojas kā liektas līnijas (apļa loki) un meridiāni vai nu kā taisnes vai arī kā sevišķas līknes.

Bez jūras kartografiskiem darbiem Latvijas iestādes strādā pie citiem pētīšanas darbiem. Krāj novērojumus un apstrādā datus par ūdeņu fizikālām īpašībām, kā siltuma apstākļiem, sāļumu, blīvumu, ūdens sastāvu, gāzu saturu, caurspīdību, krāsu, jūras dināmiskām parādībām — viļņošanās, strāvām, jūras klimatoloģiskām īpašībām un t. t. Kā atsevišķa svarīga nozare ir hidrobioloģija, kas pēta organiskās dzīves norises jūrā.

2. Baltijas jūra, kā baseins, tās krasti un salas.

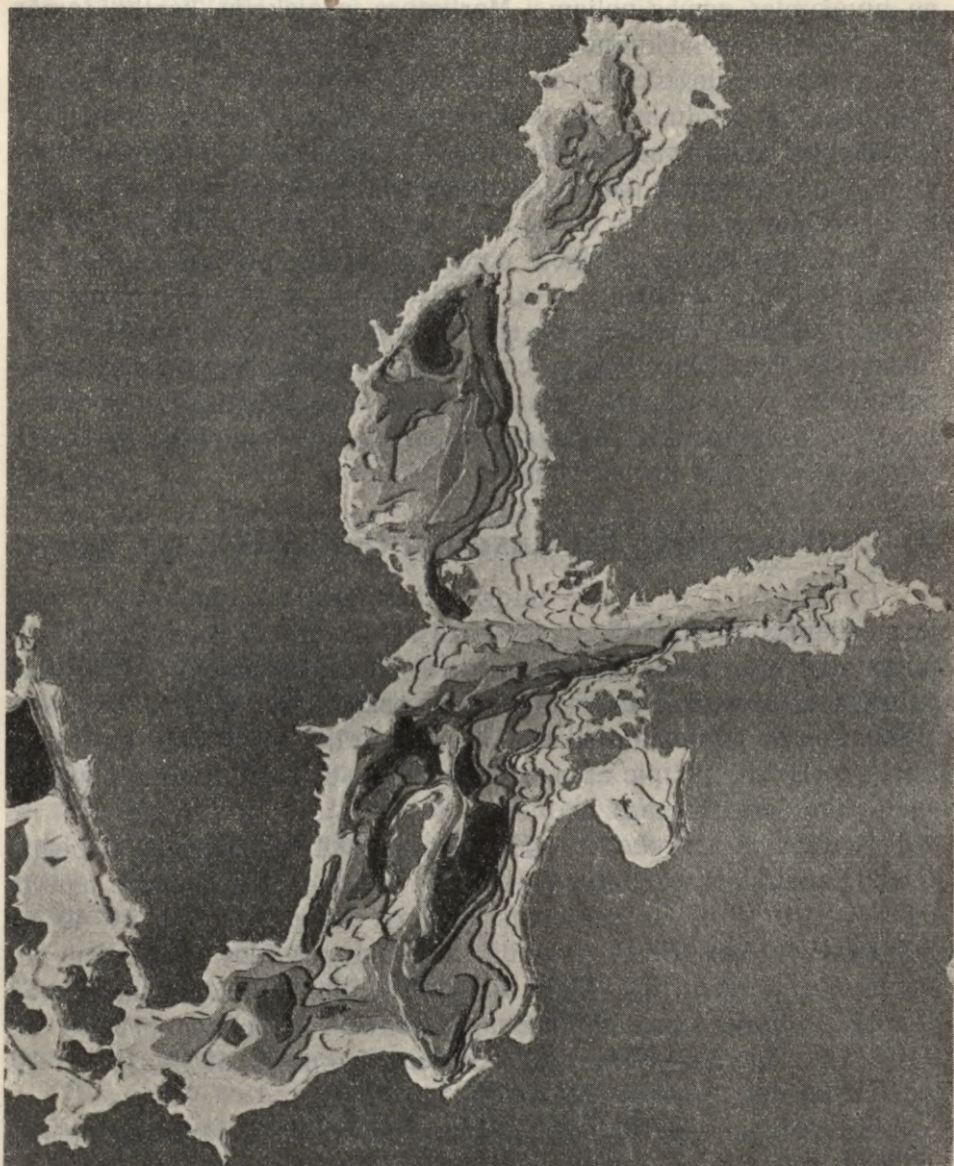
Baltijas jūra ir tipiska interkontinentāla vidusjūra, kas, dziļi iespiezdamās kontinentā, stāv sakarā ar okeanu tikai pa Ziemeļjūru un savienota ar pēdējo ar trim sekliem jūras šaurumiem: Zundu, kas šaurākā vietā ir tikai ap 6 km plats un seklākā vietā 7 m dziļš, Lielo Beltu, kas ar minimālo dziļumu 30 m, šaurākā vietā ir 10 km plats, un Mazo Beltu, kas pie apm. 15 m mazākā dziļuma ir savā šaurākā vietā tikai prāvas upes platumā.

Baltijas jūras robežas pēc Starptautiskā hidrografiskā biroja ūdeņu sadalījuma novilkta šā: Mazajā Beltā — Als Islandes punkts $54^{\circ} 52' N$, $10^{\circ} 5' E$ Gr. savienots ar Aero Islandes punktu $54^{\circ} 49' N$, $10^{\circ} 26' E$; Lielajā Beltā — līnija starp Langelandes salas dienvidu punktu un Kappeli ($54^{\circ} 46' N$, $11^{\circ} 1' E$) Lālandes salā; Guldborgas Zundā — līnija starp Flinthornas Revu un Skjelbiju ($54^{\circ} 38' N$, $11^{\circ} 35' E$); Zundā — līnija starp Stevnsa bāku ($55^{\circ} 17' N$, $12^{\circ} 27' E$) un Falsterbojas punktu ($55^{\circ} 23' N$, $12^{\circ} 59' E$).

Kā redzam, pēc šī ierobežojuma savienojošo šaurumu lielākā daļa un, zināms, arī Kattegats ir ārpus Baltijas jūras.

Baltijas jūras garums no ziemeļiem uz dienvidiem ir apm. 1500 km, pamatdaļas platums — no 180—360 km.

Baltijas jūras ūdens virsmas platība ar līčiem (bez salām) ir 375.000 km^2 , salu kopplatība 16.000 km^2 . Vistālāk uz ziemeļiem izvīzītais punkts ir pie Torneo (Botnijas līcī), uz dienvidiem — punkts Pomeranijā, uz austrumiem — pie Ļeņingradas un uz rietumiem — Šlezvīgā. Atsevišķo līču platības: Botnijas 118.000 km^2 , Somijas 31.000 km^2 , Rīgas ap 19.000 km^2 .



Baltijas jūras dibena reljefs. (Merkatora leņķu pareizā projekcija).

Ārējās krastu kontūras garums Baltijas jūrai sniedzas pie 9000 km; jāpiezīmē gan, ka šis skaitlis var savā vērtībā stipri svārstīties atkarībā no tā, kur mēs skaitītu krasta noslēgumu ļoti izrototajā šēru piekrastē Zviedrijā un Somijā. Rīgas jūras līča ārējā kontūra sniedzas pie tūkstots km.

Baltijas jūra ir visumā sekla jūra. Ja arī dziļākās vietas sasniedz 400 un vairāk metru, tad jūras vidējais dziļums (ūdens tilpums dalīts uz virsmu) ir ap 55 m. Dziļākās vietas Baltijas jūrā: 463 m pie Landsortas starp Gotlandi un Stokholmas šērām); 294 m Botnijas licī pie Zviedrijas krasta, Angermanes grīvas tuvumā (ap 63° ģeogr. platuma); 249 m starp Ventspili un Gotlandes salu; 237 m starp Alandu salām un Zviedrijas krastu. Šis dziļumu bedres neieņem lielu platību un vispār apgabali ar dziļumiem pāri 200 m sastāda tikai 1,8% no visas ūdens virsmas platības. Vietas, kas seklākas par 100 m, ieņem lielāko jūras platību — 70%.

No atsevišķajiem līčiem Botnijas līcis, kas dibena reljefa ziņā pa Ziemeļkvarkenas sēkli saskaldas divi daļās (dienvidu un ziemeļu), ir visdziļākais; tā vidējais dziļums arī sasniedz pie 54 m. Somijas jūras līča maksimālais dziļums ir 110 m, vidējais 36 m. Rīgas jūras līcis ir visseklākais no līčiem. Lielākie dziļumi tam atrodas netālu uz austrumiem no Roņu salas, tie sasniedz 53 m. Līča baseina forma ir diezgan īpatnēja: izņemot seklāko, izroboto ziemeļdaļu — pārējie piekrastes dziļumi samērā ātri un vienādi aug un sasniedzami apm. 40 m veido plašu, plakanu dibenu. Līča vidējais dziļums ir 23 m.

Kas attiecas uz Rīgas jūras līča kontūras veidojumu un arī baseinu formu, tad jākonstatē pēc dziļumiem, ka līcis ir pietiekoši labi izveidojies kā atsevišķa mulda. Ja konvencionālā robeža līcim nosacīta ziemeļos Spithamnas rags, 59° 14' N, 23° 30' E, tā tad ieslēgti šaurumi starp Igauniju un tās lielajām rietumu salām), tad savienojumā ar Baltijas jūras atklāto daļu aiz Irves šauruma robežu velk no Ovišiem (57° 34' N, 21° 42' E) pāri uz Sāmu salas dienvidpunktu (57° 54' N, 22° 2' E). Dabīgais baseins, kā vienveidīgais iedobums, mazliet atšķirtos no šī, nosacītā (Starptautiskā hidrogrāfiskā biroja iedalījuma) baseina.

Kas attiecas uz citiem Baltijas jūras morfometriskiem elementiem, tad tie ir šādi: insulozitāte 4,17% (salu kopplatība no jūras virsmas), krastu līnijas attīstība (tiešās krastu līnijas attiecība pret jūras ūdens virsmai iespējami mazāko, resp. platībai atbilstošā apla aploci) līdz 5, (Rīgas jūras līcim 3,77) dibena vidējā nogāze 0° 8' (tāpat arī Rīgas jūras līcim). Dibena reljefa attīstība (patiesās dibena virsas pārākums pret ūdens virsu procentos no ūdens virsas) — ir kā jūrai, tā līčiem, ap 0,2%.

Hidroloģiski svarīgi ir dati par baseina tilpumu, resp. ūdens daudzumu. Visa Baltijas jūra satur ap 20.000 km³ ūdens. Rīgas jūras līča ūdens tvērtne ir ap 400 km³ liela.



Baltijas jūras Kurzemes krasts pie Ulmāles.

Apskatot reljefa attēlu vai dziļumu karti, redzam ka Baltijas jūra īpatnēji saskaldas atsevišķās muldās.

Uz austrumiem no Dānijas salām veidojas Arkonas mulda, ar Bornholmu un Ādlersēkli kā viņas austrumrobežu. Lielākā muldas daļa ir 46—48 m dziļa, maksimālie dziļumi — pie 53 m. Aiz Bornholmas līdz Vidussēklim (SSW no Gotlandes dienvidgala) ir jau dziļāka Bornholmas mulda, kas sasniedz 105 m. Tālāk redzam plašo Gotlandes muldu, kas stiepjas dienvidos no Dancigas līdz Alandu salām ziemeļos. Muldas austrumkrastā ir arī Kurzemes rietumu daļa. Gotlandes mulda ziemeļos iestiepjas arī austrumu virzienā, pievienodama savam baseinam arī Somijas līča lielāko daļu.

Mulda, lielās platības un lielo dziļumu dēļ ir galvenā Baltijas jūras baseina sastāvdaļa un ļoti svarīga hidroloģiska telpa. Tālāk seko citi līči: Rīgas un tāpat labi nošķirtais, divi daļās sadalītais, Botnijas līcis.

Krasti un salas. Apskatot Baltijas jūras krastu kontūru, redzam, ka dienvidu daļa un, ejot tālāk uz austrumiem līdz Rīgas jūras līča ziemeļu galam, ir mierīgi veidota, maz robota līnija. Šis ir samērā zemais, sekliem piekrastes dziļumiem, plašas plūdmales, smilšu, kāpu, jomu kopainavas krasts. Vācijas dienvidu piekrastē un arī



Akmeņains Rīgas jūras līča Kurzemes krasts.

Kurzemes rietumu krastā dažreiz gan izceļas augstāku kāpu vai citu veidojumu stāvākas nogāzes. Piekraste parasti segta mežiem; dažās vietās bez parastās smalkās smilts krastā ir lielāki šļūdoņu akmeņu sanesumi: tā Latvijas piekrastē pie Akmeņraga, Mērsraga, Liepupes. Ainažu apkārtnē turklāt ir īpatnējas piejūras plavas. Latvijas kopējā jūras piekraste ir apm. 496 km gara: ap 253 km gar Rīgas jūras līci un ap 243 km gar atklāto jūru.

Ziemeļos pa daļai no Pērnavas un gar Somijas līča dienvidiem Igaunijā sākas stāvi, klinšaini silūra kaļķakmeņa krasti, kuŗi sasniedz pat 50 m augstumu.

Jūras ziemeļdaļā, sākot ar Somiju, un gar visu Skandināvijas Baltijas jūras malu stiepjas visai izrobota, šauriem līčiem un sevišķi bagātīgu dažāda lieluma piekrastes salu un sēkļu veidotā archāika (granīta) piekraste.

Ļoti īpatnēja starp citām salām ir Bornholma. Stāvie granīta krasti salas ziemeļdaļā sniedzas 80—100 m augsti, bet dienviddaļā sala pāriet uz mierīgu, lēzenu reljefu un krasta veidojumu ar smilšainu plūdmali.

Baltijas jūras krasti, līdzī apkārtējām kontinenta daļām, kā zinām, gadusimtos padoti augstuma maiņām. Tā, piem., Baltijas jūras ziemeļdaļā tie pamazām ceļas pa apm. 1 m gadu simtā.

Baltijas jūra ir bagāta salām. Lielākās ir: vācu Rīgena pie dienvidkrasta, dāņu Bornholma, zviedru Ēlande, Gotlande, somu Alandu salu archipelags, igauņu Sāmu sala, Dago, Mōna un Vormsa.



Pļavas Aināžu jūrmalā.



Baltijas jūras smilšainā piekraste (Kuršu kāpas).

3. Baltijas jūras upes; jūras līmenis.

Prāva upju daudzuma dēļ, kas ievada savus ūdeņus Baltijas jūrā un aiz ierobežotā sakara pa šaurumiem ar Ziemeļjūru un tālāk ar okeanu, Baltijas jūras ūdens ir ar mazu sāļumu. Visu Baltijas



Baltijas jūrā ietekošo upju baseini. (Uzrādītie skaitļi — upju noteces faktori.)

jūras upju baseinu kopplatība sniedzas pāri $1\frac{1}{2}$ milj. km². Vislielākā upe ir Visla, kas ietek Dancigas jūras līcī un novada vienā gadā caurmērā ap 32 km³ ūdens. Daugavas ievadīto ūdens daudzumu

Rīgas jūras līcī jāvērtē uz 20 km³ gadā. Citas lielākās Baltijas jūras upes ir Odera, Nemuna, Venta; Somijas līcī ietek Narova, Volchova un Svira (caur lielajiem Ladogas un Onegas ezeriem un Neva (ar sevišķi lielu daudzumu ievadītā ūdens — ap 100 km³ gadā; Botnijas līča galvenās upes: Kema, Torneo, Angermana, Dala. No Zviedrijas dienviddaļas Baltijas jūrā plūst kā ievērojamākā Motala — Ventera ezera noteka.

Baltijas jūras upes ir ar noteces faktoru 0,30 (jūrā ietecējušā ūdens daudzuma attiecība pret visu upes baseinā saņemto ūdeni) — dienvidos un 0,70 — ziemeļos, jo pēdējos apgabalos irniecīga ūdeņu iztvaikošana un arī citas īpatnības.

Jūras līmenis vispār nav nekas nemainīgs, bet ja arī atskaitam nost parasto viļņošanos, kā tikai īpatnēju formas parādību,— pēc novērojumiem konstatējamas arī vispārējas līmeņa stāvokļa maiņas. Nerunājot še sīkāk par jūras līmeņa stāvokļa attiecībām pret krastu gadusimos, ko rada cietzemes daļas celšanās vai grimšana un kas ir ģeoloģiskās parādības sekas, piegriezīsimies hidroloģiski klimatoloģiskā rakstura līmeņa maiņām.

Konstatējams līmeņa maiņas gada periods, kuŗu veido galvenā kārtā klimata apstākļi: atmosfēras spiediena svārstības, temperatūra, vēju virziens un stiprums u. c.

Baltijas jūra visos līčos un daļās uzrāda diezgan vienveidīgu gada ainu līmeņa svārstībās. No janvāra uz aprīli—maiņu līmenis pazeminās, pēc tam ceļas un augustā—septembrī atkal sasniedz augstāko stāvokli; pēc tam iestājas pazemināšanās, gan ne tik liela, kā pavasarī, pie kam līmenis tuvojas savam sākuma maksimumam. Vidējā amplituda nepārsniedz 28 cm.

Tāds līmeņa stāvokļa maiņas gada gājiens izskaidrojams ar rudenī valdošiem dienvidu un dienvidrietumu vējiem, pie zema atmosfēras spiediena virs jūras. Pavasarī vēji pāriet uz austrumu ceturkšņiem. Nokrišņu pavasaros nav daudz un ziemas nokrišņi nav vēl nokļuvuši jūrā: rezultātā ir pavasara minimums. Vasaras laikā sāk valdīt vairāk rietumu virzienu vēji, upes nes daudz ūdeņu, nokrišņi virs pašas jūras pavairojas un vasaras beigās iestājas otrs maksimums.

Atsevišķos gadījumos klimatoloģiskie faktori var veidoties tā, ka līmeņa maiņas zināmā piekrastē, īpaši līčos, ir stipri lielas. Mēs labi zinām vairākus lielu plūdu gadījumus Somijas jūras līča austrumu galā (pie Nevas ietekas), kur līmenis cēlies pat par 4 m (1824. g. 19. nov.).

Sekojošā tabulā uzrādītas lielākās novērotās starpības starp augstāko un zemāko līmeni dažādās novērojumu vietās.

| Botnijas līcis | Somijas j. l. | Rīgas j. l. | Baltijas jūra |
|----------------|------------------|--------------------|------------------|
| Topila 224 cm | Kronštate 363 cm | Roņu s. 163 cm | Ventspils 188 cm |
| | Helsinki 201 cm | Kolkas rags 188 cm | Liepāja 173 cm |

Rīgas jūras līcī ilgstoši ziemēlu vēji sadzen ūdeni dienviddaļā, un Daugavgrīvā ūdens ceļas, vai arī pretējā virziena vēji te līmeni pazemina. Jūrā pie Daugavgrīvas, līdzīgi Roņu salai, maksimālā svārstība novērota uz 1,6 m.

4. Jūras ūdens ķīmiskais sastāvs.

Ūkeanu un jūru ūdens satur zināmu daudzumu šķīdinātu vielu. Lai arī to daudzums nav liels, tomēr tās maina ūdens fizikālās un ķīmiskās īpašības tā, ka ūdens patiesībā kļūst jau par zināmu sāļu šķīdinājumu maisījumu, kamdēļ, atšķirībā no cietzemes saldiem ūdeņiem (kas gan arī nav absolūti bez piemaisījumiem), to saucam par jūras ūdeni.

Jūras ūdenī atšķīdināti līdz 30 dažādi savienojumi, bet liela daļa no tiem tikai ļoti mazos daudzumos. Piemēram, jūras ūdenī ir arī sudraba un zelta savienojumi; 1 tonna normāla ūkeanu ūdens satur apm. 1 mg sudraba un ap 0,045 mg zelta.

Jau pirmās jūras ūdens analīzes norādīja, ka pietiekoši tālu no krastiem ūkeanu un lielo jūru ūdens sastāvs ir vienāds. Mainas tikai kopējā koncentrācija jeb t. s. sāļums.

Normāli jūras ūdenī sāļi atrodas apmēram sekošās attiecībās: NaCl 77,8% no visām jūras ūdenī atrodamām sāļīm, MgCl₂ 10,9%, Mg SO₄ 4,7%, Ca SO₄ 3,6%, K₂ SO₄ 2,4% un vēl nedaudz Ca CO₃, Mg Br₂ u. c. Jūras ūdenī pārsvarā ir chlorīdi un maz ir karbonātu; upēs, turpretim, ir relatīvi vairāk karbonātu un maz chlorīdu. Upju ūdenī kopējā sāļu koncentrācija ir ļoti vāja.

Mazākās vidusjūrās un jūras līčos, pateicoties galvenā kārtā lielākam upju ūdens piemaisījumam jūras ūdens ķīmiskais sastāvs var būt vairāk vai mazāk atšķirīgs no normālā ūkeanu ūdens sastāva. Jaunākie (E. Zariņa un J. Ozoliņa) pētījumi Baltijas jūrā iepretim Kurzemes krastam un Rīgas jūras līcī, rāda, ka dažādos slāņos ir dažādas vielu attiecības. Tā, piem., kalcija daudzums līdz 60 m dziļumam pieaug vairāk nekā chlōrs; ap 80 m kalcija pieaugšanā notiek lūzums un tā daudzumi attiecībā pret chlōru sāk pamazināties. No 120 m līdz dibenam kalcija un chlōra attiecībās iestājas līdzsvars. Tāpat maiņas jūtamas arī dažādos gada laikos. Intere-

sants tāpat ir jautājums par mūsu piekrastes jūras ūdeņu alkalinitāti (pie ogļskābes saistīto sārmu daudzumu), kas ir augstāka par atklātās jūras alkalinitāti.

Ja ņem atiecības pret chlōru, tad Baltijas jūrā (Gotlandes apkārtņē) un Rīgas jūras līcī dabūti sekoši dati:

| | Baltijas jūra | Rīgas jūras līcis |
|-----------------------|--------------------------------|-------------------|
| SO ₄ '/Cl' | 0,1410 | 0,1420 |
| Ca''/Cl' | 0—70 m, 0,0265 | |
| Ca''/Cl' | 120 m līdz dib. 0,0242 | |
| Ca''/Cl' | pavasārī un vasaras pirmā pusē | 0,02942 |
| Ca''/Cl' | vasaras otrā pusē un rudenī | 0,02896 |
| Mg''/Cl' | 0,0695 | 0,07015 |
| Na'/Cl' | 0,5529 | 0,5543 |
| K'/Cl' | 0,0201 | 0,0201 |

Tā kā parasti pēc chlōra daudzuma nosaka pārējās sastāvdaļas un arī vispār sāļumu, tad okeanu ūdenim pieņemtās formulas un metodes domājams attiecīgi jākoriģē pēc šiem faktoriem, nosakot tās Baltijas jūras daļai un Rīgas jūras līcim.

Gāzes jūras ūdenī. Ja gaisā skābekļa un slāpekļa daudzumi attiecas kā 21:78 vai aptuveni 1:4, tad ūdenī pie 15° šīs gāzes atradīsies attiecībā 1:2. Še redzam, ka ūdens atšķīdina skābekli no gaisa lielākā mērā nekā slāpekli, kas ir svarīgi organiskai dzīvei ūdenī.

Trešā gāze, kas sastopama vienmēr gaisā un arī jūras ūdenī, ir ogļskābā gāze. Jūras ūdeņos viņa gandrīz visa gan ir saistīta un brīvā veidā sastopama ļoti maz.

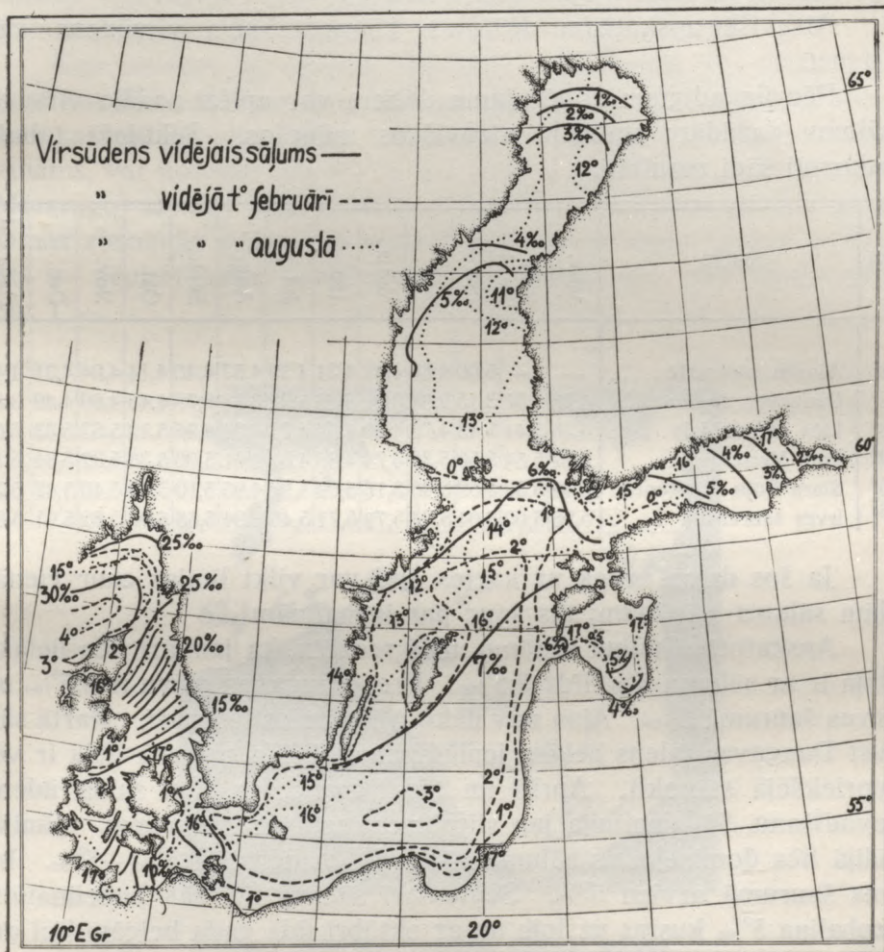
Gāzu saturs vispār jūrā mainas ar dziļumu. Virspuses kārtas, it īpaši ja sāļums nav liels, ir arvien tuvu piesātinātības stāvoklim.

Kas attiecas tieši uz Baltijas jūru, tad skābekļa vertikālā sadalījuma ziņā tā ir samērā labā stāvoklī. Līdz 60 m dziļumam (Rīgas jūras līcī tā tad līdz dibenam) skābekļa daudzums ir 8 cm³ litrā ūdens, kas ir tuvu piesātinātībai (85%—95%). Pašās dziļākās Baltijas jūras vietās skābekļa daudzums pamazinas līdz 2 cm³. Lielaļjiem dziļumiem sāļā ūdens ietecējums no Kategata, kā liekas, ir viēnīgais ceļš skābekļa papildināšanai, jo konvekcijas šādos dziļumos vairs neeksistē. Šos lielos dziļumos, īpaši noslēgtās un slikti ventilētās muldās, dažreiz ir konstatēti gan samērā lielāki brīvas ogļskābās gāzes daudzumi.

Jūras ūdenī atrodas arī brīvi ūdeņraža ioni, pret kuriem un to maiņu jūtīgi jūras augi un arī dzīvnieki. Baltijas jūras un Rīgas jūras līča ūdeņos pH = 6,9 līdz 8,2.

5. Jūras ūdens sāļums, krāsa un caurredzamība.

Kopīgo sāļu daudzumu, kas atšķīdis jūras ūdenī, ja tas izteikts svara vienībās uz 1000 daļām jūras ūdens, sauc par ūdens sāļumu. Sāļumu parasti apzīmē ar simbolu $S^{\circ}/_{00}$; piem. okeanu vidējais sāļums ir $35^{\circ}/_{00}$ („trīsdesmitpiecas promiles“ jeb 35 uz 1000).



Baltijas jūras virsūdens sāļums un temperatūra. (Karte rasēta Bonnes laukumpareizā projekcijā.)

Baltijas jūra ir viena no vismazāk sāļām jūrām. Beltos un Zundā virsējo kārtu sāļums vēl svārstas stipri atkarībā no vējiem. Pie austrumu vējiem sāļums tur nokrīt uz $10^{\circ}/_{00}$, bet valdot ilgstošiem rietumu vējiem viņu virsu stipri iespaido jau līdz $30^{\circ}/_{00}$ sāļais Skageraks un vēl sāļākā Ziemeļjūra. Tad sāļums šaurumos ceļas līdz $20-22^{\circ}/_{00}$. No šaurumiem uz dienvidu pusi, pie Šlezvīgas krastiem,

novērojami sāļumi zem 15^0_{00} . Uz austrumiem no līnijas Zunds—Rīga sāļums ir 8^0_{00} — 7^0_{00} . Baltijas jūras centrālajā daļā dominējošais virskārtas sāļums ir ap 7^0_{00} . Botnijas līcī sāļums uz ziemeļiem ejot krīt no $5,5^0_{00}$ līdz pat 1^0_{00} . Somijas līcī 5^0_{00} sāļuma apgabals sniedzas $\frac{1}{3}$ no līča garuma (dienvidu krastā mazliet tālāk), līdz kamēr pie Kotlinas tas noslīd uz 2^0_{00} .

Atsevišķi apskatīsim Rīgas jūras līča virsūdens sāļumu.

Pēc ilggadīgiem novērojumu datiem var aplēst vidējo virsmas sāļumu dažādām stacijām atsevišķos mēnešos. Sekojošā tabulā sakopotī šādi rezultāti.

| Nr | Stacija | Janv. | Febr. | Marts | Apr. | Maijs | Jūn. | Jūl. | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dec. | Gada vid. |
|----------------|--------------------------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|-----------|
| 1 ^a | Ainažu piekrastē ... | — | — | 5,00 | 4,80 | 4,41 | 4,31 | 4,39 | 4,57 | 4,40 | 4,14 | 4,04 | 4,31 | 4,43 |
| 2 ^a | Daugavgr. tuvumā .. | 4,08 | 4,37 | 3,15 | 2,98 | 3,04 | 3,69 | 3,72 | 3,98 | 3,79 | 4,45 | 4,00 | 4,49 | 3,81 |
| 3 ^a | Līča dienviddaļā | 5,38 | 5,44 | 5,43 | 4,76 | 4,40 | 4,59 | 4,71 | 4,81 | 4,96 | 5,12 | 5,52 | 5,33 | 5,03 |
| 4 ^a | Pret Mērstragu | 5,37 | 5,54 | 5,50 | 5,33 | 4,74 | 4,86 | 4,81 | 4,91 | 5,00 | 5,38 | 5,32 | 5,34 | 5,17 |
| 5 ^a | Starp Roju un Roņu s. | 5,42 | 5,53 | 5,59 | 5,46 | 5,16 | 5,09 | 4,90 | 4,95 | 5,10 | 5,40 | 5,40 | 5,42 | 5,28 |
| 6 ^a | Irves šaurumā | 5,95 | 6,00 | 6,04 | 5,94 | 5,72 | 5,71 | 5,40 | 5,94 | 5,68 | 6,00 | 5,82 | 5,91 | 5,84 |

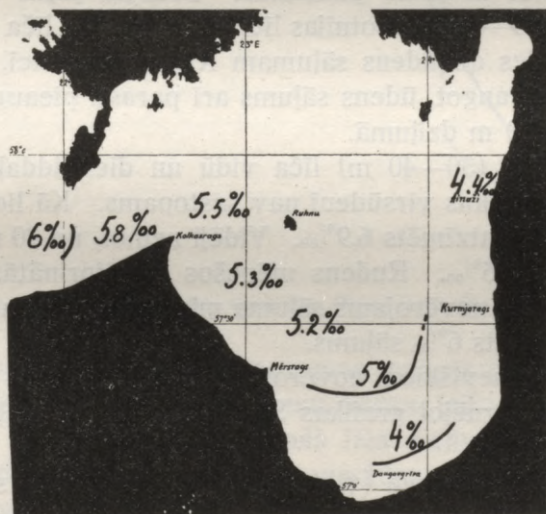
Ja šos datus uzliek uz kartes, tad var vilkt līnijas caur vienādām sāļuma vērtībām; tās sauc par izohalinām.

Apskatot izohalinu sistēmu, mēs redzētu, ka janvārī līča lielākā daļa ir ar sāļumu 5^0_{00} līdz $5,5^0_{00}$. Pret Daugavas grīvu ir $4,5^0_{00}$ un Irves šaurumā 6^0_{00} . Aina nav neko mainījusies februārī. Martā sāk just Daugavas ūdens lielāku ieplūdumu, bet līča galvenā daļa ir vēl iepriekšējā stāvoklī. Aprīlī un tāpat maijā, ar lielu saldā ūdens ievadišanu, 5^0_{00} izolīnija jau stipri nospiesta uz ziemeļiem. Jūnijā, jūlijā līča dominējošais sāļums: 4^0_{00} — 5^0_{00} ; augustā $4,5^0_{00}$ — 5^0_{00} . Irves šaurumā arvien 6^0_{00} . Septembrī sāļums līcī sāk palielināties, izohalina 5^0_{00} kustas uz leju un ar oktōbri līdz gada beigām līcī atkal dominē 5^0_{00} — $5,5^0_{00}$.

Tādā veidā ir interesanti izsekot atsevišķo izohalinu (4^0_{00} , $4,5^0_{00}$, 5^0_{00} un $5,5^0_{00}$) kustībai. Vidēji jūras stacijās (atskaitot pašu Daugavgrīvas tuvumu) virsūdens sāļums gadā svārstās par $1,5^0_{00}$; par 4^0_{00} mazāki sāļumi tālāk no krasta nav konstatējami, un 6^0_{00} sāļš ūdens līcī parasti nav sastopams. Svārstības Irves šaurumā ir mazas, tomēr jūtam, ka izohalinas jūnijā un jūlijā aizslīd uz Baltijas jūras pusi, kad nav saskatāms parasti citos mēnešos pie ieejas konstatējamais $6,5^0_{00}$ sāļums.

Tabulas skaitļi arī norāda, ka virsūdens sāļuma maksimums ir ziemā un minimums atsevišķām stacijām iestājas no pavasara līdz vasarai, ja aplūkotās stacijas ņemam rindā no Daugavas ietekas uz Irves šauruma pusi. Minimuma nokavēšanās, ejot uz ziemeļiem, norāda cēlonību: upju ūdens saplūdumu, strāvu, vēju, nokrišņu daudzuma raksturīgu sagrupēšanos. Tāpat labi redzam, ka $S^{\text{‰}}$ arvien pieaug, ejot no Daugavas grīvas uz Irves šaurumu.

Kas attiecas uz sāļuma absolūto maksimumu liča ūdens virspusē (uz E no Kolkasraga), tad tas pēc līdzšinējām atzīmēm nekad nav sasniedzis pilnus $6^{\text{‰}}$. Absolūtais minimums pie upju grīvām, zināms, var noslidēt līdz $0,0^{\text{‰}}$, bet kādā jūras stacijā, piem. 4-a (pret Mērsragu) tas nav bijis mazāks par $4,0^{\text{‰}}$. Virspuses sāļuma iespējamās absolūtās svārstības atklātā liča stacijā vienā mēnesī nav lielas — pēc 11 gadu novērojumu materiāla tās nav sasniegušas pat $1^{\text{‰}}$.



Rīgas jūras liča virsūdens vidējais sāļums.

Daugavas ietecējuma ietekme virsas sāļumam redzama zīmējumā. Atsevišķo staciju vidējā gada gaitā mēs to jau arī redzam, kā koprezultātu vispārējā ūdens cirkulācijā.

No visiem virsūdens skaitļiem ir iegūti vispārējie vidējie (gada vidējie) dati par $S^{\text{‰}}$ līcī: tie uzrādīti jau minētā tabulā un arī kartē.

Dziļūdens sāļums. Baltijas jūrā sāļums ar dziļumu pieaug. Kā jau redzējām, Baltijas jūra morfometriski un arī hidrolo-

ģiski saskaldās muldās. Ūdens Baltijas jūrā, kur atrodas lielās muldas, kā Bornholmas, Gotlandes, Alandu, uzrāda trīs dažādus ūdens slāņus: augšējais, saldaiss, līdz 40–60 m, vidējais jeb pārejas slānis un apakšējais — sālais. Šādu sakārtojumu paskaidro piemērs:

Jūlijs. Mulda starp Gotlandi un Kurzemes krastu.

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------------|------|------|------|----------------|------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| Dziļumi m | 0 | 20 | 30 | 60 | 70 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 220 |
| Sāļums ‰ | 7,05 | 7,05 | 7,12 | 7,29 | 7,77 | 8,93 | 10,23 | 10,95 | 11,37 | 11,65 | 14,73 |
| | virsmas slānis | | | | pārejas slānis | | | dziļūdens | | | |

Sālais ūdens no rietumiem pirmā kārtā piepilda Arkonas muldu un tad pāriet tālāk uz austrumiem. Jo vieta tālāk no Beltiem un Zunda, jo dziļāko slāņu apmaiņa noritēs lēnāk un lielākos laika sprīžos. Pilna apmaiņa notiek tikai apm. četros gados.

Seklos baseinos nav gan smagā, sevišķi sāļā ūdens, tomēr arī tur sāļums, ejot dziļumā, palielinās. Somijas jūras līcī piedibena slāņa sāļums ir 9–10‰, Botnijas līcī 6‰ līdz 2‰ līča ziemeļos.

Piegriežoties dziļūdens sāļumam Rīgas jūras līcī, tāpat jāsaka, ka dziļumam pieaugot, ūdens sāļums arī parasti pieaug. Mazu starpību jau sajūt 10 m dziļumā.

Dibeņa slāni (30–40 m) līča vidū un dienviddaļā uzrāda parasti 6‰ sāļumu, kas virsūdenī nav sastopams. Kā lielākais sāļums dziļūdenim līcī ir atzīmēts 6,9‰. Vidēji ņemot, no 20 m sāļums viscaur līcī ir virs 5‰. Rudens mēnešos (pastiprinātās konvekcijas dēļ) dziļūdenim ir novērojams sāļuma minimums; tad arī lielos dziļumos nav konstatēts 6‰ sāļums.

Izlasot no atsevišķiem novērojumiem tipiskākos — dažādā gada laikā — un konstruējot grafikas S‰ atkarībai no dziļuma, mēs redzam sekojošo.

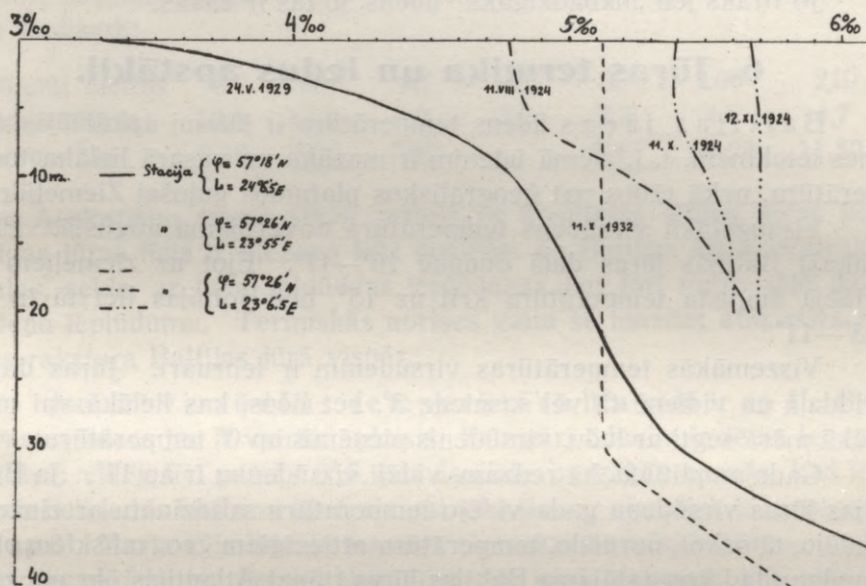
Stacijai pie Mērsraga ($\varphi = 57^{\circ}26'N$ $L = 23^{\circ},5E$) starpība starp piedibena sāļumu un virsas sāļumu rudenī gandrīz izzūd, turpretim augustā tā ir ap 0,8‰ liela. Līča dienviddaļas stacija ($\varphi = 57^{\circ}18'N$ $L = 24^{\circ}6',5E$) uzrāda lielu sāļuma starpību dažādos slāņos; te arī redzam, ka lielais 6‰ sāļums pie dibena ir iespiesies tālu līča dienviddaļā, kur virspusē ir tikai ap 3‰.

Stacija pret Kurmjaragu ($\varphi = 57^{\circ}26'N$ $L = 23^{\circ}55'E$) rudenī līdz 30 m, arī neuzrāda nekādu sāļuma maiņu, salīdzinot ar virsu, turpretim slānī no 30–40 m sāļums ceļas par 0,7‰, nesasniedzams gan 6‰.

Daži hidroloģiskie profili maijā uzrāda 6‰ dibena sāļumu līča dienviddaļā, pie kam labi saredzama arī Daugavas tiešā ietekme:

sālums no 0⁰/₀₀—4⁰/₀₀ konstatējams tikai slānī no 0—15 m un arī virspusē tas nesniedzas tālu, 12 j. jūdzes no grīvas; dziļumā tas izplatīts vēl mazākā attālumā.

Profili pa liča platumu (sk. zīm. lpp. 324.) rāda, ka 6⁰/₀₀ ir piedibena sālums gada pirmajā pusē. Sāluma slāņu novietošanās, pēc vi-
siem rīcībā esošiem profiliem nav, kā redzam, ieturēta stingri hori-
zontālā; īpaši tas sakāms par augšējiem slāņiem.



Sālums dažādos dziļumos Rīgas jūras līcī.

Savelkot īsumā visu sacīto par mums tuvā, īpatnējā, Rīgas jūras līča baseina virsas un dziļūdens sālumu, varam teikt, ka vidējais virsūdens sālums līcī ir 5⁰/₀₀—5,5⁰/₀₀, pašā līča dienviddaļā ap 4⁰/₀₀, Irves šaurumā 6⁰/₀₀. Jūnijā—jūlijā līča virsūdens ir ar vismazāko sālumu: līcī dominē 4⁰/₀₀—5⁰/₀₀; maksimums novērojams ziemā. Minimuma iestāšanās nokavējas ziemeļu stacijām attiecībā pret dienvidu stacijām. S⁰/₀₀ ar dziļumu pieaug; starpību jūt jau ar 5—10 m slāni pavasarī; rudenos, kad ūdens sajaucies stiprāk, starpību jūt no 20—30 m. Dibena ūdenim ir parasti 6⁰/₀₀ sālums, bet rudenī mazāks. Absolūtais maksimums novērots 6,9⁰/₀₀. Daugavas tiešo ietekmi sajūt 12 j. j. no grīvas.

Attiecībā uz visu Baltijas jūru un sevišķi tās centrālo daļu arī var teikt, ka virsūdens sāluma minimums iznāk vasarā un maksimums ziemā. Dziļūdenī, ap 100 m lielākās vērtības sālums sasniedz jūnijā un mazākās vērtības krīt uz janvāri-februāri.

Ūdens krāsa un caurredzamība. Baltijas jūras atklātajā daļā ūdens ir iezalšanas krāsas. Botnijas un Somijas līčos krāsa ir pelēki vai iedzelteni zaļana. Ar vislielāko caurredzamību atzīmējami Botnijas līča ūdeņi, kur balta ripa (Sekki ripa, 30 cm diametrā) izzūd redzei pie 15 m (dažreiz pat 17 m), pēc tam seko Baltijas jūras centrālās daļas zaļganie ūdeņi — ar caurredzamību līdz 13 m. Somijas un Rīgas jūras līčos tā ir vēl mazāka.

Jo tīrāks jeb „nabadzīgāks“ ūdens, jo tas ir zilāks.

6. Jūras termiķa un ledus apstākļi.

Baltijas jūras ūdens temperatūra ir jūtami apkārtējās zemes ietekmēta, t. i. ziemā ūdenim ir mazāka un vasarā lielāka temperatūra, nekā tādos pat ģeografiskos platumos guļošai Ziemeļjūrai.

Visaugstākā virsūdens temperatūra novērojama augustā. Plašākajā Baltijas jūras daļā dominē 16° — 17° . Ejot uz ziemeļiem šī vidējā augusta temperatūra krīt uz 15° , bet Botnijas līcī tā ir no 13° — 11° .

Viszemākās temperatūras virsūdenim ir februārī. Jūras dienviddaļā un vidienē tā vēl sasniedz 3° , bet līčos, kas lielākā vai mazākā mērā segti ar ledu, virsūdenis pieņēmis ap 0° temperatūru.

Gada amplitūda, kā redzam, vidēji virsūdenim ir ap 17° . Ja Baltijas jūras virsūdeņu gada vidējo temperatūru salīdzinātu ar zināmu vidējo, tā sakot, normālo, temperatūru attiecīgiem ģeografiskiem platumiem, tad konstatējama Baltijas jūras (tāpat Atlantijas okeana ziemeļdaļas un Ziemeļjūras) pozitīva temperatūras anomalija. Baltijas jūra ir siltāka nekā tai „vajadzētu“ būt savos ģeografiskos platumos.

Dziļūdens termiskā aina Baltijas jūrai ir īpatnēja. Lielā saldūdens daudzuma dēļ, ko jūrā ievada upes, un no, otras puses, sāļam un blīvam ūdenim ieplūstot — no Ziemeļjūras Baltijas jūrā, veidojas divi ūdens slāņi: 1) piedibens, smagais, un 2) virsas, saldākais un vidējais, kas nošķirti viens no otra zināmiem pārejas slāņiem.

Konvekcija (ūdens daļiņu apmaiņa vertikālā kustībā) notiek tikai virspuses slāņos, apm. 50—60 m biezumā, tamdēļ virsas temperatūras gada svārtības nokļūst tikai līdz minētā slāņa apakšējai robežai, pie kam šī temperatūras gaita nokavējas attiecībā pret virsūdeni. Tā slāņi 60 m dziļumā maksimālo temperatūru iegūt tikai oktobrī un novembrī (ap 6°), lai gan siltākais mēnesis virsūdenim ir augusts (17°).

Dziļākos piedibena slāņos temperatūra un viņas svārstības atkarīgas visvairāk no sāļo ūdens masu ieplūduma. Arī šos piedibena slāņos jūtama gada amplitūda, bet tā nav liela: 2° — 4° .

Šo divu dažāda blīvuma slāņu dēļ ūdens konvekcijas kustības, ko noteic gada svārstības virpusē, — aizņem tikai virsējos slāņus, tamdēļ vasarās bieži gadās, ka viszemākās ūdens temperatūras sastopamas ne dibenā, bet kādā starpslānī, uz robežas starp augšējo vieglāko un apakšējo smagāko ūdeni. Sekojošā tabulā parādīts viens no tipiskiem piemēriem temperatūras (un sāļuma) sadalījumam dažādos dziļumos Baltijas jūras plašajā daļā, starp Kurzemes piekrasti un Gotlandi:

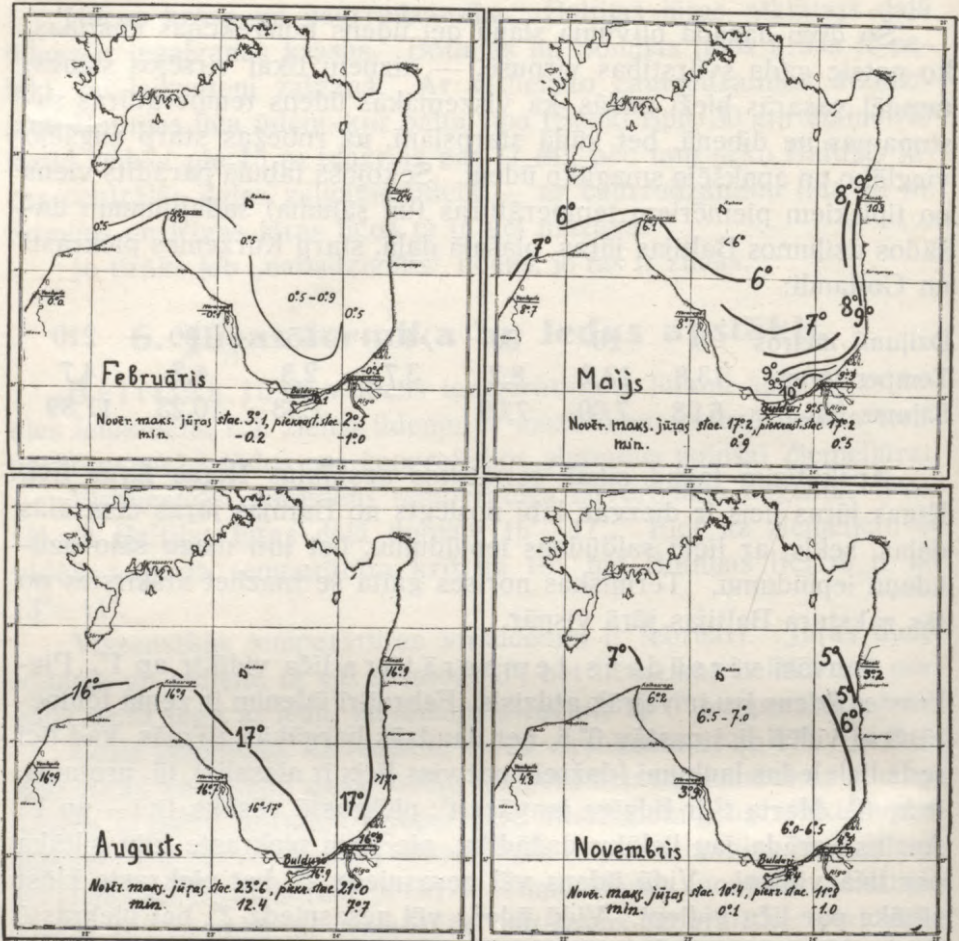
| | | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|-----|------|-------|-------|
| Dziļumi metros | 0 | 20 | 30 | 40 | 65 | 100 | 210 |
| Temperatūras | 13,8 | 13,2 | 8,2 | 3,7 | 2,3 | 4,2 | 4,7 |
| Sāļums ‰ ₀₀ | 6,98 | 7,00 | 7,09 | | 7,43 | 10,23 | 11,89 |

Apskatīsim tagad sīkāk termiskos apstākļus **Rīgas jūras līcī**. Rīgas jūras līcis ir diezgan labi noslēgts no Baltijas jūras centrālās daļas, sekls, ar lielu saldūdens ieplūdumu, bet ļoti mazu sāļo dziļūdeņu ieplūdumu. Termiskās norises gaita še mazliet atšķirsies no tās rakstura Baltijas jūrā vispār.

Janvārī virsūdens temperatūra līča vidū ir ap 1°. Piekrastes ūdens jau ir vairāk atdzisis. Februārī ūdenim ir zema temperatūra: vidēji līcī pastāv 0°,5, bet daudzās bargākās ziemās, kad līcī sedz lieli ledus laukumi (dažreiz pat viss līcis ir aizsalis), tā, protams, ir ap 0°. Marta t° ir līdzīga janvāra t°; piekrastē vēsāks, līcī — ap 1°. Aprīlis uzrāda jau lielāku dažādību, pie kam piekraste kļūst siltāka par līča vidieni. Vidū ūdens vēl nerasniedz 2°, bet piekraste kļūst siltāka par līča vidieni. Vidū ūdens vēl nerasniedz 2°, bet piekrastē ir 4°. Maijā līcī ir 6°, bet piekrastē 9°—10°. Jūnijā vērojam 11° un 12° temperatūras. Jūlijā un augustā dominē 17° temperatūra. Augustā sāk jau iezīmēties piekrastes t° mazākās vērtības par līča vidieni. Septembrī līča vidū ir pāri 14° silts, bet piekrastē 12°—13°. Oktobrī līcī vēl ir 10° silts ūdens. Novembrī austrumpiekraste ir vēsa, ap 5°; līcis pāri 6°. Decembrī līcī ir ap 3°,5, piekrastē ap 2°.

Vissiltākais mēnesis arī jūras līča virsūdenim ir augusts, visvēsākais — februāris. Šos mēnešos, kā arī ziemā, pie ledus segas, temperatūra ir visvienmērīgāk izplatīta. Turpretim t° lielākā dažādība novērojama maijā (ledus iziešana, upju sasalušie ūdeņi), kad temperatūru starpības līcī atzīmējas 3°—4° lielas.

Kā visaugstākā t° līcī 11 gadu novērojumu laikā (1924.—1934.) ir atzīmēta 1924. g. augustā: 23°,6 (piekrastē 24°,0) un viszemākā, pat zem sasalšanas t° = —0°,3, ir novērota pārsaldētā ūdens t° = —2°,0.



Rīgas jūras līča virsūdens vidējā temperatūra.

Atsevišķo mēnešu ekstrēmie dati, kas doti kartēs, arī norāda, par cik var viena gada dati atšķirties no otra gada datiem. Tas raksturo termiskās dažādības iespējamību: piem., janvārī ir novērotas $t^{\circ} 4,7$, kur normāli sastopams 1° , un jūnijā $4,0$, kur, vidēji ņemot, ir 12° .

Tabulā sakopotie dati ļauj skatīt temperatūras gada gājienu jūras stacijām un salīdzināt to ar piekrastes staciju ūdens un gaisa t° . Numerācijas skaitlis norāda uz staciju radniecību vai kopību pēc atrašanās vietas, indekss uz stacijas novērošanas objektu: ūdens jūrā, ūdens piekrastē vai gaiss.

Tālāk no krasta stacijas 3a, 4a, 5a, 6a uzrāda līdzīgas gada gaitas, pie kam siltākais mēnesis, kā jau minēts arī agrāk, ir augusts: t° apm. 17° . Gada vidējā amplitūda ir ap 16° , bet Irves šaurumā tā

| Nr. un indekss | S T A C I J A | ϕ N | L _E no Gr. | Janv. | Febr. | Marts | Apr. | Maijs | Jūn. | Jūl. | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dec. | Gads | Maks. | Min. | Vid. gada ampl. |
|----------------|---------------|-----|-----------------------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|-----------------|
|----------------|---------------|-----|-----------------------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|-----------------|

Jūras staciju vidējās virsūdens t^o (1924.—1934.).

| | apm. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|----|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| 1a | 57 ^o 53' | 240 | 12' | — | 1.7 | 4.7 | 9.0 | 12.4 | 16.8 | 16.8 | 13.8 | 9.0 | 5.0 | 3.4 | 9.3 | 22.3 | — | — | 15.1 |
| 2a | 57 5 | 23 | 59 | 0,3 | 0,5 | 2,6 | 3,5 | 9,5 | 12,3 | 17,7 | 18,2 | 14,0 | 9,7 | 6,1 | 8,0 | 22,6 | -0,3 | -0,3 | 17,9 |
| 3a | 57 18 | 23 | 40 | 1,2 | 0,6 | 0,8 | 2,5 | 7,0 | 11,4 | 16,9 | 17,0 | 14,5 | 10,0 | 6,3 | 7,6 | 22,3 | -1,7 | -1,7 | 16,4 |
| 4a | 57 28 | 23 | 19 | 1,2 | 0,8 | 0,9 | 1,6 | 6,8 | 10,9 | 16,8 | 17,1 | 14,4 | 10,0 | 6,8 | 8,3 | 22,4 | -1,9 | -1,9 | 16,3 |
| 5a | 57 38 | 22 | 58 | 0,8 | 0,0 | 1,0 | 1,8 | 4,0 | 11,0 | 16,5 | 17,0 | 14,2 | 9,6 | 6,7 | 7,2 | 22,6 | -1,8 | -1,8 | 17,0 |
| 6a | 57 45 | 22 | 14 | 0,9 | 0,8 | 1,1 | 2,5 | 6,0 | 10,7 | 16,3 | 16,3 | 14,1 | 10,0 | 6,8 | 8,0 | 21,6 | -1,3 | -1,3 | 15,5 |

Piekraustes staciju vidējās virsūdens t^o (1930.—1934.).

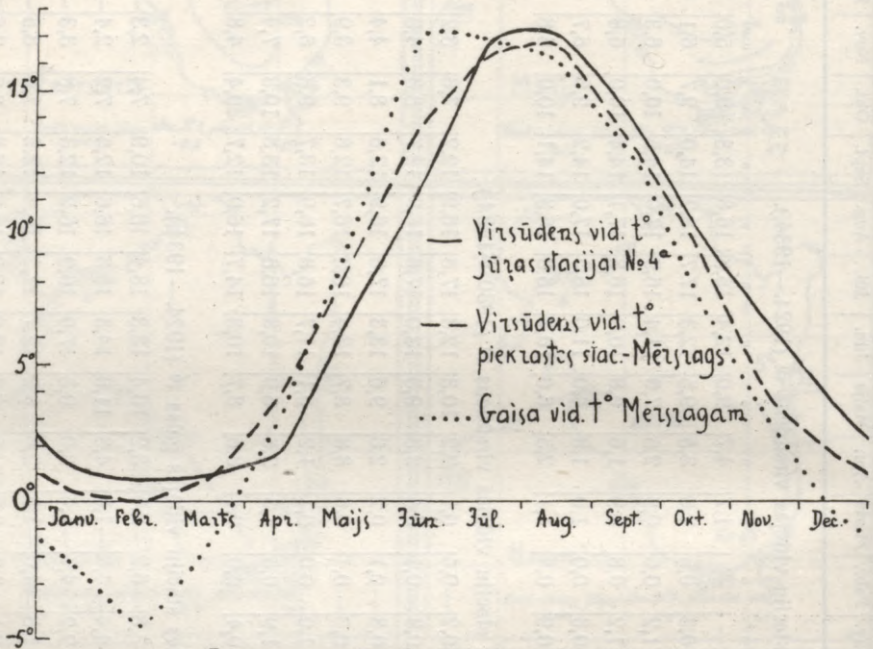
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------|----|----|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|
| 1b | 57 52 | 24 | 32 | -0,2 | -0,4 | 0,1 | 2,2 | 10,3 | 12,8 | 17,8 | 16,9 | 12,2 | 7,6 | 3,2 | 0,3 | 7,1 | 24,0 | -1,5 | 18,3 |
| 2b | 57 4 | 24 | 3 | 0,3 | -0,1 | 0,4 | 2,3 | 9,3 | 13,0 | 17,6 | 16,9 | 12,7 | 8,3 | 4,3 | 1,0 | 7,2 | 21,5 | -0,6 | 17,7 |
| 2bb (3b) | 56 59 | 23 | 5 | 0,8 | -0,1 | 0,2 | 2,6 | 9,6 | 13,3 | 17,6 | 16,9 | 12,8 | 8,1 | 4,4 | 1,2 | 7,1 | 22,1 | -0,3 | 17,8 |
| 4b | 57 22 | 23 | 7 | 0,3 | -0,1 | 0,6 | 3,8 | 8,7 | 13,4 | 16,3 | 16,7 | 12,6 | 9,3 | 3,9 | 1,8 | 7,3 | 21,2 | -0,5 | 16,6 |
| 5b (6b) | 57 46 | 22 | 36 | 1,0 | 0,0 | 0,1 | 1,2 | 6,1 | 11,7 | 16,8 | 16,9 | 13,7 | 9,8 | 6,2 | 2,8 | 7,2 | 20,7 | -0,5 | 16,9 |
| 6bb | 57 39 | 21 | 36 | 1,9 | 0,5 | 1,3 | 2,8 | 6,9 | 10,8 | 16,6 | 17,2 | 13,8 | 10,8 | 7,4 | 3,9 | 7,8 | 20,4 | -0,5 | 16,7 |
| 7 | 57 24 | 21 | 36 | 0,4 | 0,0 | 0,4 | 3,6 | 8,7 | 10,8 | 14,7 | 16,9 | 12,7 | 9,4 | 4,8 | 1,9 | 7,0 | 19,2 | -1,2 | 16,9 |

Piekraustes staciju vidējās gaisa t^o (1924.—1934.).

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------|----|----|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|------|-----|---|---|------|
| 1c | 57 52 | 24 | 22 | -3,8 | -6,2 | -2,5 | 3,2 | 10,4 | 13,3 | 18,4 | 16,6 | 10,9 | 7,4 | 2,3 | -1,6 | 5,7 | — | — | 24,6 |
| 2c (3c) | 57 4 | 24 | 3 | -4,4 | -4,8 | -1,8 | 4,3 | 11,8 | 14,3 | 18,3 | 16,6 | 12,5 | 7,2 | 2,4 | -1,7 | 6,2 | — | — | 23,1 |
| 4c | 57 22 | 23 | 7 | -2,2 | -4,7 | -1,6 | 3,0 | 9,5 | 17,0 | 16,9 | 16,2 | 12,3 | 7,8 | 3,3 | -0,4 | 6,4 | — | — | 21,6 |
| 5c (6c) | 57 46 | 22 | 36 | -1,8 | -4,0 | -1,3 | 2,6 | 8,2 | 12,7 | 17,2 | 16,4 | 12,6 | 7,6 | 3,5 | -0,5 | 6,1 | — | — | 21,2 |
| 7 | 57 24 | 21 | 33 | -2,1 | -3,2 | -0,6 | 3,8 | 9,7 | 12,9 | 17,0 | 16,6 | 12,8 | 8,0 | 3,6 | -0,5 | 6,5 | — | — | 20,2 |

jau samazinās (Baltijas jūras ietekme). No jūras stacijām nedaudz atšķiras stacijas 1a un 2a, kas tuvojas krasta staciju tipam. Piekrastes stacijām ir lielāka vidējā gada amplitūda un tās seko ciešāk gaisam; tā, piem., stacijām 1b, 2b, 2bb siltākais mēnesis ir jau jūlijs, tāpat kā gaisam.

Grafikā attēlojas tipisku staciju 4a, 4b, 4c t° vidējā gada gaita. Sākot ar martu-aprīli gaisa un piekrastes ūdens t° ir lielākas par



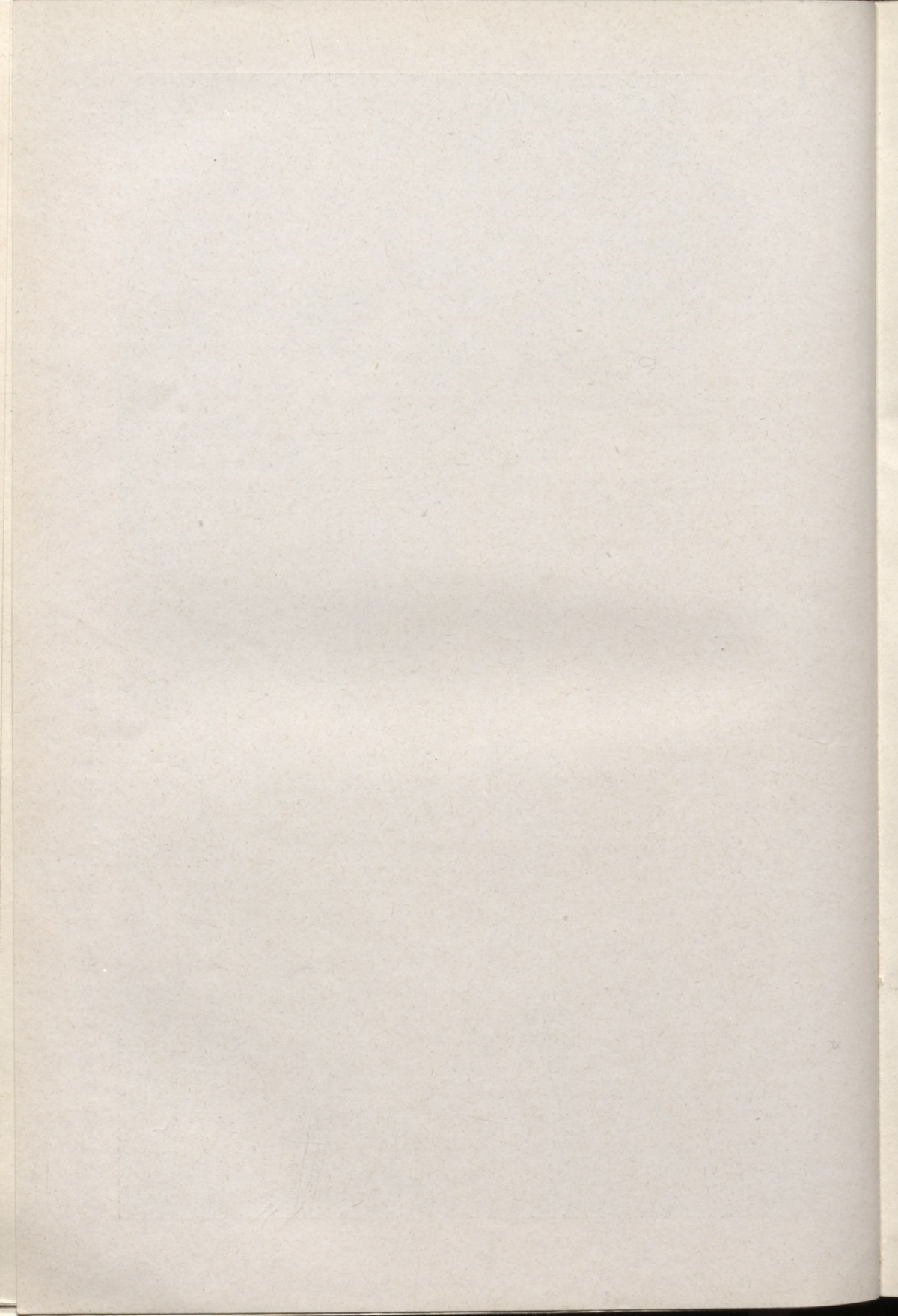
Ūdens un gaisa t° vidējais gada gājiens.

jūras virsūdeni; ap temperatūru maksimuma laiku — jūliju-augustu (gaisam — jūnijs, jūlijs, ūdenim — augusts), jūras ūdens, lēnāk atdzisdams, visu laiku paliek siltāks par gaisu un piekrastes ūdeni. Dabīgi, ka piekrastes ūdens t° likne ieņem vidējo stāvokli starp gaisu un jūras stacijas ūdens t° . Visumā likņu formas ir līdzīgas; liknes ir tikai sabīdītas: ūdens samērā labi seko gaisam, zināms, ar dabīgo nokavēšanos.

Interesanti ir sīkāk apskatīt kādu staciju seriju tuvāk pie Daugavas grīvas, kur manām arī tiešo upes ūdens siltuma režīma iespaidu. Tā, stacija 2a martā un aprīlī uzrāda pa 1° — 2° augstāku t° , nekā parasti pie līknes iedomātā, vienmērīgā gājiena varētu sagaidīt. Arī izotermu kartēs saskatāmi Daugavas siltākie ieklūdumi maijā un vēsākie — decembrī un taml., kuŗu tiešais t° iespaids virsūdenim vispār būs jāvērtē vidēji uz 10 jūras jūdzēm no grīvas.



„Velna bluķi“ Rīgas jūras līča akmeņainā krastā pie Mērsraga.



Tabulā ir dotas vēl gada vidējās vērtības, mēnešu ekstrēmi un vidējās amplitūdas.

Dziļūdens temperatūras. Ja visus rīcībā esošos dziļūdens t^0 datus apskatām katram dziļumam atsevišķi — ar nolūku konstatēt mēnešu vidējās t^0 līcim dziļumos, tad ir iespējams uzrādīt liča dienviddaļas vidum dažus aptuvenos vidējos un novērotos ekstrēmos skaitļus.

Marta sākumā novērojumi norāda piem., uz šādu ziemas beigu un pavasara sākuma t^0 sagrupējumu: pie virsmas $t^0 = -0,2^0$ (novērošanas vietā ir bijis peldošais ledus) līdz pat 20 m t^0 ir tā pati: $-0,2^0$. Piedibena slānī — $0,2^0$ pāriet uz $+0,2^0$ dibena temperatūru (30 m). Ūdens tā tad vienādi silts no virsas līdz 20 m. Laika sprīdī no maija līdz novembrim var sakopot novērojumu rindu, no kuriem iespējams apmēram parādīt vidējo termisko norisi liču dienviddaļas vidū, apgabalā starp Mērsragu un Kurmjāragu. (Skat. sekojošo tabulu).

| Dziļumi m. | Maijs | | | Jūnijs | | | Jūlijs | | | Augusts | | | Septembris | | | Oktobris | | | Novembris | | |
|------------|----------------|-------|------|-----------------|-------|------|-----------------|-------|------|-----------------|-------|------|-----------------|-------|------|-----------------|-------|------|----------------|-------|------|
| | vid. | maks. | min. | vid. | maks. | min. | vid. | maks. | min. | vid. | maks. | min. | vid. | maks. | min. | vid. | maks. | min. | vid. | maks. | min. |
| 0 | 7 ⁰ | | | 11 ⁰ | | | 17 ⁰ | | | 17 ⁰ | | | 14 ⁰ | | | 10 ⁰ | | | 6 ⁰ | | |
| 10 | 5,5 | 8,9 | 0,6 | — | 13,1 | 2,3 | 14 | 16,0 | 12,0 | 15 | 18,9 | 5,4 | 13 | 16,5 | 7,0 | 10 | 11,6 | 8,4 | 6,5 | 9,0 | 5,3 |
| 20 | 2 | 3,4 | 0,7 | 5 | 7,1 | 1,4 | 3,5 | 4,2 | 0,9 | 4 | 6,8 | 1,6 | 10 | 14,2 | 9,6 | 9 | 11,6 | 8,4 | (7) | — | — |
| 30 | 1 | 3,3 | 0,0 | 2 | 6,5 | 1,5 | — | — | — | (0,7) | — | — | (10) | — | — | 8 | 11,2 | 5,5 | — | — | — |
| 40 | 0,3 | 1,7 | 0,1 | 1,5 | 6,2 | 1,4 | — | — | — | — | — | — | (5) | — | — | 5 | 7,3 | 3,2 | — | — | — |

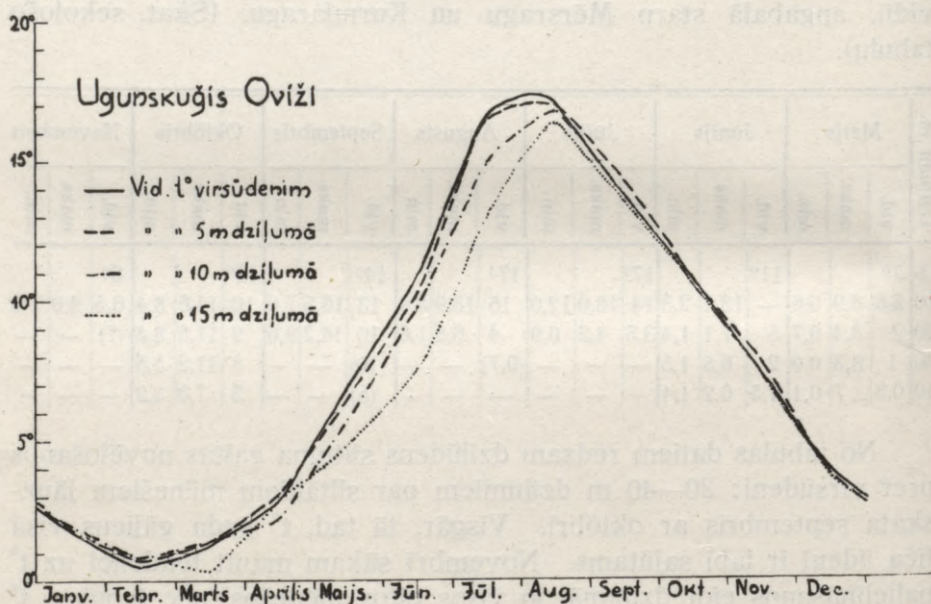
No tabulas datiem redzam dziļūdens siltuma gaitas novēlošanos pret virsūdeni: 20—40 m dziļumiem par siltākiem mēnešiem jāuzskata septembris ar oktōbri. Vispār, tā tad, t^0 gada gājiens visā liča ūdenī ir labi sajūtams. Novembrī sākām manīt tendenci uz t^0 palielināšanos ejot dziļumā, jo visos citos mēnešos, pēc tabulas, t^0 krīt, ejot dziļumā. Piedibena ūdens t^0 (40 m dziļumā) — kā vidēji, tā arī minimāli novērotā, nav zem 0^0 . Ap 20 m pavasarī un vasarā izbeidzas straujā t^0 pazemināšanās, kas ir novērojama augšējā slānī, no 0 m — 20 m; acīmredzot pie 20 m vidēji izbeidzas šis „lēciens” slānis.

Uz Ovižu ugunskuģa, kas atrodas uz Irvies šauruma sliekšņa, tā tad Rīgas jūras liča un Baltijas jūras ūdeņu savienošanās vietā, ir izpildīti sistematiski dziļūdens t^0 mērījumi periodā 1930.—1934. g. No šiem datiem var aprēķināt vidējās mēnešu t^0 atsevišķiem dziļumiem. Tā konstruētas vidējo t^0 gada gājiena līknes dziļumiem 0 m,

5 m, 10 m un 15 m (sk. zīm. lpp. 322.). Kā redzam, temperatūras gaita atsevišķos dziļumos te maz atšķiras savā starpā. Līdz ūdens siltākam mēnesim — augustam — dziļumā gan ir arvien vēsāks ūdens, bet starpība vidējās temperatūras nepārsniedz $3,5^{\circ}$. No septembra līdz februārim ūdens neuzrāda nekādu termisku slāņojumu. Zemākā t° ir februārī, izņemot dziļāko, 15 m, slāni, kuram aukstākais mēnesis ir marts.

Termiskā aina dziļūdenī uz Irves šauruma sliekšņa acīmredzot ir lielā sakarā ar ūdeņu cirkulāciju un apmaiņu starp līci un jūru.

Varam izvēlēties arī dažus tipiskākus gadījumus šādai grafiskai analīzei. 1924. g. mūsu rīcībā ir stacija apm. 5 j. jūdzes no Mērsraga, kur izdarīti t° mērījumi no jūnija līdz novembrim (sk. zīm. lpp. 323.). Šai samērā gan tuvu krastam stāvošai stacijai lēciena slānis sākas 5 m dziļumā un izbeidzas jau pie 10 m. Oktobra un no-



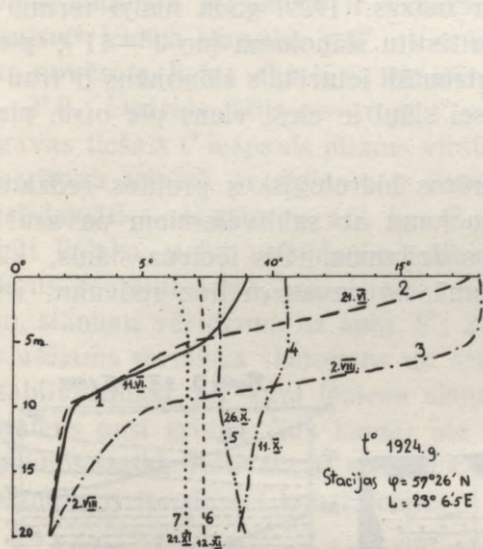
Temperatūras vidējais gada gājiens dažādos dziļumos pie Irves šauruma.

vembra līknes līdzinās taisnēm, t. i. dibena t° ir vienāda ar virsmas t° un dažreiz pat lielāka. Konvekciju te redzam kā notikušu visā slānī, kā tas sagaidāms vispār visā Rīgas jūras līcī. Gada amplitūda pie dibena te vērtējama uz apm. 10° ; pie virspuses ir iespējamās amplitūdas pāri 20° . Piedibena slānis vasarā ir termiski stabilāks, rudenī maiņas norit acīmredzot straujāk.

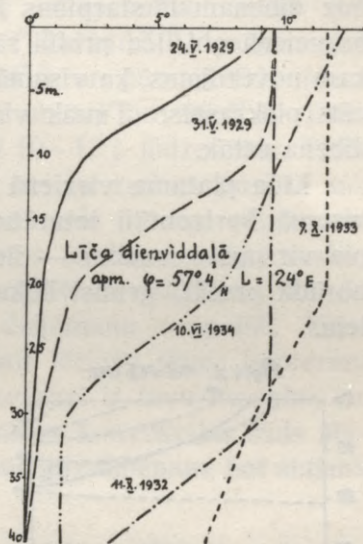
Cita tipa gaitu var redzēt jūras stacijās, kur dziļums ir 40 m un attālumi no krasta ir lielāki — ap 20 j. j. (sk. zīm. lpp. 323.). Te

lēciena slāņa apakšējā robeža pēc dažādiem novērojumiem ir iejēmusi stāvokli 10 m, 20 m un 30 m. Atkal gan 10 metru piedibena slānis uzrāda lielāku termisku stabilitāti.

Ja apskata kādas Irves šauruma stacijas grafikas, tad tās ir ļoti līdzīgas vertikālām taisnēm, parasti ar mazu slīpumu; tikai vasa-



Temperatūra dažādos dziļumos Rīgas jūras līcī.



Temperatūra dažādos dziļumos Rīgas jūras līcī.

rās dibenā ir vēsāks — un taisnei līdzīgā līkne (bez jūtama lēciena slāņa) noliekta ar lejas galu uz 0° pusi. Tas apstiprina jau agrāk parādītās Ovižu ugunskuģa gada gājiena grafikas īpatnības. Dabīgi, ka šaurumā ūdens ir vairāk sajaucies, tamdēļ dziļūdens t° maz atšķiras no virsmas t° .

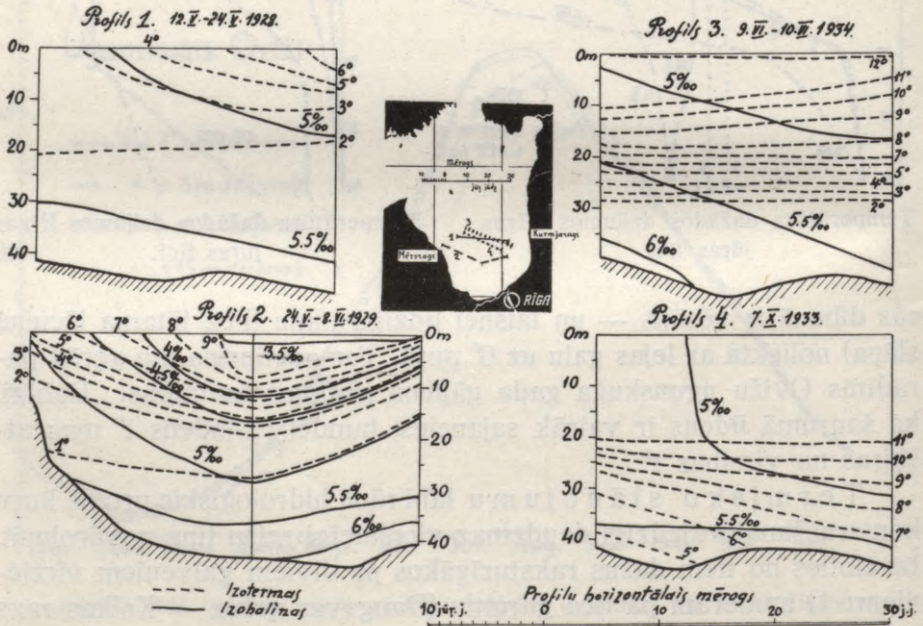
Termisko slāņojumu labi rāda hidroloģiskie profili, kuŗu konstruēšanai vajadzīgi daudz maz vienlaicīgi reisu tipa novērojumi. Izvēloties no tiem dažus raksturīgākos pa diviem galveniem virzieniem: 1) apmēram pa līča garumu (Daugavas grīva — Kolkas rags un Daugavas grīva — Ainaži), 2) pa līča platumu (E-W virzienā: Kurnjarags — Mērsrags) — iegūstam jau interesantu ainu.

Tā 1928. g. maija pirmajā pusē izdarītā reisa profilā Daugavas grīva — Kolkasrags redzam līča vidū daudz maz horizontālu, bet gan maz attīstītu termisku slāņojumu; pret Daugavas grīvu no apm. 12 jūdžu attāluma sākas jūtama t° celšanās no 4° līdz 11°, kas norāda uz upes siltā ūdens ieplūdumu. Šie siltākie slāņi gan neiespiežas dziļi un dibenā tos nejut jau vairs 2 j. jūdžu attālumā. No Kolkasragsa puses iespiežas savukārt Batijas jūras mazliet siltākais

ūdens — plašāku slāņu veidā. Intensīvāk izteikts, arī horizontāls, slāņojums ir profilam: Daugavas grīva — Ainaži, kas konstatējams pēc 1928. g. maija otrā pusē izdarītiem mērījumiem. Daugavas ūdeņu tiešā t° ietekme ir tāda pati, kā iepriekšējā gadījumā.

Tuvāk virspusei gulošie slāņi ir sablīvēti ciešāk; sākot ar 20 m līdz dibenam t° starpības jau ir mazas. 1929. gada maija termiņbraucienā abi liča profili rāda attīstītu slāņojumu (no 1° — 11°), pie kam novērojams, ka visumā horizontāli ieturētais slāņojums ir traucēts piekrastēs. Tuvāk virspusei slāņi ir cieši viens pie otra, pie dibena retāk.

Liča platuma virzienā ieturētos hidroloģiskos profilos redzam visumā horizontāli ieturētu slāņojumu ar sablīvējumiem pavasari pie virspuses, rudenī — lielākos dziļumos. Šis lēciena slānis, kā norāda profili, grimst laika posmā, no pavasara līdz rudenim, uz leju.



Hydroloģiskie profili liča platuma virzienā.

Vēl var īsumā minēt par tiešajām piedibena ūdens temperatūrām. Liča vidū dominē 40—45 m, kā dibena dziļums; 40 m dziļuma vidējās t° dažiem mēnešiem redzamas no dziļūdens t° tabulas, tāpat dibena t° var skatīt no hidroloģiskajiem profiliem. Acīmredzot dibena t° līcī svārstās no 0° līdz 5° , sasniegdama šo vidējo maksimumu apm. oktobrī.

Savelkot īsumā iepriekš sacīto par termiskiem apstākļiem atsevišķajā Rīgas jūras līcī, varam izcelt norises šādas pamatīpašības.

Viršūdens t^0 , visumā sekodama gaisam, maksimumu sasniedz augustā un minimumu februārī; vid. gada amplitūda: 16^0-17^0 . Līdz maksimumam viršūdens ir vēsāks, pēc maksimuma siltāks par gaisu. Vidējā starpība ir 2^0 . Viršūdens t^0 dažādība 11 gadu posmā ir novērota liela; absolūtie ekstrēmi: $24^0,0$ un pārsaldētais ūdens $-2^0,0$. Dažreiz jūlijā novērota $t^0 = 5^0,2$ un arī janvārī $5^0,1$. Daudzums tiešais t^0 iespaids jūtams viršūdenī 10—12 j. jūdzes tālu. Temperatūra vasarā ar dziļumu ir mazāka, bet uz rudens pusi tā sāk izlīdzināties. Iespējams arī, ka, t^0 dziļumā (pie dibena) vispār var būt lielāka, nekā viršūdenim. Maksimums piedibena slānī saskatāms septembrī-oktobrī. Vidējā gada amplitūda dziļākiem, 40—50 m, slāņiem vērtējama uz apm. 5^0 ; 20 m dziļumiem — ap 10^0 . Konstatējams termisks slāņojums un īpatnējais lēciena slānis (izotermu sablīvēšanās), pie kam lēciena slānis pavasarī ir tuvu līmenim, uz rudens pusi grimst, līdz kamēr pie stiprākas konvekcijas šāds slāņojums izzūd. Konvekcija te notiek viscaur līdz dibenam, bet zināms slāņojums tomēr arī konstatējams.

Ledus. Ledus rašanās sālā jūras ūdenī atšķiras no šī procesa saldām ūdenim. Saldā ūdens baseinā, vēsam rudens laikam iestājoties, virsas slāņi atdziest, kļūst smagāki, un iestājas stipra konvekcija līdz 4^0 temperatūras sasniegšanai virspusē. Kā zinām, 4^0 ir tīra ūdens lielākā blīvuma temperatūra. Atdziestot vēl vairāk, slāņi pēc 4^0 kļūst vieglāki un vairs negrimst. Pie 0^0 ūdens sasalst.

Ledus rašanos jūrā īpatnēji ietekmē vairāki faktori; tie palēnina virsējā slāņa atdzišanu un līdz ar to sasalšanas iestāšanos.

Vispār jau sāļa ūdens sasalšanas t^0 ir zemāka par 0^0 . Tā okeanu parastā sāļuma ūdens sasaltu pie $-1^0,9$, Baltijas jūras ūdens vidēji pie $-0^0,4$, Rīgas jūras līča ūdens pie $-0^0,3$. Sevišķās sasalšanas temperatūras un lielākā blīvuma temperatūras sakarības dēļ (piem. okeanu normālā sāļuma ūdenim sasalšanas t^0 ir augstāka par lielākā blīvuma t^0) konvekcija jūrās norit dziļāk, līdz ar ko lielāka ūdens masa jem dalību siltuma apmaiņā un neļauj ātri rasties virspusē ledum. Bez tam arī ledum rodoties atbrīvojas sālis, jo ledū sasalst normāli salds ūdens; šīs atbrīvojušās sālis pastiprina koncentrāciju un līdz ar to pazemina sasalšanas temperatūru. Ledus veidošanos bez tam traucē vispār arī viļņošanās, strāvas, paisums un bēgums.

Sākumā radušās ledus adatas sasalst plānā kārtiņā, kura viegli salūzt gabalos; gabali, berzēti viens pret otru, pieņem plācēņveidīgu



Jauns ledus pie Ventspils.

formu un sasalst atsevišķos laukos vai arī ciešā ledus segā. Vēja un strāvu ietekmē ledus var uzlūzt un tikt sadzīts nekārtīgā masā un kā tā saucamais pakledus radīt lielas grūtības kuģniecībai. Jū-



Ledus sablīvējumi (torosi) Rīgas jūrmalā 1929. g. pavasarī.

ras ledus sablīvējumi piekrastēs, ko sauc par torosiem, var sasniegt lielu augstumu, lai gan cieša, vienas kārtas ledus sega Baltijas jūras ličos ir tikai apm. $\frac{1}{2}$ m bieza. Bargajā 1928./29. g. ziemā Rīgas jūras liča ledus segas biezums bija 65 cm, bet piekrastes torosi Rīgas jūrmalā sniedzās pie 16 m. (Torusus nedrīkst saukt par ledus kalniem; ledus kalns jeb aisbergs ir cietzemes šļūdoņa ledus gabals, kas ieslīdējis jūrā, un pēc tam strāvu dzīts tur peld.)

Baltijas jūras vidusdaļā tikai bargākās ziemās novērojami klejojošie ledus gabali, parasti tur viscaur ir brīvs ūdens. Ledus nedaudz piesalst atklātās jūras krastiem, bet tā veidošanās šaurumos, sākot ar Beltiem, Zundu un visos trīs ličos ir jau ievērojama parādība.

Visagrāk, sākot ar decembri, ledus rodas Botnijas liča ziemeļos; vislielāko izplatību ledus Botnijas līcī sasniedz martā, kad ar ciešu segu pārklājas lielākā liča daļa un vidū ir viscaur stiprs klejojošs ledus. Tāpat arī Somijas liča lielākā daļa ir vai nu pārklāta ledus segu vai klejojošo ledu. Ledus Somijas līcī izzūd maijā, bet Baltijas liča ziemeļos normāli tikai jūnijā.

Latvijas piekrastes jūras ūdeņi ledus apstākļu ziņā iedalāmi divās daļās: atklātā jūrā gar Kurzemes piekrasti un nošķirtajā, seklākā, ar stiprāk attīstītu krastu līniju — Rīgas jūras līcī.

Kurzemes piekraste atrodas pie Baltijas jūras lielākā plašuma, kāpēc pakļauta stipriem vējiem un viļņošanai. Gar piekrasti, kā arī netālu jūrā, ledus piesalst caurmērā uz pāris mēnešiem. Bet ūdens to lauž un dzenā. No piekrastes uz jūras vidienu sastopams peldošs ledus, kuŗa maksimālais periods ilgst 140 dienas — (no decembra vidus līdz maija sākumam). Vēl dziļāk jūrā un vairāk uz dienvidiem dažreiz arī salasās lielāki ledus lauki. Kurzemes piekrastē ledus tomēr maz traucē kuģniecību. Te arī mūsu labākās ostas — Ventspils un Liepāja. Ventspils osta aizsalst tikai dažas dienas gadā — februāra pirmajā pusē. Visvairāk ostā ledu sadzen ziemeļu un rietumu vēji, bet austrumu vēji ostu atkal no tiem atbrīvo. Ventspils osta straumes dēļ ($2\frac{1}{4}$ jūras jūdzes stundā) pie ostas ļoti maz aizsalst, un ledus gandrīz nemaz netraucē kuģniecību.

Liepāja bureniekiem nav pieejama caurmērā ap 10 dienu; tikai retās ziemās te tiek traucēta tvaika kuģniecība. Te jāmin gan izcilus ziemas, kā piem. 1892./93. g. un 1928./29. g., kad, bargo janvāra salu dēļ, Liepāja bija aizsprostota ar ledu pat pāris mēnešus. Visā visumā arī Liepāja ir neaizsalstoša osta, tikai tās iekšējā daļa un ezers pārklājas vietēju plānu ledus kārtu, kuŗu viegli uzlauzt.

Līdzīgi ir ledus apstākļi arī citās vietās Kurzemes piekrastē; tikai vietām pie Irves šauruma peldošā ledus sezona ir ilgstošāka. Tā, no Miķeļbākas peldošais ledus novērojams no janvāra beigām līdz aprīļa sākumam; te bieži rodas arī cieša ledus sega.

Ledus apstākļu vispārējā, normālā aina Rīgas jūras līcī ir šāda:

Visagrāk ledus, tūlīt pēc pirmajiem saliem, parādās liča austrumu piekrastes ziemeļdaļā. Mūsu ziemeļu ostā — Ainažos — to sastopam jau decembrī. Cieša aizsalšana, pastāvot daudz maz nepārtrauktam salam, notiek pēc 2 nedēļām no pirmā ledus parādīšanās. Janvāra vidū peldošs ledus rodas jau visā liča piekrastē un uz mēneša beigām tas piesalst pie malas. Februāris ir visstingrākais mēnesis ledus ziņā. Visa liča piekraste un Roņu sala apsalst ar ciešu ledus segu; liča vidiene piepildīta klejojošā ledus masām. Šāda ledus aina pastāv līdz pat februāra beigām. Martā ledus sāk kust un atbrīvo visagrāk liča dienviddaļu (Rīgu). Līcī martā — klejojošs ledus. Pavasara saliem atkārtojoties un ledum sablīvējoties Irves šaurumā, var rasties kuģniecībai dažreiz lieli traucējumi. Peldošs ledus sastopams līcī vēl līdz aprīļa vidum.

Gadas tomēr izjēkuma ziemas, kad peldošs ledus sastopams līcī pat vēl maijā.

Galvenais noteicējs ledum ir termiskie apstākļi. Vecākie, kā arī pēdējā laikā izdarītie pētījumi dod iespēju konstatēt dažas likumības pie ledus rašanās mūsu jūras ūdeņos. Izrādās, ka novembra un decembra sali nedod nekā noteikta ledus rašanās ziņā. Ūdens vēl nav pietiekoši atdzisis — tam vajadzīgs zināms laiks, lai savu siltumu atdotu jau stipri aukstajam gaisam. Kā zinām, ūdenim ir liela siltuma kapacitāte: apm. 3000 cm³ gaisa šinī ziņā ir līdzvērtīgi 1 cm³ ūdens. Lai atceramies laiku decembra beigās: sals gadas ļoti stingrs, pat ilgstošs — bet jūras līcī un jūrā ledus tik pat kā nav. Janvāra temperatūra turpretim ir noteicoša: ja janvāris auksts — ledus uzreiz parādās. Visvairāk ledus tomēr ir februārī. Liela nozīme marta temperatūrai: ja tas auksts — ledus sezona pagarinās, ja silts — ledus iziet ātrāk.

Hidroloģiski klimatoloģiskās studijas, lai raksturotu un paredzētu ledus sezonas iestāšanos, izmanto datus par gaisa negatīvo vidējo dienas temperatūru summām. Tā, piemēram, no gaisa vidējām negatīvām dienas temperatūrām Daugavgrīvai jāsakrājas ap 200°, lai varētu cerēt, ka jūrā parādīsies ledus; vai arī vidēji pēc 30 sala dienām, t. i. dienām, kad vidējā dienas temperatūra ir bijusi zem 0°.



Rīgas jūras līča ledus apstākļu vidējā gaita.



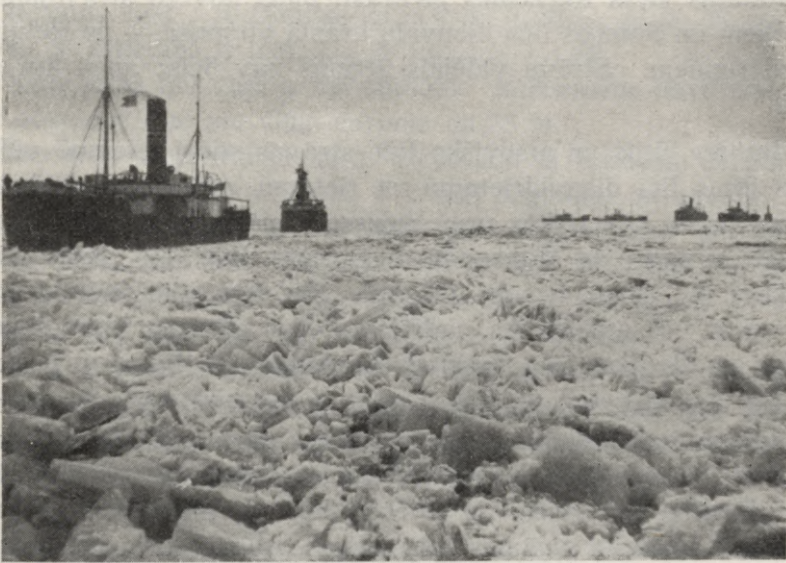
Ledlauzis «Krišjānis Valdemārs» lauž ceļu ciešā ledus segā Rīgas jūras līcī
1928./1929. g. ziemā.

Arī vēji atstāj jūtamu iespaidu uz dažām parādībām ledus sezonā. Atklātā jūras piekrastē, kur vispār viss vairums ledus ir atnests no citurienes, vēju loma ir ļoti ievērojama: piem., Liepājā ziemeļu un ziemeļrietumu vēji sadzen ledu, bet austrumu vēji — aizdzen. Tādās ziemās, kad ledus sega nav stipra, vēju darbība no-manāma vēl spilgtāk. Liels ir vēju iespaids uz ledu Irves šaurumā, pie ieejas Rīgas jūras līcī.

Vidēji ņemot, Rīgas jūras līcis tā tad nepārklājas viss ar ciešu ledus segu, tomēr gadas bargas ziemas, kad šāda cieša sega novērojama visam līcim. Daudzās ziemās iet kājām no Kurzemes krasta uz Sāmu salu un arī Roņu salu. 1881., 1893. un 1929. g. līci pārklāja pilnīga ledus sega.

Par Baltijas jūru, turpretim, atrodamas dažas interesantas vēsturiskas ziņas, kā piemēram: „1322./23. gadā drīz uznāca ārkārtējs sals, kuŗu vācu krusta karotāji nespēja paciest. Šis sals bija tik liels, ka Vidzemē nosala visi augļu koki un pat meži nākamā vasarā

palika bez lapām. Baltijas jūras daļa trīs mēnešus ilgi bija tik cieši aizsalusi, ka no Vācijas uz Zviedriju un Dāniju bija iebraukti daudzi ceļi un uz ledus bija uzceltas pat viesnīcas.“



Kuģu karavāne seko ledlauzim salauztā blīvētā ledū Rīgas jūras līcī.

Ledus novērošana un apstākļu pētīšana Latvijas jūras ūdeņos, sevišķi Rīgas jūras līcī, ir svarīga, lai zinātu kuģniecības apstākļus ziemā uz mūsu galvas pilsētu un ostu — Rīgu. Pieejas atbrīvošanai ziemā darbojas ledlauzis „Krišjānis Valdemārs“.

7. Jūras dinamika.

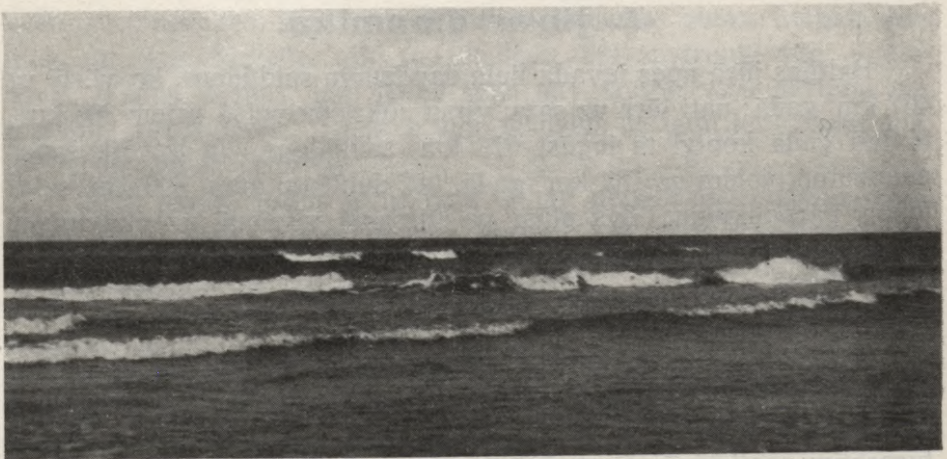
Baltijas jūrā upes ievada lielu daudzumu saldūdens, ko vērtē uz 467 km^3 gadā; pati jūra uz savu virsu nokrišņu veidā saņem 206 km^3 , tā tad gadā kopīgi tā iegūst 673 km^3 saldūdens. Ja iztvaikošanas daudzumu pieņem uz 182 km^3 gadā, tad dabūjam apm. 500 km^3 saldūdens pārpalikumu. Tas plūst pa virspusi virzienā uz rietumiem, lai nokļūtu caur šaurumiem Ziemeļjūrā. Ar dziļūdens strāvojumu sālās masas turpretim no Ziemeļjūras traucas uz austrumiem — Baltijas jūrā.

Abi šie te c ē j u m i pakļauti diezgan ievērojamām maiņām. Virsūdens strāva sevišķi stipri attīstīta pavasarī; dziļūdens strāvojums tad dziest, sevišķi ja valda austrumu vēji. Vēlā vasarā un rudenī turpretim pastiprinās šī apakšējā strāva, no Ziemeļjūras uz Baltijas jūru.

Kā centrālajā daļā, tā atsevišķos līčos strāvas taisa īpatnējus lokus, pie kam bieži novērojams, ka pie viena krasta strāvas virziens ir pilnīgi pretējs virzienam pie otra krasta. Vasarā un rudenī gar atklātās jūras Kurzemes piekrasti bieži novēro strāvojumus uz ziemeļiem un Somijas līča dienvidu krastā virspusē — no rietumiem uz austrumiem. Strāvu vidējais ātrums nav liels: ap 4 km dienaktī.

Baltijas jūras un atsevišķo līču strāvas stipri ietekmē vēji. Tā Rīgas jūras līcī dienvidrietumu un rietumu vēji sadzen ūdeni no Baltijas jūras, kas atsitas pret Vidzemes piekrasti un plūst ziemeļrietumu virzienā uz Mõnzundu ar ātrumu līdz $1\frac{1}{2}$ jūras jūdzes stundā (1 jūr. jūdze = apm. 1,8 km). Pēc tam, kad dienvidrietumu un rietumu vēji apstājušies, sadzītais ūdens plūst pa Irvies šaurumu atpakaļ uz Baltijas jūru, sasniedzot ātrumu $1\frac{1}{2}$ līdz 2 j. j. stundā.

Reti kad ilgāku laiku jūras virsa ir absolūti līdzena. Jau niecīga vēsma rada vilnīšus, kuŗu augstums pieaug vējam pieņemoties stiprumā. Vilņošana, kā to viegli var novērot, nav tieša ūdens daļiņu kustība ar virzienu uz priekšu, bet gan atsevišķas ūdens daļiņas vilnī apraksta zināmas lokveidīgas orbitas, kuŗa lielākais diametris (augšējām daļiņām) ir vilņa augstuma lielumā. Ja saka, ka vilnis „skrien“, tad tā ir tikai formas kustība, bet atsevišķa ūdens daļiņa svārstās tikai savas orbitas robežās. Brīva vilņa profilu var aptuveni salīdzināt ar matēmatikā pazīstamo līkni trochoidu. Vēja vilņi, kuŗiem stāvāka ir priekšējā mala, gan vairāk atšķiras no trochoidas.



Jūras vilņu bangas sekļajā Rīgas jūrmalas piekrastē.

Baltijas jūras viļņi lielākās vētrās ir novēroti līdz 5 m augsti, ar garumu līdz 50 m. Šie ir ekstrēmie dati; parasti jau 2 m augsts vilnis rada jūtamas viļņošanās iespaidu. Pie augstuma attiecības pret garumu, kā 1 : 10 Baltijas jūras viļņi ir stāvi, jo pie okeanu viļņošanās šī attiecība ir tikai 1 : 20 līdz pat 1 : 60.

Rīgas jūras līcī viļņi ir vēl stāvāki. Maksimālie novērotie augstumi sasniedz 4 m pie viļņa garuma ap 25 m.

Bez tieša vēja viļņiem jūrā novērojam tā saucamo atvilni, kurai var būt labi veidota forma, t. i. lieli augstumi un atiecīgi viļņu garumi. Atvilne tomēr ir līdzienāka par vēju viļņiem un tai nav plīstošo, balto, galotņu. Tā rodas vai nu kad vējš, kas sacēlis viļņošanos, apklusis, vai arī viļņošanās no savas izcelšanās vietas izplatījusies tālu apkārtnē, kur uz vietas valda klusums.

Jūras viļņošanās piekrastē un uz sēkļiem rada b a n g a s. Bangu sitiens, īpaši pie dziļāka krasta pret šķērsli, var būt ļoti spēcīgs. Tā, būvējot Liepājas ostu, bangu sitienu uz ārējiem moliem izkustiņājuši 20 tonnu smagus cementa un akmeņu blokus.



Bangu uzsitiens Baltijas jūras klinšainā šēru piekrastē.

Pie jūras dinamiskām jeb kustības parādībām pieder vēl paisums un bēgums.

Ūkeanu un ūkeaniem tuvāk stāvošo lielāku jūru piekrastēs paisuma un bēguma parādība ir sevišķi labi sajūtama, un tā ar savu noteikto ikdienas ritmu īpatnēji raksturo piekrastes ainavas dzīves norises. Ja jūras ir tālu iestiepušās kontinentā un saistītas ar ūkeanu niecīgiem šaurumiem un ja arī pašas samērā ir mazas un seklas, tad paisuma un bēguma parādība tanīs ir niecīga, pat tikko sajūtama.

Baltijas jūras rietumu daļā, pie Kīles, lielāko paisuma un bēguma līmeņu starpības sniedzas tikai pie 7 cm, Travemindē līdz



Jūra pie mēreni stipra vēja.

14 cm, Liepājā 1½ cm, Helsinkos 4 cm, Hoglandē (Somijas j. līcī) ekstrēmos gadījumos līdz 14 cm.

8. Vētras un miglas.

Pie jūras īpatnējiem klimatoloģiskiem elementiem, kas veidojas gaisa un ūdensmasu kontaktā, bez jau apskatītās jūras siltuma

un sevišķi ledus apstākļu norises, var pieskaitīt jūras vētras un miglas.

Dominējošie vēji Baltijas jūrā ir dienvidrietumu un dienvidu; dienvidu ceturkšņa (no SE līdz SW) vējus uzrāda 40 līdz 50% no visiem novērojumiem. Par vētru var skaitīt vēju ar stiprumu no 7 ballēm pēc Bofōra skalas, kas atbilst apm. 14 m/sek. ātrumam.

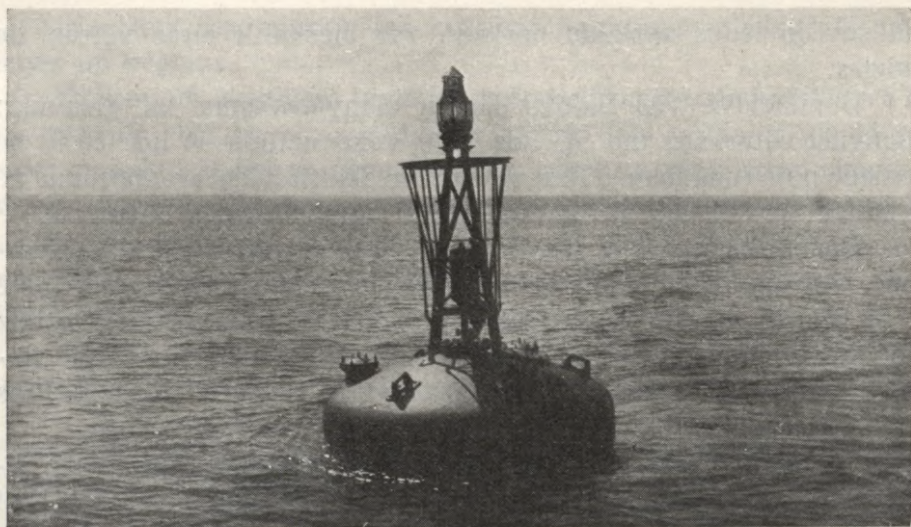
Rudenī un ziemā ir stipri vairāk vētru nekā vasarā un pavasarī. Vidējais dienu skaits ar vētru visam gadam Latvijas piekrastē ir ap 35—40, no tām lielākā daļa, ap $\frac{2}{3}$ krīt uz laiku no oktōbra līdz janvārim. Šinīs mēnešos nereti $\frac{1}{6}$ līdz pat $\frac{1}{3}$ daļa no visām mēneša dienām ir vētrainas. Vismazāk vētru ir jūnijā un jūlijā; šos mēnešos vidēji novērojams ļoti niecīgs vētrainu dienu skaits.

Arī vētrās valdošais vēja virziens ir dienvidrietumu. Gar atklātās jūras Latvijas piekrasti bieži gadas arī rietumu vētras, bet Rīgas jūras līcim sevišķi raksturīgas ir spēcīgās ziemeļrietumu vētras. Tās, piemēram, sadzen ūdeni no liča Daugavā, no ka tās līmenis stipri ceļas un zemākās vietas tiek applūdinātas.

Vētras ceļas straujā cikloniskā darbībā un kad rodas lielākie gaisa spiediena gradienti (lieli kritumi mazos attālumos). Dienvidrietumu un rietumu vētras parasti nes arī nokrišņus, bet asas ziemeļrietumu vētras var norītēt pie samērā skaidras debess. Baltijas jūrā un arī Rīgas jūras līcī pie īpatnējiem temperatūras un gaisa spiediena apstākļiem rodas un arī novēroti pēkšņi viesuļi, kas virpuļu veidā uzrauj arī ūdensmasas stabos; griezdamies tie noskrien zināmus attālumus un izzūd. Šādas trombas stipri spēcīgākā veidā, kā zināms, novērojamas silto joslu jūrās.

Miglas, tāpat kā ledus un vētras ir arī kuģniecības traucētājas. Runājot par Baltijas jūras miglām, jāsaka, ka pēc ilggadīgu novērojumu apstrādāšanas izrādās, ka miglas visbiežāk ir pavasarī. Šī likumība visskaidrāka un noteiktāka jūras vidienā un mūsu robežā pie atklātās Kurzemes piekrastes. Pavasara dienu skaits ar miglām tur ir 5—6 mēnesī. Rīgas jūras līcī tajā pašā laikā ir 3—4 miglu dienas mēnesī. Miglu dienu daudz ir arī rudenī un ziemā: mūsu ūdeņos tad ir caurmērā 4 dienas mēnesī ar miglām. Visbagātākā miglām, kā liekas, ir atklātās jūras Kurzemes piekraste, un tur pavasara miglas ir pārsvarā par rudens miglām. Ļoti maz miglu ir vasarā, sevišķi augustā.

Miglas visbiežāk novērojamas naktīs. Vismazāk to dienā, sevišķi pēcpusdienās (no 1—9 vak.). Interesants ir jautājums par miglu vidējo ilgumu. Izrādās, ka atklātās jūras piekrastē miglas ir ilgstošākas, nekā jūras līcī. Vidējais miglas ilgums iznāk ap 5—6



Kaucoša boja Rīgas jūras līcī pie ieejas Daugavā.

stundas. Dažreiz miglas tomēr ir ļoti ilgstošas. Piem., pēc novērojumiem 10 gadu laikā martā Ventspilī ir atzīmēti šādi gadījumi:

Viens gadījums, kad migla ilgst nedēļu;

Vairāki gadījumi, kad migla ilgst 3 dienas;

10 gadījumi, kad migla ilgst 2 dienas;

23 gadījumi, kad migla ilgst 1 dienu.

1 dienu ilgstoša migla novērojama katru gadu martā caurmērā 2 reizes.

Miglas, pēc izplātības plašuma, var iedalīt vietējās un lielās, skatoties pēc tā, vai tās apsedz mazu apgabalu vai arī visu jūru vai tās lielāko daļu. Zinātniski interesantākas un arī praktiski svarīgākas ir plašās miglas. Novērojumi rāda, ka plašās miglas attīstās gandrīz vienmēr tad, kad Baltijas jūra ir uz robežas starp augstākā un zemākā gaisa spiediena centriem. Pavasaros un rudenos arī uznākošais augsta spiediena centrs — anticiklons — bieži velk sev līdz miglu rajonu. Tad notiek arī samērā straujas temperatūras maiņas. Vēji miglu dienās visbiežāk pūš no dienvidrietumiem, dienvidiem vai dienvidaustrumiem. Visi tie ir lēni, bet dažreiz miglas laikā valda pilnīgs klusums. Ziemā Ventspilī gandrīz vienmēr, tiklīdz iestājas klusums, novērojamas arī miglas.

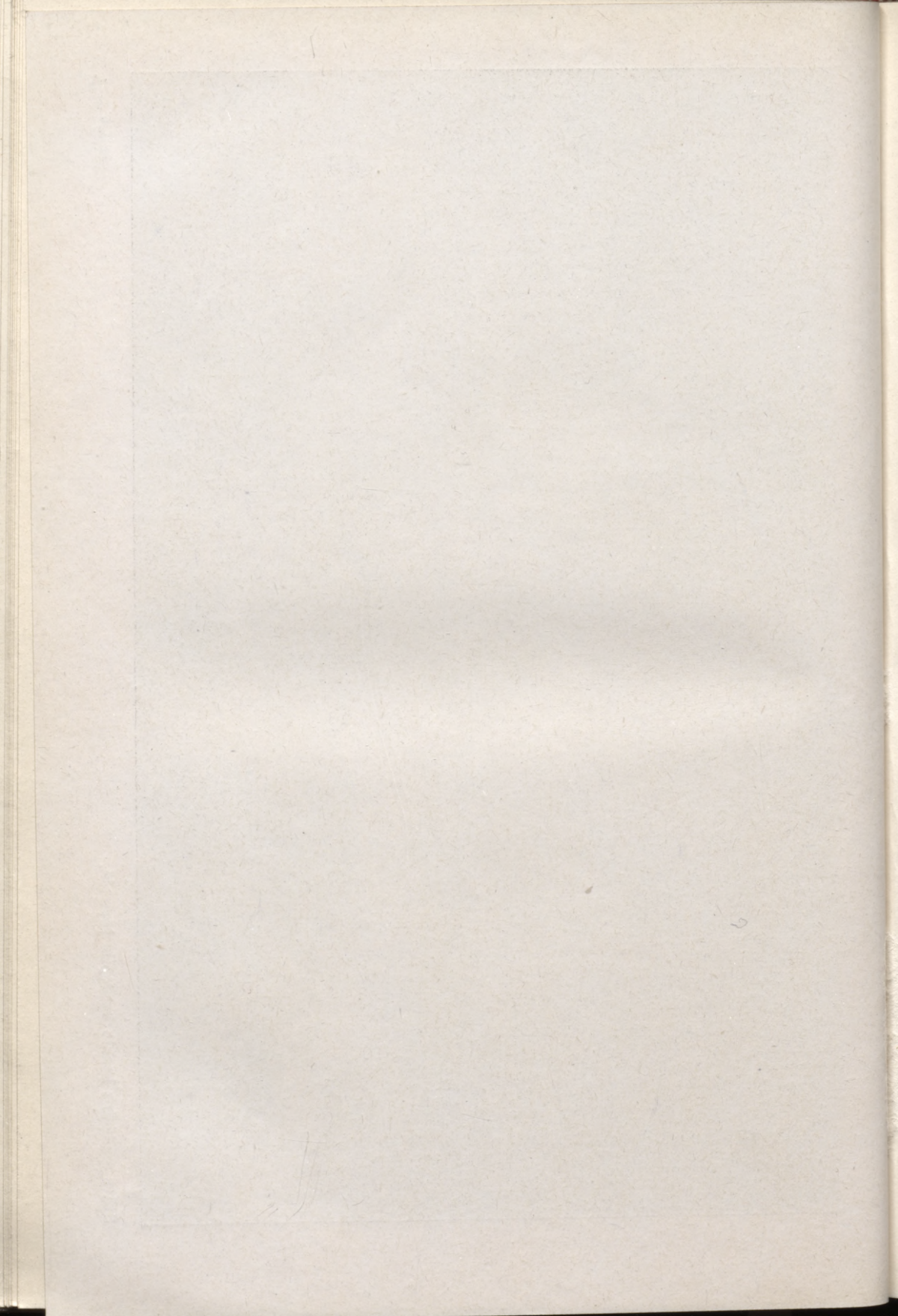
Svarīgs ir miglu izcelšanās jautājums. Zinot to, rodas iespēja pareģot miglas. Vislabvēlīgākais apstākļi jūras miglas attīstībai ir gaisa un ūdens temperatūras starpība. Jau sen atrasts, ka miglas rodas tādās vietās, kas aukstākas par apkārtni.

Miglu laikā kuģi var orientēties pēc skaņas signāliem, kuņģu raida no krasta vai arī t. s. kaucošās bojas.



Stāvs smilšains krasts Ventspils jūrmalā.

„Klio“ uzj.



Vispārējā literatūra.

1. G. Clerc-Rampel. La Mer. Paris. Libraire Larousse.
2. Reichs-Marine-Amt. Segelhandbuch für die Ostsee. I. Abt. Berlin, 1906.
3. B. Schulz. Die Ostsee als Meeresraum. Verhandl. und wissenschaftl. Abhandlungen des 24. Deutsch. Geografentages zu Danzig. Breslau, 1932.
4. V. Bilderling, L. Rudovic. Baltijskoje more. Petrograd, 1923.
5. K. Purns. Latvijas locis. Rīgā, 1931.
6. L. Slaucītājs. Baltijas jūra. Ģeografiski Raksti III/IV. Rīgā, 1934.
7. K. Pakštas. Baltijas jūra. Klaipēdā, 1934.

Specialā literatūra.

1. L. Slaucītājs. Latvijas jūras ūdeņu hidrografijas īss vēsturisks apskats. Kuģniecības grāmata 1930./31. Rīgā, 1930.
 2. L. Slaucītājs. Par pašreizējo Latvijas piekrastes jūras karšu materiāla stāvokli. Mērniecības un Kultūrtechnikas Vēstnesis 1930. g. Nr. 1/2. Rīgā, 1930.
 3. L. Slaucītājs. A short Historical Sketch of Hydrographic Work of the Latvian Coast and to Seaward, and the Present State of the Charting thereof. — Hydrographic Review, Vol. VIII, Nr. 2. Monaco, 1931.
 4. L. Slaucītājs. Tas pats franču tulkojumā. Revue Hydrographique. Vol. VIII, Nr. 2. Turpat.
 5. L. Slaucītājs. Materiāli pie Rīgas jūras līča hidrografijas. Teknikas Apskats Nr. 6 (36) 1931. Rīgā, 1931.
 6. Magnētiskie mērījumi Latvijas jūras ūdeņos un piekrastē 1927.—1928. g. Kuģniecības gada grāmatā 1929. Rīgā, 1929.
- N. Malta un P. Galeniēks. — I.

7. L. Slaucītājs. Baltijas jūras izogonu karte 1930. gadam. Kuģniecības gada grāmatā 1930/31. Rīgā, 1930.
8. L. Slaucītājs. Magnetic Measurements in the Baltic Sea along the Latvian Coast. Riga, 1930.
9. Bureau Hydrographique International. Limites des océans et des mers. Publ. Spéc. Nr. 23. Monaco, 1928.
10. R. Putniņš. Ōkeanu un jūru robežas. Ģeografiski Raksti II. Rīgā 1930.
11. W. Berg, E. Spengler. Remarques sur la détermination de l'écoulement du bassin de la mer Baltique. IV-ème Conférence Hydrol. des États Baltiques. Vol. III. Rapport Nr. 60. Leningrad, 1933.
12. L. Rudovic. O koļebaņijach urovņa Baltijskago morja. Petrograd, 1917.
13. R. Witting. Mers environnantes. Atlas de Finlande I. Helsingfors, 1911.
14. Deutsche Seewarte. Atlas von Temperatur, Salzgehalt und Dichte der Nordsee und Ostsee. Hamburg, 1927.
15. R. Meyer's. Hidrografiski jūras pētīšanas darbi Latvijā 1924. gadā. — L. Ūniv. Raksti XV, Rīgā, 1926.
16. R. Putniņš. Die hydrographischen Ergebnisse der lettischen Terminfahrt im Frühjahr 1928. — Folia Zoologica et Hydrobiologica Vol. I, Nr. 1. Rīgā, 1929.
17. R. Putniņš. Les croisières thalassologiques latviennes au printemps de 1929. — Fol. Zool. et Hydrobiol. Vol. I, Nr. 2. Rīgā, 1930.
18. E. Strand und V. Ozoliņš. Hydrographische Untersuchungen der Hydrobiologischen Station im Rigaer Meerbusen und im Baltischen Meere. I—VI. — Fol. Zool. et Hydrobiol. Vol. III, Nr. 2. Rīgā, 1931.; Vol. IV, Nr. 1. Rīgā, 1932.; Vol. IV, Nr. 2. Rīgā, 1932.; Vol. V, Nr. 1. Rīgā, 1933.; Vol. V, Nr. 2. Rīgā, 1934.; Vol. VII, Nr. 1. Rīgā, 1934.
19. Conseil Permanent international pour l'exploration de la mer. — Bulletin Hydrographique; Bulletin Hydrographique trimestriel; 1925.—1934. Copenhague, 1927.—1935.
20. E. Zariņš un J. Ozoliņš. Pētījumi par Rīgas jūras līča un Baltijas jūras ūdens ķīmisko sastāvu Latvijas piekrastē. — R. L. B. Zin. kom. Rakstu krāj. ats. novilk. Rīgā, 1934.
21. Valsts Meteoroloģiskais birojs. Latvijas Meteoroloģiskais biļetēns, Laika pārskats, Meteoroloģisko novērojumu gada grāmata. — Rīgā, 1924.—1934.

22. L. Slaucītājs. Par Rīgas jūras līča ūdens temperātūru un sāļumu. — L. Ū. Ģeofizikas un Meteoroloģijas Institūta darbi Nr. 26. Rīgā, 1935.

23. L. Rudovic. Ļedjanoj pokrov Rižskago zaļiva. Zapiski po gidrografiji, T. XVI. Petrograd, 1917.

24. L. Slaucītājs. Ledus apstākļi Baltijas jūras ūdeņos 1928./29. gada ziemā. — L. Ū. Meteorol. Institūta darbi Nr. 11. Rīgā, 1929.

25. L. Slaucītājs. Spaltenbildung in der Eisdecke und Eisschiebungen an der Küste des Rigaschen Meerbusens im Winter 1928/29. Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie 1929, H. 12. Berlin, 1929.

26. V. Šmulders. Eisverhältnisse im Rigaschen Meerbusen. — II. Baltische hydrolog. und hydrometr. Konferenz. Tallinn, 1928.

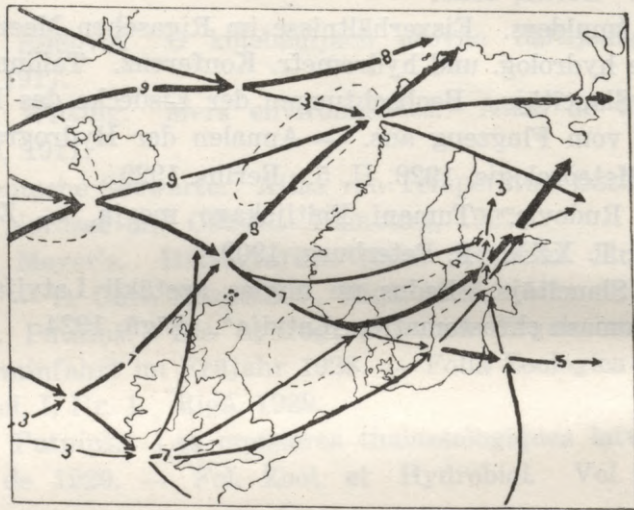
27. L. Slaucītājs. Beobachtungen der Eisdecke des Rigaschen Meerbusens vom Flugzeug aus. — Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, 1929, H. 5. Berlin, 1929.

28. L. Rudovic. Tumani Baltijskago morja. — Zapiski po gidrografiji, T. XXX. S. Peterburg, 1909.

29. L. Slaucītājs. Ledus un miglas apstākļi Latvijas piekrastē. — E. Tomasa chrestomatija „Latvija“. Rīgā, 1924.

Latvijas klimats.

Latvija atrodas t. s. atlantiskā klimata apgabalā, kas pakļauts Atlantijas okeana ietekmei. Šī okeana siltās Golfa strāvas iedarbība konstatējama tālu ziemeļos un austrumos, pat līdz Rietumsibirijai. Tādā kārtā lielākiem Eiropas ģeografiskiem platumiem pie-



1. zīm. Minimumu ceļi Ziemeļeiropā.

----- Visbiežākās atkārtošanas apgabali.

Skaitlis uz minimuma ceļiem rāda, cik bieži gadā tie pa šo ceļu iet (attīstīto barometrisko minimumu vidējais gada skaits).

plūst ūdens un gaiss, kuŗu temperatūra stipri atšķiras no tās temperatūras, kādai minētos apgabalos faktiski vajadzētu būt pēc to ģeografiskā stāvokļa. Goīta strāvas darbības iznākumā virs Ziemeļatlantijas okeana izveidojies stacionārs zemā gaisa spiediena apgabals jeb atmosfēras darbības centrs ar kodolu ap Islandi. No šī apgabala pāri ziemeļrietumu Eiropai pārvietojas daudzas un biežas gaisa spiediena depresijas, kas ir mūsu laika apstākļu nepastāvības galvenais cēlonis.

Depresiju pārvietošanās ceļi diezgan nenoteikti, tomēr lielākā daļa no tām virzas uz ziemeļaustrumiem. Latvija atrodas netālu no

rajona, kam pāri jo bieži iet ciklom (sk. 1. zīm.). Tāpēc biežas, dažreiz ļoti straujas laika maiņas mūsu apstākļos nav nekāds izņēmums.

Atlantijas okeana, tāpat arī Baltijas jūras ietekme izpaužas vispirms gaisa temperatūras diennakts un gada svārstību pamazināšanā. Mūsu ziema silta, bet vasara relatīvi vēsa, sevišķi Latvijas rietumos. Mūsu klimatam arī raksturīgs liels gaisa mitrums, liela apmācīšanās un intensīva gaisa kustība. Valsts austrumu daļā jau vairāk izpaužas plašā Eiropas-Āzijas kontinenta ietekme. Tā kā Latvijā nav lielu augstieņu, kas varētu būt par klimatu šķirtni, tad klimata kontinentālo īpašību pieaugums no rietumiem uz austrumiem ir ļoti pakāpenisks.

Latvijā vēsākā mēneša vidējā temperatūra ir zem -3° , siltākā mēneša vidējā temperatūra virs 10° un nokrišņu lietus vai sniega veidā pietiekoši daudz visos mēnešos. Tāpēc mūsu klimats pieskaitāms pie boreāliem jeb sniega un mežu klimatiem. Ņemot vērā, ka siltākā mēneša (jūlija) vidējā temperatūra ir zem 22° un 5 mēnešiem vidējā temperatūra virs 10° , Latvijas klimats, pēc Köppena klasifikācijas, iedalāms ozolu klimatā. Tālāk Latvijas klimatam ir humīdā klimata subnivālā apakštīpa īpašības: tas ir mēreni mitrs, augu attīstībai un kultūrai labvēlīgs, ar raksturīgu ilgstošu sniega segu. Sniegam kūstot pamatnes ūdeņi un upēs ūdens strauji ceļas. Attiecībā uz augiem Latvijas klimats pieder pie t. s. mikrotermu klimatiem, jo šie augi pieticīgi siltuma ziņā un pārcieš aukstu ziemu.

Lai gan regulārus laika novērojumus Latvijas teritorijā izdara kopš XVIII. g. s. beigām, pašlaik mūsu rīcībā esošais un apstrādātais klimatoloģiskais materiāls visumā tomēr vēl diezgan trūcīgs. Tam par iemeslu apstākļi, ka pirms pasaules kara uz mūsu teritorijas meteoroloģiskās stacijas bija novietotas galvenā kārtā gar jūru (Rīgā, Liepājā, Ventpilī, Daugavgrīvā). Laika apstākļus valsts vidienē novēroja tikai nedaudzas stacijas (Jelgavā, Kuldīgā, Kārsavā, Daugavpilī), pie kam vēl šo staciju novērojumu rindas ir ar pārtraukumiem, pa daļai arī visai īsas. Sevišķi maz datu par apstākļiem Vidzemes vidienē un Latgalē. Patstāvīgās Latvijas laikā iegūtie novērojumi aņņem vēl samērā īsu laikmetu.

Zemes temperatūra.

Še aplūkojamās zemes temperatūras novērotas Latvijas universitātes meteoroloģijas observatorijas dārzā, Rīgas centrā, no 1925. līdz 1934. gadam. Temperatūra mērīta mālainā smiltszemē dabiskos

apstākļos — zem augu segas un ziemā zem sniega segas. Salīdzināšanai ar gaisa temperatūru tabulā dotas arī tās vidējās vērtības, kas aplēstas par šiem 10 gadiem. Gaisa temperatūra, kā arvien, mērīta 2 metru augstumā virs zemes.

Mēnešu vidējās zemes temperatūras Rīgā 1925—1934.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I—XII | ampli-
tūda |
|-------------------------|------|-------------|------------|-----|------|------|-------------|-------------|------|------|-----|------|--------|----------------|
| Gaisa temperatūra . . . | -3.4 | -4.3 | -0.9 | 5.2 | 12.4 | 14.7 | 18.7 | 16.7 | 12.5 | 7.2 | 2.5 | -2.5 | 6.6 | 23.0 |
| Zemes temperatūra: | *) | | | | | | | | | | | | | |
| 0.1 m dziļumā | -1.4 | -1.8 | -0.4 | 4.9 | 12.5 | 15.4 | 18.8 | 17.2 | 12.9 | 7.7 | 3.6 | -0.2 | (4.4*) | 20.6 |
| 0.2 m " | -0.3 | -0.9 | -0.2 | 4.6 | 11.4 | 14.6 | 17.8 | 16.8 | 13.1 | 8.2 | 4.4 | 0.8 | 7.6 | 18.7 |
| 0.4 m " | 0.6 | -0.1 | 0.1 | 3.7 | 10.7 | 13.9 | 17.1 | 16.6 | 13.4 | 8.9 | 5.2 | 1.8 | 7.7 | 17.2 |
| 0.8 m " | 2.2 | 1.5 | 1.1 | 3.0 | 8.3 | 11.7 | 14.4 | 15.1 | 13.3 | 10.1 | 6.9 | 3.9 | 7.7 | 14.0 |
| 1.6 m " | 4.7 | 3.6 | 2.9 | 3.1 | 5.8 | 8.8 | 11.2 | 12.7 | 12.5 | 10.0 | 8.7 | 6.4 | 7.7 | 9.8 |

No tabulas redzam, ka minētos 10 gados caurmērā vēsākais mēnesis bijis februāris, bet siltākais — jūlijs. To pašu rāda arī zemes temperatūras līdz 0,4 metru dziļumam. 0,8 un 1,6 m dziļumā jau konstatējama minimuma un maksimuma nokavēšanās: tur zemākā vidējā ir martam, bet augstākā — augustam. Mērījumi, kas izdarīti Rīgā agrākos gados citā vietā, liecina, ka 2,8 metru dziļumā minimums atzīmējams pat aprīlī, bet maksimums tikai septembrī, tā tad nokavēšanās ir vēl lielāka. No tabulas arī izriet, ka ar dziļumu mazinās zemes temperatūras gada svārstība: 0,1 m dziļumā tā ir 20,6°, bet 1,6 m dziļi tikai 9,8°. Zemē mērītās absolūtās minimālās

Absolūtās ekstrēmās zemes temperatūras Rīgā 1925. — 1934.

| | I | | II | | III | | IV | | V | | VI | | VII | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | Maks. | Min. | Maks. | Min. | Maks. | Min. | Maks. | Min. | Maks. | Min. | Maks. | Min. | Maks. | Min. |
| Gaisa temperatūra . . . | 7.2 | -25.0 | 9.2 | -27.7 | 14.6 | -23.0 | 25.0 | -8.6 | 28.5 | -2.0 | 28.9 | 1.6 | 31.9 | 7.2 |
| Zemes temperatūra: | *) | | | | | | | | | | | | | |
| 0.1 m dziļumā | 3.6 | -9.5 | 5.9 | -9.8 | 6.9 | -6.9 | 18.5 | -1.8 | 26.5 | 1.4 | 24.8 | 7.2 | 32.5 | 8.9 |
| 0.2 m " | 2.3 | -5.2 | 3.5 | -5.5 | 3.2 | -4.0 | 15.0 | -0.1 | 17.8 | 1.4 | 18.8 | 8.5 | 25.5 | 12.9 |
| 0.4 m " | 2.8 | -2.4 | 3.2 | -3.2 | 2.7 | -2.4 | 11.2 | -0.1 | 15.4 | 1.2 | 18.1 | 9.3 | 22.3 | 12.9 |
| 0.8 m " | 4.1 | -0.9 | 3.4 | 0.1 | 2.8 | 0.0 | 7.9 | 0.2 | 12.8 | 0.8 | 14.2 | 8.5 | 17.6 | 10.8 |
| 0.6 m " | 6.0 | 3.4 | 4.7 | 2.6 | 4.2 | 2.1 | 5.8 | 2.0 | 8.8 | 2.0 | 10.8 | 6.4 | 13.1 | 8.8 |

*) Pēc novērojumiem 1926 — 1934.

| | VIII | | IX | | X | | XI | | XII | | I—XII | |
|--------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Maks. | Min. | Maks. | Min. | Maks. | Mjo. | Maks. | Min. | Maks. | Min. | Maks. | Min. |
| Gaisa temperatūra. . . . | 29.4 | 7.5 | 27.7 | -2.4 | 21.5 | -4.9 | 13.4 | -16.0 | 8.2 | -20.1 | 31.9 | -27.7 |
| Zemes temperatūra. . . . | | | | | | | | | | | | |
| 0.1 m. dziļumā | 23.9 | 11.6 | 20.6 | 4.8 | 14.6 | 0.0 | 9.5 | -3.0 | 5.5 | -8.7 | 32.5 | -9.8 |
| 0.2 m. " | 20.7 | 13.3 | 17.8 | 8.8 | 14.4 | 1.6 | 9.0 | 0.1 | 5.4 | -3.8 | 25.5 | -5.5 |
| 0.4 m. " | 19.3 | 15.3 | 17.1 | 8.6 | 14.2 | 3.0 | 9.1 | 1.6 | 5.6 | -1.1 | 22.3 | -3.2 |
| 0.8 m. " | 16.7 | 13.2 | 15.7 | 11.1 | 13.6 | 5.6 | 10.6 | 4.0 | 6.4 | -1.5 | 17.6 | 0.0 |
| 1.6 m. " | 13.8 | 10.9 | 13.8 | 11.2 | 13.3 | 9.1 | 11.1 | 6.7 | 8.7 | 4.7 | 13.8 | 2.0 |

temperatūras viscaur augstākas kā gaisā; turpretim absolūtais maksimums tikai 0,1 metru dziļumā nedaudz augstāks par gaisā uzieto absolūto maksimumu.

Zemes temperatūras absolūtā svārstība 10 gadu laikā bijusi

| | | |
|------------|---------|--------------------|
| | gaisā | 59 ^o .6 |
| zemē 0.1 m | dziļumā | 42 ^o .3 |
| 0.2 m | | 31 ^o .0 |
| 0.4 m | | 25 ^o .5 |
| 0.8 m | | 17 ^o .6 |
| 1.6 m | | 11 ^o .8 |

Jautājumā, cik dziļi zeme sasilst, ir svarīgas nevien zemes fizikālās īpašības un ķīmiskais sastāvs, bet arī tas, vai zeme kaila vai pārklāta augu un sniega segu. Aplūkojamajos gados zeme 0,4 m dziļumā bijusi bieži sasalusi, kamēr 0,8 m dziļumā zemākās temperatūras bijušas tikai ap nulli (0,0^o un 0,1^o). Pēc agrāko gadu novērojumiem negatīvās temperatūras atrastas arī līdz 1,1 m dziļumam, lai gan vieglākā zemē.

Gaisa temperatūra.

Tabulā dotas vidējās gaisa temperatūras 9 vietām par 25 gadiem (1886—1910) pēc R. Meijera un G. Baumaņa apstrādājumiem. Jāpiezīmē, ka vidējās vērtības reducētas uz patiesām diennakts vidējām un nepilnīgās novērojumu rindas reducētas uz 25 gadu periodu. Augstuma korekcija nav ievērota.

Latvijas rietumu nomalē (Liepāja—Ventspils), kas vairāk pakļauta jūras ietekmei, vēsākais mēnesis ir februāris; to pašu redzam arī Mērsragā. Citos apgabalos janvāris vēsāks par februāri, lai gan temperatūru diference nav liela. Daugavgrīvā janvāris tikpat silts

Vidējā gaisa temperatūra 1886. — 1910.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I—XII |
|-------------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|-------|
| Rīga | -4.3 | -4.1 | -1.3 | 4.9 | 11.4 | 15.5 | 17.5 | 16.0 | 11.8 | 6.7 | 1.3 | -2.9 | 6.0 |
| Daugavgrīva . . | -4.2 | -4.2 | -1.5 | 4.3 | 10.4 | 14.6 | 17.1 | 16.2 | 12.4 | 7.1 | 1.6 | -2.7 | 5.9 |
| Ventspils . . . | -2.8 | -3.2 | -1.1 | 3.7 | 8.8 | 12.9 | 15.7 | 15.4 | 12.2 | 7.6 | 2.9 | -1.2 | 5.9 |
| Liepāja | -2.2 | -4.2 | -0.2 | 4.6 | 9.8 | 13.5 | 16.1 | 15.9 | 12.8 | 8.1 | 3.4 | -0.7 | 6.6 |
| Mērsrags | -3.2 | -3.8 | -1.7 | 3.1 | 8.5 | 13.5 | 16.2 | 15.3 | 11.7 | 7.0 | 2.2 | -1.8 | 5.6 |
| Kuldīga | -3.6 | -3.8 | -1.2 | 4.5 | 10.6 | 14.7 | 16.6 | 15.2 | 11.3 | 6.6 | 1.8 | -2.2 | 5.9 |
| Jelgava | -4.2 | -4.1 | -1.1 | 5.1 | 11.3 | 15.3 | 16.9 | 15.5 | 11.4 | 6.5 | 1.2 | -2.9 | 5.9 |
| Kārsava | -6.9 | -6.6 | -3.1 | 4.0 | 11.1 | 15.1 | 16.8 | 15.1 | 10.7 | 5.3 | -0.8 | -5.3 | 4.6 |
| Daugavpils . . . | -5.9 | -5.5 | -2.2 | 5.1 | 12.3 | 16.3 | 17.9 | 16.3 | 11.6 | 6.1 | 0.2 | -4.4 | 5.6 |

kā februāris. Siltākais mēnesis visās vietās jūlijs; šē jāpiezīmē, ka piejūras vietās (Liepājā, Ventspilī) jūlija un augusta vidējo temperatūru starpība necīga.

Mēnešu vidējo temperatūru mainība, t. i. novirzība no ilggadīgās vidējās atsevišķos gados, ir diezgan ievērojama, sevišķi ziemas mēnešos. Vismazāk svārstās septembra vidējā temperatūra.

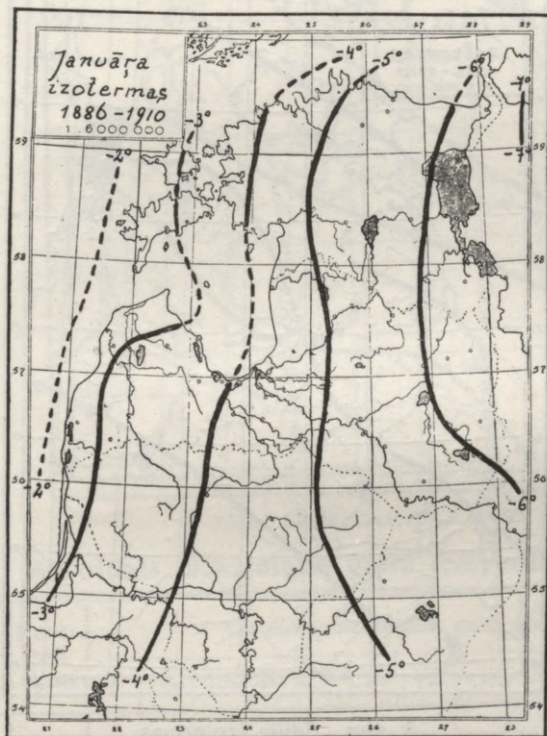
Vidējās temperatūras Rīgā 1873. — 1925.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I—XII |
|------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Ilggadīgā vidējā | - 4.3 | -3.7 | -1.1 | 5.3 | 11.7 | 16.2 | 18.4 | 16.4 | 12.1 | 6.4 | 1.3 | - 2.7 | 6.3 |
| Visaugstākā " | - 1.8 | 2.1 | 3.9 | 10.3 | 14.4 | 19.0 | 23.2 | 18.8 | 13.9 | 10.7 | 4.6 | 1.8 | 7.8 |
| Viszemākā " | -14.3 | -9.2 | -8.3 | 1.7 | 7.8 | 12.8 | 15.2 | 14.3 | 9.6 | 3.5 | -4.2 | -11.5 | 4.1 |

Gada vidējā temperatūra Latvijā ievērojami augstāka par attiecīgā ģeografiskā platuma teoretisko vidējo temperatūru: gadā šī difference ir 5°, ziemas mēnešos pat 8°, bet vasarā tikai 3°. Tā tad nevien mūsu ziema, bet pat vasara ir siltāka nekā tai vajadzētu būt mūsu ģeografiskos platumos. Latvija ietilpst gaisa temperatūras pozitīvās anomalijas apgabalā, kuŗa kodols (ar 12° lielu gada anomaliju) atrodas virs Ziemeļatlantijas okeana netālu no Norvēģijas ap 70. platuma gradu. Šī anomalija ir vislielākā, kāda vispār sastopama uz zemes virsas, tāpēc arī Eiropā kultūra sniedzas tik tālu uz ziemeļiem kā nekur citur. Mēneša izotermu gaitā izpaužas siltuma apstākļu starpība Latvijas rietumos un austrumos, sevišķi vēsos mēnešos (no novembra līdz februārim), kad izotermu virziens visumā paralēls jūras krastam.

Janvārī valsts rietumu nomale apm. par 4° siltāka par austrumu nomali, bet novembrī, decembrī un februārī tā

siltāka par apm. 3—3,5°. Martā vidējā temperatūra Kurzemes dienvidrietumos nedaudz virs -1° , kamēr valsts ziemeļaustrumos tā starp -2° un $-2,5^{\circ}$. Aprīlī viszemākā temperatūra (3°) Kurzemes ziemeļu stūrim, citos apgabalos, kā rietumos, tā arī austrumos, vidējā temperatūra ap 4° ; dienvidos tā ap 5° . Maijā un jūnijā zemākās vidējās ($8,5^{\circ}$ resp. 13°) sastopamas Kurzemes ziemeļos, jo šinī laikā jūras vēsums kavē gaisa sasilšanu; izotermu sablīvējums valsts rietumos norāda uz lielu temperatūras horizontālo gradientu.



2. zīm. Janvāra izotermas.

Šinīs mēnešos (maijā un jūnijā) vissiltāks pašos dienvidaustrumos, kur vidējā temperatūra maijā pārsniedz 12° , bet jūnijā 16° . Jūlijā samērā vēsa rietumu nomale (vidējā temperatūra ap 16°), kamēr dienvidaustrumu Latgale par divi grādiem siltāka. Augustā vidējā temperatūra visā valstī ap 16° un kautcik zīmīgi siltuma pretstatī nav konstatējami. Rudens mēnešos jūra sāk atdot gaisam savu vasarā uzkrāto siltumu, kāpēc piejūras rajons par dažiem grādiem siltāks nekā zemes vidiene. Gada temperatūra, kā to redz gada izotermu kartē, svārstās no $6,5^{\circ}$ (ap Liepāju) līdz apm. $5,2-5,3^{\circ}$

(ziemelauskrumos); izotermu virziens no ziemeļrietumiem uz dienvidauskrumiem.

Gaisa temperatūras apstākļus labi raksturo diennakts vidējo temperatūru atkārtošānās ilgāka laika sprīdī. Izrādās, ka visbiežāk novērojamās diennakts vidējās temperatūras stipri atšķiras no mēneša vidējām. Tā, piem. Rīgā visbiežāk atkārtojas vidējā $1,0^{\circ}$ līdz $1,9^{\circ}$ (gada vidējā ir 6°); šāda temperatūra arī visbiežāka jan-

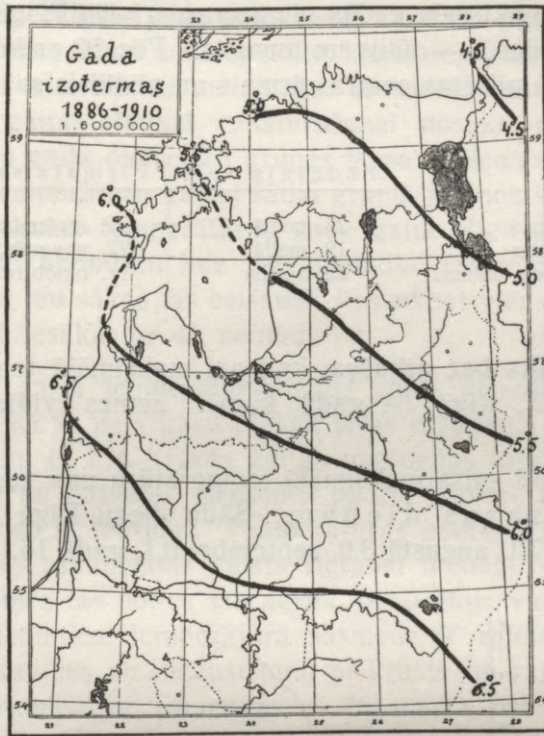


3. zīm. Jūlija izotermas.

vārī, kuŗa caurmēra vidējā temperatūra zem -4° . Jūlijā visbiežāk atkārtojas diennakts vidējā no $17,0^{\circ}$ līdz $17,9^{\circ}$, kamēr ilglaicīgā vidējā ir $18,4^{\circ}$. Lielas un samērā reti novērojamas novirzības no vidējās temperatūras ir ziemā galvenā kārtā uz negatīvo pusi, turpretim vasarā — uz pozitīvo pusi. Abnormi karstās vai siltās dienās laiks mēdz būt skaidrs. Visaukstākās dienas vidējā temperatūra Rīgā tuvu pie -30° .

Gaisa ekstrēmtemperatūras, kā to redz še dotās tabulās, svārstas no apm. -38° līdz 35° . Nav izslēgta varbūtība, ka atsevišķās vietās un retos gadījumos bijušas vēl zemākas, resp. augstākas tem-

perātūras, sevišķi tieši virs zemes, kur gaisa atdzišana (un sasilšana) intensīvāka.



4. zīm. Gada izoterma.

Absolūtās maksimālās gaisa temperatūras.

| | Novē. gadu skaits | Absolūtās maksimālās gaisa temperatūras | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------------|---|-----|------|------|------|------|-------------|-------------|------|------|------|------|-------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I—XII |
| Rīga | 50 | 7.2 | 9.2 | 16.5 | 24.8 | 30.5 | 32.4 | 35.0 | 32.8 | 28.3 | 20.3 | 12.0 | 9.8 | 35.0 |
| Ventspils | 34 | 5.6 | 7.4 | 16.1 | 24.8 | 28.4 | 31.2 | 32.8 | 33.8 | 26.2 | 22.1 | 12.3 | 7.1 | 33.8 |
| Liepāja | 32 | 6.4 | 7.3 | 14.7 | 23.8 | 26.4 | 30.5 | 31.9 | 31.9 | 24.7 | 20.4 | 12.3 | 8.7 | 31.9 |
| Kuldīga | 18 | 6.9 | 6.5 | 16.3 | 23.2 | 28.1 | 31.0 | 31.4 | 34.0 | 26.0 | 21.5 | 12.9 | 9.2 | 34.0 |
| Jelgava | 15 | 7.8 | 6.7 | 16.5 | 24.2 | 29.1 | 31.2 | 31.0 | 29.6 | 25.0 | 21.6 | 13.0 | 10.2 | 31.2 |
| Kārsava | 17 | 5.8 | 5.0 | 14.9 | 23.0 | 27.0 | 31.2 | 32.0 | 33.4 | 25.0 | 21.4 | 13.4 | 8.8 | 33.4 |

Absolūtās minimālās gaisa temperatūras.

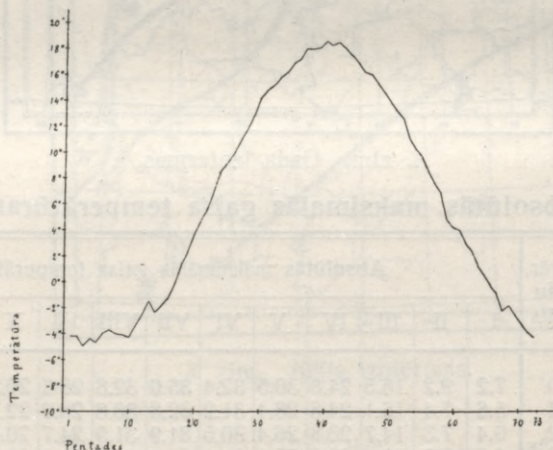
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I—XII |
|-----------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Rīga | -32.5 | -24.6 | -23.4 | -8.5 | -4.5 | 1.7 | 6.6 | 5.3 | -1.6 | -9.5 | -20.5 | -27.7 | -32.5 |
| Ventspils | -30.1 | -29.2 | -26.5 | -14.6 | -2.8 | 0.2 | 4.7 | 3.4 | -2.9 | -7.8 | -17.1 | -21.5 | -30.1 |
| Liepāja | -27.1 | -21.2 | -21.4 | -7.9 | -2.6 | 2.2 | 5.8 | 6.1 | -1.9 | -7.6 | -16.1 | -23.7 | -27.1 |
| Kuldīga | -34.0 | -30.6 | -27.3 | -11.5 | -9.2 | -0.4 | 0.7 | 1.8 | -6.3 | -9.5 | -16.8 | -26.3 | -34.0 |
| Jelgava | -31.1 | -26.6 | -22.0 | -6.6 | -4.6 | -0.1 | 3.1 | 5.4 | -0.8 | -11.0 | -21.2 | -28.8 | -31.1 |
| Kārsava | -35.4 | -37.8 | -30.8 | -12.2 | -4.4 | -2.7 | 4.3 | 1.4 | -3.6 | -10.5 | -23.7 | -32.4 | -37.8 |

Dienu skaits ar salu, t. i. ar minimālo temperatūru -0° Rīgā caurmērā 135 gadā, Latgalē šādu dienu līdz 170 un vēl vairāk. Ņemot vērā, ka naktssals gadās pie mums arī jūnijā, pilnīgi bez sala ir tikai divi mēneši — jūlijs un augusts. Pēc 50 gadu ilgiem novērojumiem Rīgā pilsētas centrā pirmais un pēdējais sals novēroti:

| | Pēdējais sals | Pirmais sals |
|----------------------|---------------|---------------|
| agrākais | 28. martā | 25. septembrī |
| vēlākais | 19. maijā | 22. novembrī |
| vidējais datums. . . | 26. aprīlis | 17. oktobris |

Dienu skaits bez atkušņa, kad arī maksimālā temperatūra nepaceļas virs 0° , Rīgā 64 gadā, kamēr zemes vidienē tas pārsniedz 100.

Dienas, kad gaisa maksimālā temperatūra nav zemāka par 25° , sauc par vasaras dienām. Šādu dienu Rīgā maijā 2,2, jūnijā 4,5, jūlijā 7,1, augustā 3,0, septembrī 0,1, gadā 16.



5. zīm. Gaisa temperatūras gada gaita Rīgā 1875.—1925.

Gaisa temperatūras diennakts gaita lielā mērā atkarīga no meteoroloģiskiem apstākļiem, gada laika, jūras tuvuma u. t. t. Mūsu apstākļos temperatūras diennakts gaitas maksimums iestājas apmēram 2 stundas pēc pusdienas, kamēr minimums novērojams ap saules lēktu. Pēc novērojumiem Rīgā caurmērā gadā maksimums iezīmējas starp 13. un 14., bet minimums plkst. 5. Diennakts svārstī-

bas vasarā daudz lielākas kā ziemā, sevišķi skaidrā laikā. Arī zemes vidienē temperatūras maiņas lielākas nekā pie jūras.

Gaisa temperatūras gada gaitu parasti nosaka pēc mēneša vidējām temperatūrām ilgam laika sprīdim, konstatējot kuŗš mēnesis visvēsākais, kuŗš vissiltākais un aplēšot to vidējo temperatūru diferenci. Gada gaitas sīkākai raksturošanai nosaka pentādu vidējās, t. i. sadala gada dienas 73 grupās ik pa 5 dienām katrā un tad aplēš vidējo temperatūru katrai šādai grupai jeb pentādei. 5. zīmējumā attēlota gaisa temperatūras gada gaita Rīgā pēc pentādēm. Še redzam, ka apmēram līdz 14. pentādei temperatūra diezgan stipri svārstās; tad sākas tās celšanās, kas tikpat vienmērīga kā krišanās. Pēdējā iesākas ar 42. pentādi.

Aplūkojot gaisa temperatūras gada gaitu atsevišķās Latvijas daļās redzam, ka še liela loma piekrīt jūras tuvumam, gada laikiem, laika apstākļiem u. t. t. Gada gaitas minimums iestājas Zemgales austrumu daļā un Latgales dienvidos ap 20. janvāri, bet Kurzemes ziemeļos tikai ap 9. februāri. Temperatūras maksimuma iestāšanās vidējais datums atzīmējams valsts rietumu nomalē jūlija pēdējās dienās; austrumos tas notiek jau agrāk, proti jūlija vidū. Pavasarī, siltumam pieņemoties, temperatūra sasniedz 0° rajonā ap Liepāju 21. martā, Kurzemes ziemeļaustrumu piekrastē un rajonā nedaudz uz ziemeļaustrumiem no Daugavas — 26. martā, bet austrumu nomalē — 1. aprīlī. Tā tad pāiet apm. 10 dienas, kamēr gaisa temperatūra visā valstī sasniedz 0°.

Gaisa atdzišana rudenī norit gausāk, jo tad 0° iestājas austrumu nomalē ap 15. novembri, bet rietumu nomalē tikai ap 5. decembri.

Dienu skaits ar vidējo temperatūru virs nulles Latvijas ziemeļaustrumos ap 230, bet rietumu nomalē ap 260. Gaisa temperatūras gada svārstība (siltākā mēneša vidējā temperatūra minus vēsākā mēneša vidējā temperatūra) Kurzemes rietumu piekrastē ir 19°, bet pie SSSR robežas 24°.

Gaisa temperatūras regulāro gada gaitu lielā mērā traucē vēsā gaisa masu noplūdumi no polāriem apgabaliem, sevišķi pavasarī. Ņemot vērā, ka šādos gadījumos gaisa spiediens augsts un laiks skaidrs un sauss, tad valda apstākļi, kas lielā mērā veicina zemes virsas atdzišanu ar siltuma izstarošanu. Tās sekas ir strauja temperatūras krišanās zemākos gaisa slāņos.

Aukstuma atgriešanās parādība pavasarī (a t z i e m a) pie mums novērojama maijā, pat jūnija sākumā un tāpēc var būt ļoti kaitīga

augiem. Priekšlaicīga sala iestāšanās rudenī ir bieži novērojama parādība, tomēr zaudējumi, kas ceļas ar šo aukstumu, lauksaimniecībā un dārzkopībā nav tik lieli kā atziemas laikā.

Ļoti zīmīga parādība, kas visai bieži novērojama rudenī, ir atvassara jeb siltuma atgriešanās pēc samērā vēsām dienām. Siltuma viļņu pārvietošanās gaitā zīmīgs tas, ka šie pārvietojas nevis viena un tā pati gaisa masa (kā tas mēdz būt pie aukstuma viļņiem), bet siltums izplatās pieplūstot vienmēr jaunām siltām gaisa masām no dienvidiem.

Gaisa mitrums.

Absolūtā gaisa mitruma mēnešu un gada vidējās, kas aplēstas atsevišķām vietām par ilgāku laiku, visumā gandrīz vienādas visā valstī, vismaz starpība nepārsniedz dažas milimetra desmitdaļas. Rīgai aplēsto absolūtā mitruma vidējo vērtību rindā redzams, ka tas savas gada gaitas maksimumu sasniedz jūlijā; jūlija vidējais tomēr maz atšķiras no augusta vidējā mitruma. Absolūtais mitrums janvārī tāds pats kā februārī; to pašu varam redzēt Liepājas novērojumos. Ventpilī zemākā vidējā vērtība ir februārim.

Vidējais gaisa mitrums Rīgā 1873. — 1926.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I—XII |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-------|
| Absolūtais mitrums . . | 3.2 | 3.2 | 3.6 | 5.1 | 7.0 | 9.3 | 11.2 | 10.7 | 8.6 | 6.5 | 4.6 | 3.6 | 6.4 |
| Relatīvais mitrums 0/0 . | 88 | 87 | 82 | 75 | 68 | 69 | 72 | 77 | 81 | 85 | 89 | 90 | 80 |

Ik stundas tvaika spiediena vērtības, kas aplēstas pēc novērojumiem Rīgā, ziemas mēnešos svārstās tikai par dažām milimetra desmitdaļām; vasarā diennakts svārstības lielākas, tomēr vienu milimetru nepārsniedz. Tvaika spiediena svārstību nekārtīguma un niecīgas amplitūdas dēļ, nav viegli noteikt, kad iestājas diennakts gaitas maksimums un minimums. Šķiet, ka pirmais ir plkst. 14—16, bet otrais — agrās rīta stundās, plkst. 3—5.

Salīdzinot gaisa relatīvā mitruma mēnešu vidējās vērtības konstatējams, ka Latvijas rietumu nomalē tās lielākas, bet gada amplitūda mazāka kā austrumu daļā. Ventpilī vidējais relatīvais mitrums ir gadā 83%, janvārī 88%, maijā un jūnijā 79%, gada amplitūda 9%. Rīgā gada amplitūda jau 22% liela, relatīvi mitrākais mēnesis ir decembris (90%), bet sausākais — maijs (68%). Vis-

lielākās diennakts svārstības novērojamas siltos mēnešos un skaidrā laikā; tad tās var pārsniegt 60%. Rīgā maksimums iestājas caurmērā ap plkst. 4, bet minimums ap plkst. 13. Relatīvā mitruma absolūtās minimālās vērtības nav daudz zemākas par 20%.

Apmākšanās.

Novērojot mākoņu daudzumu, šo ļoti mainīgo meteoroloģisko elementu, sasatopamies ar grūtībām. Jau pati apmākšanās pakāpes novērtēšana, t. i. cik desmitdaļu no debess pārklāta mākoņiem, bieži apgrūtināta. Lielākās kļūdas iespējamas tumšos vakaros, pastāvot plānai mākoņu segai. Tomēr interesanti atzīmēt, ka neskatoties uz biežām nesaskaņām, kas neizbēgamas, ja mākoņainību vienlaicīgi un vienā un tai pašā vietā novēro vairākas personas, caurmēra apmākšanās vidējās vērtības ilgākiem laika sprīžiem saskan itin labi. Vidējās vērtībās, acīmredzot, izlīdzinājas visas diferences; to var arī konstatēt, aplūkojot Latvijā iegūtos mākoņu novērojumu datus.

Caurmēra apmākšanās mūsu apgabalā, kas pakļauts jūras ietekmei, liela. Bieži cikloni, kuŗos valda mākoņu rašanos veicinošā augšup vērsta gaisa kustība, ievērojami palielina apmākušos dienu skaitu. Salīdzinot apmākšanās ilggadīgās vidējās vērtības atsevišķiem apgabaliem, sevišķi lielas starpības nav saredzamas. Vis-skaidrākie mēneši ir maijs un jūnijs, bet arī tad apmākšanās ap 50% liela. Uz rudens pusi tā pieaug — līdz septembrim lēni, bet pēc tam strauji, sasniedzot maksimumu decembrī, kad caurmērā pāri

Vidējā apmākšanās.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I—XII | Novēroj. gadu skaits |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-------|----------------------|
| Rīga . . . | 7.9 | 7.4 | 6.7 | 5.8 | 5.2 | 5.2 | 5.5 | 5.8 | 5.9 | 7.0 | 8.2 | 8.3 | 6.6 | 50 |
| Liepāja . . | 7.8 | 7.1 | 6.6 | 5.6 | 4.9 | 4.6 | 4.9 | 5.2 | 5.6 | 7.7 | 7.8 | 8.1 | 6.3 | 32 |
| Ventspils. | 7.9 | 7.4 | 6.6 | 5.9 | 5.6 | 5.0 | 5.2 | 5.7 | 6.0 | 7.3 | 8.3 | 8.2 | 6.6 | 40 |

par 8 desmitdaļām no debess apmākusies. Janvārī un februārī apmākšanās nedaudz mazāka, bet pavasara sākumā tās samazināšanās jau samērā liela. Salīdzinot novērojumus Rīgā, Liepājā un Ventspilī, redzam, ka Rīgā vidējā apmākšanās vasarā drusku lielāka. Tam par cēloni var būt stiprāka zemes virsas sasilšana Rīgā un ar to radīta intensīvāka konvekcija. Spriežot pēc trīs novērojumu termiņos atzīmētā mākoņu daudzuma, iznāk, ka apmākšanās no rīta visumā lielāka kā vakarā.

Skaidro dienu skaits (t. i. ar vidējo apmākšanos zem 20%) Liepājā pārsniedz 50, Rīgā ir 46, bet Ventspilī 42. Skaidras dienas visbiežākas pavasarī un vasaras sākumā (Rīgā 6—7 skaidras dienas), bet visretākas novembrī un decembrī (Rīgā tikai pa vienai skaidrai dienai).

Apmākušos dienu skaits, kad vidējā diennakts apmākšanās pārsniedz 80%, Rīgā 153 gadā, no tām decembrī 21, bet maijā un jūnijā pa 7. Liepājā un Ventspilī gadā šādu dienu 143 resp. 145.

Ciešā sakarībā ar apmākšanos stāv saules spīduma ilgums. Pēdējais mūsu apstākļos atsevišķos gados stipri svārstās. Tā, piem., 1914. gada vasarā saule spīdējusi 922 stundas, bet mitrajā un mākoņainā 1928. gada vasarā tikai 590 stundas. Pirmā gadījumā vasaras mēnešos nebija nevienas dienas bez saules spīduma, kamēr otrā gadījumā saule nav spīdējusi 12 dienas.

Maksimālais iespējamais saules spīduma ilgums, t. i. ja debess būtu pilnīgi skaidra, Rīgā ir šāds:

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Gadā |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Stundas: | 229.8 | 262.6 | 363.8 | 425.2 | 508.2 | 529.6 | 530.0 | 469.3 | 383.2 | 321.0 | 242.8 | 210.0 | 4475.4 |

Patiesībā Latvijā absolūtais saules spīduma ilgums gadā ir tikai ap 40% no iespējamā spīduma ilguma, jūlijā nedaudz zem 60%, bet novembrī un decembrī tikai nedaudz virs 10%.

Pēc novērojumiem, kas izdarīti Rīgā 10 gadu laikā, vidējais stundās izteiktais saules spīduma ilgums dienā atsevišķos mēnešos šāds:

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I—XII |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-------|
| 1.1 | 1.9 | 3.3 | 6.1 | 8.8 | 8.7 | 8.5 | 6.7 | 5.1 | 2.8 | 1.2 | 0.4 | 4.6 |

Redzam, ka ļoti saulaini ir maijs, pa daļai arī jūnijs un jūlijs; turpretim decembris saules spīduma ziņā ļoti nabadzīgs.

Nokrišņi.

Mitras gaisa strāvas, uzplūsdamas no Ziemeļatlantijas okeana ziemeļrietumu Eiropai, dod nokrišņus visos mēnešos. Ar nokrišņu bagātību izceļas kalnāji dienvidaustrumu un rietumu daļās, kur ūdens tvaikiem bagāts gaiss ir spiests celties augšup, atdziest un atdod mitrumu lietus vai sniega veidā. Tā, Norveģijas kalnainā rietumu piekrastē un Lielbritānijas salu rietumu daļā gada nokrišņu daudzums vietām pārsniedz 2000 mm. Aizvējā, piem. Skandināvijas pussalas austrumu daļā, aiz kalnu grēdas, nokrišņu jau krietni mazāk,

un nokrišņu gada daudzumi līdzīgi tiem, kas sastopami Latvijā, apgabalā, kur nav lielu augstieņu. Jāatzīmē, ka arī gada nokrišņu daudzums Dānijā (609 mm) maz atšķiras no nokrišņu daudzuma Latvijā.

Pavasārī gaisa spiediens virs ziemeļrietumu Eiropas augstāks un mitrumu nesošo dienvidrietumu vēju atkārtošānās un stiprums mazāks. Tanī laikā arī okeana ūdens virsas temperatūra zemāka, kāpēc gaiss virs tās satur sevī mazāk ūdens tvaika. Ar to izskaidrojama nokrišņu samazināšanās pavasarī, kas noved pie minimumu iestāšanās nokrišņu gada gaitā.

Apvidos, kas atrodas tālāk no jūras, vasarā gaiss stiprāk sasilst un lokālās gaisa spiediena depresijas dod samērā daudz nokrišņu; tāpēc šie nokrišņu vairāk jūlijā un augustā. Piejūras joslā, kur vasara samērā vēsa, nolijumu vairāk rudenī, kad biežāk pūš mitrie dienvidrietumu vēji.

Aplūkojot nokrišņu daudzumu Latvijā, konstatējams, ka to visvairāk jūlijā un augustā. Rietumu piekrastē (Liepājā) atzīmējams sekundārs maksimums oktobrī, kas izskaidrojams ar jūras ietekmi.

Vidējais nokrišņu daudzums mm-os 1886.—1910. pēc Srezņevska

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I—XII |
|----------------|------|-------------|-------------|------|------|------|-------------|-------------|------|------|------|------|-------|
| Rīga | 34.3 | 32.0 | 3.02 | 36.6 | 40.6 | 63.6 | 90.8 | 86.9 | 52,1 | 49.3 | 43.5 | 41.4 | 607.3 |
| Jelgava . . . | 35.0 | 29.8 | 29.3 | 34.9 | 39.3 | 63.7 | 75.0 | 79.5 | 45.5 | 46.4 | 46.3 | 46.1 | 570.8 |
| Liepāja . . . | 48.8 | 35.3 | 33.9 | 38.8 | 35.6 | 45.9 | 57.9 | 93.9 | 63.3 | 75.5 | 66.3 | 62.3 | 657.7 |
| Kuldīga . . . | 42.3 | 33.7 | 28.1 | 36.1 | 43.8 | 53.2 | 74.0 | 95.1 | 66.4 | 65.6 | 60.8 | 53.8 | 652.9 |
| Ventspils . . | 41.6 | 39.1 | 31.1 | 34.7 | 41.3 | 43.6 | 56.4 | 69.9 | 63.3 | 61.6 | 52.8 | 53.5 | 588.9 |
| Gulbene . . . | 27.5 | 25.5 | 25.8 | 36.8 | 49.0 | 77.9 | 89.8 | 83.5 | 53.4 | 36.8 | 35.3 | 33.9 | 575.2 |
| Rūjiena . . . | 33.8 | 28.3 | 27.8 | 34.9 | 48.8 | 63.7 | 78.0 | 81.9 | 49.9 | 46.3 | 48.3 | 44.0 | 585.7 |
| Ainaži . . . | 38.0 | 30.2 | 30.9 | 39.3 | 34.9 | 60.8 | 70.8 | 85.7 | 55.5 | 54.2 | 54.4 | 47.9 | 602.6 |
| Jēkabpils . . | 33.3 | 32.9 | 31.8 | 43.2 | 45.3 | 69.6 | 91.8 | 91.1 | 58.0 | 52.6 | 48.2 | 39.7 | 637.5 |
| Lēdurga . . . | 36.9 | 20.4 | 26.0 | 35.8 | 44.3 | 60.0 | 95.6 | 87.0 | 57.4 | 59.0 | 51.0 | 45.5 | 618.5 |

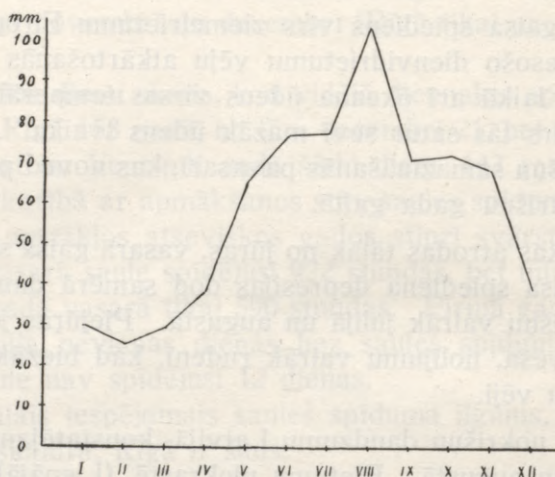
Vidējais nokrišņu daudzums Latvijā (bez Latgales) pēc novērojumiem 89 vietās laikā no 1886.—1910. gadam šāds:

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I—XII |
|------|------|-------------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|-------|
| 30.3 | 25.2 | 24.8 | 34.4 | 43.2 | 63.0 | 78.6 | 86.2 | 53.3 | 49.2 | 45.5 | 39.1 | 572.8 |

Līkne 6. zīm. attēlo nokrišņu gada gaitu Latvijā (ar Latgali) pēc novērojumiem 111 novērošanas stacijās no 1922.—1931. g. pēc valsts meteoroloģiskā biroja apstrādājumiem.

Nokrišņu mainības raksturošanai šie tiek dota tabula ar ilggadīgiem vidējiem, vislielākiem un vismazākiem nokrišņu daudzumiem

atsevišķos mēnešos un gadā pēc novērojumiem Rīgā no 1873. līdz 1925. gadam.



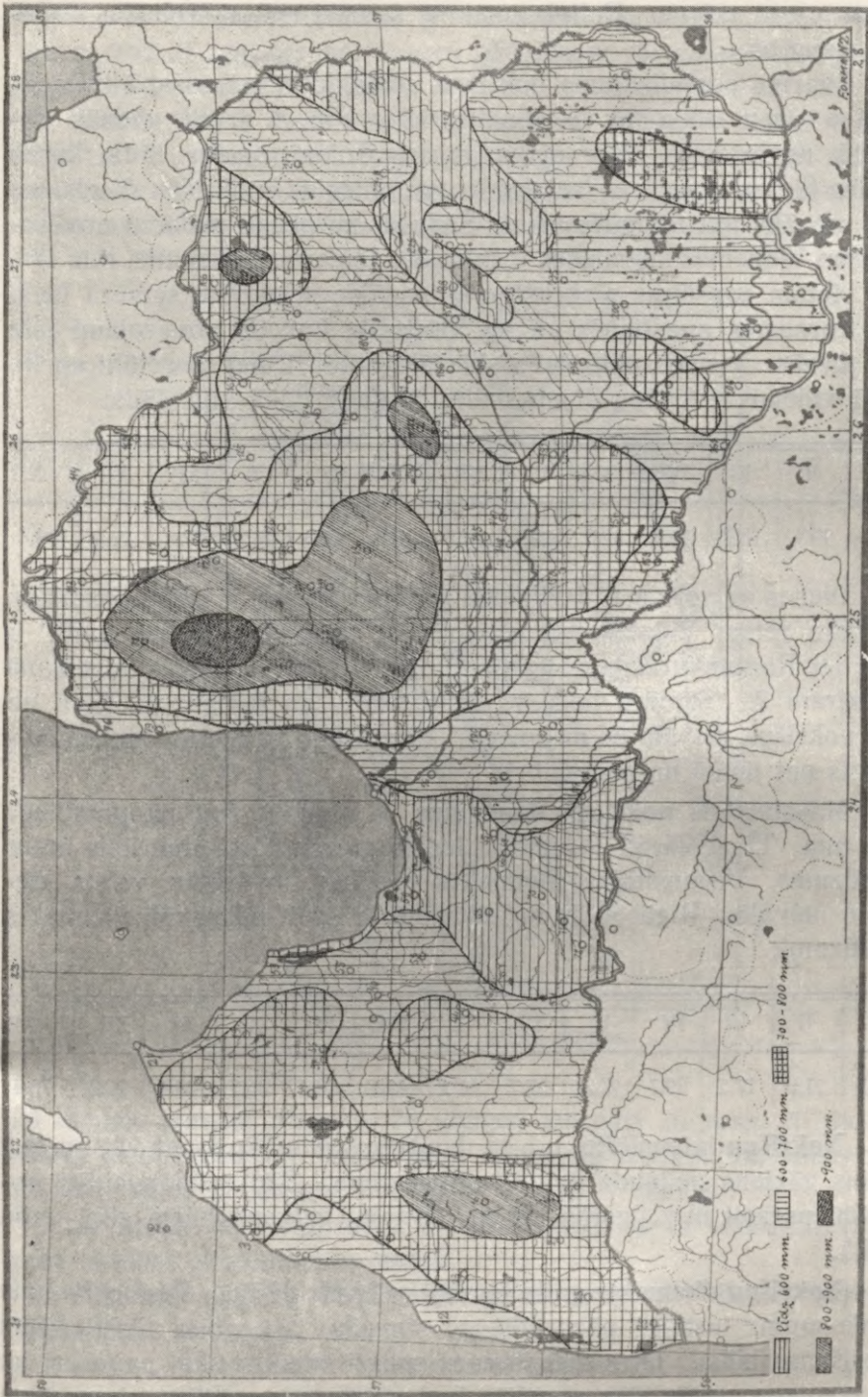
6. zīm. Nokrišņu gada gaita Latvijā.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I—XII |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Ilggadīgais vidējais | 36.3 | 31.0 | 29.6 | 35.2 | 42.8 | 64.4 | 88.7 | 85.8 | 57.7 | 56.9 | 53.0 | 44.5 | 625.7 |
| Vjšlielākais | 76 | 70 | 65 | 76 | 107 | 188 | 169 | 177 | 101 | 149 | 104 | 100 | 918 |
| Vismazākais | 12 | 12 | 1 | 4 | 0 | 10 | 16 | 17 | 7 | 12 | 14 | 5 | 428 |

Tā tad ir bijuši mēneši pilnīgi bez nokrišņiem.

Nokrišņu daudzumi svārstās plašās robežās, tāpēc arī kļūst skaidrs, kāpēc vidējās, kas aplēstas dažādiem periodiem, bieži diezgan stipri atšķiras. Datu nesaskaņa, bez šaubām, vēl lielāka, ja salīdzina vidējās nokrišņu summas par ilgāku laiku ar caurmēra vērtībām, kas aplēstas īsākiem laika sprīžiem, piem. salīdzinot Sreznēvka nokrišņu apstrādājumus 25 gadiem pirms kara ar jaunākiem valsts meteoroloģiskā biroja apstrādājumiem par 10 gadiem. Jaunākā laika mērītie nokrišņu daudzumi visumā lielāki. Arī nokrišņu ģeografiskā sadalījumā konstatējamas dažas atšķirības; še, bez šaubām, svarīgs arī novērošanas staciju tīkla biežums. Tagad novērošanas punktu jau vairāk.

Aplūkojot nokrišņu karti, kas zīmēta pēc meteoroloģiskā biroja datiem laikā no 1922.—1933. gadam, redzam, ka Latvijas augstienēs nokrišņu vairāk, bet līdzenumos mazāk. Tā tad pie nokrišņu bagātiem apvidiem pieskaitāmas Vidzemes, Kurzemes un Latgales augstienes, bet pie nabadzīgiem — Jelgavas līdzenums, kā arī Lu-



7. zīm. Gada vidējais nokrišņu daudzums.

bānas ezera rajons. Reljefa ietekme sevišķi spilgti izpaužas vasaras mēnešos.

Svarīgs papildinājums nokrišņu apstākļu raksturošanā ir vidējais dienu skaits ar nokrišņiem, t. i. cik dienās nokrišņi novērojami. Par dienu ar nokrišņiem skaita tādu, kurās šķidro (lietus) vai cieto (sniegs, krusa, putraini) nokrišņu daudzums nav mazāks par 0,1 milimetru. Šādu dienu pēc jaunākiem novērojumiem Vidzemes augstienēs ir līdz 239, Jelgavas līdzenumā līdz 170, bet vietām gar jūras piekrasti vēl mazāks. Nokrišņi samērā bieži arī Kurzemes augstienēs un ap Ventspili, kur tie novērojami līdz 217 dienās. Visumā nokrišņi visbiežāki oktobrī, bet visretāki aprīlī. Rīgā vidējais nokrišņu dienu skaits 50 gadu laikā bijis šāds:

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I—XII |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 16.1 | 14.1 | 13.2 | 11.9 | 12.2 | 12.5 | 14.5 | 16.3 | 14.6 | 16.3 | 17.4 | 17.4 | 176.4 |

Dienas ar nokrišņu daudzumu pāri par 20 mm ir mūsu apstākļos diezgan retas: Vidzemes augstienēs to caurmēra skaits gadā ir līdz 5,6, Rietumkurzemes augstienēs līdz 4,5, bet Jelgavas līdzenumā apmēram 2. Samērā liels ir dienu skaits ar sniegu; tā Rīgā no 176 nokrišņu dienām 66 ar sniegu. Atsevišķos gadījumos sniegs novērots pat jūnijā un septembrī.

Maksimālais nokrišņu daudzums 24 stundās Latvijā pārsniedz 100 mm. Tā, 1926. g. 21. jūlijā Liepājā mērīts 118,6 mm liels lietus daudzums. Visaugstākās diennakts vērtības novērotas valsts rietumu nomalē. Rīgā 50 gadu laikā mērīti šādi maksimāli diennakts daudzumi:

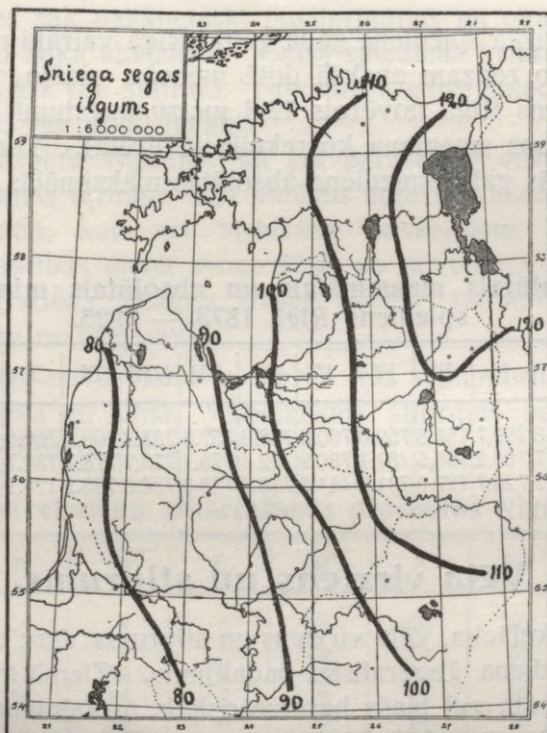
| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I—XII |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 14.7 | 21.0 | 17.2 | 29.7 | 70.4 | 57.7 | 61,2 | 49.8 | 28.4 | 35.7 | 28.4 | 20.2 | 70.4 |

Nokrišņu intensitāte, t. i. to daudzums minūtē, ir pat visstiprākā lietus gāzienā nedaudz zem 2 milimetriem. Šādi gāzienvēidīgi nokrišņi parasti nav ilgstoši un novērojami galvenā kārtā siltā gada laikā.

Nokrišņu diennakts gaita Latvijā vēl maz pētīta. Rīgā galvenais maksimums iestājas pēcpusdienas stundās, t. i. gaisa visstiprākās sasilšanas laikā. Otrs maksimums spilgti izteikts tikai pavasarī un novērojams agrās rīta stundās, kad gaisa temperatūra viszemāka. Minimums iezīmējas gaisa temperatūras celšanās laikā — priekšpus-

dienā. Nokrišņu intensitātei ir minimums agrā rītā, bet maksimums drīz pēc pusdienas; vasarā pēdējais novērojams vienu stundu agrāk kā pavasarī un rudenī.

Sniega segas ilgums atkarīgs galvenā kārtā no gaisa temperatūras. Kurzemes rietumos sniega sega pastāv caurmērā 80 dienas gadā. Oktobrī tā pastāv apmēram vienu dienu, novembrī rietumu nomalē 4, bet valsts austrumos 10 dienas, decembrī 16 resp.



8. zīm. Sniega segas ilgums.

24 dienas, janvārī 20 resp. 28 dienas, februārī 20 resp. 26 dienas. Martā dienu skaits ar sniega segu rajonā ap Rucavu 14, valsts ziemeļaustrumos 25 dienas, bet aprīlī 0 resp. 7 dienas.

Ar krusu Rīgā caurmērā 4 dienas gadā, un tā visbiežāk novērota oktobrī, septembrī un maijā.

Pērkoņa negaiss Rīgā novērots caurmērā 14 dienās, galvenā kārtā jūlijā (4 dienās).

Gaisa spiediens.

Pāri Latvijai ejošās barometriskās depresijas rada ļoti svārstīgu gaisa spiedienu. Svārstības sevišķi lielas vēsos mēnešos, kad cikloniskā darbība jo intensīva. Gaisa spiediena celšanās vai krišanās par 10 mm 24 stundās nebūt nav reta parādība. Aplēšot vidējo gaisa spiedienu garākiem laika sprīžiem, lielas maiņas izlīdzinās un mēs dabūjam spiediena diennakts vai gada gaitu ar samērā mazu amplitūdu.

Barometriskā spiediena gada gaitai Rīgā vairāki maksimumi un minimumi. To redzam apakšā dotā mēneša vidējo vērtību rindā (gaisa spiediens Rīgā novērots 12,3 metru augstumā virs jūras līmeņa; aprēķinos smaguma korekcija ievērota). Turpat dotas arī Rīgā novērotās gaisa spiediena absolūtās maksimālās un minimālās vērtības.

Vidējais, absolūtais maksimālais un absolūtais minimālais gaisa spiediens Rīgā 1873. — 1925.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I—XII |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Vidējais. . . | 760.5 | 759.7 | 758.8 | 759.6 | 760.6 | 758.9 | 757.6 | 757.8 | 760.2 | 760.6 | 759.9 | 758.8 | 759.4 |
| Abs. maks. | 798.7 | 785.2 | 785.5 | 781.1 | 780.9 | 772.4 | 775.1 | 773.7 | 778.7 | 784.7 | 786.2 | 790.3 | 798.7 |
| Abs. min. . . | 721.2 | 720.7 | 727.0 | 731.2 | 741.3 | 738.6 | 738.3 | 732.6 | 725.2 | 728.1 | 722.1 | 715.7 | 715.7 |

Vēja virziens un stiprums.

Gaisa cirkulācija, vēja virziens un stiprums stāv ciešā sakarībā ar gaisa spiediena ģeografisko sadalījumu. Ziemā virs Eiropas-Āzijas kontinenta guļ plašs barometriskais maksimums, kamēr ziemeļrietumu Eiropā gaisa spiediens zems. Sakarā ar šādu barisku stāvokli Latvijā valda cikloniem raksturīgi un samērā stipri dienvidrietumu vēji, kā arī anticiklonāli samērā lēnāki dienvidu vēji. Citu vēju virzienu atkārtošāšanās apmēram vienāda. Februārī kontinentālais anticiklons pārbīdīts nedaudz uz ziemeļiem un cikloniskā strāvošana vājāka; sakarā ar to tad biežāk un stiprāk pūš austrumu un ziemeļaustrumu vēji, kamēr dienvidu vēju stiprums jau mazāks. Pavasarī bariskais stāvoklis atkal cits; Krievijas-Āzijas anticiklons arvien top vājāks, bet Baltijas jūras rajonā gaisa spiediens samērā augsts. Zīmīgs ir ziemeļu komponentes pieaugums; ziemeļu vēju pieņemšanās tendence konstatējama jau februārī, bet top pilnīgi skaidra martā. Ziemeļu vēji vedami sakarā arī ar ciklonu pārvietošanos un ar augstuma viļņiem. Atzīmējams, ka laikā

no marta līdz maijam samazinās arī vēju stiprums, kas atbilst mazākam barometriskam gradientam. Vasaras sākumā novērojama rietumu un sevišķi dienvidrietumu vēju atkārtotā pieaugums. Vasarā vēja virzienu pretstati sevišķi lieli, kamēr pavasarī tie vismazāki. Vasaras mēnešos virs kontinenta austrumos gaisa spiediens relatīvi zems, toties labi attīstīts Azoru maksimums.

Augustā un septembrī, valdot Eiropā augstam gaisa spiedienam, Latvijā dominē dienvidu un dienvidaustrumu vēji. Šinī laikā Islandes minimums sāk pakāpeniski pastiprināties un oktobrī jau stipri ietekmē mūsu laika apstākļus. Gaisa spiediena kritums tad arī lielāks un tāpēc arī vēji stiprāki. Novembrī, gaisa spiedienam austrumos pieaugot, vēji atkal lēnāki.

Vēja caurmēra stiprums, kā jau parasts, ir vislielākais dienā. Rīta novērošanas termiņā vēja vidējais stiprums nedaudz lielāks kā vakara termiņā, kad arī visbiežāk novērojams bezvējš. Vēja stipruma svārstības dienā vismazākas no novembra līdz janvārim; pavasarī svārstības diezgan strauji pieaug, lai aprīlī—maijā vai jūlijā sasniegtu maksimumu.

Jūras brīze novērojama no aprīļa līdz septembrim. Visspilgtāk tā izteikta jūnijā un jūlijā. Visbiežākais stiprums pusdienas laikā svārstās no 5 līdz 6 m/sek.

Vēja virzienu atkārtotā procentos Rīgā 1876.—1925

| | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW |
|---------------|----|----|---|----|----|----|---|----|
| Janvāris .. | 8 | 8 | 6 | 10 | 26 | 30 | 6 | 5 |
| Februāris .. | 9 | 9 | 7 | 10 | 25 | 28 | 6 | 6 |
| Marts .. | 11 | 10 | 7 | 11 | 23 | 23 | 6 | 8 |
| Aprīlis .. | 18 | 14 | 8 | 9 | 19 | 19 | 6 | 8 |
| Maijs .. | 22 | 14 | 6 | 6 | 14 | 20 | 6 | 12 |
| Jūnijs .. | 25 | 13 | 5 | 5 | 13 | 20 | 6 | 14 |
| Jūlijs .. | 21 | 11 | 4 | 5 | 14 | 25 | 7 | 13 |
| Augusts .. | 16 | 8 | 5 | 6 | 18 | 30 | 8 | 10 |
| Septembris .. | 12 | 8 | 5 | 8 | 22 | 31 | 6 | 7 |
| Oktobris .. | 7 | 10 | 7 | 10 | 28 | 29 | 5 | 4 |
| Novembris .. | 5 | 10 | 5 | 9 | 27 | 34 | 6 | 4 |
| Decembris .. | 6 | 9 | 7 | 12 | 30 | 29 | 5 | 3 |
| Gads | 13 | 10 | 6 | 8 | 21 | 27 | 6 | 8 |

Vētra. Dienu skaits ar vētru vismazāks pavasarī un vasarā. Augustā vētra novērojama biežāk, bet oktobrī tās atkārtotā vislielāka. Ziemā vētra gadās retāk. Visbiežāk vētra plosas Kurzemes rietumu piekrastē. Skaitot par vētru tādu vēju, kad stiprums nav mazāks par 15 m/sek., caurmēra dienu skaits ar vētru gadā ir Liepājā 74, Ventspilī 41, Rīgā 30.

Literatūra.

1. R. Meyer. Ergebnisse 50-jähriger meteorologischer Beobachtungen zu Riga. Arbeiten des Naturforschervereins zu Riga, neue Folge, 4. XVII. Riga, 1928.
2. R. Meyer u. G. Bauman. Beiträge zur Klimakunde des Ostbaltischen Gebietes. Korrespondenzblatt d. Naturforschervereins zu Riga, B. 59. 1927.
3. R. Meyer. Klimaverhältnisse d. lettländischen Kurorte. „Latvijas Ārstu Žurnāls“ Nr. 1/2 1929.
4. R. Meyer. Die Dauer der Schneedecke im Ostbaltischen Gebiet. Warszawa, 1930.
5. W. Giere. Die Windverhältnisse an den ostbaltischen Küsten. Arbeiten d. Naturforschervereins zu Riga. Neue Folge, 4. XX. Riga, 1933.
6. J. Barloti. Nokrišņi Latvijā 1922.—1931. g. Lauksaimniecības Mēnešraksts. Nr. 3, 6, 11 un 12. 1932.
7. B. Sresnewsky. 25-jährige Mittelwerte der Niederschlagsmenge.
8. G. Baumanis. Ik stundas relatīvā mitruma vērtības. Daba. 1930.
9. Latv. Ūnivers. Meteorol. observātorijas novērojumi 1924. līdz 1934. g.
10. R. Meyer. Der Jahresgang der Temperatur 1886—1910. Korresp.-Blatt. d. Naturf.-Vereins zu Riga LX, 1930.
11. G. Schweder. Die Bodentemperaturen bei Riga. Riga, 1899.
12. B. Birkeland u. N. Föyn. Klima von Nordwesteuropa. Berlin, 1932.

Latvijas augsnas.

Augsnas jēdziens. Lai gan augsnas ir mūsu galvenā un vissvarīgākā dabas bagātība, tomēr pats vārds „augсна“*) nav vēl visiem pietiekoši pazīstams, sevišķi vecākai paaudzei. Tas tādēļ, ka šī speciālā jaunvārda vietā pierasts pārāk plaši lietāt daudznozīmīgo, bet tāpēc arī mazāk noteikto vārdu „zeme“ (piemēram, zeme — planēta, zeme — valsts, zeme — terri-tōrija, zeme — iezis, zeme — augu sakņu atrodne, zeme — zemes garozas sadēdējusē virskārta un c.). Šāda daudznozīmība var radīt pārpratumus, kādēļ noteiktības labad bija jāatrod jauns apzīmējums tam zemes jēdzienam, kurš citu kultūrtautu valodās jau agrāk apzīmēts ar speciālu nosaukumu, piem. krievu valodā — počva (nevis zemļa), vācu — Boden (nevis Erde), angļu — soil (nevis earth), franču — sol (nevis terre) u. t. t. Šai nolūkā izgudrotais jaunvārds „augсна“ tagad jau atradis piekrišanu netiekvien attiecīgo speciālistu aprindās, bet to lietā blakus vārdam zeme arī agronomisko darbinieku populāri zinātniskos rakstos un valdības oficiālos rīkojumos. Tāpēc turpmāk jāievēro, ka ar vārdu „augсна“ apzīmējam zemes garozas sadēdējušo, irdeno virskārta, kurū organismi un atmosfēriskie faktori (mitrums, gaiss, siltums) vairāk vai mazāk pārveidojuši.

Patī zemes cietā garoza sastāv galvenā kārtā no dažādiem iezīem, kurū pazīstamākie pārstāvji — granīts, gneiss, dolomīts, smilšakmens u. c. Šie iezī vēl nav augsna. Viņiem sadēdot, sairstot mēchaniski un ķīmiski, rodas iezūirdne, kas jau uzskatāma kā tiešais augsnas pamatmateriāls. No šīs iezūirdnes organismu un atmosfērisko faktoru kopdarbība tālāk izveido augsnas. Tā tad zemes garozas parastākais slāņojums ir šāds: 1) pašā apakšā iezī, 2) virs tiem irdenie iezū sadēdēšanas produkti — iezūirdne un

*) Forma «augсна» ir arī pareiza, bet mazāk ieteicama, jo daudzskaitļa ģenitīvā dod fōnētiski nedaiļskanīgo un grūtāk rakstāmo «augšņu», kāmēr daudzskaitļa ģenitīvs no vārda «augсна» ir «augсnu».

3) pašā virspusē — tiešā atmosfērisko un bioloģisko faktoru iedarbības sfērā — augsnas. (Skat. 1. attēlu.) Latvijas teritorijā kā ieži visbiežāk sastopami dolomīti vai smilšakmeņi, virs tiem kā iežu



1. attēls.

Atsegums Daugavas krastā starp Ogrī un Ciemupi (dolomīta lauztuves).

A — augsna (0—50 cm),

C — iežu irdne, kas sastāv no akmeņaina morēnu mergeļa (50—90 cm),

D — dolomīts (dziļāk par 90 cm).

irdne guļ leduslaikmetā veidotie nepārskalotie un pārskalotie morēnu materiāli, bet pašā virspusē dažādas augsnas. Tikai samērā reti mūsu zemē atrodas tieši virskārtā mazpārveidota iežu irdne, visbiežāk ceļojošo kāpu vai svaigu ūdens uznesumu veidā; vēl retāk pie mums atsedzas tieši kaili ieži-dolomīti un smilšakmeņi.

Atkarībā no sava virsējā stāvokļa un lielākas padotības atmosfērisko un sevišķi bioloģisko faktoru ietekmei, augsna savā veidošanās gaitā iegūst vairākas jaunas īpašības, ar kurām tā diezgan ievērojamā mērā atšķiras no apakšā esošās iežu irdnes un pašiem iežiem. No šīm jauniegūtām īpašībām var minēt sekojošās:

1. Samērā lielāka sadēdēšanas jeb sairšanas pakāpe. Šī iemesla dēļ augsna uzrāda nevien citādu sasmalcināšanas pakāpi, bet arī pārmaiņas ķīmiskā un minerāloģiskā sastāvā.

2. Paaugstināts organisko vielu saturs, kas augsnas virskārtā pa lielākai daļai vērojams pēc vairāk vai mazāk tumšas, trūdaines nokrāsas.

3. Dažu bioloģiski svarīgu elementu uzkrāšanās, kuŗi pašos iežos un iežu irdnē bieži vien sastopami tikai ļoti mazos daudzumos,

kā piemēram: slāpekļis, fōsfors, sērs, mangāns u. c. Sevišķi raksturīga un svarīga ir slāpekļa uzkrāšanās.

4. Blakus organisko vielu un bioloģisko elementu paaugstinātam saturam augsnā parasti sastopams milzīgs daudzums sīkorganismu, kas tieši vai netieši ņem dalību minēto vielu un elementu cirkulācijā. Augsnas dziļākos slāņos sīkorganismu skaits parasti samazinājas un tādēļ iežu irdnē šo sīkorganismu vēl mazāk. Līdz ar to augsnu var uzskatīt zināmā mērā kā dzīvumu veidojumu pretstatā nedzīvajiem iežiem.

5. Augsnās parasti citāds mitruma un gaisa režīms nekā attiecīgos iežos vai iežu irdnē. Tam par iemeslu organisko vielu klātbūtne un pārmaiņas augsnas ķīmiskā un mēchaniskā sastāvā.

6. Visu minēto apstākļu ietekmēta augsna parasti uzrāda lielāku auglību nekā nedzīvais pamatmateriāls, virs kuŗa tā izveidota. To liecina tas apstākļis, ka no lielāka dziļuma izceltās zemes kārtas, ja netiek sajauktas ar dzīvu augsnu, tikai lēnām apklājas ar veģetāciju. Tas tomēr nenozīmē, ka augsnas auglība visos gadījumos iet uz augšu. Dažreiz augsnas attīstības gaita tādējādi novirzas, ka sākumā ievērojami pavairotā auglība vēlāk atkal vairāk vai mazāk samazinājas.

7. Beidzot vēl jāaizrāda, ka augsna arī ar savām ārējām pazīmēm — īpatnējo slāņojumu, krāsu, sakārtu, jaunveidojumiem u. c. īpašībām ievērojami atšķiras no pamatmateriāla, virs kuŗa tā izveidota, bet par šīm īpašībām runāsim nodaļā par Latvijas augsnu tipiem.

Augsnas veidošanās gaita. Augsnas tapšanas gaitu var iedalīt divi posmos. Pirmā posmā, iežiem sadēdot un pārvēršoties iežu irdnē, rodas augsnas pamatmateriāls. Šai veidošanās posmā galvenā loma piekrīt tīri nedzīvas dabas faktoriem, kā fiziskiem, tā ķīmiskiem. No fiziskiem iežu sadēdēšanas veicinātājiem jāmin: temperatūras svārstības, ūdens, ledus un vēja mēchaniskā darbība, bet kalnainos apvidos arī smaguma spēks. Šo faktoru darbība izpaužas iežu mēchaniskā sasmalcināšanā un tādējādi iegūto iežu drumsļu pārvietošanā, sajaukšanā vai arī sašķirošanā dažāda rupjuma un īpatnēja svāra frakcijās. No ķīmiskiem sadēdēšanas veicinātājiem jāmin ūdens, ogļskābes un skābekļa darbība. Tā rada dziļas pārmaiņas jau pašā iežu ķīmiskā sastāvā. Ūdens dažas ieža sastāvdaļas atšķīdina un aizskalo, kā piemēram sālskābes un sērskābes sāļi, bet ar citām ieža sastāvdaļām veido jaunus grūti šķīstošus savienojumus (piem., dzelzs un alumīnija hidroksīdus, ūdeni saturošus kramskābes savienojumus u. c.). Šo ūdens darbību lielā mērā at-

balsta gaisa ogļskābe, kas iežu sārmainās sastāvdaļas pārvērš ogļskābes sāļīs — karbonātos, kā arī atvieglo dažu jau agrāk izveidoto karbonātu minerālu atšķīšanu un aizskalošanos. Gaisa skābekļa līdzdalība ķīmiskā sadēdēšanā izteicas mazāk oksidētu savienojumu pārvēršanā augstāk oksidētos, kā piemēram dzelzs oksidula pārvēršanā dzelzs oksidā. Šāda iežu tīri ķīmiska un fiziska pārveidošana ir mūsu apstākļos dominējusi leduslaikmetā. Ledum atkāpjoties un šļūdoņu kušanas ūdeņiem apsīkstot, varēja sākties otrās mūsu augsnu veidošanās posms, kas augsnas veidojumiem arī visīpatnējākais. Tad zemes virskārtā atsegto iežu irdni sāka arvien stiprākā mērā ietekmēt bioloģiskie faktori — sīkbūtnes, augi un dzīvnieki. Līdz ar to šai posmā izveidojas augsnas organiskā daļa un notiek pārmaiņas pašu minerālvielu tālākajā pārveidošanās gaitā. No vienas puses gan vēl turpinājas pirmam augsnas veidošanās posmam raksturīgā iežu sadēdēšana, kuņu lielā mērā tagad atbalsta arī organismi, bet no otras puses sākas gluži citādas dabas process — proti pirmā, vairāk tīri neorganiskas dabas veidošanās posmā radušos galīgi sadēdējušo minerālvielu tālākā pārveidošanās. Tā, piemēram, dzelzs hidroksids, kas uzskatāms kā pie pastāvošiem klimatiskiem apstākļiem stabils neorganiskas sadēdēšanas gala produkts, organismiem, augiem un dzīvniekiem iedarbojoties, tiek pārvērsts dzelzs oksidula savienojumos. Organismi tā tad var darboties ne tikai vienādā virzienā ar atmosfēriskiem faktoriem, bet arī gluži pretējā virzienā. Šī iemesla dēļ otrā augsnas veidošanās posmā notiekošie procesi ir vispār daudz sarežģītāki nekā pirmā. Šī komplicētā bioloģisko faktoru sadarbība ar atmosfēriskiem faktoriem ir radījusi vairāk vai mazāk dziļas pārmaiņas leduslaikmetā uznesto irdeno nogulumu virsējās kārtās, tādējādi izveidojot mūsu dzimtenes daudzveidīgo augsnas apvalku. Lai labāki varētu orientēties mūsu augsnu diezgan lielajā dažādībā un izprast atsevišķo augsnas veidu rašanos un īpašības, ir vispirms nepieciešami kaut vispārējos vilcienos iepazīties ar apstākļiem, kas ietekmējuši mūsu augsnu veidošanās gaitu.

Latvijas augsnu veidošanās gaitu ietekmējošie apstākļi. Par augsnas veidošanās gaitas ietekmētājiem vispār skaita: pamatmateriālu, klimatu, augu un dzīvnieku valsti, reljefu, pamatūdeņu stāvokli, augsnas vecumu un cilvēka darbību.

Latvijas augsnu pamatmateriāli.

Augsnas pamatmateriāls jeb pamatne lielā mērā noteic augsnas raksturu, kā tipa, tā arī auglības ziņā. Tā, piem., Latvijā uz kaļķa

bagātas grants ļoti bieži sastopam melnzemēm radniecīgas augs-
nas — rendzinās, bet turpat blakus uz smilts parasti būs izveidotas
barībvielām nabagas pelnveidīgās augsnas. No otras puses labi zi-
nāms, ka smilts augsnas auglības ziņā parasti stipri zemāk vērtē,
nekā mālaugsnas, ja vien pēdējās nav ieguvušas augsnas veidoša-
nās gaitā pārāk sliktas fiziskas īpašības. Šī pamatmateriāla lielā lo-
ma mūsu augsnu veidošanā pa daļai izskaidrojama ar mūsu augsnu
ģeoloģisko jaunumu — tās savu augsnas raksturu ieguvušas tikai
pēcledus laikmetā. Ilgākā veidošanas gaitā nevienāda pamatmate-
riāla radītās starpības augsnas īpašībās arvien vairāk izlīdzinājas.
Tā, piemēram, pārpurvošanās gala rezultāts pie tagad pastāvošiem
klimatiskiem apstākļiem, kā uz mālaina, tā arī smilšaina pamatmate-
riāla pa lielākai daļai būs viens un tas pats un proti — sūnu purvs.
Tāpat labi zināms, ka izskalošanas procesam ieilgstot mālaino aug-
nu virsējie slāņi zaudē savas māla daļiņas un kļūst arvien smilšai-
nāki, ja vien tālākā veidošanās gaitā to nepārtrauc pārpurvošanās ar
jau aprādīto gala rezultātu. Tomēr laiks, kādā dažādas augsnas sa-
sniedz attiecīgai klimatiskai joslai raksturīgo veidu, ir ļoti dažāds
un vispirmā kārtā atkarīgs no augsnas pamatmateriāla īpašībām.
Tāpēc, lai pazītu mūsu augsnu patreizējās īpašības, ir jāpazīst arī
pamatmateriāli, uz kuriem tās veidotas. Tas vēl vairāk nepiecie-
šams tādēļ, ka bieži vien grūti pateikt, kur izbeidzas augsna un kur
sākas pamatmateriāls jeb iežu iirdne, jo starp šiem abiem zemes
garozas slāņiem ir pa lielākai daļai pamazītēja pāreja. Arī bioloģiskā
un agronomiskā ziņā pamatmateriālam jāpiegriež vērība, jo tas pa
lielākai daļai ņem vairāk vai mazāk aktīvu dalību augsnas vielu cir-
kulācijā, gan kā pamatūdeņu ietekmētājs, gan arī kā dziļāk ejošu
augu sakņu barotājs.

Latvijas augsnu pamatmateriāls radies galvenā kārtā no ledus
laikmeta uznesumiem, kuņus var iedalīt trijās grupās: 1) Nepārskalo-
tie morēnu materiāli, 2) pārskalotie morēnu materiāli un 3) pār-
skalotā un nepārskalotā morēnu materiāla maisījumi.

1. **Nepārskalotie morēnu materiāli** ir visu to iežu maisījums,
kuņus šļūdonis sastapis savā gaitā no ziemeļiem uz dienvidiem. Tā-
pēc nepārskalotos morēnu materiālos var sastapt: Somijas un Skan-
dināvijas granītus un gneisus līdz ar viņu sairšanas produktiem,
Igaunijas silūru formācijas kaļķakmeņus, dolomītus un smiltis, Lat-
vijas devona formācijas smiltis, mālus un dolomītus, bet mūsu valsts
dienvidus daļā pa daļai arī permas formācijas kaļķakmeņus (cech-
šteinus) un mazākā mērā vēl citu formāciju nogulumus vai arī viņu
sairšanas produktus. Nepārskalotie morēnu materiāli sastāv no

Morēnu māla ķīmiskais un mēchaniskais sastāvs.
(Paraugš ņemts pie Ilmajas stacijas 130 cm dziļumā).

| | Kopanalīze | 20 ⁰ / ₀ -īga karstā
sālskābē šķīstošas
vielas |
|---|-----------------------------------|--|
| Higroskopiskais ūdens H ₂ O | 1,73 ⁰ / ₀ | — |
| Kramskābe SiO ₂ | 65,20 ⁰ / ₀ | ceclitiskā SiO ₂ 8,06 ⁰ / ₀
(5 ⁰ / ₀ KOH šķīst.) |
| Titāna dioksids TiO ₂ | 0,36 ⁰ / ₀ | — |
| Dzelzs oksids Fe ₂ O ₃ | 3,84 ⁰ / ₀ | 3,56 ⁰ / ₀ |
| Alumīnija oksids Al ₂ O ₃ | 10,80 ⁰ / ₀ | 3,91 ⁰ / ₀ |
| Kalcija oksids CaO | 6,75 ⁰ / ₀ | 6,50 ⁰ / ₀ |
| Magnija oksids MgO | 2,26 ⁰ / ₀ | 2,14 ⁰ / ₀ |
| Kalija oksids K ₂ O | 2,77 ⁰ / ₀ | 0,60 ⁰ / ₀ |
| Natrija oksids Na ₂ O | 1,51 ⁰ / ₀ | 0,05 ⁰ / ₀ |
| Mangāna oksids MnO | 0,073 ⁰ / ₀ | 0,069 ⁰ / ₀ |
| Fosforskābe P ₂ O ₅ | 0,10 ⁰ / ₀ | 0,095 ⁰ / ₀ |
| Sērskābe SO ₃ | 0,13 ⁰ / ₀ | — |
| Ogļskābe CO ₂ | 5,20 ⁰ / ₀ | — |
| Mēchaniskais sastāvs: | | |
| Māls, daļiņu caurmērs < 0 002 mm | 18,50 ⁰ / ₀ | |
| Smalki putekļi, daļ. caurmērs 0,02 — 0,002 mm | 23,01 ⁰ / ₀ | |
| Smilšaini putekļi, daļ. caurmērs 0,25 - 0,02 mm | 38,52 ⁰ / ₀ | |
| Smiltis, daļ. caurmērs 0,25—2 mm | 4,89 ⁰ / ₀ | |
| Ogļskābais kaļķis aplēsts pēc CO ₂ | 11,80 ⁰ / ₀ | |
| Reakcijas skaitlis pH = 8,42. | | |

visdažādākā rupjuma sastāvdaļām — sākot no lieliem laukakmeņiem līdz vissmalkākām māla daļiņām. Ar maz izņēmumiem tie gandrīz vienmēr satur ogļskābā kaļķa piemaisījumu (pa lielākai daļai 6 līdz 25%), kādēļ tos dažreiz sauc arī par morēnu merģeļiem jeb akmeņainiem merģeļa māļiem. Ogļskābais kaļķis var dažreiz trūkt — galvenā kārtā vietās, kur zem morēnu materiāla ļoti sekli atsedzas devona formācijas smilšakmens un māls, kā, piem., Ziemeļvidzemē Mazsala-
cas tuvumā. Pēc mālaino daļiņu satura atšķir smago un vieglo morēnu mālu, kā arī mālaino morēnu smilti. Pēc akmeņu piejaukuma vēl var atšķirt stipri akmeņainu un mazakmeņainu morēnu materiālu. Vidējā morēnu māla ķīmiskais un mēchaniskais sastāvs redzams tabulā 1. Šīs morēnu materiālu grupas pagaidām vēl grūti iedalīt pa rajoniem, jo bieži vien morēnu materiāla raksturs mainās pat vienas saimniecības robežās. Vieglākos morēnu materiālus tomēr biežāk var sastapt rajonos ar seklu devona smilšakmeni. Tie arī pa-

rasti ir kaļķa nabagāki. Tipiskākie nepārskalotie morēnu materiāli sastopami tā sauc. pamatmorēnu rajonos.

2. Pārskalotie morēnu materiāli. Tie ar šļūdoņa kušanas ūdeņiem sašķīroti dažāda rupjuma frakcijās: 1. Akmeņi, 2. rupja grants ar oļiem, 3. smalka grants, 4. smilts, 5. putekļi un 6. māls. Rupjākās sastāvdaļas palikušas vietās ar relatīvi lielāku straumes ātrumu, sīkākās daliņas nogulnētas vietās ar lēnāku straumi. Ar ūdeni šķīrotie materiāli parasti kārtaini, jo straumes ātrums gada laikā mainījies — vasaras sezonā šļūdoņiem intensīvāki kūstot pieauga duļķaino ūdeņu daudzums un līdz ar to straumes ātrums, ziemas sezonā šie lielumi atkal samazinājās. Tāpēc vasaras sezonā nogulsnētās slokšņu kārtiņas ir biežākas un bagātākas putekļiem un smalko smilti, bet ziemas sezonā nogulsnētās kārtiņas parasti ir plānākas un satur vairāk vissmalkāko īsta māla sastāvdaļu.

Starp pārskalotiem morēnu materiāliem laukakmeņiem kā augsnas pamatmateriālam nav lielas nozīmes — sevišķi ja tie aplāj vairāk par 50% no attiecīga zemes laukuma. Kā augsnas pamatmateriālam jau lielāka nozīme grants nogulumiem. Rupjākas grants nogulumi bieži ir ļoti bagāti ogļskābā kaļķa oļiem, kuŗi dažreiz iztaisa varāk par pusi no grants kopsvara. Uz šādām kaļķa bagātām grantīm pie mums nereti sastopamas tā sauc. karbonātu melnzemes jeb rendzinas, kā piem., Kurzemē ap Irlavu. Dažreiz rupjas grants nogulumi sastopami grandiozu dambju jeb tā sauc. ūsu veidā, kā, piem., Rīgas apriņķī Lielie un Mazie Kangari, Ogres Kangari, Ruļļu kalns pie Jelgavas, Karatavu kalns pie Tukuma u. c. Smalka grants un rupja smilts (daliņu caurmērs 3—0,25 mm) parasti nabaga ar ogļskābo kaļķi. Augstākās reljefa vietās uz šāda liesa pamatmateriāla veidotas augsnas ir pārāk trūcīgi apgādātas ar mitrumu, kādēļ arī veģetācija še trūcīga un raksturīgie augsnas horizonti maz izveidoti. Reljefa zemākās vietās, kur pamatūdenis tuvāk, veģetācija dažreiz jau samērā laba (plāvās).

Šie nogulumi uzskatāmi, ka rupjas grants un parastās smilts pavadoņi. Sastopami gandrīz visos smilts rajonos atsevišķās vietās, kur ūdens un pa daļai arī vēja darbība bijusi spēcīgāka un parasto smilti aiznesusi.

Parastās smilts nogulumi (daliņu caurmērs 0,25—0,05 mm) ar maz izņēmumiem ogļskābo kaļķi nesatur; galvenā sastāvdaļa (85 līdz 90%) — sīki kvarca graudiņi, tādēļ smilts nabaga augu barībvielām. Mūsu smilts nogulumus un uz tām izveidotās augsnas pētījis J. Vītiņš. Pēc šī autora vērtējuma, smilts nogulumi aizņem apm. vienu trešdaļu no visas Latvijas teritorijas un pēc izcelšanās veida

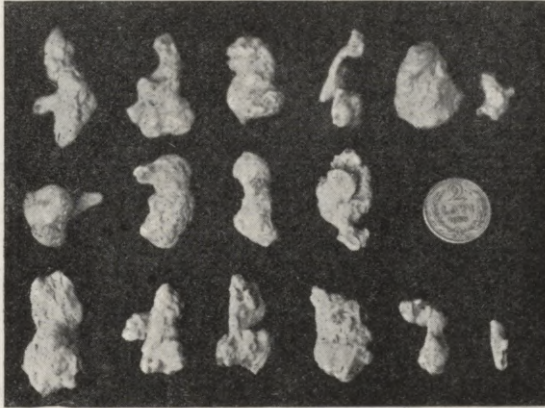
iedalāmi sekojoši: 1) Agrāko lielo šļūdoņu kūšanas ūdeņu smilts sanesumi (piem. Lubānas līdzenumā, starp Valmieru un Valku, Bauskas un Jaunjelgavas apriņķos, Jelgavas līdzenuma ziemeļdaļā un Ventspils apriņķa rietumdaļā). Šīm smiltīm piejaukts neliels daudzums putekļu un māla, kādēļ uz tām sastopami mūsu labākie priežu meži. Vietās, kur šīs smiltis senie piekrastes ūdeņi pārskalojuši vai arī vēji sanesuši kāpās, māla un putekļu mazāk, un uz šē izveidotām augsnām meža bonitāte jau zemāka. 2) Agrākie upju smiltis sanesumi, piemēram, Rīgas-Jelgavas līdzenuma ziemeļdaļā, kur smiltis piegādājusi Gauja, Daugava un Lielupe. Pēc Vītiņa novērojumiem Lielupes rajona smiltis auglīgākas, kā Daugavas un Gaujas smiltis, jo isāku ceļa gabalu no ūdens transportētas un tādēļ bagātākas ar lauka špatu, kas nav vēl paspējis sasmalcināties līdz māla daļiņu lielumam. (Šķiet, Lielupes rajona smilšu lielāku auglību ietekmē arī tas, ka tās pa lielākai tiesai guļ uz pārskalotā māla un samērā labi apgādātas ar mitrumu.). 3) Smiltāji, kuri radušies jūras dibenam paceļoties. Izplatīti piejūras apgabalos, sevišķi Kurzemē. Līdzenākās vietās šīs smiltis samērā labas, jo satur rupjas smiltis un nelielu māla piemaisījumu. Šo daļiņu mazāk tur, kur smiltis no vēja sadzītas kāpās, vai arī agrākās jūras piekrastes viļņi tās pārskalojuši. 4) Tagadējās jūras piekrastes smiltis. Gandrīz nemaz nesatur putekļu un māla. Labums atkarīgs no lauka špata satura. Tas samērā augsts vietās, kur jūra pārskalo akmeņaino morēnu — te smiltis auglīgas (Perniģele, Kuivīži).

Putekļi (daļiņu caurmērs 0,05—0,01 mm). Šāda lieluma daļiņas ir raksturīgas lesam. Pamatmateriālus, kas satur 35—100% putekļu pēc Polinova var iedalīt 2 grupās: 1. grupa — lesi un lesoidi, satur vairāk par 50% putekļu. Par normāliem lesiem un lesoidiem skaita tos, kuru māla un smilts saturs atsevišķi zemāks par 33%. Mālainie lesi un lesoidi satur māla daļiņu pāri par 33%. Smilšainie lesi un lesoidi savukārt satur smilts daļiņu pāri par 33%.

2. grupa ar 33—50% putekļu — lesveidīgie nogulumī. No tiem lesveidīgie smilšainie māli satur vairāk māla daļiņu nekā smilts, bet lesveidīgās mālainās smiltis satur vairāk smiltis nekā māla. Starp mūsu pārskalotiem morēnu materiāliem sastopami visu šē minēto putekļaino jeb lesveidīgo nogulumu pārstāvji. Visvairāk tie izplatīti Jelgavas līdzenumā, sevišķi tā dienvidus daļā. Te diezgan bieži sastopami arī nogulumī, kas pēc mēchaniskā sastāva pilnīgi pieskaitāmi normāliem lesiem jeb pareizāk lesoidiem. Tā, piem., divi paraugi no Mežotnes uzrādīja 68,15% un 74% daļiņu ar caurmēru 0,05

līdz 0,01 mm, bet trešais paraugs, netālu no Īslīcas stacijas ap 63,6% putekļu (skat. 2. tab.).

Raksturīgi, ka dažos šajos nogulumos sastopamas diezgan lielā daudzumā lesam raksturīgas kaļķa konkrēcijas (skat. 2. attēlu).



2. attēls.

Kaļķa konkrēcijas no Mežotnes. Par konkrēciju dabīgo lielumu var spriest no klātpieliktā divlatu gabala.

Gandrīz visi šie paraugi bagāti ar ogļskābo kaļķi. Tie uzskatāmi galvenā kārtā kā sekla sprostezera nogulumi vai arī nogulsnēti seno straumju rāmākās vietās. Šajos nogulumos bieži var konstatēt sekliem ūdeņiem raksturīgas vilņu rievās. Mūsu putekļainie nogulumi pēc minerāloģiskā un ķīmiskā sastāva novietojami starp smilti un mālu, jo lauka špata un kalija saturs te augstāks kā smiltīs, bet zemāks kā mālos. Tomēr pēc ogļskābā kaļķa satura un fiziskām īpašībām tie tuvāki mālam. Ogļskāba kaļķa saturs bieži pat augstāks kā mālos. Mūsu apstākļos šie pamatmateriāli līdz šim parasti tika klasificēti kā mālaina smiltis vai arī kā liess slokšņu jeb pārskalotais māls. Pareizāk tomēr šos putekļainos nogulumus izdalīt atsevišķā lesveidīgo nogulumu grupā, kā tas augšā aprādīts. Jelgavas līdzenumā uz šiem nogulumiem izveidotām augsnām bieži brūnzemes raksturs.

Pārskalotais māls (putekļu mazāk par 33%). Visbiežāk skaidri kārtains, kādēļ to arī apzīmē par kārtaino jeb slokšņu mālu. Tādā gadījumā samērā skaidri atšķiramas liesākas vasaras kārtiņas no treknākām ziemas kārtiņām.

Tipiskākie slokšņu māli nogulsnēti ledus kušanas ūdeņu izveidoto lielo sprostezeru rāmākās un dziļākās vietās. Turpretim pārskalotie māli, kuŗi nogulsnēti seklākās vietās, kas aplājas ar ūdeni

Pārskatoto mālu un lesveidīgo nogulumu mehāniskais sastāvs.

2. tabula.

| Nr. Nr. | P a r a u g s | Mehāniskais raksturojums | H ₂ O | CaCO ₃ | > | 0,01—0,05 | 0,01—0,02 | 0,02—0,05 | 0,05—0,25 | 0,25—0,5 | 0,5—1,0 | 1—2 |
|---------|---|------------------------------|------------------|-------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|------|
| | | | higroskop. | | m/m | m/m | m/m | m/m | m/m | m/m | m/m | m/m |
| 1 | Jelgava, Ozolnieki, Šmīdta cementfabrikas raktuves. | Kārtainais māls | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | — |
| 2 | Jelgava, Nesadonovacepijs | kārtainais māls. | — | 21,40 | 65,00 | 30,92 | 22,92 | 8,00 | 4,02 | 0,06 | — | — |
| 3 | Sesava Nr. 3. | pārskatotais māls. | 0,96 | 20,50 | 80,00 | 19,99 | 16,87 | 3,12 | 0,08 | zīmes | — | — |
| 4 | Sesava Nr. 5. | lesveidīga mālaina smiltis. | 1,00 | — | 53,80 | 26,38 | 7,88 | 18,50 | 17,68 | 1,85 | 0,29 | — |
| 5 | Mežvidi, Salnevas purvs. | lesveidīga mālaina smiltis. | 0,22 | 23,80 | 12,10 | 34,31 | 10,91 | 23,40 | 50,13 | 1,96 | 0,50 | 1,00 |
| 6 | Lejasciems | mālains less jeb lesoids . | 2,48 | 4,0 | 24,00 | 43,07 | 22,87 | 20,20 | 32,72 | 0,10 | 0,10 | 0,03 |
| 7 | Kaucinīdes muīža, Nr. 100. | mālains less jeb lesoids . | 1,23 | 21,50 | 43,00 | 52,20 | 29,70 | 22,50 | 4,80 | zīmes | — | — |
| 8 | Kaucinīdes muīža, Nr. 102. | mālains less jeb lesoids . | 0,95 | 26,00 | 45,30 | 51,59 | 32,59 | 19,00 | 2,65 | 0,46 | 0,26 | 0,23 |
| 9 | Mežotne, cepiis, 70 cm dziļumā | Normāls less jeb lesoids . | 0,85 | 22,60 | 10,30 | 63,61 | 22,86 | 40,75 | 25,59 | 0,27 | — | — |
| 10 | Mežotne, mežs >100 cm | Normāls less jeb lesoids . | 0,69 | 22,40 | 13,40 | 73,86 | 27,16 | 46,70 | 12,66 | 0,08 | — | — |
| 11 | Meitene, stacija, >100 cm | Normāls less jeb lesoids . | 1,24 | 25,80 | 24,80 | 68,15 | 32,65 | 35,50 | 5,74 | 0,33 | 0,58 | 0,40 |
| 12 | Platoņes stacija, >100 cm | mālains less jeb lesoids | 0,97 | 25,40 | 24,80 | 58,15 | 46,15 | 12,00 | 15,04 | 1,45 | 0,47 | 0,08 |
| 13 | Elejas muīža, pte dzelzce. | mālains less jeb lesoids . | 1,25 | 24,00 | 43,30 | 49,36 | 27,56 | 21,80 | 6,00 | 0,79 | 0,40 | 0,15 |
| 14 | „Börde-Löss“ no Vacijas. | lesveidīga smiltis | 0,69 | 33,00 | 28,30 | 44,38 | 21,38 | 23,00 | 21,87 | 3,42 | 1,28 | 0,75 |
| | | | 0,57 | 12,90 | 6,97 | 42,20 | 10,60 | 31,60 | 43,11 | 6,19 | 1,43 | 0,05 |

tikai vasaras plūdu laikā, parasti liesāki un mazāk kārtaini, pie kam kārtiņas bieži vien viļņu izrobotas. Šie pēdējie māli satur vairāk putekļu un pēc īpašībām jau tuvojas augstāk aprakstītiem lesveidīgiem nogulumiem, kuri veidoti līdzīgos apstākļos. Tā, piem., Jel-

gavas iedobta lidzenuma pārskalotie māli pie Jelgavas pa lielākai tiesai ir tipiski slokšņu māli, Glūdas — Platones rajonā tie liesāki un neskaidri kārtaini, toties ar viļņu rievām, bet vairāk uz dienvidaustrumiem — senās Lielupes plūdu rajonā jau bieži robežo ar lesveidīgiem nogulumiem. Daļa pārskaloto mālu nogulsnēta seno lielo upju līčos, piemēram, gar Gauju, Ventu un Lielupi. Dažreiz pārskalotie māli sastopami arī augstās vietās — tie nogulsnējušies ledū izveidotos ezeros. Šādus pārskalotos mālus sauc par segmāliem (Deckton). Tipisks segmāls atrodams arī Latvijas augstākā vietā — Gaiziņkalna virsotnē. Vispār mūsu pārskalotie māli pēc kārtainuma un mēchaniskā sastāva ir ļoti dažādi (skat. tabulu 370. lpp.). Tāpat ļoti dažāda ir šo mālaino nogulumu virsējo slāņu sadēdēšana. Daudzos gadījumos augsnes veidošanas procesā tie stipri pārmāloti vai pārglūdoti. Ogļskābā kaļķa saturs šajos nogulumos parasti augsts. Visbiežāk ogļskābā kaļķa saturs svārstas starp 15 un 25%, bet atsevišķos gadījumos sasniedz pat 35%. Pie tam dzeltenie māli parasti karbonātu bagātāki nekā iesarkanie. Pārskalotos mālos bieži novērojamas arī kaļķa konkrēcijas (visbiežāk 50—60 cm dziļumā). Tās tomēr pēc lieluma sīkākas, nekā mūsu lesveidīgos nogulumos sastopamās konkrēcijas. Lielāki pārskaloto mālu rajoni sastopami visās Latvijas daļās: Vidzemē starp Api un Smiltēni, Latgalē vairākās vietās starp Jaunlatgali un Krustpili, Zemgalē — Jelgavas līdzenumā (te bieži pārskalotais māls vēlāk pārklāts ar smilti), Jēkabpils apriņķī u. c., Kurzemē — Zemītes, Matkules, Jaunpils, Apriķu, Ezeres, Pampalu, Priekules u. c. pagastos (no visiem nogulumiem te minēta tikai daļa). Jāuzsver, ka mūsu pārskalotie māli ar savu augsto ogļskābā kaļķa saturu stipri atšķiras no ogļskābo kaļķi nesaturošiem slokšņu māliem, kādi piemēram, sastopami Zviedrijā, Somijā un Krievijā Leningradas rajonā. Vispār uz mūsu pārskalotiem māliem izveidotās augsnes ir samērā mazāk izskalotas un barībvielām bagātākas nekā uz citiem mūsu pamatmateriāliem veidotās augsnes (pilnīgs pretstats smiltsaugsnām). Tās sevišķi labi apgādātas ar kaliju, kādēļ kalija mēsli te vāji darbojas.

3. Pārskaloto un nepārskaloto morēnu materiālu maisījumi.

Šādi jaukta rakstura morēnu materiāli visvairāk sastopami gala morēnu apgabalos. Te nepārskalotā morēnu materiālā bieži sastopami kārtaini pārskalota materiāla starpslāņi vai ieslēgumi. Diezgan bieži arī tipiskos pārskaloto materiālu rajonos sastopamas vietas, kur pārskalotais materiāls tikai plānā kārtā pārklāj nepārskaloto morēnu materiālu, kādēļ augsnes veidošanās process skar kā pārskaloto tā arī nepārskaloto morēnu materiālu. Atsevišķos gadījumos arī tieši

kārtainā pārskalotā mālā var vietumis sastapt akmeņainā morēnu materiāla piemaisījumu, kā, piem., kārtainā mālā pie Bauskas, Meitenes u. c. (Šādi nepārskalotā morēnu materiāla piemaisījumi var rasties no peldošā ledus transportētiem morēnu materiāliem). Minētie jaukta rakstura pamatmateriāli rada lielu dažādību augsnas īpašībās, sevišķi ja pamatmateriāla atsevišķie slāņi ar nevienādu sīkāko daļiņu saturu (piem., virskārtā smilts, apakšā māls vai otrādi). Pie dažāda slāņojuma lielāka loma augsnas īpašību veidošanā parasti piekrīt virsējam slānim, ja vien pēdējais nav pārāk plāns. No mazāk izplatītiem augšņu pamatmateriāliem vēl mināmi:

Jaunākie pēcleduslaikmeta nogulumu. Te pieskaitāmi pamatmateriāli, kas veidojas arī vēl mūsu dienās.

a. **Jaunākie upju plūdu uznesumi.** Tie pēc mēchaniskā sastāva ir stipri dažādi — grantaini, smilšaini un mālaini. Augsnas uz šāda pamatmateriāla parasti auglīgas, ja vien pareizi nokārtots mitruma režims.

b. **Jaunākie vēja uznesumi** — galvenā kārtā māla daļiņām ļoti nabaga kāpu smilts, kā piem., pirmās kāpu rindas gar jūrmalu. Vissliktāks pamatmateriāls sastopams kāpās, kas radušās meža izdegumos vai izcirtumos, vējam pārpūšot augsnas virsējos izskalotos horizontus (otrējās kāpas).

c. **Jaunākie jūras uznesumi** — tādi visvairāk sastopami Vidzemes jūrmalā starp Ainažiem un Kuivižiem, kur uz šādiem uznesumiem veidojušās tā sauc. randu pļavas, kas pievirzījušās līdz pašai plūdmalei.

d. **Avotaino vietu nogulumu.** Vietās, kur no pamatūdeņiem izdalās ogļskābais kaļķis, izveidojas avotu, pļavu, ezeru un purvu kaļķi, bet vietās, kur izplūst dzelzi saturošie pamatūdeņi — izveidojas avotu, pļavu, ezeru un purvu dzelzs rūdas. Vairums no šiem pamatmateriāliem pa daļai uzskatāmi kā īpatnēji augsnas jaunveidojumi.

e. **Pamatmateriāli, kuŗu pārveidošanā piedalījies cilvēks.** Te darīšana galvenā kārtā ar dažādiem mākslīgiem uzberumiem, atsegumiem un noaŗumiem. Visbiežāki tie sastopami pilsētu un citu bieži apdzīvotu vietu tuvumā.

f. **Dīķu un ezeru nogulumu,** kas dabīgā vai mākslīgā ceļā atbrīvoti no virsējiem ūdeņiem (piem., pie Burtnieku un Lubānas ezeru līmeņa pazemināšanas atbrīvotās terriŗorijas). Tiem bieži merģeļu raksturs, jo tie var saturēt ogļskābā kaļķa piemaisījumu. Šo ezeru merģeļu samērā lielo auglību vairo arī diezgan augstais organisko vielu un slāpekļa saturs. Jaunākā laikā šādus organiskās vielas

saturošus dīķu un ezeru nogulumus jau uzskata kā īpatnēju augsnas tipu — proti z e m ū d e n s a u g s n a s. Tomēr tas lietas būtību daudz nemaina, jo pēc nosusināšanas šis augsnas tips beidz eksistēt un kļūst par pamatmateriālu parastām sauszemes augsnām.

Beidzot vēl jāaizrāda, ka pēcdeduslaikmetā augsnas pamatmateriāli radušies arī virspusē atsegtiem kaļķakmeņiem un smilšakmeņiem uz vietas sadēdot (diezgan reti).

Latvijas klimats un citi augsnu veidotāji faktori.

Klimatu var uzskatīt par svarīgāko un aktīvāko augsnas veidotāju, jo tas nevien lielā mērā noteic bioloģisko faktoru darbību, bet arī ievērojamā mērā izlīdzina sākotnējās pamatmateriāla nevienādības, sevišķi pēc ilgāka darbības laika. Tāpēc labi saprotams, ka zināmā klimatiskā rajonā mēs sastopam šās vietas klimatam piemērotu augu sabiedrību un līdz ar to šai atmosfērisko un bioloģisko faktoru kombinācijai atbilstošu augsnas tipu. Tā, piemēram, mērena un mitra klimata valdošā augu sabiedrība ir mežs un sakarā ar to galvenais augsnas tips — podzoli, bet mēreni sausa klimata valdošā augu sabiedrība — stepes zāles un te raksturīgākais augsnas tips — melnzemes. Klimata ietekmes intensitāti augsnas veidošanā noteic: 1. temperatūra, 2. nokrišņu daudzums un 3. iztvaikošana. Atkāribā no šo triju faktoru dažādas sadarbības var atšķirt trīs galvenos klimata tipus: 1. nivālais, 2. humidais un 3. aridais.

Nivālais klimats ir mūžīgā sniega un ledus klimats, kādēļ tam augsnas tipu izveidošanā vismazākā nozīme. Humidais un aridais klimati uzskatāmi kā pretstati. Humidā jeb mitrā klimatā nokrišņu daudzums pārsniedz iztvaikošanu, kādēļ šai klimatā izveidojas tā sauc. eluviāla jeb izskalošanas tipa augsnas, kas raksturojas vairāk vai mazāk stipri izskalotiem virsējiem horizontiem. Turpretim aridā jeb sausā klimatā nokrišņu mazāk, nekā zeme spēj iztvaikot. Tādēļ arida klimata augsnu virsējie horizonti ne tikvien samērā maz izskaloti, bet pa lielākai tiesai pat bagātāki ar šķīstošām sālīm nekā apakšējie horizonti, jo pie pastiprinātas iztvaikošanas notiek šķīstošo sāļu pacelšanās virsējos horizontos.

Latvija pieskaitāma tipiskām mērena un mitra klimata zemēm. Mūsu vidējā gada temperatūra ap 6° C un vidējais nokrišņu daudzums ap 600 mm. Dalot vidējo gada nokrišņu daudzumu uz temperatūru dabūjam tā saucāmo Langa lietus faktoru, kas šai gadījumā būs: $600 : 6 = 100$. Šāda apmēra lietus faktors raksturīgs pelnveidīgām augsnām (Eiropas apstākļos pelnveidīgo augsnu joslai pēc

Jenny atbilst lietus faktors 100—300, brūnzemju joslai 60—80, melnzemju joslai 40—50 u. t. t.). Klimata sakaru ar augsnas tipu vēl labāk raksturo Meyer'a mitruma faktors (N — S — kvocients). Šo faktoru iegūst, dalot gada nokrišņu daudzumu uz koeficientu, kas raksturo iztvaikošanas intensitāti. Lai Meyer'a mitruma faktoru varētu aplēst, jāzin bez gada nokrišņu daudzuma un gada temperatūras vēl gaisa relatīvais mitrums. Pie mums ilggadīgi gaisa mitruma mērījumi izdarīti tikai Rīgā (absolūtais gaisa mitrums te — 6,3 mm, bet relatīvais 80). Aplēšot šī punkta mitruma faktoru (N — S — kvocientu) iegūstam skaitli 469. Šāds skaitlis pilnā mērā atbilst pelnveidīgo augsnu un pa daļai brūnzemju joslai (pēc E. Blank'a mitruma faktors pelnveidīgo augsnu rajoniem 375—1000, brūnzemju rajoniem 275—500, melnzemju rajoniem 125—350, tuksneša un pustuksneša augsnām 0—100).

Lai gan mūsu valsts aizņem samērā mazu platību uz zemes lodes, tomēr arī mūsu zemes robežās novērojama diezgan jūtama klimata nevienādība, kas radījusi skaidri saskatamas diferences arī mūsu augsnu raksturā. Pēc Sresnevskā sakopotiem datiem vidējais gada nokrišņu daudzums dažādos Latvijas rajonos laika sprīdī no 1886—1910. g. svārstījies starp 400 un 700 mm. Vismazāks tas bijis Jelgavas līdzenumā, vislielāks — Kurzemes augstienē. Aplēšot Lang'a lietus faktoru 700 un 400 mm nokrišņu rajoniem iegūstam attiecīgi $700:6,25 = 112$ un $400:6 = 67$. Pirmais skaitlis liek sagaidīt Kurzemes augstienē stipri izskalotas pelnveidīgas augsnas, otrs skaitlis raksturīgs brūnzemju joslai (te lietus faktors 60—80). Šos no klimatiskiem datiem atvasinātos secinājumus pilnā mērā apstiprina augsnas pētījumi, jo Kurzemes augstienē tiešām sastopam ļoti stipri izskalotas pelnveidīgas augsnas, bet Jelgavas līdzenumā samērā stipri izplatīts brūnzemju tips. Valsts meteorogiskā biroja pēdējo 10 gadu pētījumi (1922—1931. g.) gan uzrāda krietni lielāku nokrišņu daudzumu minētos rajonos, kam iemesls šī gadu desmita relatīvā nokrišņu bagātība (sevišķi plūdiem bagātā 1928. gadā) un pa daļai arī uzlabotā nokrišņu mērošanas tehnika. Tomēr visumā nokrišņu difference minētos rajonos paliek tā pati un ekstrēmākos gadījumos pat drusku pieaugusi ($950 - 550 = 400$). Aplēšot šiem ekstrēmākiem gadījumiem Langa faktoru iegūstam attiecīgi $950:6 = 158$ un $550:6 = 92$. Pirmais skaitlis atbilst ļoti stipri izskalotām pelnveidīgām augsnām, otrs norāda uz brūnzemju tipa iespējamību, sevišķi ja ievēro, ka pie labvēlīgiem citiem apstākļiem brūnzemes sastopamas pat pie lietus faktora nedaudz pāri 100 (Amerikā pat līdz 130). Arī Vidzemē un Latgalē reljefs un situācija pret valdošiem vējiem un jūru veici-

nājis klimata nevienādību, jo Vidzemes augstienes rietumpusē lielāks nokrišņu daudzums nekā austrumpusē un līdzenumā ap Lubānas ezeru. Arī šie nokrišņu starpībai atbilst zināma nevienādība augsnes raksturā. Tā, piem., Vidzemes augstienes austrumu nogāzē un līdzenumā ap Lubānas ezeru blakus mēreni podzolētām augsnām dažās vietās sastopamas arī mazāk izskalotas augsnes ar diezgan skaidri izteiktu brūnzemes raksturu (Bērzaunā, ap Madonu, Bērzpīli u. c.), kā arī Vidzemes augstienes rietumpusē līdzenākās vietās sastopamās galvenā kārtā stipri podzolētas augsnes, kas gan nereti ar kultūru stipri uzlabotas (Vestienā, Piebalgā).

Blakus nokrišņu daudzumam un sadalījumam, kā jau minēts, augsnes veidošanās gaitu lielā mērā ietekmē arī temperatūra un iztvaikošana. Latvijas apstākļos tomēr gada caurmēra temperatūras diferences visumā nav lielas un pie vienāda augstuma virs jūras līmeņa parasti nepārsniedz $1,5^{\circ}\text{C}$. Drusku lielākas kļūst temperatūras diferences, ja nāk klāt vietas augstuma starpība, jo pa katriem 100 metriem virs jūras līmeņa temperatūra pazeminājas par apm. $0,5^{\circ}\text{C}$. Ar to pa daļai izskaidrojams, ka 312 m augstajā Gaiziņa kalna virsotnē sniega sega uzturas ilgāk nekā pārējā Latvijā. Tā kā zemāka temperatūra vispār sekmē mitrāka klimata izveidošanos, tad var sagaidīt, ka mūsu augstieņu augsnes būs relatīvi vairāk izskalotas, ja vien reljefa īpatnības neveicina virskārtas noskalošanos. Un tiešām — uz Gaiziņa kalna un tāpat arī Sauleskalna (Latgalē) plakanās virsotnes augsnes ļoti stipri izskalotas (Gaiziņa kalna virsotnē, neraugoties uz samērā smagu pamatni — segmālu — ogļskābais kaļķis sastopams tikai 140 cm dziļumā, bet augsnes virskārtas reakcijas skaitlis pH — 4,80). Tieši pētījumi par iztvaikošanas intensitāti Latvijā nav vēl publicēti. Tā kā iztvaikošanu ietekmē temperatūra, ūdeņu tuvums, situācija pret valdošiem vējiem, reljefs, veģetācija, augsnes mehāniskais sastāvs, virsmas raksturs, kā arī pats nokrišņu veids un sadalījums gadā, tad vispār iztvaikošanas ziņā iespējama ļoti liela vietējā klimata un arī pašas augsnes klimata dažādība. Pēdējā var radīt savukārt lielu nevienādību augsnu īpašībās jau uz samērā nelielas platības. Klimata ietekmes tuvāku pētīšanu tomēr lielā mērā apgrūtina tas, ka mūsu klimats pēcdedus laikmetā vairāk reizes mainījies. Kā to liecina kaimiņu valstīs (Zviedrijā, Krievijā, Igaunijā) un arī pie mums Latvijā (M. un P. Galenieki) izdarītie ģeoloģiskie un paleobotaniskie pētījumi, tad pēcdeduslaikmetā bijuši sekojoši klimatiski periodi.

1. Arktiskais (polārais), 2. subarktiskais, 3. boreālais (kontinentāls un silts), 4. atlantiskais (mitrs un silts), 5. subboreālais (kon-

inentāli silts) un 6. subatlantiskais jeb mūsaiķu klimats (mitrs un vēss). Tā kā šo klimatisko periodu maiņai ir sekojusi arī veģetācijas maiņa, tad labi saprotams, ka mūsu augsnu veidošanās gaita ir bijusi diezgan komplicēta. Pirmos divos periodos pie zemas gaisa temperatūras un samērā neliela nokrišņu daudzuma, domājams, veidojās augsnu tipi, kam bija zināma līdzība ar tām augsnām, kādas sastopamas ziemeļos tundras un meža-tundras joslās vai arī augstu kalnos (arktiskā periodā vairāk vai mazāk humozas pļavu augsnas, bieži ar gleiveidīgu apakškārtu, subarktiskā — arī meža augsnas, kam uz smilšainas pamatnes varēja būt jau pelnveidīgs raksturs). Boreālā laikmetā (7000.—5500. g. pr. Kr., domājams, plaši reprezentētas bija melnzemēm radniecīgās rendzinas un rendzinoidi, kā arī brūnzemes. Atlantiskajā laikmetā (5500—3000. g. pr. Kr.) sākas rendzinveidīgo augsnu un brūnzemju pastiprināta izskalošanās un pārveidošanās pelnveidīgās vai purvainās augsnās un arī īstos purvos. Subboreālā laikmetā (3000—900. g. pr. Kr.) izskalošanas un pārpurvošanas procesi palēninājās vai pat apstājās, kādēļ daudzas mazāk izskalotas augsnas atkal atguva rendzinveidīgu vai brūnzemes raksturu, bet dažas purvainas augsnas pārvērtās minerālaugsnās. Mūsaiķu subatlantiskajā periodā (no 900. g. pr. Kr.) Latvijā novērojama atkal skaidri iezīmēta pārpurvošanās un pelnveidīgo augsnu veidošanās, pie kam vēsturiskā laikmetā abus šos procesus lielā mērā ietekmē cilvēka darbība. Daudzas mūsu augsnas vēl tagad uzglabājušas šo senāko klimatisko periodu pēdas, kas tikai turpmāk jāieņem pilnīgāk atšifrēt. Tā, piemēram, daudzas Jelgavas līdzenuma neutrālas meža augsnas ar dominējošu brūnzemes vai pat rendzinoidu raksturu uzrāda dažas pelnveidīgām vai purvainām augsnām raksturīgas īpašības (zem trūdvielu kārtas gaišs izskalošanas horizonts, bet zem tā māla bagātāks ieskalošanas horizonts), kuŗu veidošanai vislabvēlīgāki apstākļi bija atlantiskā periodā. No otras puses, kaļķa konkrēcijām dažās Jelgavas līdzenuma augsnās ir liela radniecība ar līdzīgām konkrēcijām melnzemju joslā. Arī daži relikti stepju augi mūsu flōrā liecina, ka agrākos sausākos un siltākos klimatiskos periodos ir vismaz Latvijas dienvidaustrumu daļā pastāvējuši stepju augiem un melnzemju veidošanai labvēlīgi apstākļi. Šo uzskatu zināmā mērā atbalsta arī dažu krievu pētnieku ieskatī, kas pielaiž, ka tā saucamā kserotermiskā periodā stepes josla izvirzījies krietni uz ziemeļiem — līdz Leņingradas apgabalam, bet mežu josla stiepusies pat līdz pašam Ledus okeanam.

Augu valsts loma augsnas veidošanā. Augu valsts nevien piemērojas augsnas īpašībām, bet arī pati lielā mērā ietekmē augsnu.

Tāpēc nereti jau pēc valdošās augu sabiedrības var spriest par augs-
nas īpašībām. Tā, piem., zem viršājiem mēs parasti sastapsim vai-
rāk vai mazāk skābas pelnveidīgas smiltsaugsnas, kā tas, piem.,
labi novērojams Rīgas apkārtnes viršājos. Tāpat labi zināms, ka
vietās, kurās sāk pārklāties ar balto sūnu, agri vai vēl izveidosies
sūnu purvs, ja vien te neiejauksies cilvēks, radīdams citādus mitru-
ma un vispār augšanas apstākļus. Augi var ietekmēt augsnas īpa-
šības vairākos veidos. Vispirmā kārtā tie ietekmē augsnas orga-
nisko vielu daudzumu un raksturu. Šai ziņā liela atšķirība starp kok-
augiem un zāļaugiem. Caurmērā var skaitīt, ka kokaugi ikgadējā
lapu un skuju biruma veidā piegādā augsnai lielāku daudzumu orga-
nisko vielu nekā zāļaugi, kas arī labi saprotams, jo kokaugi parasti
spēj uzņemt mitrumu un barības vielas no lielāka dziļuma. Starpība
novērojama arī organisko vielu novietošanas veidā. Liela daļa zāl-
augu organiskās masas sastāv no sīkām saknītēm, kas ikgadus
paliek tieši augsnas masā, izveidojot raksturīgo velenu, bet kok-
augu ikgadējais lapu un skuju birums gulstas uz augsnas virsmu, kā-
dēļ te bieži izveidojas jēlumusa kārtā, sevišķi zem skuju kokiem.
Citāds arī šo organisko vielu sastāvs. Zāļaugu atliekas satur pa lie-
lākai daļai 1,5—3% slāpekļa, bet kokaugu — tikai 0,5—2,0%. Arī
pelnu saturs zāļaugos parasti augstāks nekā kokaugos, pie kam zāl-
augu pelnos relatīvi vairāk kalija, bet kokaugu atlieku pelnos vairāk
kalcijs. Diezgan liela atšķirība arī starp lapu un skuju kokiem —
lapu koku atliekas parasti bagātākas pelnvielām. Skuju koku at-
liekas ir skābākas kā lapu kokiem, piem., svaigu egļu un priežu
skuju reakcijas skaitlis pH — ap 3,5 — 4,5, bet lapu koku, tāpat arī
pļavu zāļu atlieku reakcijas skaitlis pa lielākai tiesai ap pH 5—6,5
Sakarā ar to dažādība novērojama arī šo atlieku sadalīšanās jeb
satrepēšanas gaitā. Pie stipri skābas reakcijas sadalīšanās gaita lē-
nāka, jo te baktēriju darbība stipri aizkavēta (pie šādas reakcijas
ievērojami pieaug sēnīšu skaits). Tāpēc mežos, sevišķi skuju koku,
uzkrājas skābas organiskas vielas, kas veicina augsnas virsējo kārtu
pastiprinātu izskalošanos un samērā ātri noved pie pelnveidīgo
augsnu izveidošanās.

Augsnas virsējo kārtu pastiprinātu izskalošanos veicina arī meža
īpatnējais mitruma režīms; te augsnas izžūšana no virspuses sama-
zināta, kādēļ mitrums cirkulē galvenā kārtā tikai vienā virzienā —
no virsas uz apakšu. No otras puses, mežs ar savu dziļo sakņu si-
stēmu un lielo mitruma patēriņu koku lapotnē ievērojamā mērā sa-
mazina augsnas apakškārtas mitruma saturu, kādēļ zināmā mērā aiz-
kavē apakšējā kārtu pārpurvošanos. Lapu koku mežos izskaloša-

nās vispār gausāka, jo te dziļāka sakņu sistēma un pelnvielām bagātāks lapu birums. Arī zem zāļaugiem augsnes izskalošanās pie līdzīgiem citiem apstākļiem parasti gausāka.

Latvijas klimatiskos apstākļos par valdošo augu sabiedrību uzskatāms mežs. Gandrīz visas tīrumu augsnes un daļa pļavu augsnu agrākos laikos ir bijušas apklātas ar mežu. To liecina nevien kultūrvēsturiski pētījumi, bet arī mūsu augsnu īpašības. Tomēr nav jāaizmirst, ka mūsu augu valsti ietekmējušas arī pēcdeduslaikmetā notikušās, jau iepriekšējā nodaļā minētās, klimata maiņas. Arktiskā un subarktiskā periodos, domājams, Latvijā lielas platības aizņēma zāļaugi un pa daļai tipiski tundras augi, kuŗu atliekas vēl tagad uzglabājušās mūsu florā (piemēram, pundurbērzs). Boreālā un subboreālā periodā tāpat, domājams, vismaz Latvijas dienvidaustrumu daļā, zināmas platības aizņēma arī stepju zāles. To apstiprina stepju zāļu atliekas mūsu tagadējā florā un dažu mūsu augsnu īpatnējais raksturs. Iestājoties atkal mitrāka klimata periodam, kāds pastāv arī šolaik, mežs atkal atkaŗoja savas pozīcijas, kādēļ vairums mūsu augsnu uzrāda tipiskas meža augsnu īpašības (podzoli).

Dzīvnieki un mikroorganismi. Augsnes veidošanās gaitu ietekmē arī dzīvnieki un mikroorganismi. Tie piedalās augsnes bioloģiski svarīgo sastāvdaļu cirkulācijā galvenā kārtā kā augu ražotās organiskās masas pārstrādātāji un noārdītāji. Tādā kārtā augu ķermeņos saistītās bioloģiski svarīgās sastāvdaļas tiek atbrīvotas, un tās var izmantot nākošās augu ģenerācijas savu ķermeņu uzbūvei. Vispār var pieņemt, ka, ja vien netraucē kādi nelabvēlīgi apstākļi (pārlicēgs mitrums vai mitruma trūkums, pārāk augsta vai pārāk zema temperatūra, nelabvēlīga reakcija, kaitīgo vielu kiātbūtne u. t. t.) visa augu ražotā organiskā masa tiek no dzīvniekiem un mikroorganismiem pārstrādāta. Šādas pārstrādāšanas starpprodukts ir *a u g s n a s t r ū d v i e l a s*, kas satur galvenā kārtā grūtāk sadalamās augu sastāvdaļas (lignīnus, sveķveidīgas vielas u. c.) un mikroorganismu sintezētās vielas (visvairāk proteīnveidīgas vielas). Dzīvnieku valsts pārstāvji lielā mērā veicina šo tumši krāsoto organisko vielu sajaukšanos ar augsnes minerālvielām. No dzīvniekiem, kas Latvijā vairāk izplatīti un redzamākā veidā piedalās augsnes procesos, jāmin sliekas, dažādi kukaiņi un viņu kāpuri, skudras, no lielākiem dzīvniekiem — kurmji un peles. Visvieglāk saskatāma ir slieku un kurmju darbība. Tā labi vērojama pēc šo dzīvnieku atstātām ejām, kas bieži pildītas ar citādāku materiālu nekā pārējā augsna tajā pašā dziļumā. Arī augsnes virspusē bieži vērojamas šo dzīvnieku no dziļākām kārtām izceltās minerālvielas. Pēdējais ap-

stāklis ir viens no galveniem iemesliem, kādēļ daudzas Jelgavas līdzenuma augsnas ar skaidri saskatāmām bijušo pelnveidīgo augsnu īpašībām tagad satur virskārtā ogļskābo kaļķi.

Senākos laikos, domājams, augu ražotās organiskās masas pārstrādāšanā zināma loma piekritusi arī lielākiem augēdējiem dzīvniekiem (meža cūkām, meža vēršiem u. c.). Vēsturiskā laikmetā, lopkopībai attīstoties, augstāku dzīvnieku līdzdalība augu ražotās organiskās masas pārstrādāšanā ar vienu pieaug, jo tie nolietā lielāko daļu ganībās, pļavās un tīrumos ražotās organiskās masas. Līdz ar to pieaug šo augstāko dzīvnieku tiešā vai netiešā loma augsnas īpašību pārveidošanā (pateicoties lopu ražotiem kūtsmēsliem vispār novērojama mūsu tīruma augsnu uzlabošanās uz ganību un pļavu rēķina). Bet šis jautājums jau lielā mērā atkarīgs no cilvēka darbības, par ko būs runa citā nodaļā.

Visaptverošāka tomēr ir mikroorganismu piedalīšanās augsnas bioloģiskos procesos, jo šie sīkorganismi pārstrādā nevien augu, bet arī dzīvnieku atliekas. Bez viņu palīdzības zemes virsa ar laiku izvērstos par milzīgu kapsētu, pārklātu nesadalītām augu un dzīvnieku atliekām. Tikai atbrīvojot šīs atliekās saistītās bioloģiski svarīgās sastāvdaļas un pārvēršot tās augiem uzņemamā veidā, uz zemes atkal var zaļot jauna dzīvība. Vispār augsnās sastopamais mikroorganismu skaits ir milzīgs, ja vien to neierobežo kādi nelabvēlīgi apstākļi (kā, piem., sūnu purvos minerālisko barībasvielu trūkums, skābā reakcija un liekais mitrums, kas apgrūtina gaisa piekļūšanu). Mikroorganismu augsnā ir vairākas grupas (protozoji, baktērijas, sēnītes, aktinomicēti) kuŗās savukārt ietilpst liels skaits dažādu sugu. Atsevišķu grupu un sugu darbība ir bieži stipri speciāla. Tā, piem., olbaltumvielu noārdīšanā līdz vienkāršiem amonjaka savienojumiem piedalās liels skaits mikroorganismu sugu, bet amonjaka pārvēršana nitrītos un nitrātos jau ir šauri speciāla, ko var veikt tikai dažas mikroorganismu sugas. Tāpat arī gaisa slāpekļa saistīšanā piedalās samērā nedaudzas mikroorganismu sugas (tauriņziežu sakņu baktērijas, aerobaīs Azotobakter, anaerobaīs Clostridium Pasteurianum u. c.). Mikroorganismiem noārdot, resp. sadedzinot augu un dzīvnieku atliekas tiek nolietāts skābeklis, ko daļa mikroorganismu iegūst no gaisa (aerobie mikroorganismi), bet daļa arī vairāk vai mazāk no augsnas minerālvielām (anaerobie mikroorganismi), Pēdējais process visizplatītāks purvainās augsnās, jo te liekais mitrums aizkavē aerobām baktērijām nepieciešamā gaisa skābekļa piekļūšanu. Dzelzi saturošām minerālvielām zaudējot daļu skābekļa,

rodas purvaino augsnu apakškārtās raksturīgie zilganie un zaļgie toņi. Augsnas minerālvielu pārveidošanu veicina arī mikroorganismu ražotie organisko vielu pārstrādāšanas produkti — sērskābe, slāpekļskābe un dažādas organiskas skābes. Skābas vielas sevišķi lielos daudzumos sastopamas skuju koku mežos, jo te nevien augu atliekas ir skābēm bagātas (priežu un egļu skuju, viršāju, mellenāju, brūklenāju, zilenāju u. t. t. atlieku reakcijas skaitlis parasti ap 3,5—4), bet skābi produkti rodas arī sēnītēm šīs atliekas pārveidojot. Šādos apstākļos dažas augsnes minerālvielas tiek stipri izskalotas, kā tas labi novērojams pie pelnveidīgām meža augsnām. Mikroorganismi nevien ietekmē augsnes īpašības, bet arī paši lielā mērā ir spiesti piemēroties augsnes, pa daļai arī augu materiālu un klimata īpašībām. Mainoties šīm īpašībām, līdzī mainās arī augsnes mikroflora un mikrofauna. Spriežot pēc mikroorganismu dzīves prasībām un mūsu augsnu īpašībām, var sacīt, ka mūsu skābās meža augsnās liela lema piekrīt sēnītēm, bet mazāk skābās un neutrālās tīrumu augsnās lielā pārsvarā baktērijas. Der ievērot arī, ka pēc līdzinējiem pētījumiem, daudzās mūsu skābās tīrumu augsnās vēl iztrūkst gaisa slāpekli saistošā baktērija Azotobakter, jo tā nemil skābu reakciju un kaļķa trūkumu. Toties samērā stipri izplatītas, šķiet, anaerobās baktērijas, jo purvaino augsnu ar gaisa trūkuma pazīmēm Latvijā daudz. Ar labāku augsnes apstrādāšanu, nosusināšanu un mēslošanu mēs varam ievirzīt baktēriju darbību sev vēlamā virzienā.

Reljefs. Reljefa loma augsnes īpašību veidošanā ir daudzpusīga. Tas ietekmē nevien vietas mitruma režīmu, temperāturu un veģetāciju, bet arī citus apstākļus, kā, piemēram, augsnes masas pārvietošanos no augstākām vietām zemākās. Reljefa nevienādībai pa lielākai daļai atbilst arī zināma nevienādība augsnes pamatmateriālā. Šo iemeslu dēļ var pieņemt, ka gandrīz katrai pārmaiņai reljefā seko lielāka vai mazāka augsnes īpašību maiņa. Tāpēc augsnes pētnieki, pārbaudot kāda apgabala augsnes, vispirmā kārtā orientējas pēc vietas reljefa.

Makroreljefs ir kāda apgabala vispārējais reljefs, kas var būt līdzens, viļņots, kalnains, augstiena, ieleja u. t. t. Pie makroreljefa svarīgs vietas augstums virs jūras līmeņa, inklinācija jeb slīpuma pakāpe un ekspozīcija (stāvoklis pret debespusēm). Ja augstuma diference virs jūras līmeņa ir pāri 100 metriem, tad arī mūsu apstākļos var sagaidīt jau jūtamu starpību gaisa temperatūrā un nokrišņu daudzumā, kā tas jau tika aprādīts nodaļā par klimatu. Reljefa atsevišķo elementu ekspozīcijas loma vislabāk vērojama, ja salīdzina kāda paaugstinājuma dienvidus un ziemeļu nogāzes. Dien-

vidus nogāze parasti saņem vairāk saules siltuma kā ziemeļu nogāze, un vairāk aizsargāta no aukstajiem ziemeļa vējiem. Tādēļ te augsnas temperatūra augstāka un augsna īsāku laiku apklāta ar sniega segu. Tāda pat ekspozīcijas ietekme novērojama arī grāvās. Nevienādas ekspozīcijas radītās temperatūras diferences vispār palielinājas, pieaugot inklinācijai.

Zem mikroreljefa saprot mazākas reljefa nevienādības, kas sastopamas makroreljefa atsevišķo elementu robežās. Tā, piemēram, pat vispār ļoti līdzenā vietā novērojami nelieli iedobumi un paaugstinājumi. Arī šīs nelielās reljefa nevienādības, kas dažreiz iztaisa tikai dažus centimetrus, var ietekmēt augsnas īpašības, jo rada nevienādu nokrišņu ūdeņu sadalījumu. Tādēļ reljefa zemākās vietās nokrišņu ūdeņi vairāk uzkrājas. Līdz ar to, ja šīs vietas ir ūdens caurlaidīgas, tad augsnas tiek vairāk izskalotas, bet mazāk caurlaidīgas vietas, ar apgrūtinātu virsēju ūdeņu notecēšanu — viegli sāk pārpurvoties. Derīgi ievērot arī ūdeni necaurlaidošo kārtu reljefu, jo tas lielā mērā ietekmē pamatūdeņu dziļumu un līdz ar to augsnas īpašības.

Latvijā sastopam galvenā kārtā leduslaikmeta uznesumiem raksturīgās reljefa formas. No tām svarīgākās ir sekojošās. 1. Pamatmorēnu reljefs — lēni viļņots, ar nelieliem lēzeniem paaugstinājumiem un pazeminājumiem, kā piem., Ziemeļvidzemē ap Valmieru, Kurzemē starp Dobeli un Sabīli u. c. 2. Gala morēnu reljefs — stipri viļņots, ar daudziem samērā augstiem pauguriem un dziļākām ieplakām, kuros guļ ezeri vai purviņi (Dienvidlatgale, Cēsu-Piebalgas rajons, Alūksne, Talsi u. c.). 3. Lielo sprostezeru nogulumu reljefs — vispār līdzens, tikai vietumis, kur ūdens uznesumu kārtā plānāka, vēl pa daļai saglabājušās apakšā gulošai pamatmorēnai raksturīgās, lēni viļņotās formas (Jelgavas līdzenums, Lubānas-Jaunlatgales līdzenums, Valkas-Rūjienas līdzenums u. c.). 4. Drumliņu reljefs — šļūdoņa virzienā izstiepti lēzeni paaugstinājumi (piem., uz dienvidrietumiem no Burtnieku ezera, uz dienvidrietumiem no Cieceres ezera u. c.). 5. Ūsu reljefs — gaŗi, dzelceļa dambjiem līdzīgi paaugstinājumi (piem., Lielie Kangari Rīgas apriņķī). 6. Agrākā jūras dibena reljefs — vispār līdzens (daļa Rīgas-Jelgavas līdzenuma, Kurzemes rietumu piekraste u. c.). 7. Agrāko jūras krasta līniju reljefs — vietumis stāvkrastu veidā, kā, piem., pie Medzes un Zilajiem kalniem Kurzemē, citur arī viļņu saskalotu lēzenu jūras krastam parallēlu paaugstinājumu veidā. 8. Sengultņu reljefs (piem., Abavas un Gaujas lejas), 9. Kāpu reljefs — gandrīz visos smilts nogulumu rajonos. 10. Dažādas mikroreljefa formas. Tās vēsturiskā laikmetā bieži vien stiprā

mērā ietekmējusi cilvēka darbība. Tā, piem., tīrumu virsma arot un ecējot tiek arvienu vairāk nolīdzināta, bet kur tīrums robežo ar zemāk stāvošu pļavu vai citu zemāku vietu izveidojas raksturīga lauza reljefa līnija. Ievērojamas pārmaiņas mikroreljefā radušās arī nesenajos kaujas laukos — kā, piem., granātu izrautās bedres, ierakumi u. c. Kā redzams, Latvijā novērojama diezgan liela reljefa dažādība. Tas kopā ar citiem augsnes veidošanas faktoriem rada lielu dažādību mūsu augsnu raksturā.

Pamatūdeņi. Mērena un mitra klimata apgabalos, kādiem piešķaitāma arī Latvija, augsnes veidošanas gaitu bieži ietekmē paaugstināts pamatūdeņu stāvoklis. Tāpēc te ļoti izplatītas purvainās augsnes. Pamatūdeņu loma augsnes īpašību veidošanā atkarīga no tā, cik tie sekli no zemes virsmas un kāds to sastāvs. Vispār jo sekļāki pamatūdeņi, jo lielākā mērā tie ietekmē augsnes īpašības un jo ātrāk arī notiek pārpurvošanās. Tādā gadījumā, trūkstot gaisa skābeklim, augsnā sāk uzkrāties organiskas vielas, un apakškārta pieņem zilgan- vai zaļganpelēku izskatu. Ja pamatūdeņu līmenis ikgadus tikai neilgi paaugstināts, vai arī darīšana ar tekošu pamatūdeņi, tad pārpurvošanās pazīmes ir mazāk saskatāmas vai arī izpaliek. Mūsu pamatūdeņi bieži ir kaļķa vai dzelzs sālim bagāti. Kur šādi pamatūdeņi iznāk virskārtā, rodas kaļķa vai dzelzs nogulumu. Virsējie ūdeņi, atšķirībā no pamatūdeņiem, mūsu apstākļos parasti sāļu nabagi, bet toties var būt bagāti atšķīdušām organiskām vielām, sevišķi ja izplūst no mežiem vai purviem. Kur šādi ūdeņi ilgāki sastājas, tie padara augsnes ūdeni necaurļaidošākas un veicina pārpurvošanos.

Dažreiz šādās vietās izveidojas pat īsti ezeri (kā, piemēram, Tomes mežniecībā pēc 1928. gadā lietus gāzēm izveidotie Miglaines ezeriņi). Pamatūdeņu stāvoklis atkarīgs no vairākiem apstākļiem: nokrišņu daudzuma, iztvaikošanas, reljefa, pamatmateriāla, ūdenscaurlaidības, veģetācijas, pašas augsnes izveidošanas gaitā iegūtām īpašībām un no cilvēka darbības. Tā kā visi šie faktori ir mainīgi, tad arī pamatūdeņu stāvoklis var mainīties. Visplašākā mērogā pamatūdeņu stāvokli varēja ietekmēt klimata maiņa pēcleduslaikmetā. Domājams, ka samērā sausākajos klimata periodos (boreālā un subboreālā laikmetā) pamatūdeņu līmenis ievērojami pazeminājies, bet mitros klimata periodos — atlantiskā un patlaban valdošā subatlantiskā laikmetā — tam bijusi tendence paaugstināties. Ievērojamas pārmaiņas pamatūdeņu stāvoklī varēja radīt arī upju gultņu padziļināšanās erozijas ceļā vai arī atsevišķu apgabalu celšanās vai grimšana (Baltijas jūras krasta līnijas maiņas Joldijas, Ancilus un Litori-

nas laikmetos). Vēl biežāk pārmaiņas pamatūdeņu stāvoklī novērojamas augsnas īpašībām pārveidojoties. Tā, piemēram, pelnveidīgo augsnu veidošanās gaitā illuviālais horizonts paliek arvienu blīvāks un necaurļaidīgāks, kādēļ virs tā nereti uzkrājas virsējie ūdeņi, izveidojot virsējo pamatūdeņu (pareizāki virsējo augsnas ūdeņu) horizontu. Jaunākā laikā pamatūdeņu stāvokli arvien vairāk sāk ietekmēt arī meliorācijas darbi. Visbiežāk tādā kārtā pamatūdeņu līmenis tiek pazemināts, bet atsevišķos gadījumos cilvēka darbība var pamatūdeņu līmeni arī paaugstināt. (Sk. cilvēka darbība.)

Augsnas vecums. Ar šo vārdu apzīmē laika sprīdi, kurā zināma augsna izveidojusies. Šo laiku absolūtos skaitļos grūti aplēst, jo augsnu veidošanās sākums pa lielākai daļai meklējams tālā senātnē. No otras puses diezgan grūti izšķirties, ko skaitīt par augsnas veidošanās sākumu. Daži skaita to no brīža, kad sāka veidoties iežu irdne, resp. no iežu sadēdēšanas sākuma. Vairums pētnieku tomēr pieņem par augsnas veidošanās sākumu to brīdi, kad uz zemes virskārtā radušos iežu irdni varēja noteicošā kārtā sākt iedarboties bioloģiskie faktori (augi, dzīvnieki un mikroorganismi). Šis pēdējais viedoklis arī Latvijas apstākļos vairāk pieņemams, jo mūsu augsnu veidošanās sākumu vislietderīgāk skaitīt no šļūdoņu atkāpšanās laika. Tad uz zemes virskārtā palikušo iežu irdni varēja sākt īpatnējā kārtā iedarboties bioloģiskie faktori. Spriežot pēc Zviedrijā un pa daļai arī pie mums izdarītiem ģeoloģiskiem un paleobotāniskiem pētījumiem, mūsu augsnu veidošanās sākumu tā tad varētu meklēt apmēram pirms 10.000 gadiem. Daudzas mūsu augsnas tomēr sākušas veidoties ievērojami vēlākā laikā un proti vietās, kur vēlāk zemes virskārtā nāca maz pārveidots augsnas pamatmateriāls. Tādi apstākļi varēja rasties jūras dibenam paceļoties, kā tas novērojams mūsu piejūras apgabalos, vai arī ezeriem nodrenējoties, ko varēja radīt upju gultņu padziļināšanās vai arī jaunu noteku izveidošanās. Mūsu dienās Latvijā visbiežāk jaunas augsnas sāk veidoties uz jaunākiem ūdens un vēja uznesumiem, kā arī vietās, kur agrāk izveidotā augsna noskalota, noarta vai vēju aiznesta. Vispār, pie līdzīgiem cietiem apstākļiem, jo vecāka kāda augsna, jo vairāk tā atšķiras no iežu irdnes, uz kuņas tā izveidota. Tāpēc arī dažreiz stipri pārveidotas augsnas apzīmē par vecām, bet maz pārveidotas — par jaunām. Tā kā augsnas veidošanas gaitu tomēr lielā mērā ietekmē arī citi apstākļi, tad iespējams, ka pēc izskata veca augsna īstenībā ir vēl samērā jauna, bet pēc izskata jauna augsna var būt dažreiz ļoti veca. Tas tomēr nemazina laika faktora nozīmi augsnas īpašību izveidošanā.

Cilvēka darbība. Cilvēka loma augsnas īpašību veidošanā līdz šim ir pastāvīgi pieaugusi. No tā var domāt, ka reiz pienāks laiks, kad kultūras neskārtas augsnas būs sastopamas vairs tikai uz nelielām platībām. Cilvēka darbība vispirms rada pārmaiņas veģetācijā, jo kultūrai izplatoties parasti notiek sistematiska mežu platības samazināšanās. To skaidri rāda pēdējos gados Vācijā dažās provincēs izdarītie pētījumi, kuŗos salīdzinātas tagadējās mežu platības ar platībām, kādas bijušas vairākus gadu simteņus atpakaļ. Arī Latvijā pēc vēsturnieku pētījumiem un sevišķi augsnes īpašībām spriežot meži reiz aizņēmuši gandrīz visu zemes platību. Ievērojami mazākas platības ir bijušas tad aizņemtas ar pļāvām — galvenā kārtā mežu izdegumos un upju un ezeru plūdu joslā, kur kokaugu attīstība biežāk traucēta.

Senākos laikos galvenais mežu platības samazināšanās līdzeklis bijis uguns. Mežu dedzināšana, domājams, stipri pieņēmusies pārējot no medniecības uz lopkopību, jo tādā kārtā visvieglāk bija paplašināt lopiem nepieciešamās ganības. Pārējot uz zemkopību un ar to saistīto lūdumošanu mežu iznīcināšana vēl pastiprinājās. Arī pēdējos gadu desmitos Latvijā, neraugoties uz apzināto mežu aizsardzību un tagad populārājām mežu dienām, mežu samazināšanās tomēr vēl turpinājas. Mežu iznīcinājot, mainās augsnes klimats un mitruma režīms, kā arī augsnā notiekošie bioloģiskie un ķīmiskie procesi. Viss tas rada skaidri atšķiramas pārmaiņas arī augsnes ķīmiskā sastāvā un citās īpašībās. Tā, piemēram, pārvēršot meža augsnes tīrumos parasti ievērojami pazeminājas organisko vielu saturs un pa daļai sakarā ar to samazinājas arī augsnes skābums. Uz nekultivētām smiltīm, pēc meža iznīcināšanas, nereti izveidojas kaili smiltāji vai viršāji, bet uz mālaines pamatnes sakarā ar mitruma režīma maiņu — diezgan bieži arī purvainas augsnes, sevišķi zemākās vietās. Pat tādos gadījumos, kur pēc meža iznīcināšanas notiek dabīga meža atjaunošanās, veģetācijas sastāvs, pa lielākai daļai, tomēr citāds, kas saprotams atsaucas arī uz augsnes īpašībām.

Tikpat lielā mērā ietekmē augsnes īpašības arī pamatūdeņu stāvokļa pazemināšana, kas novērojama pēc upju rēgulēšanas un parastās atūdeņošanas ar valējiem grāvjiem vai drenām. Pēc šādas atūdeņošanas mainās veģetācijas raksturs kā mežos, tā pļāvās un tīrumos. Tāpat mainās arī augsnes mikroflora, jo gaisam labāki augsnā iekļūstot, anaerobo baktēriju skaits samazinājas, bet pieaug aerobo skaits, kas veicina augsnes organisko vielu satura samazināšanos un dažu minerālvielu oksidēšanos. Tādā kārtā daudzas organiskām vielām bagātas purvainas augsnes pamazām tiek pārveidotas parastās minerālaugsnās. Šādos gadījumos agrākās

purvainās augsnes īpašības pa daļai vēl vērojamas pēc apakškārtas zilgani pelēkā toņa vai arī senākiem pamatūdeņu izdalījumiem. Nosusinātos mežos agrāko purvainumu var dažreiz vērot arī pēc vecāko koku celmu daļas paceltā stāvokļa.

Ievērojami retāk pie mums sastopami gadījumi, kur augsnu īpašības mainītas apzinīgi pacelot pamatūdeņu līmeni, kā, piemēram, diezgan daudzās dīksaimniecībās Kurzemē. Netieši pamatūdeņu līmeņa pacelšanos un pārpurvošanos, kā jau aprādīts, dažreiz varēja veicināt meža iznīcināšana. Augsnes īpašību maiņu veicina arī citi kultūras paņēmieni — mēslošana, kaļķošana, merģelēšana, speciālu augu kultivēšana un dažādi augsnes apstrādāšanas veidi. Ilgāku laiku pielietāti, šie kultūras paņēmieni rada dziļas pārmaiņas augsnes īpašībās un pamazām izveido jaunu augsnes tipu — kultūras augsnes. No agronomiskā viedokļa raugoties, cilvēka darbība var ietekmēt augsnes īpašības nevien pozitīvā, bet arī negatīvā virzienā. Pie agrāk ļoti izplatītās trīslauku sistēmas tīruma augsnes ļoti ātri tika izsūktaš viegli pieejamo augu barībasvielu ziņā (visātrāk kļuva jūtams slāpekļa un fosforskābes trūkums), kādēļ tīrumi bija jālaiž uz ilgāku laiku atpūtā, līdz mazāk prasīgas dabīgas augu sabiedrības atkal uzkrāja kultūras augiem viegli pieejamas augu barībasvielas. Labvēlīgāki apstākļi bija saimniecībās ar labām pļavām un ganībām, jo tad tīrumi varēja saņemt lielāku daudzumu kūtsmēsli, kas ievērojami uzlaboja augsnes īpašības un auglību. Augsnu uzlabošanu veicināja arī āboliņa kultūras ieviešana tīruma augu maiņā. Pagājušā gadsimteņa vidū nāca klāt vēl mākslīgi mēsli, kuŗi gan pie mums sākumā tika lietāti vairāk tikai muižās. Te piemināms, ka muižu augsnes arī agrāk bija labvēlīgāk nostādītas augu barībasvielu ziņā, jo zemnieki bija spiesti nodot muižai daļu savas ražas un klausās braucot novest muižā dažādus augsnes uzlabošanai derīgus materiālus. Kultūras ietekme visvairāk vērojama cilvēka dzīves vietas tuvumā. Liela daļa no māju tuvumā esošām vecām dārza augsnām pēc īpašībām jau zināmā mērā tuvojas melnzemēm. Ar ilgu kultūru uzlabotas augsnes visvairāk sastopamas senapdzīvotu vietu tuvumā, ap pilsētām, pilīm un seniem satiksmes ceļiem, kā, piemēram, gar mūsu lielākām upēm: Daugavu, Lielupi, Ventu, Gauju un Salaci. Tādas senapdzīvotas vietas ar kultūras augsnām sastopamas visos mūsu apgabalos — Kurzemē, Zemgalē, Vidzemē un Latgalē.

Latvijas augsnu klasifikācija.

Iepriekšējās nodaļās apskatījām faktoros, kas ietekmē mūsu augsnu veidošanās gaitu. Ievērojot visu šo faktoru mainīgumu un bieži vien pretējā virzienā tiecošos darbību, labi saprotams, ka to kopdarbības rezultāts katrā atsevišķā gadījumā var būt stipri dažāds. Ar to arī izskaidrojama mūsu augsnu samērā lielā dažādība, kas novērojama jau vienas saimniecības robežās. Stingri ņemot, var pat sacīt, ka dabā vispār nav divas absolūti vienādas augsnas, tāpat ka nav divu absolūti vienādu koku vai cilvēku. Tomēr līdzīgu augsnu vai augsnu ar vairākām kopīgām īpašībām dabā var sastapt ļoti daudz. Uzmeklējot šādas kopīgas īpašības, ir iespējams sakārtot visas augsnas pārskatāmā sistēmā, kas lielā mērā atvieglo pētīšanas darbu. Atkarībā no tā, kādām augsnu īpašībām piegriež lielāku vērību, tādu sistematizēšanu jeb klasificēšanu var izdarīt ļoti dažādi. Tāpēc augsnu klasifikāciju vispār daudz. Tomēr neviena augsnu klasifikācija nav tik pilnīga, lai viņas rāmjos viegli varētu ietilpināt visu dabā sastopamo augsnu daudzveidību, pie tam izceļot atsevišķo veidu radniecību, mainīgumu un atkarību no veidošanās apstākļiem. Tāpēc nākot klāt jaunām atziņām, agrākās klasifikācijas parasti jāpārstrādā un jāpapildinā. Ievērojot Latvijas samērā nelielo teritoriju, no visiem uz zemes lodes sastopamiem augsnas tipiēm pie mums var sastapt tikai daļu un proti to, kas atbilst mūsu ģeoloģiskiem, klimatiskiem, bioloģiskiem u. c. apstākļiem. Tas zināmā mērā atvieglo mūsu augsnu klasifikācijas darbu.

Par pirmo plašāko Latvijas augsnu klasifikācijas mēģinājumu var uzskatīt Vidzemes landrātu kollēģijas 1904. gadā publicētās zemes šķirošanas tabulas, kuŗas vēl tagad nedaudz pārgrozītā veidā lietā zemes kadastrālās vērtēšanas darbos. Šinīs tabulās uz praktisko pieredzējumu pamata sakopotas vietējo augsnu pazīmes, pēc kuŗām var spriest par attiecīgā zemes gabala ienesīgumu un vērtību. Šo vairāk tīri saimnieciskas un praktiskas dabas klasificēšanas paņēmienu apskatīsim drusku tuvāk nodaļā par Latvijas zemju kadastru. Tagad vispirms piegriezīsim vērību Latvijas augsnu klasifikācijai no dabaszinātniskā viedokļa, jo tas atvieglos mūsu augsnu īpašību izpratni arī praktiskā nozīmē.

No dabaszinātniskām augsnas klasifikācijām visplašāk lietā tā sauc. ģenetiskās augsnas klasifikācijas, kuŗās ievērota augsnas izcelšanās (ģeneze) atkarībā no veidošanās apstākļiem un pie tam notiekošās pārmaiņas augsnas dažādos slāņos. Šinīs ģenetiskās klasifikācijās svarīga vieta ierādīta tā sauc. klimatisk-

kiem augsnu tipiem. Jēdziens par klimatiskiem augsnu tipiem vispirmā kārtā nostiprinājās Krievijā, jo šinī milzu teritoriju aizņemošā lielvalstī ļoti viegli var novērot uzkrītošas sakarības starp klimatu, veģetāciju un augsnām. Ejot no ziemeļiem uz dienvidiem te var sastapt sekošus augsnu tipus:

1. Tundras augsnas — auksta klimata joslā zem tundras zāl-augiem.
2. Pelnveidīgās augsnas — mēreni aukstā klimatā zem mežiem.
3. Melnzemes — mēreni siltā klimatā zem stepju zālēm.
4. Pustuksneša augsnas — mēreni sausā klimatā zem retām stepju zālēm.
5. Tuksneša augsnas — sausā klimatā gandrīz pie pilnīga ve-ģetācijas trūkuma.
6. Sarkanzemes jeb lateritus — tropiski siltā un mitrā klimatā zem mežiem.

Blakus minētiem galveniem klimatiskiem augsnu tipiem ģene-tiskās klasifikācijās parasti ietilpina vēl dažus citus augsnu tipus, kuŗu veidošanā klimata maiņai vairs nav tik izšķiroša nozīme. Tā-diem „neklimatiskiem“ tipiem pieskaitāmas purvainās augsnas, jo tās sastopamas kā tundras joslā tā zem ekvatora, un proti vietās, kur augsts pamatūdeņu stāvoklis vai arī virsējo ūdeņu iesūkšanās un notecēšana apgrūtināta. Tāpat „neklimatisks“ augsnas tips ir melnzemēm radniecīgā r e n d z i n a, kas veidojas uz kaļķa bagāta pamatmateriāla un sastopama arī tipiskos pelnveidīgo augsnu apga-balos. Arī cilvēka veidotās kultūraugsnas ir samērā maz atkarīgas no klimata. Sacītāis liecina, ka pie ģenetiskas augsnu klasifikācijas jāievēro visi augsnas veidošanās apstākļi un to radītās pārmaiņas augsnas īpašībās, jo tikai tad ir iespējams pilnīgāki raksturot dabā sastopamo augsnu daudzveidību.

Latvijas augsnas no ģenetiskā viedokļa mēģinājuši klasificēt jau krievu pētnieki pagājušā gadu simteņa beigās. Tagadējai Lat-vijai atbilstošās gubernās pēc šo pētnieku norādījumiem sastopamas galvenā kārtā pelnveidīgās augsnas, tīras smilts augsnas un sūnu purvi (V. Moračevska raksts „Počvi jevropeiskoj Rossijī“, 1907.). Vispār tomēr šiem pirmiem mūsu augsnu ģenetiskās klasifikācijas mēģinājumiem bija vairāk gaŗāmejošs un gadījuma raksturs, jo fak-tiskais materiāls bija gūts galvenā kārtā caur vagona logu. Daudz lielāka vērība mūsu augsnu ģenetiskai klasifikācijai tiek piegriezta neatkarīgās Latvijas laikā. Te vispirmā kārtā jāmin J. Vītiņa Lat-vijas augsnu klasifikācijas mēģinājumi. Iepazinies Krievijā kā teō-rētiski tā praktiski ar ģenetiskās augsnas klasifikācijas paņēmie-

niem, viņš tos lietā arī Latvijas augsnu klasificēšanā. Līdzīgi savam skolotājam Kossovičam, viņš savā klasifikācijā sevišķi izceļ atsevišķo augsnas veidu pakāpenisku attīstību un ģenētisku radniecību. Pēc šī autora līdz šim publicētiem darbiem Latvijā sastopami tikai divi galvenie augsnu tipi:

- 1) Pelnveidīgās augsnas un
- 2) purvainās augsnas.

Visa mūsu augsnu dažādība ir tikai šo divu pamattipu dažādas izveidošanās stadijas vai arī variācijas.

J. Vītiņa Latvijas augsnu klasifikācijas schēma īsumā ir sekoša.

I. Tips. Pelnveidīgās augsnas.

Šajā tipā var atšķirt 4 veidošanās fāzes jeb stadijas:

1. Pirmā veidošanās fāze jeb rendzinas stadija.
2. Otrā veidošanās fāze jeb brūnzemju stadija.
3. Trešā veidošanās fāze jeb vidēji pārveidoto pelnveidīgo augsnu stadija.
4. Ceturtā veidošanās fāze jeb stipri pārveidoto pelnveidīgo augsnu stadija.

Blakus šīm 4 fazēm J. Vītiņš atšķir pie pelnveidīgām augsnām vēl: 1) grupu ar sevišķi sekli veidotu rūsas kārtu (pat 5 cm zem virskārtas, ko izskaidro ar smilts nabadzību) un 2) ar kultūru uzlabotās pelnveidīgās augsnas.

II. Tips. Purvainās augsnas.

1. Grupa. Pamatūdeņi sekli. Šo grupu var uzskatīt kā pelnveidīgo augsnu ceturtās veidošanās fāzes turpinājumu. Šajā grupā ietilpst arī sūnu purvi.

2. Grupa. Pamatūdeņi iznāk virskārtā. Šajā grupā ietilpst zāļu purvi un purvainās augsnas ar un bez avotu kaļķa un pļavu rūdas nogulumiem.

Abu tipu augsnas iedala vēl sīkāk pēc pamatmateriāla rakstura.

Drusku citādas dabas ir K. Krūmiņa provizoriskā Latvijas augsnu klasifikācijas schēma (P. Kulitans, K. Krūmiņš, K. Bambergs, Lauksaimniecības analīze. I. Augsna. 1930.). Tajā blakus ģenētiskam principam vairāk ievērotas arī augsnas patreizējās ķīmiskās īpašības. Šīs klasifikācijas galvenie nodalījumi ir sekojoši:

I. Tips. Pelnveidīgās augsnas (minerālaugsnas, kas veidojušas pie zema pamatūdeņu stāvokļa).

1. Apakštips. Neutrālas augsnas ar ogļskābo kaļķi virskārtā.

2. Apakštīps. Neutrālas augsnas bez ogļskābā kaļķa virskārtā.

3. Apakštīps. Pelnveidīgās augsnas (podzoli) vārda tiešā nozīmē. Reakcija skāba.

4. Apakštīps. Pelnveidīgās augsnas, kurās sācies pārpurvošanās process (sāk uzkrāties lieks mitrums). Reakcija stipri skāba.

Apakštīpu sīkāks iedalījums pēc pamatmateriāla, kārtu biežuma, profiļa uzbūves, veģetācijas, kultūras u. c. īpašībām.

II. Tips. Purvainās augsnas (trūdvielām un nesadalītām augu atliekām bagātas augsnas, kas veidojušās pie augsta pamatūdeņu stāvokļa).

1. Apakštīps. Kramskābes savienojumiem bagātas purvainās augsnas. Sīkāks iedalījums pēc pamatmateriāla mehāniskā sastāva, attiecībām pret pamatnes un virsējiem ūdeņiem, veģetācijas u. c. īpašībām.

2. Apakštīps. Ar ogļskābo kaļķi bagātas purvainās augsnas.

3. Apakštīps. Ar dzelzi bagātas purvainās augsnas.

4. Apakštīps. Purvi — augsnas ar biezu kūdras kārtu.

Pēc noteicošās veģetācijas 3 klases: zāļu purvi, sūnu purvi un pārējas purvi. Sīkāks iedalījums pēc kūdras sastāva, biežuma, minerāliskā pamata un citām īpašībām.

5. Apakštīps. Augsnas, kas veidojušās zem jūras ūdeņu un uznesumu iespaيدا pie augsta pamatūdeņu stāvokļa (randas).

III. Tips. Kultūras augsnas. Augsnas, kurās cilvēka darbība tik stipri pārveidojusi, ka tās vairāk neatbilst iepriekšējiem 2 tipiem.

1. Apakštīps. Ar kultūru stipri pārveidotas pelnveidīgās augsnas.

2. Apakštīps. Ar kultūru stipri pārveidotas purvainās augsnas.

Apakštīpu sīkāks iedalījums pēc cilvēka darbības veida, pamatmateriāla u. c. īpašībām.

IV. Tips. Neizveidotās augsnas. Bioloģiskie un daļai arī klimatiskie faktori vēl nav atstājuši manāmu iespaidu uz augsnas īpašībām, jo šīs augsnas vēl jaunas. Trūdvielu kārtā vēl nav skaidri atšķirama. Noteicošā loma piekrīt augsnas pamatmateriālam. Sīkāks iedalījums pēc izcelšanās, pamatmateriāla u. c. īpašībām.

Beidzot jāmin vēl Zemes vērtēšanas daļā kopīgi ar Latv. universitātes pārstāvjiem izstrādāto Latvijas augsnu ģenētiskās kla-

sifikācijas schēmu, kuŗu tagad lietā pie zemes kadastra darbiem. Tai sekojošs raksturs:

- | Minerālaugsnas. | Kūdrainas augsnas. |
|--------------------------------------|--|
| 1. Kaili ieži bez augsnas. | 10. Kūdrainas augsnas ar kūdru līdz 50 cm dziļi. |
| 2. Rendzinas. | 11. Zāļu purvi. |
| 3. Brūnzemes. | 12. Sūnu purvi. |
| 4. Podzols I. | |
| 5. Podzols II. | |
| 6. Podzols III. | |
| 7. Kultūraugsnas. | |
| 8. Purvainas minerālaugsnas. | |
| 9. Purvainas minerālaugsnas ar rūsu. | |

Šos tipus pēc kultūrveida vēl sašķiro: aŗamzemē, pļavās, ganībās, meŗa zemēs un nederīgās zemēs. Tā kā pēc šīs schēmas tiks reģistrētas augsnas visā Latvijā, tad, lai atvieglotu praktiskās izpildīšanas iespēju, no sīkāka iedalījuma bija jāatsakās. Turpmākā tipu aprakstā par pamatu jemsim šo oficiālo klasifikāciju, vajadzības gadījumā to paplašinot.

Latvijas augsnu tipi.

Sniedzot Latvijas augsnu tipu aprakstu lietderības labad iedalīsim mūsu augsnu tipus pēc veidošanās vispārējā rakstura 4 rindās:

1. Eluviālo augsnu rinda (tipi: rendzinas, brūnzemes, podzoli).

2. Purvaino augsnu rinda (tipi: purvainās minerālaugsnas, kūdrainās augsnas, zāļu purvi un sūnu purvi).

3. Kultūraugsnu rinda (tipi: ar kultūru stipri pārveidotās eluviālās rindas augsnas, ar kultūru stipri pārveidotās purvainās rindas augsnas un pārējās kultūraugsnas).

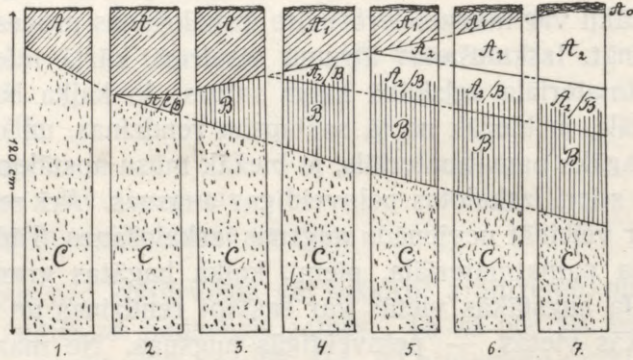
4. Nepilnīgi izveidoto augsnu rinda (tipi: kaila ieŗu irdne, vāji apaugusi ieŗu irdne ar neskaidri atšķiramu trūdvielu horizontu).

Eluviālās rindas augsnu tipi. Šajā rindā ietilpstošiem augsnu tiptiem — rendzinām, brūnzemēm un podzoliem kopīgā īpašība — virsējo kārtu izskalošanās, jo mūsu mitrā klimata apstākļos, kur valdošā veģetācija meŗš, pie zema pamatūdeņu stāvokļa mitruma cirkulācija augsnā notiek galvenā kārtā no augšas uz apakšu. No šiem trim tiptiem vismazāk izskalotas rendzinas, visvairāk podzoli, bet brūnzemes izskalošanas ziņā parasti ieņem vidus stāvokli.

Latvijā visvairāk izplatīti podzoli, jo mūsu mērenā un mitra klimata apstākļi, kā tas jau tuvāk aprādīts nodaļā par Latvijas klimatu, labi piemēroti šī augsnu tipa izveidošanai. Uz ievērojami mazākām platībām sastopamas brūnzemes, bet vēl mazākā mērā izplatītas rendzinas. Tomēr arī pie vienāda klimata šie trīs augsnu tipi nereti sastopami cieši blakām. Tas tādēļ, kā pārējie augsnas veidošanās apstākļi var klimata ierosināto izskalošanas procesu paātrināt vai palēnināt. Izskalošanas ātrumu vispirmā kārtā ietekmē augsnas pamatmateriāla ogļskābā kaļķa saturs. Jo kaļķa bagātāks pamatmateriāls, jo biežāk uz tā sastapsim rendzinas, un otrādi — jo kaļķa nabagāks pamatmateriāls, jo biežāk mūsu apstākļos uz tā būs izveidotas stipri izskalotas pelnveidīgas augsnas. Arī reljefa nevienādība var veicināt nevienādu augsnas izskalošanos. Tādēļ uz viena un tā paša pamatmateriāla, piem., kaļķa bagātas grants, dažreiz mikroreljefa augstākās vietās var sastapt rendzinas un brūnzemes, bet zemākās vietās — pelnveidīgās augsnas. Ne mazāk svarīga loma augsnas vecumam. Jaunākās augsnas pie līdzīgiem citiem apstākļiem parasti ir mazāk izskalotas. Šo pēdējo divu apstākļu dēļ rendzinas, brūnzemes un podzolos var zināmā mērā uzskatīt, kā viena un tā paša procesa dažādas stadijas vai pakāpes. Līdz ar to izskalošanas procesam ieilgstot pa lielākai daļai var sagaidīt, ka pie pastāvošiem mitra klimata apstākļiem rendzinas un brūnzemes ar laiku pārveidosies pelnveidīgās augsnās jeb podzolos, ja vien to nekavēs kultūra, virskārtas noskalošana, paaugstināts pamatūdeņu stāvoklis vai citi pretējā virzienā darbīgi faktori. Šāda pakāpeniska eluviālās rindas augsnu izveidošanās schēmatiski parādīta 3. attēlā, kur parādīts arī parastākais augsnas horizontu apzīmēšanas veids ar burtiem A, B un C. Rendzinas un brūnzemes te iedalītas divās, bet pelnveidīgās augsnas trijās veidošanas stadijās un proti: podzols I apzīmē vāji pārveidotu pelnveidīgu augsnu, podzols II — vidēji pārveidotu un podzols III — stipri līdz ļoti stipri pārveidotu pelnveidīgu augsnu. Ja augsna veidojusies uz karbonātus saturošas pamatnes, tad pa lielākai daļai var pieņemt, ka podzols III savā izveidošanas gaitā ir gājis cauri pārējām sešām zīmējumā parādītām veidošanās stadijām.

Pie šo eluviālās rindas augsnu izveidošanas uz karbonātus saturošas pamatnes notiek sekojošas pārmaiņas. Pirmās divi stadijās (rendzinoidi I un II) no virskārtas pakāpeniski tiek izskalots ogļskābais kaļķis, bet tajā pašā laikā virskārtas trūdvielu saturs pamazām pieaug un pati trūdvielu kārtā padziļinājas, jo vispār vēl pietiekošā daudzumā klātesošais kaļķis veicina augu atlieku pārvēršanos īstās trūdvielās. Šajās divi stadijās augsnai īstenībā ir tikai divi hori-

zonti — izskalošanas horizonts A (tas uzskatāms arī par trūdvielu uzkrāšanās horizontu) un pamatne C. Tādēļ augsnas dažreiz saīsināti apzīmē par AC augsnām. Rendzinoidam pirmā veidošanas stadijā bieži brūngana nokrāsa (nepilnīgi izveidota jeb brūnā rendzina), jo trūdvielu daudzums vēl nespēj nosegt mergelainās pamatnes



3. attēls.

Schēmatiska eluviālās rindas augsnu izveidošanās gaita uz karbonātus saturoša morēnu māla. Apzīmējumi: 1. un 2. — rendzinoidi, 3. un 4. — brūnzemes, 5.—7. podzoli (I, II un III). A_0 — vāji sadalītas augu atliekas, A_1 — trūdvielu kārtā, A_2 — izskalošanas horizonta gaišpelēkā daļa, A_2/B — pārejas horizonts, B — ieskalošanas horizonts, C — pamatne.

dzelten- jeb sarkanbrūno nokrāsu. Rendzinoidam otrā veidošanas stadijā jau ievērojami paaugstināts trūdvielu saturs, kādēļ tas pēc izskata pa daļai atgādina melnzemes. Reakcija pirmā stadijā vāji sārmaina, otrā — no vāji sārmainas līdz neitrālai. Augsna šais divi stadijās ir dena, gaisa un ūdens caurlaidīga.

Tomēr mūsu mitrā klimata apstākļos, kur valdošā veģetācija — mežs, šis divi stadijas uz mālmergļa pamatnes samērā ātri pāriet nākošajās — brūnzemes stadijās. Tajās ogļskābais kaļķis no virskārtas parasti jau izskalots un arī pārejās vieglāk šķīstošās kaļķa rezerves, kas pa daļai saistītas ar trūdvielām, pa daļai ar mālu — pēc ogļskābā kaļķa izskalošanas sāk pamazām samazināties. Līdz ar to pamazinājas arī trūdvielu daudzums un trūdainās kārtas biezums. Ogļskābām kaļķim turpinājot izskaloties zem trūdvielu kārtas sāk veidoties vairāk vai mazāk brūnas krāsas horizonts, kurā pamazām sāk uzkrāties arī no virskārtas izskalojotā dzelzs un sīkas trūdvielās. Šajās divi stadijās augsnei īstenībā ir tikai divi horizonti, kādēļ to var skaitīt arī par illuviālo jeb ieskalošanas horizontu (B). Šis brūnas krāsas horizonts ir īstā „brūnzeme“, kuras dēļ šis stadijas augsnas nosauktas par brūnzemēm, jo brūnzemju virskārta var būt arī nebrūna (tikai ne gaišpelēka, kas jau rakstu-

rīga pelnveidīgām augsnām). Augsnas reakcija brūnzemes stadijās sāk pāriet no neutrālas vāji skābā. Pasliktinājas arī fiziskās īpašības — augsna kļūst blīvāka un ūdens un gaisa necauraidīgāka. Pie smagākiem mālmerģeļiem illuviālais horizonts var kļūt tik blīvs, ka gandrīz pilnīgi pārtraucas augsnas slāņu dziļāka izskalošanās un ogļskābā kaļķa horizonta padziļināšanās, un daudzos gadījumos augsna sāk no virspuses pat pārpurvoties.

Izskalošanas procesam turpinoties (to mežos lielā mērā veicina skābās organiskās vielas un īpatnējais mitruma režīms) un augsnai kļūstot arvienu kaļķa nabagākai un skābākai, stiprā mērā pārveidojas augsnas virsējo horizontu uzbūve un ārējais izskats (podzoli I un II). Vispirmā kārtā samazinājas īsto trūdvielu daudzums un pašas trūdainās kārtas biezums (horizonts A), bet sevišķi rakturīgs šai veidošanas stadijai tas, ka zem trūdvielu kārtas A_1 izveidojas gaišpelēkas krāsas slānis, tā sauc. pelnveidīgais jeb podzola horizonts A_2 . Tālākā veidošanas gaitā (podzols III) īsto trūdvielu kārtas A_1 var gandrīz pilnīgi izzust un tās vietu var aizņemt gaišpelēkais, trūdvielām un sīkākām māla daļiņām nabagais pelnveidīgais horizonts A_2 . Pēdējo tad no virspuses apsedz tieši skāba jēlhumusa kārtas A_0 , kas šai veidošanās stadijā parasti kļūst arvienu biezāka. Tajā pašā laikā kļūst biezāks un blīvāks arī sarkanbrūnais illuviālais jeb ieskalošanas horizonts B, kurā iekrājas no eluviālā horizonta aiznestā dzelzs un sīkās māla daļiņas. Līdz ar to smagākās augsnās gaisa un ūdens caurlaidība ievērojami samazinājas, kādēļ vietās, kur virsējo ūdeņu notecēšana apgrūtināta, sāk uzkrāties lieks mitrums, un augsnas turpmākā izveidošanas gaita var norisināties jau purvainās rindas augsnām raksturīgā virzienā.

Tāda ir galvenos vilcienos eluviālas rindas augsnu parastā attīstības gaita uz vidēja morēnu merģeļa mitra klimata apstākļos zem meža. Citādos augsnas veidošanas apstākļos eluviālās rindas augsnu izveidošanās gaita var būt arī citāda. Tā piem., uz karbonātiem nabagās jeb karbonātus nesaturošas pamatnes, kādām pa lielākai daļai pieskaitamas mūsu smiltis, augsnas veidošanās gaitā parasti iztrūkst rendzinoidās stadijas, jo augsna mitra klimata apstākļos jau pašā veidošanās sākumā sāk uzrādīt brūnzemju vai pat pelnveidīgo augsnu īpašības. Piemērus tam, ka augsna jau veidošanās sākumā uzrāda pelnveidīgas augsnas pazīmes, var sastapt mūsu ceļojošo kāpu rajonos un uz liesākām jūrmalas smiltīm. Te bieži var novērot, ka tieši zem skābas jēlhumusa kārtiņas, kurās rašanos te veicina priežu skuju, viršu, brūkleņu un citu augu skābās atliekas, izveidojies vienu vai vairāk centimetrus biezs gaišpelēks eluviālais horizonts A_2 , zem kuŗa sākas gandrīz nepārveidota smiltis,

kas no nelielā daudzumā ieskalotām trūdvielām un pa daļai arī dzelzs ieguvusi mazliet iebrūnu vai oranžu nokrāsu. Dažos gadījumos gan tieši uz šī iebrūna B horizonta var sastapt arī trūdaino horizontu A₁, bet tam pa lielākai daļai jau noteikti skāba reakcija. Citos gadījumos vērojams, ka šis trūdainais A₁ horizonts sāk dilt nevis kā zīm. parādīts — no apakšpuses, bet gan no virspuses, un proti, ja to pārklāj stipri skābs jēlumuss. Tūlītēju podzolēšanos miniatūrā var novērot uz kailām kāpu smiltīm, kuŗas sāk iekarot tāds pionieraugs, kā ķērpis *Stereonema chthonoblastes*, kas izveido uz šīm smiltīm melnas konveidīgas čupiņas. Zem šīm čupiņām guļošā smilts kārtiņa dažu milimetru biezumā parasti pilnīgi izbalināta, un stipri skāba, tāpat kā stipri skāba arī ķērpja ražotā organiskā masa.

Vēl lielāku dažādību mūsu eluviālās rindas augsnu veidošanās gaitā varēja radīt klimata, veģetācijas, pamatūdeņu stāvokļa u. c. veidošanās apstākļu maiņa. Pie šādām pārmaiņām ir iespējamās arī tādas veidošanās apstākļu kombinācijas, pie kuŗām eluviālās rindas augsnu izskalošanas pazīmes vismaz uz laiku sāk atkal samazināties, un augsnes veidošanās gaita kļūst zināmā mērā atgriezeniska un proti — pelnveidīga augsne sāk atgūt brūnzemes īpašības, bet brūnzeme — rendzinoida īpašības. Šāda atgriezenība plašākā mērogā varēja notikt boreālā un subboreālā klimatiskos periodos, kā tas jau aprādīts nodaļās par Latvijas klimatu un augu valsti. Eluviālās rindas augsnu normālo izveidošanas gaitu tagad arvien pieaugošā apmērā ietekmē cilvēka darbība, pie kam augsnes izskalošanas pazīmes pa lielākai tiesai samazinājas. Tāpat arī eluviālās rindas augsnu normālo izveidošanās gaitu traucē virsējo, vairāk pārveidoto augsnes horizontu noskalošanās, kas visbiežāk iespējama vietās ar stipri viļņotu reljefu. Līdzīga virsējo kārtu destrukcija novērojama pie stipri pārveidotām smiltsaugsnām pēc meža degšanām, jo tad šo augsnu virskārtas diezgan bieži tiek vēja pārpūstas. Kā vienā, tā otrā gadījumā uz vietas palikušās augsnes atliekas (reliktā augsne) pa lielākai tiesai uzrādīs samazinātu izskalošanās pakāpi. Pēc šiem vispārējiem aizrādījumiem par mūsu eluviālās rindas augsnu veidošanās gaitu un radniecību turpmākās nodaļās apskatīsim šīs rindas augsnes tipus atsevišķi.

Rendzinas un rendzinoidi.

Par rendzinām*) parasti apzīmē neutrālas un trūdvielām bagātas augsnes, kas veidotas uz kaļķa bagātām pamatnēm — galvenā kārtā

*) «Rendzina» — poļu vārds, jo šī tipa augsnes atšķirtas vispirms Polijas teritorijā, kur tās aizņem lielākas platības. Tagad šis vārds jau starptautisks.

uz kaļķakmeņiem un kaļķa bagātām grantīm, bet retāk jau uz kaļķa bagātiem merģeļiem. Šīs augsnas augstā trūdvielu un kaļķa satura dēļ dažreiz apzīmē arī par trūdu-karbonātu augsnām vai arī karbonātu melnzemēm. Pēdējais apzīmējums norāda uz zināmu radniecību ar īstām melnzemēm. Par šo radniecību liecinā: 1) rendzinu pa lielākai tiesai stipri tumšā nokrāsa, 2) augstais trūdvielu saturs un neutrālā reakcija, kas abi izskaidrojami ar šo augsnu paaugstinātu kaļķa saturu, un 3) melnzemēm līdzīga profiļa uzbūve, humozā virskārta (A-horizonts) lēnām pāriet tieši augsnas pamatnē (C). Galvenā atšķirība no īstām melnzemēm tā, ka pēdējās ir klimatisks jeb zonāls augsnas tips, kamēr rendzinas ir „neklimateisks“ jeb intrazonāls augsnas tips, kuŗu var sastapt uz kaļķa bagātas pamatnes kā pelnveidīgo augsnu tā brūnzemju apgabalos. Blakus šīm īstām rendzinām jeb karbonātu melnzemēm vēl ir sastopamas augsnas, kas galveno īpašību ziņā ļoti tuvas rendzinām, bet tomēr pilnīgi neietilpst parastā rendzinas jēdzienā. Šādas rendzinveidīgas augsnas jeb rendzinas analogus turpmāk apzīmēsim par rendzinoīdiem. Tie var atšķirties no īstām rendzinām, piemēram, ar pamatmateriāla mazāku kaļķa saturu, ar virskārtas vāji skābu reakciju, mazāku trūdvielu daudzumu, citādu krāsu vai arī drusku citādāku profiļa uzbūvi. Pa lielākai tiesai rendzinoīdus var uzskatīt kā starp- vai pārejas formas starp īstām rendzinām un citiem mūsu augsnu tipiem, pie kam rendzinoīdos ieskaitītām augsnām vispār jāstāv tuvāk īstām rendzinām, nekā kādam no šiem pārējiem augsnas tipiem. Tādā kārtā blakus īstām rendzinām, kas uzskatāmas par rendzinu pamatformu (skat. 4. attēlu), var atšķirt sekojošās galvenās rendzinoīdu grupas, kā pārejas formas uz citiem augsnu tipiem:

I. rendzinoīdu grupa — pārejas formas uz brūnzemēm vai podzoliem. Šai grupā var ieskaitīt: 1) tā sauc. „brūnās rendzinas“, kas lai gan veidotas uz kaļķa bagātas pamatnes un pa lielākai tiesai satur vēl ogļskābo kaļķi virskārtā, tomēr trūda un bieži vien arī kaļķa saturā nabadzīgākas par īstām rendzinām. Bieži sastopamas uz grantīm (skat. 5. attēlu), sevišķi uz slīpumiem, kur iespējama virskārtas noskalošana vai noaršana, 2) melnas vai tumšbrūnas augsnas ar neutrālu reakciju un rendzinveidīgu profilu (zem A guļ tieši C-horizonts), kas veidotas uz karbonātiem nabagas vai bezkarbonātu pamatnes. Bieži kā upju uznesumu augsnas (piem. Lielupes, Daugavas, Gaujas un Salaces plūdu rajonos), 3) degradētās rendzinas — profiļa uzbūve kā īstām rendzinām, bet virskārtas reakcija jau drusku skāba (pH ap 6,5), 4) uz mālmer-

ģeļiem veidotas vāji sārmainas augsnas ar brūnzemju profila uzbūvi (A, B, C dažreiz arī pārejas horizonts A_2/B), biezu trūdvielu kārtu un oļskābo kaļķi virskārtā. Tāda rakstura augsnas sastopamas diezgan bieži Jelgavas līdzenuma dienvidusdaļā. Vācijā tādas augsnas pieskaita brūnzemēm un pieņem,



4. attēls.

Redzina uz dolomīta. Atsegums dolomīta lauztuvēs pie Sīļiem (starp Ogrī un Ciempupi). Redzama nokārusies «kabata», kas veidojusies dolomīta plaisā.

ka pēc meža izciršanas, mainoties mitruma režimam un bioloģiskiem apstākļiem, kaļķis kapillārā ceļā pacelts virskārtā. Mūsu apstākļos liela loma te piekritusi arī slieku un kurmjū darbībai, jo tā minētā rajona augsnās ļoti intensīva un labi saskatama. J. Vītiņš uz savas augsnu tipu kartes šī tipa augsnas pieskaita rendzinām. Pareizāki tomēr šādas pārejas formas uz brūnzemēm pieskaitīt rendzinoidiem. Dažreiz šo augsnu gaišdzeltenais pārejas horizonts A_2B stipri līdzīgs īstam A_2 -horizontam podzolu profilī, jo salīdzinot ar B horizontu stipri smilšaināks. Arī dzelzs un kalija saturs te pazemināts, kā tas redzams no 3. tabulas. Tas liecina, ka te reiz mitrāka klimata apstākļos notikusi pastiprināta augsnas izskalošanās un ka vismaz daļa no šīm augsnām reiz bijusi podzolēta vai pa daļai pārpurvota, jo arī pie purvainām augsnām dzelzs saturs virskārtā var pazemināties. Vairākos šādu rendzinoidu profilos, piem., Kaucmindē un Krimūnu-Glūdas rajonā, var sastapt dzelzs konkrēcijas zirņa lielumā, kas tāpat liecina, ka dažas no šīm augsnām kādu laiku veidojušās pie lieka mitruma (arī tagad vēl nereti apakškārtā sastopami reducēti zilgani plankumi). No otras puses kaļķa konkrēcijas šo augsnu dažreiz lesveidīgās apakškārtās norāda, ka te kādreiz ir bijuši arī klimatiskie apstākļi, kas varēja būt labvēlīgi melnzemēm līdzīgu augsnu veidošanai. Daudzām no šīm augsnām, sevišķi Bauskas un Mežotnes tuvumā,

ka pēc meža izciršanas, mainoties mitruma režimam un bioloģiskiem apstākļiem, kaļķis kapillārā ceļā pacelts virskārtā. Mūsu apstākļos liela loma te piekritusi arī slieku un kurmjū darbībai, jo tā minētā rajona augsnās ļoti intensīva un labi saskatama. J. Vītiņš uz savas augsnu tipu kartes šī tipa augsnas pieskaita rendzinām. Pareizāki tomēr šādas pārejas formas uz brūnzemēm pieskaitīt rendzinoidiem. Dažreiz šo augsnu gaišdzeltenais pārejas horizonts A_2B stipri līdzīgs īstam A_2 -horizontam podzolu profilī, jo salīdzinot ar B horizontu stipri smilšaināks. Arī dzelzs un kalija saturs te pazemināts, kā tas redzams no 3. tabulas. Tas liecina, ka te reiz mitrāka

nenoliedzamas kultūraugsnu pazīmes, kas arī labi saprotams, ja ievērojam šo mūsu auglīgāko apgabalu veco kultūru.



5. attēls.

Brūnā redzina uz kaļķa bagātas grants. Atsegums grantsbedrēs pie Tukuma.

II. rendzinoidu grupa — pārejas formas uz nepilnīgi izveidotām augsnām. Te visbiežāk sastopamas 2 formas: 1) *T r ū d a n a b a g a s* vāji sārmainas augsnas (virskārtā oglskābais kaļķis), profils bez podzolēšanas pazīmēm. Pēc krāsas tuvu brūnām rendzinām. Še pieskaitamas dažas jaunākas upju uznesumu augsnas (tādas sastopamas gar Daugavu, piem., Tomes pagastā) un dažas noskalotas vai arī citādi atsegtas augsnas. 2) Rendzinveidīgas augsnas uz kaļķakmeņiem ar ļoti daudzām rupjām kaļķa drumslām virskārtā un arī vispāri ar ļoti seklu augsnas kārtu (rendzinu miniatūrformas). Maz izplatītas un lauksaimnieciski mazvērtīgas.

III. rendzinoidu grupa — pārejas formas uz kultūras augsnām. Kultūras efekts saskatams, bet augsnas profila uzbūve, pamatne un tuvumā esošas nekultivētas augsnas uz līdzīgas pamatnes liecina, ka šī augsnu grupa arī bez kultūras ietekmes stāvētu tuvu rendzinām. Sastopamas sen apdzīvotu vietu tuvumā uz kaļķa bagāta pamatmateriāla. Tikai pie sevišķi stipras un neapšaubamas kultūras ietekmes pārskaitamas kultūraugsnu rindā.

IV. rendzinoidu grupa — pārejas formas uz purvainām augsnām. Melnas vai tumšbrūnas krāsas minerālaugsnas ar neutrālu vai vāji

sārmainu reakciju un augstu trūdvielu saturu, veidotas uz kaļķa bagāta pamatmateriāla, bet pie drusku paaugstināta pamatūdeņu stāvokļa, kādēļ apakškārtā sastopami jau nelielos apmēros zilgani-zaļgani reducēšanas plankumi. Dažreiz te pieskaitamas arī tekošu kaļķainu gruntsūdeņu ietekmētas augsnes — tādā gadījumā reducēšanas pazīmes var arī iztrūkt. Visbiežāk sastopamas periodiski pārplūstošās vai avotainās vietās, pa lielākai daļai robežojot ar īstām purvainām augsnām.

Rendzinas un rendzinoidus var sīkāk sagrupēt pēc pamatnes mehāniskā rakstura, ogļskābā kaļķa satura, trūdvielu daudzuma, augsnes kārtas biezuma, veģetācijas, izmantošanas veida (tīrums, pļava, ganība, mežs) u. c. pazīmēm.

Izplatība pa lielākai daļai sporadiska, jo saistīta ar pamatnes kaļķa saturu (uz kaļķakmeņiem vai kaļķa bagātām grantīm var sastapt visos Latvijas apgabalos). Uz lielākas platības ieņem dominējošu vietu augsnes kompleksā tikai Jelgavas līdzenuma dienvidus daļā — starp Bausku un Meiteni.

Agromisko īpašību ziņā rendzinas un rendzinoidi var būt ļoti dažādi (I. līdž IX. labuma šķiras), jo te liela loma rendzinas biežumam, māla daļiņu saturam un mitruma apstākļiem. Visaugstāk vērtējamas tās rendzinu grupas augsnes, kas veidotas uz kaļķa bagātiem mālmerģeļiem. Šādas augsnes sastopamas diezgan bieži jau aprādītā vietā Jelgavas līdzenuma dienvidus daļā un pa lielākai tiesai tiek iedalītas I. vai II. labuma šķirā.

Rendzinu un rendzinoidu morfoloģisko īpašību un ķīmiskā sastāva raksturošanai pievedīsim dažus profilu aprakstus un analīzes.

1. profils. Rendzina uz dolomīta (4. attēls). Atsegums dolomīta laustuvēs pie Sīļiem (starp Ogrī un Ciemupi).

A 0—30—40 cm melnbrūna virskārta, satur lielākā daudzumā dolomīta drumsļas, kādēļ reakcija vāji sārmaina ($\text{pH}=8,3$). Redzama nokārusies „kabata“, kurā nelielā daudzumā iekritis arī morēnu materiāls. Virskārtas apakšdaļa jau drusku iesarkanbrūna.

C > 30—40 cm pamatne, sastāvoša no gaišpelēka saplaisājuša dolomīta.

2. profils Rendzina uz kaļķa bagātas grants (no Irlavas).

A 0—40 cm tumšpelēka, mitrā stāvoklī gandrīz melna virskārta, satur ogļskābo kaļķi nelielā daudzumā, kādēļ reakcija vāji sārmaina ($\text{pH}=8,20$).

C > 40 cm pamatne, sastāvoša no ļoti kaļķa bagātas grants (virsējā daļā sastopami arī vistas olas lielumā kaļķi saturoša lodīšu smilšakmeņa bumbiņas). Kaļķakmeņu un oļu daudzums iztaisa apm. 50%. Grantainā smalkzeme, kas iziet caur 2 mm sietu, satur 12,5% ogļskābā kaļķa (visumā ogļskābais kaļķis ap 50%).

Šī profiļa ķīmisko raksturojumu skat. 3. tabulā.

3. profils. Rendzina uz dolomīta (no Tomes pag.).

A 0—25 cm melnbrūna virskārta, pēc mēchaniskā sastāva grantaina smilts, satur nelielā daudzumā ogļskābo kaļķi, reakcija vāji sārmaina. Virspusē vietumis dolomīta drumsas.

A/C 25—40 iebrūnas krāsas pārejas horizonts, sastāvošs no drusku kaļķainas grants un rupjas smilts.

C₁ > 40 cm brūngandzeltena grantaina smilts ar atsevišķiem kaļķa oļiem. Dziļāk apakšā dolomīts.

Ķīmiskais raksturojums 3. tabulā, prof. Nr. 2.

3. tabula.

Rendzinas un rendzinoidi.

| Horizonta apzīmējums | Dziļums cm | Reakcijas skaitlis pH | Trūdvielas | Karstā 20°/n-īgā sālskābē šķīdinātās vielas | | | |
|--------------------------------------|------------|-----------------------|------------|---|-----------------------------------|--------------------------------|--|
| | | | | Dzelzs oksids Fe ₂ O ₃ ^{0/0} | Kalcija oksids CaO ^{0/0} | Kalija oksids K ₂ O | Fosforskābe P ₂ O ₅ ^{0/0} |
| 1. Rendzina no Irlavas | | | | | | | |
| I. kārta, A | 0—40 | 8,20 | 4,4 | 1,76 | 1,10 | 0,24 | 0,06 |
| II. kārta, C | > 40 | 8,45 | 0,60 | 1,95 | 6,10 | 0,24 | 0,05 |
| 2. Rendzina no Tomes pag. | | | | | | | |
| I. kārta, A | 0—25 | 8,05 | 3,01 | 1,55 | 0,90 | 0,26 | 0,10 |
| II. kārta, A/C | 25—40 | 8,08 | 0,70 | 1,03 | 1,18 | 0,18 | 0,09 |
| III. kārta, C | 40— | 8,15 | 0,52 | 0,94 | 1,53 | 0,18 | 0,06 |
| 3. Rendzinoids no Kaucmindeš (pļava) | | | | | | | |
| I. kārta A ₁ | 0—22 | 8,20 | 7,70 | 2,23 | 0,78 | 0,28 | 0,07 |
| II. kārta A ₂ /B | 22—43 | 8,35 | 0,56 | 3,75 | 0,57 | 0,60 | 0,05 |
| III. kārta C ₁ | < 45 | 8,25 | 0,36 | 4,18 | 8,50 | 0,80 | 0,08 |
| 4. Rendzinoids no Mežotnes (tīrums) | | | | | | | |
| I. kārta, A ₁ | 0—30 | 7,75 | 2,75 | 1,79 | 0,99 | 0,33 | 0,063 |
| II. kārta, A ₂ /B | 30—40 | 7,75 | 0,66 | 2,20 | 0,37 | 0,22 | 0,05 |
| III. kārta, B | 40—60 | 7,75 | 0,29 | 2,60 | 0,48 | 0,47 | 0,063 |
| IV. kārta, C ₁ | 60—80 | 8,07 | 0,29 | 4,08 | 9,70 | 0,70 | 0,085 |
| V. kārta, C ₂ | > 80 | 8,22 | — | 1,70 | 8,55 | 0,45 | 0,08 |

4. profils. Brūna rendzina uz kaļķa bagātas grants no Tukuma apkārtnes (skat. 5. attēlu). Tīrums uz oša muguras, kādēļ virskārta var būt pa daļai noskalota vai noecēta.

A 0—10—20 cm brūnas krāsas virskārta, satur kaļķa oļus līdz dūres lielumam, reakcija vāji sārmaina. Apakšējā daļā nokrāsa iesarkanbrūna (A/C)-horizonts).

C > 10—20 cm pamatne, sastāvoša no kaļķakmeņiem bagātas grants.

5. profils. Rendzinoīds no Kaučmindeš (pļava).

A 0—22 cm tumšpelēka virskārta, slieku un kurmju ejās sastopams no apakšas pacelts citādas krāsas materiāls. Satur ogļskābo kaļķi nelielā daudzumā (ap. 0,9%). Reakcija vāji sārmaina.

A₂B 22—43 cm pārejas horizonts, virsējā daļā iezalģandzeltenpelēks, bagāts ar putekļu smilti (A₂ analogs), bet apakšējā daļā iebrūns un drusku mālains un blīvāks (B). Slieku un kurmju ejās no virspuses iekļuvīš trūdains materiāls, kādēļ krāsa vietumis raiba.

C₁ > 45 cm pamatne, sastāvoša no ādas brūnas krāsas pārskālotā mergēļa māla (lesa māls), kurā sastopami vietumis nelielas kaļķa konkrēcijas un melnas krāsas sīki mangāna dioksida traipi. Uz apakšu ejošās sakņu spraugās zilšanas svītras.

Ķīmiskais raksturojums 3. tabulā (prof. 3).

6. profils. Rendzinoīds no Mežotnes (tīrums).

A 0—30 cm tumšpelēka, drusku iebrūna virskārta, satur ogļskābo kaļķi ap 0,5%, kādēļ reakcija vāji sārmaina.

A₂B 30—40 cm pārejas horizonts, iezalģandzeltenpelēks ar brūnganiem plankumiņiem, slieku ejās no virspuses iekļuvīš trūdains materiāls, kādēļ horizonta izskats visumā raibs. Diezgan bieži vērojamas sīku saknišu atstātas poras.

B 40—60 cm gaišbrūnas krāsas „illuviālais“ horizonts, blīvāks par iepriekšējo, tomēr vēl viegli drupinams, ar sīkām spraudziņām, sastāv galvenā kārtā no mālainiem putekļiem.

C₁ 60—80 cm brūndzeltenis mālains lesoids ar daudzām kaļķa konkrēcijām (līdzīgas konkrēcijas redzamas 2. attēlā), vietumis manami arī nelieli tumšbrūni dzelzs traipi (virsgleijā veidojumi?).

C₂ 80 cm kaļķa bagāts oranždzeltens less, kas izžūstot viegli sairst smalkos putekļos.

Šī profiļa ķīmiskais raksturojums 3. tabulā (prof. 4).

Brūnzemes.

Par brūnzemēm jeb Ramann'a brūnām meža augsnām (braune Waldböden) visbiežāk apzīmē eluviālās rindas augsnas, kas izskalošanas un citu īpašību ziņā novietojamas starp rendzinām (arī melnzemēm) un pelnveidīgām augsnām. Salīdzinot ar rendzinām un melnzemēm, tās parasti satur mazāk kaļķa virskārtā, kādēļ reakcija biežāk ievirzas no neutrālas (arī vāji sārmainas) vāji skābā posmā un trūdvielu horizontam parasti mazāk tumša, visbiežāk brūna nokrāsa. Tieši zem trūdvielu kārtas te parasti saskatams brūngans illuviālais horizonts*), starp kuņu un trūdvielu horizontu dažreiz vē-



6. attēls.

Brūnzeme no Tukuma apkārtnes.

rojami arī jau pelēkas vai dzeltenpelēkas krāsas plankumi — tā tad nelielā mērā var būt saskatamas jau pelnveidīgo augsnu pazīmes. Šim augsnām pa lielākai daļai jau blīvāka sakārta, kādēļ tās salīdzinot ar rendzinām mazāk gaisa un ūdens caurlaidīgas un grūtāk apstrādājamas, sevišķi smagākās. Šāda veida brūnzemes šķērsgriezums redzams 6. attēlā un schēmatiskā veidā 3. attēlā. Latvijā vienkopus uz lielākas platības tās sastopamas mūsu mazo nokrišņu rajonā — trijstūrī starp Tukumu, Auci un Bausku. Šī apgabala klima-

*) Šim brūnzemju «illuviālam» horizontam dažreiz nav īstā illuviālā horizonta īpašības, jo tas bieži uzrāda gandrīz tādu pat dzelzs un māla daļiņu saturu, kā virskārta. Galvenā atšķirība no virskārtas — mazāks trūdvielu saturs, bet salīdzinot ar apakškārtu, samazināts ogļskābā kaļķa daudzums (turpretim pie pelnveidīgām augsnām illuviālais horizonts vienmēr dzelzbagātāks, nekā virskārta).

tiskie apstākļi, kā tas aprādīts nodaļā par klimatu, lielā mērā jau atbilst citu zemju (piem., Vācijas) brūnzemju veidošanās apstākļiem, kādēļ te sastopamās brūnzemes ir uzskatamas, kā klimatisks augsnes tips. Praktiski tomēr vārds brūnzeme ir daudz nenoteiktāks termins, ko lietā stipri plašākā apjomā un proti nereti par brūnzemēm apzīmē visas tās eluviālās rindas augsnes, kuŗas pēc profiļa uzbūves, reakcijas, krāsas un citām īpašībām lāga neietilpst ne rendzinu, nedz arī pelnveidīgo augsnu grupās. Tāpat te ieskaita daļu nepilnīgi izveidoto vai arī ar kultūru ietekmēto augsnu. Tādā kārtā, vadoties pa lielākai tiesai tikai pēc krāsas, brūnzemēm, piemēram, dažreiz jāpieskaita: 1) daļa no brūnām rendzinām, kas bieži satur vēl virskārtā ogļskābo baļķi un pareizāk ieskaitamas rendzinoīdu grupā, 2) daļa skābo augsnu, kas veidotas uz sarkana devona smilšakmeņa un podzolēšanas procesā nav vēl tiktāl pārveidotas, lai zaudētu savu iesarkanbrūno nokrāsu (arī citas apslēpti pelnveidīgas augsnes), 3) daļa karbonātus nesaturošo vai karbonātiem nabago jaunāko upju plūdu un vēja uznesumu, kas augsnes veidošanas īslaicīguma dēļ bieži vien vēl maz pārveidoti un maz trūdaini, kādēļ stāv tuvu nepilnīgi izveidotām augsnām (galvenā kārtā vēja uznesumi), 4) daļa no kultūras augsnām, kuŗām pelnveidīgais horizonts A_2 piearts virskārtai un pati augsna jau mazāk skāba, tāpat arī daļa no tām pelnveidīgām augsnām, kuŗām virskārta noarta (uz slīpumiem) un 5) daļa no bijušām purvainām minerālaugsnām, kas pazeminoties pamatūdeņu līmenim vai atbrīvojoties no pāri plūstošiem virsējiem ūdeņiem, jau lielā mērā zaudējušas purvaino augsnu īpašības un vairāk vai mazāk pārvērtušās eluviālās rindas augsnās (diezgan bieži sastopamas Jelgavas zemumā). No šiem piemēriem redzams, ka brūnzemes jēdziens tiek lietāts pārāk plašā apjomā, kādēļ te var ietilpt augsnes ar ļoti dažādu izveidošanas vēsturi un ļoti nevienādām patreizējām īpašībām. Daudzos gadījumos šādas šķietamas brūnzemes pareizāk pieskaitīt citiem augsnu tipiem. Tāpēc no teorētiskā viedokļa te vēlama sīkāka diferenciacija, bet no agronomiskā viedokļa vēlams, lai brūnzemju grupā ietilptu augsnes, kas kaļķa satura un reakcijas ziņā būtu līdzvērtīgākas, citiem vārdiem, lai šajā ziņā brūnzemes varētu novietot starp rendzinām (rendzinoīdiem) un pelnveidīgām augsnām. Lai to varētu sasniegt, augsnes klasificējot, nevar vadīties tikai no krāsas vai citām ārējām (morfoloģiskām) pazīmēm, bet jāievēro arī augsnes iekšējās jeb ķīmiskās īpašības. Visvienkāršāk ievērot augsnes ogļskābā kaļķa saturu un reakciju, jo šīs īpašības arī lauka apstākļos ļoti ātri un vienkārši konstatējamās. Tās

eluviālās rindas augsnas, kas uzrāda reakcijas skaitli pH zemāku par 5,5, būtu mūsu apstākļos pieskaitamas pelnveidīgām augsnām, neatkarīgi no krāsas (krāsas ziņā visbiežāk pārpratumus radīs podzoli I un apslēpti pelnveidīgās augsnas). No otras puses „brūnzemes“ ar oglskābo kaļķi virskārtā būtu labāk pieskaitamas rendzinoidu grupai (retāk kultūras augsnām), bet trūkstot trūdvielām vai arī pie ļoti niecīga trūdvielu satura — nepilnīgi izveidoto augsnu grupai. Vispār mūsu brūnzemju tipa augsnas turpmāk ieteicams šķirot divos apakštipos: 1) *īstās brūnzemes* un 2) *brūnzemju analogi*. Īstām brūnzemēm varētu pieskaitīt jau sākumā minētās eluviālas rindas augsnas, kas uzrāda vairāk vai mazāk brūnu nokrāsu un trūdvielu satura, izskalošanas pakāpes un reakcijas ziņā novietojamas starp rendzinām (arī rendzinoidiem) un pelnveidīgām augsnām (skat. izveidošanas schēmu 392. lp.). Turpretim brūnzemju analogos ieskaitamas: 1) augsnas, kas pēc izveidošanas rakstura un galvenām īpašībām pilnīgi iekļaujas īsto brūnzemju grupā, bet uzrāda citādu krāsu, un 2) augsnas, kas uzskatamas par pārejformām no īstām brūnzemēm uz citiem augsnu tipiem (rendzinām, podzoliem, kultūraugsnām, nepilnīgi izveidotām augsnām vai arī purvainām augsnām). Šīs pārejas formas var atšķirties no īstām brūnzemēm, piemēram, ar citādu krāsu, citādu trūdvielu saturu, mitruma režīmu vai profila uzbūvi. Tomēr, lai tās varētu pieskaitīt brūnzemes analogiem, vispār brūnzemes īpašībām jābūt pārsvarā.

1. **Pārejformas uz rendzinām.** Te visbiežāk būs darīšana no vienas puses ar mēreni degradētām rendzinām, no otras puses ar brūnzemēm, kas paaugstināta kaļķa satura, trūdvielu un reakcijas ziņā sāk atkal jau tuvoties rendzinām.

2. **Pārejformas uz pelnveidīgām augsnām.** Pie šiem brūnzemju analogiem nelielā mērā var būt jau saskatamas agrākās vai tagadējās podzolēšanas pazīmes (drusku skābāka reakcija vai nedaudz gaišāka nokrāsa u. t. t.).

3. **Pārejformas uz nepilnīgi izveidotām augsnām.** Galvenā atšķirība no citām brūnzemēm stipri samazināts trūdvielu saturs.

4. **Pārejformas uz kultūraugsnām.** Saskatama noteikta kultūras ietekme, tomēr īstām kultūraugsnām vēl neatbilst.

5. **Pārejformas uz purvainām augsnām.** Nelielā mērā saskatamas lieka mitruma un gaisa trūkuma pazīmes — tagadējās vai agrāk veidotās. Visbiežāk šīs pazīmes vērojamas pēc zilganiem toņiem sakņu spraugās vai arī pēc visas apakškārtas drusku iezalģandzeltenas nokrāsas. Šāda nokrāsa pēc P. Treitz'a norāda uz gaisa trūkumu un diezgan bieži novērojama arī pie Ungārijas brūnzemēm

(sevišķi zem mežiem). Pateicoties gaisa trūkumam te pa daļai iespējama divvērtīgo dzelzssavienojumu pārvietošanās arī pie neutrālas reakcijas, kādēļ augsnes apakškārtas krāsa kļūst nevienmērīga — plankumaina (tumšākie plankumiņi, kur sakoncentrējas vairāk dzelzs un mangāna). Pelnveidīgām augsnām dzelzssavienojumu pārvietošanās notiek pie skābas reakcijas, tādēļ arī daudz intensīvāka.

Par pārejformām vispār jāievēro, ka gadījumos, kad grūti izšķirties, kādam augsnes pamattipam zināma pārejforma pieskaitāma, priekšroka dodama patreizējām augsnes īpašībām un apkārtnes dominējošam augsnes tipam. Piemēram, ja apkārtne dominē brūnzemes, tad pārejforma uz pelnveidīgām augsnām drīzāk pieskaitāma brūnzemēm, bet pelnveidīgo augsnu rajonos pārejformas uz brūnzemēm drīzāk pieskaitāmas pelnveidīgām augsnām. Brūnzemes sīkāk diferencējot jāievēro augsnes mēchaniskais sastāvs, veģetācija, izmantošanas veids, trūdvielu saturs, reakcija u. c. īpašības.

Agronomiskā ziņā brūnzemes pa lielākai daļai augstāk vērtējamas nekā pelnveidīgās augsnes. Te ietilpst liela daļa no Jelgavas, Bauskas un Tukuma apriņķu II un III šķiras augsnām (arī daļa I šķiras augsnu).

Brūnzemju un brūnzemes analogu morfoloģisko un ķīmisko īpašību raksturošanai piededīsim dažus profilu aprakstus un analizes.

1. profils. Brūnzeme no Bērzpils (Jaunlatgales apr.), Tīrums. Vieta līdzena, ieslīpa uz Lubanas ezera pusi.

A 0—18—20 cm brūnpeleka (pelēkbrūna) virskārta, kas sastāv no putekļiem bagāta smilšaina bezakmeņu māla. Apakšējā daļā vietumis saskatāma dažus centimetrus bieza iedzeltenpelēka līdz gaišpelēka kārtiņa (A₂ vai A₂B), kādēļ nav izslēgts, ka augsna reiz bijusi jau pa daļai podzolēta, bet vēlāk A₂-horizonts piearts virskārtai.

B 20—100 cm brūns putekļiem bagāts irdens bezakmeņu māls (agrā-

4. tabula.

Brūnzeme no Bērzpils (Jaunlatgales apr.). Tīrums.

| Horizontu apzīmējums | Dziļums cm | Reakcijas skaitlis pH | Trūdvielas | Karstā 20 ⁰ / ₀ -īgā sālskābē šķīdinātas vielas | | | |
|----------------------|------------|-----------------------|------------|--|--|--|---|
| | | | | Dzelzs oksīds Fe ₂ O ₃ ⁰ / ₀ | Kalcija oksīds CaO ⁰ / ₀ | Kalija oksīds K ₂ O ⁰ / ₀ | Fosforskābe P ₂ O ₅ ⁰ / ₀ |
| 1. kārtā, A . . . | 0—18—20 | 7,06 | 2,90 | 1,93 | 0,27 | 0,36 | 0,065 |
| 2. kārtā, B | 20—100— | 6,84 | 0,72 | 3,28 | 0,28 | 1,03 | 0,06 |

kais lesoids), ļoti viennērīgs, kā krāsas, tā mēchaniskā sastāva ziņā. Arī 1 m dziļumā vēl nesatur ogļskābo kaļķi.

Šī profila ķīmiskais raksturojums 4 tabulā.

2. profils. Brūnzeme no Līvberzes. Tīrums līdzēnā vietā.

A 0—50 cm pelēkbrūnas krāsas virskārta, kas sastāv no putekļiem bagāta smilšaina bezakmeņu māla. Uz apakšu paliek mazāk trūdaina. Reakcija neutrāla. Ogļskābo kaļķi nesatur.

B 50—100 cm gaiši brūnas krāsas, putekļiem bagāts smilšains bezakmeņu māls. Apžūstot saplaisā brūnzemēm raksturīgos poligonālas formas agregātos. Pašā apakšā (dziļāk par 1 m) kļūst iezilgans. Reakcija neutrāla. Ogļskābo kaļķi nesatur.

3. profils. Brūnzeme no Slampes (Tukuma apr.). Tīrums.

A 0—20 cm pelēkbrūnas krāsas virskārta, sastāvoša no nepārskaloatā smilšainā māla. Reakcija neutrāla.

B 20—50 cm iesarkanbrūns nepārskalots māls. Reakcija neutrāla. Ogļskābo kaļķi nesatur.

C > 50 cm pamatne, sastāvoša no dzeltenbrūna akmeņaina morēnu merģeļa. Ar sālskābi čūkst, jo satur ogļskābo kaļķi. Reakcija vāji sārmaina.

4. profils. Brūnzeme no Tukuma apkārtnes (6. attēls). Ganība (parks).

A 0—15 cm pelēkbrūna virskārta, sastāvoša no viegla akmeņaina māla. Reakcija neutrāla līdz vāji sārmaina (pH=7,25). Ogļskābo kaļķi nesatur. Apakšdaļā vietumis gaiši plankumi (A₂-horizonta veidošanas sākums vai šī horizonta atliekas). Šo plankumu reakcija vēl neutrāla (pH=6,95).

B 15—90 cm iesarkanbrūns akmeņains māls. Vidus daļā diezgan daudz sīku, melnīgas krāsas mangāna traipu. Horizonta apakšdaļā vietumis iezilganpelēkas svītras, galvenā kārtā augu sakņu spraugās. Reakcija neutrāla (pH=7,19).

C > 90 cm pamatne, kas sastāv no akmeņaina morēnu merģeļa. Ar sālskābi čūkst. Reakcija vāji sārmaina (pH=8,4).

5. profils. Brūnzemes analogs (pārejforma uz brūnām rendzinām vai nepilnīgi izveidotām augsnām) no Tukuma apkārtnes. Atsegums tīruma malā pie lielceļa (7. attēls). Augsta vieta. Virskārta var būt pa daļai noskalota.

A 0—8 cm trūdvielām nabaga pelēkbrūna virskārta, kas sastāv no akmeņaina māla. Reakcija vāji sārmaina. Ogļskābo kaļķi tomēr praktiski nesatur.

B 8—40 cm sarkanbrūns akmeņains māls. Reakcija kā virskārtai.

C₁ 40—90 cm pamatne, sastāvoša no akmeņaina morēnu mergēļa. Zem tā dziļāk nāk sīkākus kaļķa oļus saturoša grants.



7. attēls.

Brūnzemes analogs. Pārejforma uz brūnām rendzinām vai nepilnīgi izveidotām augsnām.

6. profils. B r ū n z e m e s a n a l o g s (pārejforma uz rendzinām) no Kaucmindes lapu koku meža.

A 0—20 cm trūdvielām bagāta tumšpelēka virskārta, daudz slieku eju, reakcija neutrāla līdz vāji sārmaina, pāreja uz nākošo horizontu pamazītēja un stipri izrobota. Ogļskābo kaļķi nesatur.

B 25—50 cm iedzeltenbrūns mālains illuviālais horizonts, virsējā daļā vietumis iezalģandzelteni plankumi, vidējā daļā nelieli dzelzs un mangāna traipi tumšbrūnā krāsā un atsevišķas ieapaļas zirņa lielumā dzelzs konkrēcijas. Sastopamas arī slieku ejas, kuņas turpinājas vēl nākošā horizontā. Reakcija vāji sārmaina.

C > 50 cm pamatne, kas sastāv no ādas brūna pārskalota mālmergēļa. Vietumis satur sīkas kaļķa konkrēcijas. Apakšējā daļā vērojamas zilganpelēkas svītras. Satur ogļskābo kaļķi.

A un B horizonta morfoloģiskās pazīmes redzamas 10. attēlā.

Ķīmiskais raksturojums 5. tabulā.

5. tabula.

Brūnzemes analogs no Kaucmindes (meža augsna).

| Kārtas
apzīmējums | Dziļums
cm | Reakcijas
skaitlis
pH | Trūd-
vielas | Karstā 20 ⁰ / ₀ -īgā sālskābē šķīdinātas vielas | | | |
|----------------------|---------------|-----------------------------|-----------------|--|--|--|---|
| | | | | Dzelzs
oksīds
Fe ₂ O ₃ ⁰ / ₀ | Kalcija
oksīds
CaO ⁰ / ₀ | Kalija
oksīds
K ₂ O ⁰ / ₀ | Fosfor-
skābe
P ₂ O ₅ ⁰ / ₀ |
| 1. kārtā, A ... | 0—25 | 7,50 | 7,50 | 1,92 | 0,73 | 0,27 | 0,08 |
| 2. kārtā, B ... | 25—50 | 8,25 | 0,51 | 3,45 | 0,44 | 0,67 | 0,06 |
| 3. kārtā, C .. | > 50 | 8,30 | 0,22 | 3,75 | 8,83 | 0,87 | 0,09 |

Pelnveidīgās augsnas (podzoli).

Par pelnveidīgām augsnām vispār sauc eluviālās rindas augsnas, kas tik stipri izskalošanas, ka kaļķa trūkuma dēļ reakcija jau noteikti skāba un virskārta vai tieši zem tās esošais slānis pieņēmis pelnveidīgu, resp. gaišpelēku, dažreiz gandrīz baltu izskatu (8. att.). Zem šī gaišpelēkā eluviālā jeb izskalošanas horizonta (A₂) parasti sastopams blīvāks, pa lielākai daļai brūns vai sarkanbrūns slānis, tā sauc. illuviālais jeb ieskalošanas horizonts (B), kurā uzkrājas no eluviālā horizonta izskalošanas māla sastāvdaļas un dzelzs, bet pie smilts augsnām arī skābās trūdvielas. Pēdējās kopā ar dzelzi un alumīniju bieži tā sacementē illuviālā horizonta smiltsdaļiņas, kā tas viss pārvēršas itkā akmeni. Tādā gadījumā šo smiltsaugšanu sacietējušo ieskalošanas horizontu sauc par ortšteinu (rūsakmeni). Ja šī kārtā nav vēl sacietējusi, bet irdena, tad to pie smiltsaugsnām apzīmē par rūsašķārtu, jo pēc izskata tā parasti ļoti līdzīga dzelzs rūtai. Dzelzs te tomēr dažreiz pavisam maz, bet rūsaino krāsu rada galvenā kārtā brūnās trūdskābes*). Mālainās augsnās ieskalošanas horizonts (B) izveido tā sauc. sarkanā māla kārtu, kurā gan parasti ar dzelzi bagātāka nekā virskārta un pamatne.

Mūsu pelnveidīgās augsnas var iedalīt divi kategorijās: 1) īstās jeb tipiskās pelnveidīgās augsnās (podzolos) un 2) pelnveidīgo augsnu analogos. Pēdējā kategorijā ietilpstošām pelnveidīgām augsnām visumā pārsvarā pelnveidīgo augsnu īpašības, bet krāsa, reakcija vai profiļa uzbūve neatbilst tipiskām pelnveidīgām augsnām.

*) Atkarībā no lielākas dzelzs vai trūdskābju koncentrēšanas rūsa kārtā vai ortšteinā, daži autori iedala pelnveidīgas smilts augsnas dzelzspodzolos un humusa podzolos (B. Frosterus).

I. Īstās pelnveidīgās augsnas (podzoli). Tās pēc pārveidošanas pakāpes vai profila īpašībām var iedalīt trijos apakštipos:

1. Maz pārveidotas pelnveidīgās augsnas jeb **p o d z o l i I**. Reakcija pa lielākai daļai vāji līdz vidēji skāba ($\text{pH} \leq 6$). Pelnveidīgais horizonts (A_2) tikko atšķirams, pie smiltsaugsnām rūsas kārtā vēl pilnīgi irdena.

2. Vidēji pārveidotas pelnveidīgās augsnas jeb **p o d z o l i II**. Reakcija skāba līdz stipri skāba. Pelnveidīgais horizonts A_2 labi izveidots, trūdvielu horizonts pelēkā līdz gaišpelēkā krāsā, pie smiltsaugsnām rūsas kārtā jau vietumis novērojami sacietējumi.

3. Stipri līdz ļoti stipri pārveidotas pelnveidīgās augsnas jeb **p o d z o l i III**. Reakcija skāba līdz ļoti stipri skāba. Pelnveidīgais horizonts A_2 labi izveidots. Mālainās augsnās tas iznāk gandrīz virspusē, kādēļ tumšāk krāsotais trūdvielu horizonts A_1 bieži nav vairs sastopams. Pie smiltsaugsnām rūsas kārtā pa lielākai daļai pārvērtusies ortšteina.

Īsto pelnveidīgo augsnu izveidošanās gaita uz morēnu mergēļa un schēmatiskā profila uzbūve īsumā jau apskatīta ievadā par eluviālas rindas augsnām.

II. Pelnveidīgo augsnu analogi. Tos var uzskatīt kā pārejas formas uz citiem augsnu tiem un iedalīt 4 grupās.

1. grupa — pārejas formas uz rendzinām un brūnzemēm. Virskārtas krāsa un profilu uzbūve atgādina rendzinas vai brūnzemes, bet virskārtas reakcija tomēr noteikti skāba (pH zem 6).

2. grupa — pārejas formas uz purvainām augsnām. Šīs grupas augsnas blakus raksturīgām pelnveidīgo augsnu īpašībām uzrāda nelielā mērā arī purvaino augsnu pazīmes: a) pirmais veids — eluviālā horizontā sāk uzkrāties no virspuses lieks mitrums (viršējās pārpurvošanās pazīmes), kādēļ te nelielā mērā jau novērojami zilgani vai rūsaini plankumi un dažreiz arī nelielas dzelzs konkrēcijas, b) otrais veids — illuviālā horizonta apakšdaļā vai tam piegulošā pamatnē novērojamas lieka mitruma pazīmes (apakšējās pārpurvošanās pazīmes) — zilgani vai rūsaini plankumi, dažreiz arī gruntsūdeņu izdalīti sacietējumi, c) sāk uzkrāties biežākā slānī jēlkūdra (5—10 cm) vai arī stipri pieaug organisko vielu saturs.

3. grupa — pārejas formas uz kultūras augsnām. Šīs augsnas ar kultūru jau diezgan lielā mērā pārveidotas, bet tomēr visumā vēl saglabājušas pelnveidīgo augsnu pamatīpašības.

a) Virskārtas reakcija tuvu neitrālai, bet labi saskatāmas vēl pelnveidīgo augsnu raksturīgās kārtas, virskārtas biežums nepārsniedz 20 cm, apakškārta pa lielākai daļai vēl skāba. b) Pelnveidī-

gais horizonts nav vairs labi saskatams, jo piearts virskārtai vai arī kļuvis tumšāks. Zem aŗamkārtas nāk tieši B horizonts, kuram vēl skāba reakcija. Virskārtas reakcija var būt arī tuvu neutrālai, bet šis kārtas biezums nepārsniedz 20 cm. Šādas pārejas formas uz kultūras augsnām visbiežāk sastopamas tīrumos.

4. grupa — pārejas formas uz nepilnīgi izveidotām augsnām. Šīs grupas augsnām virskārtas reakcija skāba, bet ļoti zems trūdvielu saturs un pelnveidīgo augsnu raksturīgie horizonti nepilnīgi izveidoti vai arī iznīcināti. Te ietilpst:

a) Pelnveidīgās augsnas ar noskalotiem vai vēja nopūstiem virsējiem horizontiem (reliktās augsnas). Reakcija vēl skāba. b) pelnveidīgo augsnu miniatūrformas — reakcija skāba, trūdvielu saturs ļoti zems, ļoti plāni izskalošanas un ieskalošanas horizonti, c) trūdvielu ziņā ļoti nabagas, skābas augsnas ($\text{pH} \leq 5,5$), kas neizveido pelnveidīgām augsnām raksturīgu profili (dažas apslēpti pelnveidīgās augsnas).

Ar še aprādītiem mūsu pelnveidīgo augsnu biežāk sastopamiem veidiem nebūt vēl nav izsmeltas visas iespējamās pelnveidīgo augsnu variācijas. Šīs augsnas var vēl sīkāk sagrupēt pēc krāsas, trūdvielu satura, kārtu biezuma, illuviālā horizonta rakstura (nepārtraukts vai saraustīts, viengabala vai sastāvošs no atsevišķām sīkākām kārtiņām, virs kurām izskalotas smilts (A_2) starpslāņi u. c.), m ē c h a n i s k ā s a s t ā v a, veģetācijas, mitruma režīma u. c. īpašībām. Pelnveidīgo augsnu morfoloģisko un ķīmisko īpašību tuvākai raksturošanai nebūs lieki pievest dažus profilu aprakstus un analizes.

1 profils. Stipri pārveidota pelnveidīgā augsna (podzols III.) egļu mežā pie Ilmājas stacijas (Aizputes apr.). Pamatūdeņi dziļāki par 1,50 m.

- A_0 0—2 cm zemsedze, kas sastāv no nesadalītām augu atliekām.
- A_1 2—5 cm pelēks māls ar vāji sadalītu zāļu sakņu atliekām, $\text{pH}=4,92$.
- A_2 5—26 cm gaiši pelēks māls ar retām dzelzs konkrēcijām, $\text{pH}=5,55$.
- B 26—58 cm sarkanbrūns, ļoti blīvs māls, $\text{pH}=6,75$.
- C_1 60—80 cm blīvs bezakmeņa māls ar kaļķa uzpūderējumu, $\text{pH}=8,40$.
- C_2 80—100 cm morēnu māls ar kaļķa konkrēcijām, $\text{pH}=8,37$.
- C_3 dziļāk par 110 cm vidēji smags akmeņains morēnu merģelis, $\text{pH}=8,42$.

Šī profila eluviālā un illuviālā horizontu ķīmiskais un mēchaniskais raksturojums redzams sekojošās tabulās

6. tabula.

Stipri pārveidota pelnveidīgā augsna (podzols III) mežā pie Ilmājas stacijas. Pilnanalīze.

| | Horizonts
A ₁
2—5 cm | Horizonts
A ₂
5—26 cm | Horizonts
B
26—58 cm |
|---|---------------------------------------|--|----------------------------|
| Reakcijas skaitlis pH | 4,92 | 5,55 | 6,75 |
| Higroskopiskais ūdens H ₂ O | 2,92 0/0 | 2,49 0/0 | 6,07 0/0 |
| Organ. vielas | 7,05 0/0 | 1,72 0/0 | 0,65 0/0 |
| Slāpekļis N | 0,19 0/0 | 0,08 0/0 | 0,0 0/0 |
| Kramskābe SiO ₂ | 66,30 0/0 | 69,80 0/0 | 53,25 0/0 |
| Titāna dioksids TiO ₂ | 0,73 0/0 | 0,78 0/0 | 0,78 0/0 |
| Dzelzs oksids Fe ₂ O ₃ | 2,97 0/0 | 4,20 0/0 | 7,37 0/0 |
| Alumīnija oksids Al ₂ O ₃ | 12,86 0/0 | 13,88 0/0 | 19,66 0/0 |
| Kalcija oksids CaO | 0,38 0/0 | 0,37 0/0 | 0,98 0/0 |
| Magnija oksids MgO | 1,06 0/0 | 1,86 0/0 | 2,99 0/0 |
| Kalija oksids K ₂ O | 2,80 0/0 | 3,12 0/0 | 4,04 0/0 |
| Nātrija oksids Na ₂ O | 1,47 0/0 | 1,46 0/0 | 1,49 0/0 |
| Mangāna oksids MnO | 0,17 0/0 | 0,23 0/0 | 0,13 0/0 |
| Fosforskābe P ₂ O ₅ | 0,12 0/0 | 0,07 0/0 | 0,12 0/0 |
| Sērskābe SO ₃ | 0,11 0/0 | 0,09 0/0 | 0,10 0/0 |

7. tabula.

Stipri pārveidota pelnveidīgā augsna (podzols III) mežā pie Ilmājas stacijas.

20% -īgā karstā sālskābē šķīstošas vielas.

| | Horizonts
A ₁
2—5 cm | Horizonts
A ₂
5—26 cm | Horizonts
B
26—58 cm |
|---|---------------------------------------|--|----------------------------|
| Kramskābe SiO ₂ (šķīdināta 50/0 KOH — šķīdumā) | 0/0
6,67 | 0/0
8,21 | 0/0
21,21 |
| Titāna dioksids TiO ₂ (sālskābē un kalija sārmā šķīst.) | 0,12 | 0,12 | 0,23 |
| Dzelzs oksids Fe ₂ O ₃ | 2,80 | 3,90 | 6,80 |
| Alumīnija oksids Al ₂ O ₃ | 4,66 | 5,44 | 10,20 |
| Kalcija oksids CaO | 0,24 | 0,19 | 0,70 |
| Magnija oksids MgO | 0,88 | 1,17 | 2,46 |
| Kalija oksids K ₂ O | 0,48 | 0,57 | 1,55 |
| Nātrija oksids Na ₂ O | 0,04 | 0,02 | 0,06 |
| Mangāna oksids MnO | 0,15 | 0,22 | 0,11 |
| Fosforskābe P ₂ O ₅ | 0,09 | 0,07 | 0,12 |

8. tabula.

Stipri pārveidota pelnveidīgā augsna (podzols III) mežā pie Ilmājas stacijas.

Sāļu šķīdumā (NH_4NO_3) atšķīstošās vielas.

| | Horizonts
A ₁
2—5 cm | Horizonts
A ₂
5—26 cm | Horizonts
B
26—58 cm |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--|----------------------------|
| | ‰ | ‰ | ‰ |
| Kalcija oksīds CaO | 0,150 | 0,097 | 0,620 |
| Magnija oksīds MgO | 0,064 | 0,060 | 0,203 |
| Mangāna oksīds MnO | 0,013 | 0,006 | 0,002 |
| Kalija oksīds K ₂ O | 0,033 | 0,021 | 0,043 |

9. tabula.

Stipri pārveidota pelnveidīgā augsna (podzols III) mežā pie Ilmājas stacijas.

Mēchaniskais sastāvs.

| | Horizonts
A ₁
2—5 cm | Horizonts
A ₂
5—26 cm | Horizonts
B
25—58 cm |
|---|---------------------------------------|--|----------------------------|
| | ‰ | ‰ | ‰ |
| Māls, daļiņu caurmērs < 0,002 mm | 32,0 | 33,2 | 72,3 |
| Smalki putekļi daļ. caurm. 0,02—0,002 mm | 34,5 | 35,3 | 21,0 |
| Smilšaini putekļi, daļ. caurm. 0,25—0,02 mm | 31,0 | 26,4 | 6,5 |
| Smilts, daļiņu caurmērs > 0,25 mm | 2,5 | 5,1 | 0,2 |

Piezīme. Procenti aprēķināti uz absolūti sausu, trūdvielas nesaturošu minerālisko daļu.

2. profils. Vidēji pārveidota pelnveidīgā augsna no Vecauces meža (podzols II).

A₀ 0—2—3 cm zemsega, kas sastāv no vāji sadalītām augu atliekām.

A₁+A₂ 2—25 cm virspusē pelēka, apakšā gandrīz gaišipelēka mālaina smilts, satur vāji sadalītas sakņu atliekas.

B 25—55 cm sarkanbrūns vidēji blīvs māls.

C₁ 55—75 cm pamatne, kas sastāv no kaļķaina morēnu mergēļa (satur apm. 14% karbonātu).

$C_2 > 75$ cm kā iepriekš, bet satur vairāk kaļķakmeņu drumslu (karbonātu daudzums 23%).

Šī profila raksturīgo kārtu pilnanalīze un mēchaniskais sastāvs redzami no sekojošās tabulas:

10. tabula.

Vidēji pārveidota pelnveidīgā augsna (podzols II) no Vecauces meža. Pilnanalīze.

| | Horizonts
A ₁ +A ₂
2—25 cm | Horizonts
B
25—55 cm | Horizonts
C ₁
55—75 cm |
|--|--|----------------------------|---|
| Reakcijas skaitlis pH ūdens uzduļķojumā | 5,25 | 6,95 | 8,00 |
| Reakcijas skaitlis pH kalija chlorīda šķīdumā | 4,45 | 6,50 | — |
| Hidrolītiskā skābuma neitrālizēšanai vajadzīgs CaCO ₃ | 0,22 0/0 | 0,035 0/0 | — |
| Apmaiņas skābuma neitrālizēšanai vajadzīgs CaCO ₃ .. | 0,03 0/0 | — | — |
| Higroskopiskais ūdens H ₂ O | 1,50 0/0 | 1,63 0/0 | 1,35 0/0 |
| Trūdvielas | 5,05 0/0 | 0,57 0/0 | 0,25 0/0 |
| Ogļskābe CO ₂ | 0,00 0/0 | 0,00 0/0 | 6,30 0/0 |
| Kramskābe SiO ₂ .. | 80,30 0/0 | 80,25 0/0 | 68,75 0/0 |
| Fosforskābe P ₂ O ₅ | 0,05 0/0 | 0,07 0/0 | 0,067 0/0 |
| Dzelzs oksīds Fe ₂ O ₃ .. | 1,78 0/0 | 3,40 0/0 | 2,75 0/0 |
| Alumīnija oksīds Al ₂ O ₃ | 7,35 0/0 | 8,65 0/0 | 8,12 0/0 |
| Kalcija oksīds CaO .. | 0,62 0/0 | 0,55 0/0 | 6,40 0/0 |
| Magnija oksīds MgO .. | 0,51 0/0 | 1,03 0/0 | 2,73 0/0 |
| Kalija oksīds K ₂ O | 2,60 0/0 | 2,88 0/0 | 2,58 0/0 |
| Mēchaniskais sastāvs: | | | |
| Māls, daļiņu caurmērs < 0,002 mm | 1,23 0/0 | 8,10 0/0 | 7,57 0/0 |
| Putekļi, daļiņu caurmērs 0,002—0,05 mm | 22,05 0/0 | 25,62 0/0 | 22,02 0/0 |
| Smiltis, daļiņu caurmērs 0,05—2 mm | 76,72 0/0 | 66,27 0/0 | 70,40 0/0 |

3. profils. Stipri pārveidota pelnveidīgā mālaugsna (podzols III) no Apriķiem (Aizputes apr.). Parkveidīgs ozolu mežs. Apakšā zāle.

A₀+A₁ 0—2—3 cm pelēka, gandrīz gaišpelēka velēna ar nesadalītām sakņu atliekām.

A₂ 3—10 cm gaišpelēkas krāsas izskalošanas horizonts, satur maz sadalītas sīkas saknītes, pēc mēchaniskā sastāva smilšains māls.

A₂ B 10—15 cm oranždzeltenas krāsas pārejas horizonts, kas sastāv no blīva bezakmeņu māla.

B 15—43 cm sarkanbrūns, ļoti blīvs un smags bezakmeņu māls.

C > 43 cm pamatne, kas sastāv no ļoti smaga pārskalota mālmerģeļa (satur 17% karbonātu), kuņā daudz zilganpelēku svītru un plankumu.

Šī profila ķīmiskais raksturojums redzams 11. tabulā.

4. profils. Ar kultūru pārveidota pelnveidīgā mālaugsna no Barkavas (Madonas apr.). Tīrums paaugstinātā līdzienā vietā.

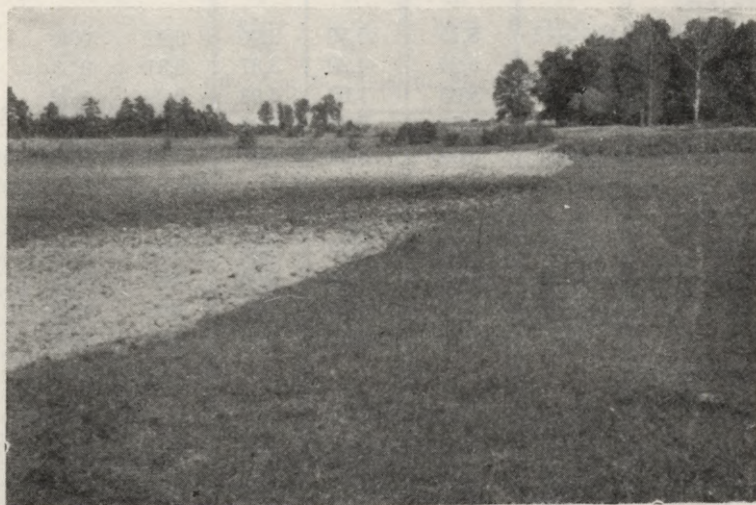
A₁ 0—12 cm pelēka virskārta (ažamkārta).

A₂ 12—22 cm gaišpelēkas krāsas izskalošanas horizonts, pēc mehāniskā rakstura smilšains māls.

B 22—52 cm sarkanbrūns, blīvs ieskalošanas horizonts, kas sastāv no ļoti smaga bezakmeņu māla.

C₁ > 52 cm ļoti smags bezakmeņu merģelis. Satur ogļskābo kaļķi.

Profila ķīmiskais raksturojums 11. tabulā.



8. attēls.

Ainava ar uzartu pelnveidīgu augsni (gaišie laukumi pa kreisi — apžuvis podzols augstākās vietās).

5. profils. Stipri pārveidota pelnveidīgā smiltsaugсна no Meitenes stacijas apkārtnes (humuspodzols). Jaukts mežs (parauga tuvumā priedes, bērzi, kā apakšaugi — brūklenes, hipni, vāverāji).

A₀ 0—5 cm nedzīvā zemsega, kas sastāv no brūnas jēlkūdras.

A₀A₁ 5—10 cm tumši brūna, gandrīz melna, labi sadalījusies kūdra ar baltas smilts piemaisījumu.

A₂ 15—45 cm gaišpelēka izskaloata smilts ar tumšiem ieskaloto trūdskābju plankumiem.

B₁ 45—60 cm tumši brūnas krāsas rūsas kārtā, kas pa daļai sacietējusi ortšteinā.

B₂ 65—80 cm brūna irdena rūsas kārtā.

C(G) > 90 cm zilganpelēka smilts (paraugs ņemts blakus grāvja malā).

Profila ķīmiskais raksturojums 11. tabulā.

11. tabula.

| | Dziļums
cm | Reakcijas
skaitlis
pH | Organ.
vielas
% | Karstā 20 ⁰ /0-Igā sālskābē
šķīdinātās vielas | | | |
|---|---------------|-----------------------------|-----------------------|--|--|--|---|
| | | | | Dzelzs
oksīds
Fe ₂ O ₃ ⁰ /0 | Kalcija
oksīds
CaO ⁰ /0 | Kalija
oksīds
K ₂ O ⁰ /0 | Fosfor-
skābe
P ₂ O ₅ ⁰ /0 |
| 1. Podzols III no Apriķiem. | | | | | | | |
| I. kārtā, A ₀ +A ₁ ... | 0—2—3 | 5,75 | 15,50 | 2,90 | 0,92 | 0,65 | 0,09 |
| II. kārtā, A ₂ | 3—10 | 5,24 | 4,20 | 3,87 | 0,31 | 0,63 | 0,055 |
| III. kārtā, A ₂ B.... | 10—15 | 5,03 | 1,60 | 6,08 | 0,29 | 1,32 | 0,05 |
| IV. kārtā, B..... | 15—43 | 6,54 | 0,93 | 6,80 | 0,71 | 1,60 | 0,07 |
| V. kārtā, C..... | > 43 | 8,00 | 0,72 | 4,89 | 9,20 | 1,20 | 0,09 |
| 2. Podzols III no Barkavas. | | | | | | | |
| I. kārtā, A ₁ | 0—12 | 6,50 | 3,30 | 2,53 | 0,50 | 0,48 | 0,065 |
| II. kārtā, A ₂ | 12—22 | 6,45 | 0,64 | 2,90 | 0,21 | 0,46 | 0,045 |
| III. kārtā, B..... | 22—52 | 6,77 | 0,45 | 5,90 | 0,44 | 1,35 | 0,07 |
| IV. kārtā, C ₁ | > 52 | 8,10 | 0,40 | 5,42 | 4,60 | 1,40 | 0,093 |
| 3. Humuspodzols no Meitenes (mežs). | | | | | | | |
| I. kārtā, A ₀ | 0—5 | 5,60 | Jēlkūdra | 0,21 | 0,50 | 0,26 | 0,075 |
| II. kārtā, A ₀ /A ₁ ... | 5—15 | 4,50 | 73,5 | 0,23 | 0,43 | 0,09 | 0,08 |
| III. kārtā, A ₂ | 15—40 | 4,47 | 0,26 | 0,06 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |
| IV. kārtā, B ₁ | 40—60 | 4,47 | 5,72 | 0,10 | 0,025 | 0,02 | 0,03 |
| V. kārtā, B ₂ | 60—80 | 4,56 | 4,62 | 0,10 | 0,04 | 0,03 | 0,05 |
| VI. kārtā, C(G).... | >90 cm | 6,18 | 0,11 | 0,45 | 0,14 | 0,15 | 0,04 |

6. profils. Stipri pārveidota pelnveidīgā smiltsaugсна ar ortšteinu un jēlkūdrū, no Vircavas virsmežniecības Svētes iecirkņa (paraugs analīzei un zemsedzes apraksts iegūts no prof. A. Kalniņa). Otrās bonitātes priedājs. Apakšstāvā zāļu sega no Vaccinium myrtillus, Ledum palustre L, Calluna vulgaris u. c. retāk sastopamiem zāļaugiem. Zem tiem sūnas Hylocomium splendens un Ptilium crista castrensis.

A₀ 0—7 cm maz sadalījusies jēlkūdra.

A₁ 7—16 cm tumšpelēka trūdaina smilts.

A₂ 16—35 cm gaišpelēka izskalota smilts.

B₁ 40—55 cm tumši brūna ortšteina kārtā uz apakšu ļoti cieta.

B₂ 55—80 cm gaišāki brūna ortšteina kārtā, sevišķi apakšdaļā.

C > 100 cm dzeltena maz pārveidota smilts.

Profils ar līdzīgām morfoloģiskām īpašībām redzams 10. attēlā (doc. P. Kulitana monolīts no Kokneses pag. Kārklīem).

Profila ķīmiskais un mēchaniskais raksturojums sekojošā tabulā.

12. tabula.

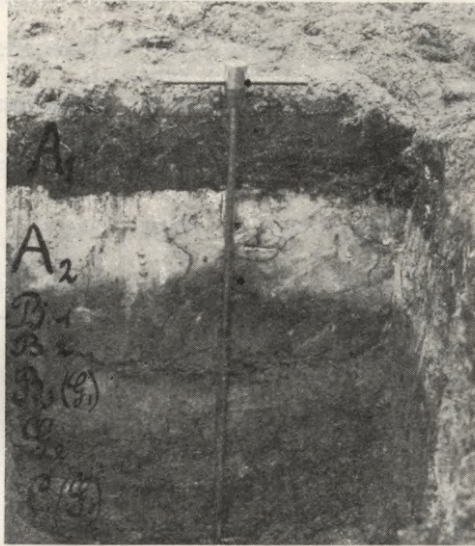
**Stipri pārveidota pelnveidīgā augsna ar ortšteinu no Vircavas
mežniecības (Svētes novadā).**

| | I
kārtā
A ₀
0—7 cm | II
kārtā
A ₁
7—16 cm | III
kārtā
A ₂
16—35 cm | IV
kārtā
B ₁
40—55 cm | V
kārtā
B ₂
55—80 cm | VI
kārtā
C
95—100 cm |
|--|--|--|--|---|--|-------------------------------|
| Reakcijas skaitlis pH | 3,45 | 3,14 | 3,99 | 4,70 | 4,88 | 4,99 |
| Hidrolītiskais skābums: ccm
n/10 NaOH uz 100 g
augšnas | 740 | 258 | 21 | 116 | 72 | 20 |
| Ogļskābais kalķis | nav | nav | nav | nav | nav | nav |
| Organiskas vielas 0/0 | 85,0 | 13,37 | 0,71 | 6,11 | 2,90 | 0,58 |
| Slāpekļis N 0/0 | 1,39 | — | — | 0,16 | — | — |
| 200/0 karstā sālskābē
šķīstošās vielas: | | | | | | |
| Fosforskābe P ₂ O ₅ 0/0 | — | 0,031 | 0,01 | 0,13 | — | 0,044 |
| Sērskābe SO ₃ 0/0 | — | — | — | 0,02 | — | 0,01 |
| Kramskābe, ceolit. 0/0 | — | 0,43 | 0,25 | 0,85 | — | 1,18 |
| Dzelzs oksīds Fe ₂ O ₃ | — | 0,23 | 0,084 | 0,80 | — | 0,60 |
| Alumīnija oksīds Al ₂ O ₃ 0/0 | — | 0,12 | 0,10 | 2,74 | — | 1,22 |
| Kalcija oksīds CaO 0/0 | — | 0,025 | 0,01 | 0,044 | — | 0,07 |
| Magnija oksīds MgO 0/0 | — | 0,032 | 0,014 | 0,086 | — | 0,138 |
| Mangāna oksīds MnO 0/0 | — | 0,005 | 0,003 | 0,011 | — | 0,012 |
| Kalija oksīds K ₂ O 0/0 | — | 0,034 | 0,046 | 0,044 | — | 0,084 |
| Natija oksīds Na ₂ O 0/0 | — | 0,03 | 0,02 | 0,038 | — | 0,03 |
| Mēchaniskais sastāvs: | | | | | | |
| Daiņas > 2 mm diametrā 0/0 | — | — | 0,20 | 0,04 | nav | nav |
| Smalkzeme (d < 2 mm) satur: | | | | | | |
| 2—1 mm caurmērā daļiņu 0/0 | — | — | 1,73 | 1,96 | 0,35 | 0,09 |
| 1,0—0,5 mm " " 0/0 | — | — | 5,58 | 4,20 | 0,37 | 0,18 |
| 0,5—0,25 mm " " 0/0 | — | — | 30,40 | 17,85 | 23,00 | 17,60 |
| 0,25—0,02 mm " " 0/0 | — | — | 59,50 | 58,60 | 66,68 | 76,50 |
| < 0,02 mm " " 0/0 | — | — | 2,25 | 17,40 | 9,60 | 5,63 |

7. profils. Pelnveidīgā augsna ar ortšteinu un gleiju (pārejas forma uz purvainām augsnām) no Tomes pag. Spindzelēm. Tīrums zemā vietā. (Skat. 9. attēlu.)

A₁ 0—20 cm humoza smilts, mitrā stāvoklī tumšpelēka, gandrīz melna, apžuvusi izskatās pelēka, vai pat gaišpelēka. Satur 8% trūdvielu. Reakcija stipri skāba (pH = 4,10).

A₂ 20—40 cm gaišpelēka izskalota smilts, vietumis ar brūnām trūdvielu dzīslām. Reakcijas skaitlis pH = 4,83.



9. attēls.

Gleijpodzols no Tomes pag.

B₁ 40—55—60 cm brūna smilšaina rūsas kārtā. Reakcijas skaitlis pH = 6,50. Dziļāk nāk sekojošās kārtas:

B₂ apm. 1—3 cm bieža, sacietējusi melnbrūna ortšteina kārtā (pa daļai kā kapilāri paceltā pamatūdens izdalījums jeb virsgleija veidojums). Reakcijas skaitlis pH = 7,10.

B₃ (G₁) 12—17 cm biezs pārejas horizonts, kuņā jaucas zilgans tonis ar dzeltenbrūnu. Pēc mēchaniskā sastāva jau mālains (smilšains māls). Reakcijas skaitlis pH = 7,29.

G₂ 6—10 cm bieža mālaina gleija kārtā, zilgana ar brūniem plankumiem. Reakcijas skaitlis pH = 7,90.

C(G₃) 90 cm zilgans morēnu mergēlis. Satur ogļskābo kaļķi. Reakcijas skaitlis pH = 8,30.

Sekojošā attēlā redzami vairāki eluviālas rindas augsnu profili no Latvijas Universitātes augsnaszinības katēdras kolekcijas, kas savākta doc. P. Kultana vadībā.

- a — Rendzina no Kokneses (virskārta 90 cm bieža, apakšā dolomīts).
- b — Brūnzeme no Salaces lejas. Pļava. Pamatnē smilts.
- c — Brūnzemes analogs no Kaucmindes meža. Pamatnē gaiši dzeltenbrūns pārskalots mergēlis.



10. attēls.
Eluviālās rindas augsnu profils.

- d — Podzols I no Vecauces. Tīrums. Pamatnē morēnu mergēlis.
- e — Podzols II no Vitrupes p. Vecmelbāržiem. Ganība. Pamatnē morēnu mergēlis.
- f — Podzols III no Vecauces meža. Pamatnē viegls morēnu mergēlis.
- g — Podzols III no Kokneses pagasta Kārkļiem (ar ortšteinu). Pamatnē smilts.

Purvaino augsnu rinda.

Purvaino augsnu rindai raksturīgs augsts organisko vielu saturs un paaugstināts pamatūdeņu stāvoklis. Šīs rindas augsnas sastopamas pie ļoti dažāda klimata, tomēr sevišķi izplatītas mitra klimata apgabalos, kādiem pieskaitāma arī Latvija. Pēc J. Vītiņa vērtējuma puse mūsu augsnu ir purvainā rakstura, pie tam tā sauc. gleija augsnas aizņem apaļos skaitļos 20% no visas teritorijas. Pēc prof. P. Nomaļa datiem arī īstu purvu mums diezgan liela bagātība, proti

9,2% no visas valsts platības. Vispār mūsu apstākļos purvainas augsnes ir pastāvīgi pelnveidīgo augsnu pavadoņi. Visbiežāk tās sastopamas reljefa zemākās vietās, kur sekli iznāk pamatūdeņi, vai kur periodiski plūst pāri virsējie ūdeņi (11. att.). Daļa purvaino augsnu te radušās arī senezēriem aizaugot vai piesērējot dūņām un citiem sanestiem materiāliem vai arī šīm ūdenskrātuvēm pa daļai nodrenējoties. Tomēr ļoti bieži purvainas augsnes sastopamas arī gandrīz pilnīgi neatkarīgi no reljefa un proti līdzenās vietās, kur pelnveidīgas



11. attēls.

Vitupes senleja 1935. gadā rudens plūdos. Gleijaugsnas, kūdrainas gleijaugsnas, zāļu purvi un arī upju marši.

augsnas savā veidošanas gaitā ieguvušas tik sliktas fiziskas īpašības, kā paliek ūdeni necaurladošas un sāk pārpurvoties. Beidzot minams, ka purvaino augsnu rašanos var veicināt arī cilvēka darbība (pārplūdināšana, gruntsūdeņu līmeņa pacelšana — pēdējā dažreiz kā meža izciršanas sekas).

Purvaino augsnu īpašību galvenais veidotājs — liekais mitrums. Tas var pacelties no augsnes pamatūdeņu veidā (apakšējā pārpurvošanās) vai arī uzkrāties no virspuses virs augsnes blīvā ieskalosšanas horizonta vai stipri pārkūdotas virskārtas (viršējā pārpurvošanās). Kā vienā, tā otrā gadījumā liekais mitrums kavē gaisa iekļūšanu augsnā, kādēļ organisko vielu sadalīšanās aizkavēta un tās sāk uzkrāties. No otras puses, gaisa trūkuma dēļ izveidojas tā sauc. g l e i j a h o r i z o n t s (to augsnes pētnieki saīsināti apzīmē ar burtu

G), kuram divvērtīgās dzelzs savienojumu klātbūtnes dēļ parasti zilgana vai zaļgana nokrāsa. Šīs gleija kārtas tiešie veidotāji, kā to liecina arī J. Vitiņa pētījumi, ir anaerobās baktērijas, kas spējīgas augsnā darboties pat pie liela gaisa trūkuma. Savam uzturam nepieciešamās organiskās vielas tās iegūst no augu atliekām (galvenā kārtā ogļhidrātiem, jo slāpekli daži no tiem var paši saistīt tieši no atmosfēras), bet minerālvielas un daļu skābekļa ņem no augsnas minerāliskās daļas. Pēdējā sastopamie dzelzs savienojumi, zaudējot daļu skābekļa, pieņem zilganu vai zaļganu toni, kas ir viena no raksturīgākām purvaino augsnu pazīmēm, pēc kuņas diezgan droši var spriest par gaisa trūkumu augsnā un meliorācijas vajadzību.

Anaerobo mikroorganismu ražotās organiskās skābes atšķīdina ogļskābo kaļķi un daļu dzelzs (arī mangāna), kādēļ to saturs, ja vien iespējama ūdens cirkulācija, gleija kārtās samazinājas. Neskatoties uz šo šķietamo paskābinājumu, purvaino augsnu gleija kārtas tomēr reti ir stipri skābas, jo stiprāku izskalošanos te parasti nobremzē arvien vairāk pasliktināta ūdenscaurlaidība vai arī skābumu vājinā no apakšas nākošie sārmainie pamatūdeņi vai pārplūstošās vietās no virspuses uznestās minerālvielas.

Gleija kārtas mālainās augsnās parasti ļoti blīvas, ūdens necaurlaidīgas, izžūstot stipri saraujas un saplaisā (skat. 14. attēlu). Uz smilšainas pamatnes gleija horizonts pa lielākai daļai sastopams tā sauc. plūstošās smilts veidā, kas savā virsdaļā pēc izskata diezgan stipri atgādina pelnveidīgo augsnu gaišpelēko izskalošanas horizontu (A₂) un parasti tikai uz apakšu kļūst manāmi zilganāka. Purvainās augsnās, kas radušās pelnveidīgām augsnām pārpurvojoties, zem trūdvielu kārtas ļoti bieži labi saglabājies gaišpelēkais izskalošanas horizonts, bet brūnais ieskalošanas horizonts pārvērties vairāk vai mazāk zilgas krāsas gleija horizontā. Vispār gleija horizonta izveidošanās stipri samazina augsnas ūdens caurlaidību, kādēļ augsnas tālākā izskalošanās bieži vien gandrīz pilnīgi pārtraucas.

Pamatūdeņu ietekme var izpausties nevien organisko vielu uzkrāšanā un gleija horizontu izveidošanā, bet arī citādā virzienā un proti, dažādu nogulumu izveidošanā. Atkarībā no pamatūdeņu sastāva un augsnas īpašībām, šie nogulumi var būt kaļķa, dzelzs vai arī trūdvielu ziņā bagāti. Vietās, kur izplūst kaļķi saturoši pamatūdeņi, veidojas ogļskābā kaļķa nogulumi — avotu, pļavu, purvu vai ezeru kaļķu veidā (att. 12.). Turpretim vietās, kur izplūst dzelzi saturoši pamatūdeņi, izveidojas dzelzs ziņā bagāti nogu-

lumi — tā sauc. pļavu un purvu rūdas. Pelņveidīgās smiltsaugsnās no apakšas nākošie pamatūdeņi bieži vien pastiprina rūsas vai ortšteinu kārtas izveidošanos, jo tādā gadījumā blakus no virspuses ieskalotām vielām var uzkrāties arī pamatūdeņu izdalītā dzelzs un dažreiz arī trūdkābes. Smagākās augsnās pamatūdeņu izdalījumi, vājas ūdens cirkulācijas dēļ, retāk izveido nepārtrauktus slāņus, bet gan vairāk atsevišķus sīkākus sakopojumus (sīkas konkrēcijas). Parasti pamatūdeņu izdalījumi novietoti virs īstā gleiņa horizonta vai arī šī horizonta virsdaļā, kādēļ tos dažreiz apzīmē par virsgleiņu.



12. attēls.

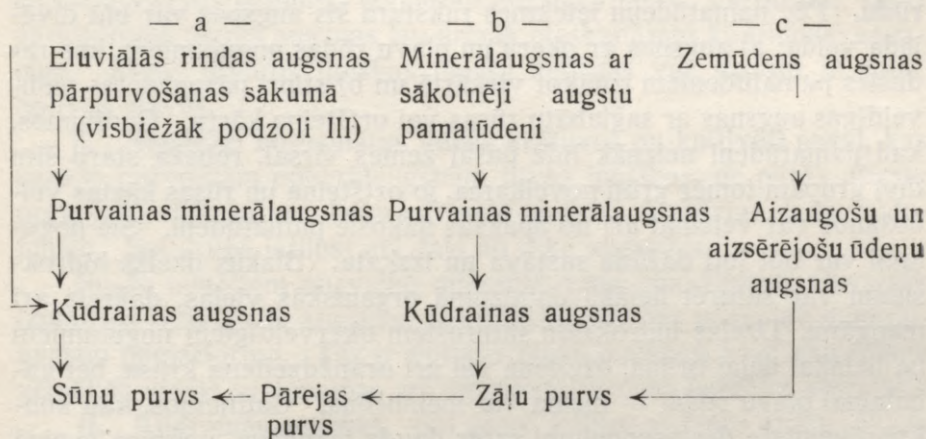
Kūdraina augsna ar ezeru kaļķi no Vecauces.

veidojumiem jeb virsgleiņa horizontu. Vispār virsgleiņa veidojumi rodas gaisam pieklūstot, vismaz periodiski, bet īstais gleiņa horizonts — gaisam trūkstot. Pamatūdeņu līmenim ceļoties, dzelžainie virsgleiņa veidojumi var ar laiku izzust un pārveidoties īstā gleiņa horizontā (tādā gadījumā dzelzi saturošie brūnās krāsas virsgleiņa veidojumi pārvēršas zilganās vai zaļganās krāsas gleiņa veidojumos).

Mūsu purvainās augsnas pēc organisko vielu satura un rakstura var iedalīt trijās grupās: 1) purvainās minerālaugsnas, 2) kūdrainās augsnas — ar kūdras kārtu zem 50 cm biezuma un 3) īstie purvi — ar kūdras kārtas biezumu pāri 50 cm. Šīs trīs purvaino augsnu galvenās grupas var

zināmā mērā uzskatīt kā šo augsnu izveidošanās dažādās stadijās, kā tas redzams no sekojošas schēmas:

Purvainās augsnu rindas veidošanās schēma.



Bultiņas norāda veidošanās virzienu, kas raksturīgs pastāvošiem mitrā klimata apstākļiem. Mainoties klimatam, kā tas jau agrāk aprādīts, veidošanās gaita dažreiz var tapt arī zināmā mērā atgriezeniska. Atgriezenību var radīt arī nosusināšana un pa daļai arī veģetācijas maiņa.

Pēc šī vispārējā pārskata par purvaino augsnu galvenām īpatnībām un izcelšanos piegriezīsim vērību šo augsnu atsevišķo grupu jeb tipu raksturojumam.

I. Purvainās minerālaugsnas.

Šī tipa augsnām, lai gan virskārtā organisko vielu saturs diezgan augsts, tomēr vēl pārsvarā minerālisks saturs. Te var atšķirt vairākus apakštipus:

1. Gleija augsnas. Tuvi apzīmējumi: glūdas augsnas, dūņainās gleija augsnas, pļavu augsnas, dumbrāji u. c. Labi izveidots, pa lielākai tiesai zilgan- vai zaļganpelēks gleija horizonts sākas sekli zem humozās virskārtas, dažreiz arī pašas virskārtas apakšdaļai gleijveidīgs raksturs. Sakņu spraugās un plaisās, kur pieklūst gaiss, sastopami rūsgani plankumi. Var saturēt arī nelielā daudzumā pamatūdeņu izdalījumus, sevišķi vairāk vientilētā virsdaļā (galvenā kārtā sīkas dzelzs konkrēcijas). Ja šo pamatūdeņu izdalīto nogulumu daudz, tad jau darīšana ar nākošo grupu augsnām. Vistipiskākas gleija augsnas sastopamas uz mālaines pamatnes, bet uz smilšainas pamatnes gleija kārtai plūstošas ūdenssmilts raksturs. Pēc izcelša-

nās gleija augsnas divējāda veida: a) ar sākotnēji augstu pamatūdeni, un b) gleija augsnas kā virsējās pārpurvošanās rezultāts (visbiežāk tā sauc. gleija podzoli).

2. Purvainās minerālaugsnas ar rūsas kārtu, ortšteinu vai pļavu rūdu. Pēc pamatūdeņu ietekmes rakstura šīs augsnas var būt divējāda veida: a) augsnas ar okera un pļavu rūdas nogulumiem, kas radušies pamatūdeņiem iznākot virkārtā un b) stipri pārpurvotas pelnveidīgas augsnas ar saglabātu rūsas vai ortšteina kārtu. Gadījumos, kad pamatūdeņi neiznāk līdz pašai zemes virsai, robeža starp šīm divi grupām tomēr grūti novelkama, jo ortšteina un rūsas kārtas veidošanos var veicināt arī no apakšas nākošie pamatūdeņi. Šie nogulumi var būt ļoti dažāda sastāva un izskata. Blakus dzelzs hidroksidam var saturēt lielākā daudzumā organiskās vielas, dažreiz arī mangānu. Dzelzs hidroksidu saturošiem okerveidīgiem nogulumiem pa lielākai daļai brūna, dzeltena vai arī oranždzeltena krāsa, bet gabalainai pļavu rūdai — melna vai melnbrūna. Gadījumos, kad konkrēcijveidīgie dzelzsnogulumi satur daudz mangāna, nokrāsa svaigā lūzumā zilgani melna. Pie pamatūdeņu līmeņa izveidotiem stipri trūdainiem ortšteiniem un rūsas kārtām krāsa pa lielākai daļai brūna līdz melnbrūna.

3. Purvainās minerālaugsnas ar pamatūdeņu izdalītu ogļskābo kaļķi. Šai grupā ietilpst daļa avotu, pļavu un agrāko ezera kaļķu nogulumu, un proti tie, kas nav apklāti ar kūdras kārtu, biežāku par 10 cm, un tomēr vēl uzrāda skaidri saskatamas liekā mitruma pazīmes. Nereti kopā ar ogļskābo kaļķi izgulsnēta arī dzelzs, pie kam pa lielākai daļai kaļķis apakšā, dzelzs virsū (Salaspils, Birži u. c.). Ja izdalītā dzelzs nogulumu kārtā bieža un nesatur ogļskābo kaļķi, tad šīs grupas augsnas iespējams iedalīt arī augsnu grupā ar dzelzs nogulumiem.

4. Maršu augsnas. Šīs augsnas gandrīz ikgadus vai vēl biežāk tiek duļķainiem ūdeņiem pārpludinātas, kādēļ virskārtai arvienu tiek uznestas jaunas minerālvielas, kuņām dažreiz lielākā daudzumā piejauktas arī augu atliekas. Sastopamas gar upju krastiem, sevišķi ap upju ietekām ezeros un jūrā un vietumis arī citur gar jūrmalu (galvenā kārtā starp Salacgrīvu un Ainažiem). Pamatūdeņu stāvoklis arī normālā laikā paaugstināts, kādēļ apakškārtā novērojamas gaisa trūkuma pazīmes (gleija veidojumi, sērūdeņraža savienojumi.*)

*) Nosusinot sērdzelzi saturošas maršu augsnas un izmetot šādas augsnu kārtas zemes virspusē, dažreiz attīstas augiem kaitīga stipri skāba reakcija (dažkārt pat pH zem 2), jo gaisam piekļūstot sērdzelzs rada brīvu sērskābi. Ogļskābā kaļķa klātbūtnē traucējumi nav novērojami.

Uzbūve pa lielākai daļai skaidri kārtaina. Skatoties pēc situācijas, var iedalīt upju, ezeru un jūras maršos. Tās uznesumu augsnas, kas normāli necieš no lieka mitruma un tikai katastrofisku plūdu laikā tiek pārplūdinātas, še nav ietilpināmas, bet pareizāk ieskaitāmas eluviālo vai arī nepilnīgi izveidoto augsnu rindās. Turpretim, stipri pārkūdrotas maršu augsnas jau drīzāk pieskaitāmas kūdrainām augsnām. Rīgas tuvumā tipiskas maršu augsnas var sastapt tā sauc. Spilves plāvās.

5. Nepilnīgi nosusinātas ūdens krātuves un kultivēti purvi, kas uzrāda purvainām minerālaugsnām tuvas īpašības: ne pārāk augstu organisko vielu saturu, lieku mitrumu un tuvu virskārtai gleija veidojumus. Šai grupā ietilpst arī daļa no dīķa augsnām.

No še minētiem purvaino minerālaugsnu apakštipiem visvairāk izplatītas īstās gleija augsnas, kas uzskatāmas par purvaino minerālaugsnu pamatformu. Tās ir tipiskas plāvu augsnas, kaut gan reljefa zemākās vietās sastopamas arī mežos un tīrumos (pēdējos visretāk).

II. Kūdrainās augsnas. Šai grupā ietilpst augsnas ar 10—50 cm biezu kūdras*) kārtu. Ja kūdras kārtā plānāka, tad lietderīgāki augsnas ar kūdrainu virskārtu pieskaitīt purvainām minerālaugsnām, vai arī pa daļai pārpurvotām eluviālās rindas augsnām. Ja kūdrainās kārtas biezums pārsniedz 50 cm, tad no praktiskā viedokļa šādas augsnas jau lietderīgi pieskaitīt īstiem purviem. Vispār tā tad kūdraino augsnu grupa uzskatāma par starpstadiju starp purvainām minerālaugsnām vai pa daļai pārpurvotām eluviālās rindas augsnām no vienas puses un īstiem purviem — no otras puses. Šo kūdraino augsnu īpašības vispirmā kārtā atkarīgas no kūdrainās kārtas biezuma un rakstura (reakcija, sadalīšanās pakāpe, botāniskais raksturs). Otrkārt, pamatojoties uz kūdraino augsnu apakškārtas un pamatūdeņu īpašībām, tās var iedalīt tādās pat grupās, kā pie purvainām minerālaugsnām aprādīts.

III. Purvi. Kūdras kārtā biezāka par 50 cm. Atšķir zāļu purvus, pārejas purvus un sūnu purvus. Pirmos divi purvu tipus lielā mērā ietekmē pamatūdeņi, kas satur atšķīdušas minerālvielas, bet sūnu purvi saņem visu mitrumu tieši no atmosfēras. Tāpēc pēdējie ir ļoti kaļķa nabagi un vienmēr stipri skābi, kamēr pirmie, sevišķi zāļu purvi, ir kaļķa bagātāki un pa lielākai daļai tikai vāji skābi, dažreiz pat neitrāli vai vāji sārmaini. Zem purviem esošām minerālvielām pie mālainas pamatnes vienmēr gleiveidīgs raksturs. Purviem, kas radušies pelnveidīgām smiltsaugsnām pārpurvojoties, var

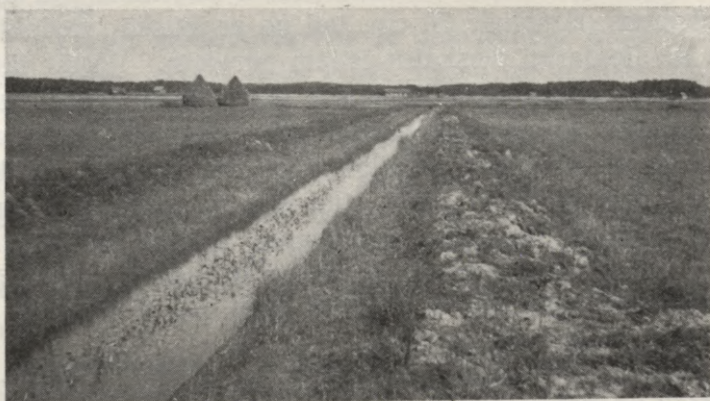
*) Par kūdru šai gadījumā apzīmēsim tādus augsnas veidojumus, kas satur ne mazāk par 50% organisko vielu.

būt apakšā ortšteina kārtā, bet purviem, kas radušies ūdeņiem aizaugot, var būt apakšā arī vaļējs ūdens. Zem zāļu purviem diezgan bieži sastopami ogļskābā kaļķa nogulumi (purvu vai pļavu kaļķis, 12. att.). Kur izplūst dzelžaini ūdeņi, tur zāļu purvi var būt dzelzs bagāti (purvu un pļavu rūda). Dažreiz purvainās augsnās sastopams arī dzelzs savienojums ar fosforskābi — vivianīts, kas sākumā bezkrāsains, bet izcelts brīvā gaisā, pieņem zilu krāsu. Par purvu citām īpašībām, veģetāciju, izmantošanu un kultivēšanu tuvākas ziņas nodaļā par Latvijas purviem.

Purvaino augsnu morfoloģisko un ķīmisko īpašību tuvākai raksturošanai šie tiek ievietoti dažādi profilu apraksti un analīzes.

1. profils. Gleija augsna no Ilmājas stacijas apkārtnes (agrāk diķa augsna). Iedobta vieta apaugusi ašķiem, šaurlapu zālēm un arī balto āboliņu. Pamatūdens stāvoklis augsts. $A_{1(1)}$ 0—20 cm pelēkas krāsas virskārta, satur dzelzs konkrēcijas kā virsgleija veidojumus.

Šī profila kārtu ķīmiskais un mēchaniskais sastāvs redzami no sekojošām tabulām. (13. un 14. tab. skat. 425. lapp.)



13. attēls.

Gleijveidīga pļavu augsna pie Gaujienas (uz smaga pārskalota māla).

$A_{1(2)}$ G_1 20—50 cm melna (mitrā stāvoklī zilganmelna) trūdaina gleija kārtā, pēc izskata un lipīguma līdzīga piķim (dažu autoru piķa augsnai līdzīga), satur sīkas dzelzs konkrēcijas.

G_1 dziļāk par 50 cm zilgana gleija māla kārtā, ļoti sīksta.

2. profils. Gleija augsna no Gaujienas (pļava netālu no Stepiem). Veidota zemā, līdzenā vietā (skat. 13. attēlu). Pamatnē ļoti smags pārskalotais māls.

A 0—18 cm virskārta, melnbrūns, stipri humozs māls.

Gleija augsna no Ilmājas (agrāk diķa augsna). Pilnanalīze.

| | Horizonts
A ₁₍₂₎ | Horizonts
A ₁₍₂₎ G ₂ | Horizonts
G ₂ |
|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| Reakcijas skaitlis pH | 6,70 | 6,60 | 7,85 |
| Higroskopiskais ūdens H ₂ O | 3,92 ⁰ / ₀ | 9,20 ⁰ / ₀ | 4,04 ⁰ / ₀ |
| Trūdvielas | 4,20 ⁰ / ₀ | 6,80 ⁰ / ₀ | 0,71 ⁰ / ₀ |
| Slāpekļis N | 0,17 ⁰ / ₀ | 0,37 ⁰ / ₀ | 0,02 ⁰ / ₀ |
| Kramskābe SiO ₂ | 63,90 ⁰ / ₀ | 47,50 ⁰ / ₀ | 66,10 ⁰ / ₀ |
| Titāna dioksīds TiO ₂ | 0,57 ⁰ / ₀ | 0,62 ⁰ / ₀ | 0,72 ⁰ / ₀ |
| Dzelzs oksīds Fe ₂ O ₃ | 4,34 ⁰ / ₀ | 6,00 ⁰ / ₀ | 4,27 ⁰ / ₀ |
| Alumīnija oksīds Al ₂ O ₃ | 14,20 ⁰ / ₀ | 21,13 ⁰ / ₀ | 16,13 ⁰ / ₀ |
| Kalcija oksīds CaO | 0,64 ⁰ / ₀ | 0,86 ⁰ / ₀ | 0,68 ⁰ / ₀ |
| Magnija oksīds MgO | 1,52 ⁰ / ₀ | 1,93 ⁰ / ₀ | 1,61 ⁰ / ₀ |
| Kalija oksīds K ₂ O | 3,20 ⁰ / ₀ | 2,65 ⁰ / ₀ | 2,60 ⁰ / ₀ |
| Nātrija oksīds Na ₂ O | 1,95 ⁰ / ₀ | 1,10 ⁰ / ₀ | 1,24 ⁰ / ₀ |
| Mangāna oksīds MnO | 0,08 ⁰ / ₀ | 0,04 ⁰ / ₀ | 0,03 ⁰ / ₀ |
| Fosforskābe P ₂ O ₅ | 0,15 ⁰ / ₀ | 0,23 ⁰ / ₀ | 0,04 ⁰ / ₀ |
| Sērskābe SO ₃ | 0,19 ⁰ / ₀ | 0,21 ⁰ / ₀ | 0,09 ⁰ / ₀ |
| Mēchaniskais sastāvs: | | | |
| Māls, daļiņu caurm. <0,002 mm | 43,74 ⁰ / ₀ | 91,07 ⁰ / ₆ | 47,20 ⁰ / ₀ |
| Smalki putekļi, daļ. caurm. 0,02—0,002 mm | 29,70 ⁰ / ₀ | 5,36 ⁰ / ₀ | 26,24 ⁰ / ₀ |
| Smilšaini put., daļ. caurm. 0,25—0,02 mm | 25,36 ⁰ / ₀ | 2,36 ⁰ / ₀ | 26,10 ⁰ / ₀ |
| Smiltis, daļ. caurm. >0,25 mm | 1,20 ⁰ / ₀ | 1,21 ⁰ / ₀ | 0,46 ⁰ / ₀ |

Gleija augsna no Ilmājas (agrāk diķa augsna). 14. tabula.

20% -īgā karstā sālskābē šķīstošās vielas.

| | Horizonts
A ₁₍₁₎ | Horizonts
A ₁₍₂₎ | Horizonts
G ₂ |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Kramskābe SiO ₂ (šķīdināta 5 ⁰ / ₀ KOH —
šķīdumā) | 10,24 ⁰ / ₀ | 24,68 ⁰ / ₀ | 14,35 ⁰ / ₀ |
| Titāna dioksīds TiO ₂ (sālskābē un kalija
sārmā šķīstošs) | 0,14 ⁰ / ₀ | 0,21 ⁰ / ₀ | 0,19 ⁰ / ₀ |
| Dzelzs oksīds Fe ₂ O ₃ | 4,23 ⁰ / ₀ | 5,50 ⁰ / ₀ | 4,50 ⁰ / ₀ |
| Alumīnija oksīds Al ₂ O ₃ | 5,70 ⁰ / ₀ | 14,12 ⁰ / ₀ | 7,71 ⁰ / ₀ |
| Kalcija oksīds CaO | 0,46 ⁰ / ₀ | 0,80 ⁰ / ₀ | 0,42 ⁰ / ₀ |
| Magnija oksīds MgO | 1,18 ⁰ / ₀ | 1,86 ⁰ / ₀ | 1,34 ⁰ / ₀ |
| Kalija oksīds K ₂ O | 0,71 ⁰ / ₀ | 1,50 ⁰ / ₀ | 0,82 ⁰ / ₀ |
| Nātrija oksīds Na ₂ O | 0,05 ⁰ / ₀ | 0,07 ⁰ / ₀ | 0,07 ⁰ / ₀ |
| Mangāna oksīds MnO | 0,07 ⁰ / ₀ | 0,04 ⁰ / ₀ | 0,03 ⁰ / ₀ |
| Fosforskābe P ₂ O ₅ | 0,11 ⁰ / ₀ | 0,15 ⁰ / ₀ | 0,04 ⁰ / ₀ |
| Sāļu šķīdumā (NH ₄ NO ₃)
atšķīstošās vielas: | | | |
| Kalcija oksīds CaO | 0,37 ⁰ / ₀ | 0,57 ⁰ / ₀ | — |
| Magnija oksīds MgO | 0,12 ⁰ / ₀ | 0,20 ⁰ / ₀ | — |
| Mangāna oksīds MnO | 0,001 ⁰ / ₀ | 0,0007 ⁰ / ₀ | — |
| Kalija oksīds K ₂ O | 0,013 ⁰ / ₀ | 0,019 ⁰ / ₀ | — |

- G₁ 18—38 cm iezilganpelēks gleija māls ar tumšiem trūdvielu piemaisījumiem un sikākākiem brūnas krāsas plankumiem (arī nelielām dzelzs konkrēcijām, kā virsgleija veidojumiem).
 G₂ 38—65 cm zilganpelēks, vietumis drusku iesārts gleija māls.
 C 65 cm ādasbrūns pārskalotais māls ar zilganām dzīslīnām un tādas pašas krāsas plankumiem. Satur ogļskābo kaļķi. Profila ķīmiskais raksturojums pa daļai redzams no sekojošas tabulas.

Gleija augsna no Gaujienas (pļava). 15. tabula.

| | Dziļums
cm | Reakcijas
skaitlis
pH | Trūd-
vielas
‰ | Karstā 20 ⁰ / ₀ -īgā sālskābē
šķīdinātas vielas | | | |
|--|---------------|-----------------------------|----------------------------------|--|--|--|---|
| | | | | Dzelzs
oksīds
Fe ₂ O ₃ ⁰ / ₀ | Kalcija
oksīds
CaO ⁰ / ₀ | Kalija
oksīds
K ₂ O ⁰ / ₀ | Fosfor-
skābe
P ₂ O ₅ ⁰ / ₀ |
| I. kārtā A | 0—18 | 6,95 | 23,0 ⁰ / ₀ | 4,30 | 1,91 | 0,66 | 0,13 |
| II. kārtā G ₁ (A ₂) | 18—38 | 7,82 | — | 8,30 | 0,92 | 1,00 | 0,09 |
| III. kārtā G ₂ (B) | 38—65 | 7,97 | — | 5,75 | 1,91 | 1,30 | 0,10 |
| IV.C kārtā (G ₃) | > 65 | 8,15 | — | 5,00 | 10,80 | 1,20 | 0,09 |

3. profils. Pārpuvota pelnveidīga mālaugsna (gleijpodzols) no Kalvenes stacijas apkārtnes. Egļu mežs (apakšaugos brūklenes, mellenes, zaļā sūna).

A₀ 0—5 cm brūnas krāsas jēlkūdra.

A₁ 5—10 cm tumšpelēkas, gandrīz melnas krāsas humoza smilts.

A₂ 10—20 cm gaišpelēkais izskalošanas horizonts, kas sastāv no mālainas smilts.

G₁ (B₁) 30—40 cm zaļganpelēks blīvs gleija māls ar rūsainiem plankumiem.

G₂B₂ 70—80 cm kā iepriekš, tikai vairāk rūsas plankumu.

G₃C₁ dziļāk par 100 cm zaļganpelēks morēnu mergelis. Satur ogļskābo kaļķi.

Šī profila ķīmiskās īpašības var vērot no sekojošās tabulas.

16. tabula.

Pārpuvota pelnveidīgā augsna (gleijpodzols) no Kalvenes (mežs).

| | Dziļums
cm | Reakcijas
skaitlis
pH | Trūdvielas
‰ | Karstā 20 ⁰ / ₀ sālskābē šķīdinātas
vielas | | | |
|--|---------------|-----------------------------|----------------------------------|--|--|--|---|
| | | | | Dzelzs
oksīds
Fe ₂ O ₃ ⁰ / ₀ | Kalcija
oksīds
CaO ⁰ / ₀ | Kalija
oksīds
K ₂ O ⁰ / ₀ | Fosfor-
skābe
P ₂ O ₅ ⁰ / ₀ |
| 1. kārtā, A ₀ | 0—5 | 4,80 | Jēlkūdra | — | — | — | — |
| 2. kārtā, A ₁ | 5—10 | 3,95 | 17,5 ⁰ / ₀ | 0,28 | 0,43 | 0,14 | 0,04 |
| 3. kārtā, A ₂ | 10—20 | 4,31 | 0,90 | 0,58 | 0,23 | 0,07 | 0,015 |
| 4. kārtā, G ₁ (B ₁) | 30—40 | 5,25 | — | 3,85 | 0,28 | 0,70 | 0,03 |
| 5. kārtā, G ₂ (B ₂) | 70—80 | 6,57 | — | — | — | — | — |
| 6. kārtā, G ₃ (C) | >100 | 8,33 | — | 2,63 | 6,35 | 0,50 | 0,07 |

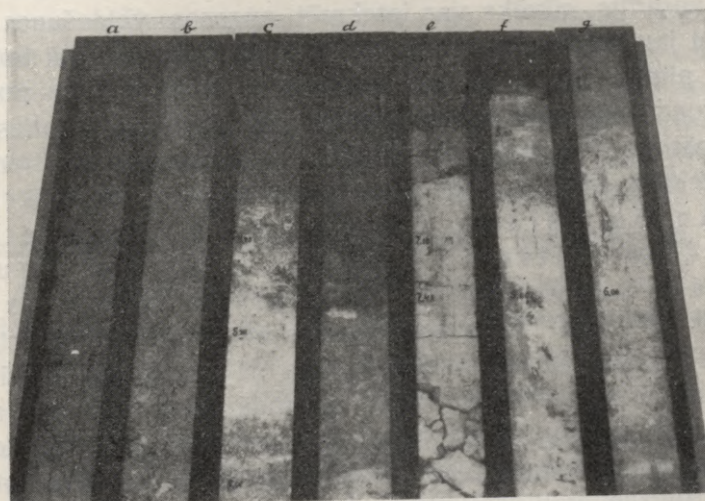
4. profils. Pārpurvota pelnveidīga smiltsaugсна ar ortšteinu no Rīgas apkārtnes (Imantciema apbūves rajons).
Purvs. Profila raksturs vērojams no sekojošās tabulas:

17. tabula.

Pārpurvota pelnveidīga smiltsaugсна ar ortšteinu no Rīgas apkārtnes.
(Imantciema apbūves rajons).

| | Kārtas Nr.
un genētiskais
apzīmējums. | Dziļums
un
biezums
cm | Kārtas raksturojums. | Reakcijas
skaitlis
pH | Trūdvielu
raksturs
un
daudzums |
|--|---|--------------------------------|--|-----------------------------|---|
| Viršu —
sūnu purvs.

Agrākā pelnveidīgā
augсна | 1. A ₀ (1) ... | 0 — 15 | Viršu-sfagnu kūdra, vāji sadalīta. | 3,60 | Kūdra |
| | 2. A ₀ 2) .. | 15— 40 | Sfagnu kūdra, vāji sadalīta... .. | 3,58 | " |
| | 3. A ₀ (3) ... | 40— 65 | " " " " | 3,78 | " |
| | 4. A ₀ 4) ... | 65— 85 | Spilvu, koku, zāļu kūdra | 3,75 | " |
| | 5. A ₀ A ₁ ... | 85—115 | Pārēja uz minerāaugсну | 3,80 | Kūdraina |
| | 6. A ₁ | 115—120 | Humoza smilts (agrākā virskārta ar
sakņu atliekām un ogles piemai-
sījumu) | 3,65 | 14,20% ₀ |
| | 7. A ₂ | 120—125 | Gaispelēka smilts ar trūdvielu ie-
skalotiem plankumiem | 4,18 | 2,80% ₀ |
| | 8. B ₁ | 125—140 | Oršteins, kārtains | 4,28 | — |
| | 9. B ₂ | 140—160 | Oršteins, tumši brūns | 4,64 | 5,80% ₀ |
| | 10. B ₃ | > 160 | Oršteins, dzeltenbrūns | 4,85 | 1,38% ₀ |



14. attēls.
Purvaino augсну rinda.

Daži tipiski purvaino augсну profili redzami 14. attēlā (pēc Lat-
vijas Ūniversitātes augšanaszinības katedras monolitu kolekcijas, kas
savākta doc. P. Kulitana vadībā (att. 14.).

- a — Maršveidīga pļavu augsna no Zaļenieku p. Rimeikām (meliorēta).
- b — Gleijveidīga pļavu augsna no Kokneses p. Saulgozem.
- c — Gleijveidīga augsna no Auru p. Lāmu meža (pēc nogrāvošanas augsna kļuvusi rendzinveidīga — šī profila apakškārtas gaišā nokrāsa nav no podzolēšanās, bet gan no kaļķa bagātas agrākās gleija kārtas).
- d — Gleija augsna no Rucavas virsmežniecības (humozā virskārta satur 12% trūdvielu).
- e — Gleija augsna no Gaujienas p. Krogciemu mājām (žūstot sa-plaisājusi).
- f — Gleijpodzols no Baldones virsmežniecības (ortšteina horizonts izzudis, visa apakšdaļa gleijveidīga ūdenssmilts).
- g — ar vecu kultūru stipri pārveidota purvainā augsna no Rāmavas (agrāka humozā virskārta gandrīz pilnīgi minerālizēta, jo satur tikai 2,60% trūdvielu, viss profils saglabājis agrākai gleija kārtai raksturīgu gaiši iezilganpelēku nokrāsu).

Kultūraugsņu rinda.

Šai rindā ietilpst augsnas, kuŗas cilvēka darbība tik stipri pārveidojusi, kā tās vislietderīgāk ierindot atsevišķi kā kultūraugsnas. Kā jau aprādīts, cilvēks var ietekmēt augsnas veidošanos nevien sekmējot jau pastāvošo dabīgo veidošanās gaitu, bet arī to kavējot vai pat pilnīgi pārtraucot un novirzot pavisam uz citu pusi. Pie tam agronomiskā ziņā augsnu īpašības var vai nu uzlaboties vai arī pasliktināties. Šai gadījumā kultūraugsnu jēdziens tika ierobežots un attiecināts tikai uz tām minerāliska rakstura kultūraugsnām, kuŗām pārsvarā pozitīvā kultūras ietekme, nokārtots mitruma režīms, aptuveni neutrāla reakcija un augsnas virskārtas biezums pārsniedz 20 cm. Turpretim augsnas ar mazāku virskārtas biezumu un augsnas, kuŗas cilvēka darbība arī mazāk uzlabojusi vai pat zināmā mērā pasliktinājusi, labāk šai rindā neietilpināt, bet apskatīt pie pārējiem augsnu tipiēm, vajadzības gadījumā tām pieliekot attiecīgu papildapzīmējumu, piem., kultūrā uzlabota vai iemēsnota pelnveidīga augsna, kultivēta pļava, kultivēts purvs u. t. t. Pa daļai kultūras ietekme jau ievērota lietājot apzīmējumu tīrums vai tīruma (arī dārza) augsna, jo salīdzinot ar dabīgām meža un pļavu augsnām, te vienmēr būs saskatāma zināma kultūras ietekme. Pozitīva kultūras ietekme parasti izpaužas augsnas trūdainās virskārtas padziļinā-

šanā, fizisko un ķīmisko īpašību uzlabošanā, kas viss kopsummā pavairo kultūraugsnu auglību, vismaz salīdzinājot ar apkārtējām nekultivētām augsnām — mūsu apstākļos galvenā kārtā podzoliem. Pozitīvai kultūras ietekmei ieilgstot, augsna ar laiku sāk uzrādīt zināmā mērā jau melnzemju īpašības un proti: tumšu nokrāsu, samērā biezu virskārtu,*) aptuveni neutrālu reakciju, paaugstinātu kaļķa saturu, uzlabotu augu barības vielu stāvokli, sevišķi fosforskābes ziņā.

Tādā gadījumā agrākās augsnas ārējās pazīmes dažreiz gandrīz pilnīgi jau izzudušas vai tikai ar grūtībām saskatāmas pēc apakškārtas izskata un uzbūves. Tā, piemēram, pie bijušām pelnveidīgām augsnām ar dziļu ieskalošanas horizontu zem tagadējās trūdvielu kārtas vēl dažreiz novērojamas gaišpelēkas pelnveidīgās kārtas atliekas un zem tām arī illuviālā horizonta atliekas, bet abas jau dziegan jūtami pārveidotas: pelnveidīga kārtā tik krasī neatdalās — tā kļuvusi dzeltenāka un mazāk skāba, bet rūsas vai ortšteina kārtā samazinājies skābo trūdvielu saturs. Pie bijušām purvainām augsnām, neskatoties uz tagad nokārtoto mitruma režīmu un normālu aerāciju, dažreiz vēl apakšdaļā vērojams drusku iezilganpelēks tonis vai rūšaini plankumi, dažreiz arī dzelzs konkrēcijas. Lai augsnu drošāk varētu ietilpināt kultūraugsnu rindā, tad blakus jau aprādītām šo augsnu īpašībām derīgi tās salīdzināt ar tuvākā apkārtnē sastopamām no kultūras mazāk skārtām augsnām, kādas visvieglāk būs sastapt zem mežiem, dažreiz arī pļavās. Vērtīgus norādījumus sniedz arī: 1) kultūraugsnās diezgan bieži sastopamie arheoloģiskie ieguldņi (ogles atliekas, trauku lauskas, ēku apmetuma un ķieģeļu gabali, darba rīki u. c.), 2) situācija — tagad vai agrāk bieži apdzīvotu vietu vai lielāku satiksmes ceļu tuvums un 3) vēsturiskas ziņas, kas liecina par vecu kultūru.

Mūsu kultūraugsnu rindā ietilpst trejāda tipa augsnas:

1. Ar kultūru stipri pārveidotas un uzlabotas eluviālās rindas augsnas (galvenā kārtā uzlabotie podzoli).

*) Vietās ar straujākām reljefa svārstībām kultūras ietekme uz virskārtas biežumu ir komplicētāka, jo reljefa izcilākās vietās kultūra stipri paveicina virskārtas noskalošanas vai nobīdīšanos, bet lēzenākās un iedobtākās vietās, kā arī tīrumu malās — virskārtas sabiezinašanu. Šādos gadījumos bieži vien būs pareizāk rēķināties ar vidēju virskārtas biežumu. Tomēr jāievēro, ka virskārtas nevienādība reljefa dažādās vietās var rasties arī bez cilvēka līdzdalības, kādēļ kultūras efekta noskaidrošana jābalsta arī uz citiem novērojumiem.

2. Ar kultūru stipri pārveidotas purvainās rindas augsnes (galvenā kārtā uzlabotas purvainās minerālaugsnes).

3. Mākslīgās augsnes. Te cilvēka pozitīvā kultūras darbība gājusi vistālāk, jo agrākajam augsnes veidošanās procesam šai gadījumā nav gandrīz nekāda nozīme. Par tādām mākslīgām augsnām var uzskatīt tās kultūraugsnes, kuņas cilvēka darbība ietekmējusi ar lielākiem uzbērumiem, norakumiem, rijoļējumiem vai arī kuņas kultūra veidojusi uz augsnes veidošanās procesa vēl maz skārta pamatmateriāla. Visbiežāk sastopamas tieši cilvēku mītņu vietās, vecās apmetnēs, pilskalnos, senpilsētās (piem., agrāko Kokneses, Raunas un Umurgas pilsētu vietās), arī tagadējo pilsētu, muižu un vecsaimniecību tuvumā.

Kultūraugsnes samērā stipri izplatītas:

Vidzemē — ap Vecpiebalgu, Burtniekiem, Mazsalaci, Cēsīm, Raunu, Alūksni, diezgan bieži gar Daugavu (ieskaitot Rīgas un Pļaviņu pilsētas), kā arī daudzās citās vietās.

Kurzemē — ap Aizputi, Liepāju, Grobiņu, Priekuli, Ventspili, Talsiem u. c.

Zemgalē — apgabalā starp Jelgavu, Bausku, Auci, Dobeli un Tukumu.

Latgalē — ap Rēzekni, Ludzu, Raznas ezeru, Daugavpili u. c.

Kultūraugsnu tuvākai raksturošanai vispirms ņemsim piemērus no senām cilvēku mītņu vietām. Kā to liecina 18. tabulā minētie ķīmiskās analīzes rezultāti, šādām augsnām raksturīgas sekojošas īpašības:

18. tabula.

Augsnes no cilvēka senapdzīvotām vietām (mītņu vietas).

| | Reakcijas
skaitlis
pH | Trūd-
vielas
% | Karstā 20% sālskābē šķīdināt. vielas | | | |
|---|-----------------------------|----------------------|---|-------------------------------|---|--|
| | | | Dzelzs
oksīds
Fe ₂ O ₃
% | Kalcija
oksīds
CaO
% | Kalija
oksīds
K ₂ O
% | Fosfor-
skābe
P ₂ O ₅
% |
| Kokneses senpilsētas
vieta | 8,05 | 8,73 | 1,23 | 8,35 | 0,28 | 0,36 |
| Upuru kalniņš pie Lubau-
šiem Tomes pag., virsk. 100 cm | 7,87 | 3,80 | 1,83 | 2,27 | 0,23 | 0,48 |
| Riņņu kalniņš pie Salacas
iztekas no Burtnieka ezera, caur
2 mm sietu izlaista smalkzeme
(satur „virtuves” atliekas) ... | 8,20 | 6,00 | 1,45 | 38,1 | 0,13 | 5,60 |
| Viesturkalns, Mežotnē ... | 7,54 | 11,20 | 2,13 | 5,20 | 0,40 | 0,53 |

1) paaugstināts fosforskābes saturs (visaugstāks tas Riņņu kalniņa „virtuves“ atliekās — ap 5,60%), 2) paaugstināts kaļķa saturs, 3) paaugstināts īsto trūdvielu saturs un pašas trūdvielu kārtas biežums, un 4) neitrāla vai vāji sārmaina reakcija. Kultūraugsnām, kas novietotas tālāk no tiešām mītņu vietām, fosforskābes uzkrāšanās parasti vairs nav tik raksturīga. To liecina sekojošs augsnes profils no Ķekavas (Plamenkrogs). Parauga vieta netālu no vecās šosejas.

A₁ 0—35 cm pelēka mālaina smilts.

A₂ 35—55 cm gaišpelēka mālaina smilts ar paretām dzelzs konkrēcijām (iespējams, ka veidotas ļoti sen — pie augstāka pamatūdeņu un var būt arī Daugavas līmeņa).

B₁ 55—85 cm brūnpelēka mālaina smilts ar brūnganiem un melniem dzelzs un mangāna traipiem. Satur arī sīkas konkrēcijas.

B₂ 85—100 cm līdzīga iepriekšējai, tikai brūnāka un mālaināka.

G dziļāk par 110 cm zilganpelēka ar brūniem plankumiem glejveidīga mālaina smilts.

Profila ķīmiskais raksturojums sekojošā tabulā.

19. tabula.

Kultūraugsna no Ķekavas (Plamenkrogs).

| Kārtas
apzīmējums. | Dziļums
cm | Reakcijas
skaitlis
pH | Trūd-
vielas
‰ | Kārstā 20 ⁰ /0-īgā sālskābē šķīdinā'as vielas | | | |
|--------------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------|---|--|---|---|
| | | | | Dzelzs
oksids
Fe ₂ O ₃ ⁰ /0. | Kalcija
oksids
CaO ⁰ /0 | Kalija
oksids
K ₂ O ⁰ /0. | Fosfor-
skābe
P ₂ O ₅ ⁰ /0 |
| 1. kārtā, A ₁ ... | 0— 35 | 6,35 | 3,20 | 1,41 | 0,47 | 0,16 | 0,045 |
| 2. kārtā, A ₂ ... | 35— 55 | 5,40 | 0,51 | 1,55 | 0,12 | 0,20 | 0,025 |
| 3. kārtā, B ₁ ... | 55— 85 | 5,02 | 0,33 | 2,23 | 0,20 | 0,36 | 0,035 |
| 4. kārtā, B ₂ ... | 85—110 | 5,21 | 0,24 | 3,20 | 0,24 | 0,56 | 0,06 |
| 4. kārtā, C _G) ... | > 110 | 5,80 | 0,19 | 1,26 | 0,28 | 0,44 | 0,03 |

Ļoti raksturīga virskārtas skābās reakcijas samazināšanās. Spriežot pēc visa profila un apkārtējo dabīgo augsnu īpašībām var diezgan droši pieņemt, ka senāk virskārtas reakcijas skaitlis bijis ne augstāks par pH 5 un kā augsna senāk bijusi stipri podzolēta.

Ar kultūru stipri pārveidotas purvainas augsnes profils redzams 14. attēlā (prof. g.). Augsnes monolīts ņemts Rāmavā aiz dārza pie alejas.

A 0—23 virskārta, pelēka mālaina smilts.

G dzilāk par 23 cm iezilganpelēka gleijveidīga mālaina smilts, kas tomēr tagad citādi pilnīgi zaudējusi gleija raksturu. Vērojamas slietu ejas. Visā profilā reakcija ap pH 6.

Augsna drenēta. Spriežot pēc profila rakstura, topografijas un apkārtējo augsnu dabīgām īpašībām, vērojams, ka tā agrāk bijusi stipri humoza purvainā augsna ar gleijveidīgu apakškārtu. Tagad virskārta pēc trūda satura tipiska minerālaugsnām (trūdvielu saturs 2,60%). Visas apkārtnes atpurvošanu domājams te veicinājuši vairāki jau agrāk rakti lieli novadgrāvji.

Mūsu kultūraugsnu īpašību un izplatības noskaidrošanai ir arī zināma vēsturiska un nacionāla nozīme. Turpmākos pētījumos tādēļ vēlama augsnas pētnieku sadarbība ar vēsturniekiem-archeologiem.

Nepilnīgi izveidoto augsnu rinda.



15. attēls.

Gaujas uznesumu augsna pie Carnikavas.
(Redzams šim augsnām raksturīgs
kārtainums).

Šīs augsnu rindas raksturīgākā pazīme tā, ka trūdvielu kārtā nav vēl skaidri izveidota un viss augsnas profils sastāv galvenā kārtā no maz pārveidotas augsnas pamatnes. Pa lielākai tiesai te darīšana ar ļoti jaunām augsnām, kuŗas bioloģiskie un klimatiskie faktori vēl maz pārveidojuši, vai arī vecu augsnu atliekām, kas paliek uz vietas pēc virsējo kārtu noskalošanas vai arī aiznešanas ar vējiem. Atsevišķos gadījumos te var būt darīšana ar mākslīgiem atsegumiem vai uzbērumiem. Šīs augsnas var būt divējāda tipa:

1. Pilnīgi kaila iežu irdne, kā, piemēram, neapaugušas ceļojošas kāpas, svaiga, ūdens uzņesta smilts vai arī svaigi noskalojumi, atsegumi, uzbērumi u. tml.

2. Vairāk vai mazāk apaugusi iežu irdne, bet trūdvielu horizonts vēl grūti atšķirams no pamatnes. Kā pārejas forma uz istām augsnām. Nepilnīgi izveidotas augsnas visbiežāk sastopamas smiltsaugsnu rajonos. Samērā maz izplatītas un agronomiskā ziņā pa lielākai daļai mazvērtīgas.

Zināma radniecība ar nepilnīgi izveidotām augsnām sekojošai jūras maršu augsnai no Kuivižiem (starp Salacgrīvu un Ainažiem). Paraugšņemts 10 metrus no ūdens malas uz pirmā „sola“ (uzplūdu laikā atbilst jūras sēklim). Lai gan profilā manāms zināms ūdens uznesumiem raksturīgs kārtainums, tomēr istu augsnas horizontu vēl nav, jo trūdvielu saturs virskārtā niecīgs un galvenā kārtā sastāv tikai no sīkām augu saknītēm. Pamatūdeņu stāvoklis parasti virs 50 cm. Apakškārtā vērojami rūsaini plankumi un starpslāņi no agrāk sanestiem jūras mēsliem. Analīzes rezultātus skat. sekojošā tabulā.

20. tabula.

Jūras maršu augsna no Kuivižiem (pārejforma uz nepilnīgi izveidotām augsnām).

| | Virskārta | Apakškārta no 50 cm dziluma (rūsaina kārta ar jūras mēsliem) | |
|---|--|--|---|
| Reakcijas skaitlis pH | 7,70 | 8.10 | |
| Higroskopiskais ūdens H ₂ O | 0,12 0/0 | 0,72 0/0 | |
| Organiskas vielas | 0,70 0/0 | 2,76 0/0 | |
| Kramskābe (ceolītiskā) SiO ₂ | 0,28 0/0 | 0,78 0/0 | |
| Fosforskābe P ₂ O ₅ | 0,033 0/0 | 0,036 0/0 | } Karstā 20 0/0 sālskābē šķīstošās vielas |
| Sērskābe SO ₃ | 0,009 0/0 | 0,029 0/0 | |
| Dzelzs oksīds Fe ₂ O ₃ | 0,19 0/0 | 0,56 0/0 | |
| Alumīnija oksīds Al ₂ O ₃ | 0,19 0/0 | 0,40 0/0 | |
| Kalcija oksīds CaO | 0,55 0/0 | 0,81 0/0 | |
| Magnija oksīds MgO | 0,36 0/0 | 0,56 0/0 | |
| Kalija oksīds K ₂ O | 0,03 0/0 | 0,08 0/0 | |
| Nātrija oksīds Na ₂ O | 0,028 0/0 | 0,038 0/0 | |
| Mangāna oksīds MnO ₂ | 0,009 0/0 | 0,012 0/0 | |
| Mehāniskais sastāvs | tīra jūras smilts ar nelielu grants piemaisījumu (4,5 0/0) | tīra jūras smilts ar nelielu grants piemaisījumu (0,1 0/0) | |

Latvijas augsnu agronomiskās īpašības.

Ievērojot pelnveidīgo un purvaino augsnu lielo izplatību Latvijā, mūsu augsnu no dabas veidotās īpašības laukkopības ziņā nav visai augstu vērtējamas, jo labu ražu sasniegšana prasa no lauksaimnieka

diezgan daudz pūļu un prasmes. Lai gan daudzas mūsu tīrumu augsnas tagad ievērojami uzlabotas un sniedz jau apmierinošas ražas, sevišķi Zemgales līdzenumā un rajonos ar vecu kultūru, tomēr mūsu caurmēra ražas, salīdzinot ar ražām Rietumeiropas biežāk apdzīvotās valstīs, vēl stipri zemas. Tādēļ augsnu ražīguma pacelšanā pie mums vēl daudz darba. Vispirmā kārtā jāmin, ka mūsu augsnas vēl daudz cieš no lieka mitruma, kas, ievērojot purvainās rindas augsnu lielo izplatību Latvijā, arī labi saprotams. Pēc J. Stakles vērtējuma $\frac{1}{3}$ mūsu tīrumu (600 000 ha), $\frac{3}{4}$ pļavu (600 000 ha) un $\frac{1}{4}$ ganību (400 000 ha) prasa nosusināšanu. Arī laba tiesa mežu ir pārāk purvainā rakstura. Tāpat nosusināšanu, izmantošanu un kultivēšanu gaida arī daļa mūsu īsto purvu, sevišķi pilsētu tuvumā. Šis lielais meliorācijas darbs prasīs lielus līdzekļus un gadu desmitus darba. Mūsu augsnu ražīgumu daudzos gadījumos samazina arī kaļķa trūkums un skāba reakcija, kas pelnveidīgo augsnu joslā ir diezgan parasta parādība. Latvijas augsnu reakciju un kaļķa trūkumu no statistiskā viedokļa pētījuši J. Vītiņš un K. Bambergi. Pēc K. Bamberga sadarbībā ar Lauksaimniecības Centrālbiedrību un citām organizācijām izdarītām apm. 3000 reakcijas noteikšanām, mūsu tīrumu augsnu reakcija 70,2% gadījumos ir teorētiski skāba, t. i. uzrāda reakcijas skaitli (pH) mazāku par 7.*)

Samērā droši kaļķojamu tīruma augsnu, t. i. ar reakcijas skaitli (pH) mazāku par 6, Latvijā ir ap 31%. Pieņemot, ka daļa augsnu ar reakcijas skaitli starp 6 un 6,5 arī var atmaksāt kaļķošanu, K. Bambergi vērtē kaļķojamo tīruma augsnu kopdaudzumu uz 35%. Šis skaitlis ir vairāk kā divi reizes zemāks par J. Vītiņa provizoriski ar mazāk precīzu metodi novērtēto kaļķa vajadzību (90% no tīrumu augsnām).

Kā skābo tīruma augsnu daudzums sadalās pa apgabaliem un apriņķiem redzams no 21., 22. un 23. tabulas. No šiem datiem redzams, ka visvairāk skābo un kaļķojamo augsnu Jaunlatgales, Valmieras, Ventspils, Aizputes un Liepājas apriņķos, bet vismazāk Jelgavas, Bauskas un Tukuma apriņķos. Tas diezgan labi saskan ar mūsu klimata un augsnu rajoniem, sevišķi attiecoties uz Zemgali un Kurzemi, jo Jelgavas, Bauskas un Tukuma apriņķos vismazāk nokrišņu un visvairāk brūnzemju, rendzinoidu un citu mazāk skābu augsnas tipu (kultūraugsnas, podzoli I u. c.). Tāpēc Jelgavas un Bauskas

*) Reakcijas skaitļu nozīme: 4,5—5,0 — ļoti stipri skāba reakcija, 5,0—5,5 — stipri skāba, 5,5—6,0 — skāba, 6,0—6,5 — vāji skāba, 6,5—7,0 — vāji skāba līdz neitrāla, 7,0—7,5 — neitrāla līdz vāji sārmaina, 7,5—8,0 — vāji sārmaina, 8,0—8,5 — karbonātu sārmainums (augсна satur ogļskābo kaļķi).

21. tabula.

Latvijas tīruma augsnu reakcijas skaitļi (pH)

pēc K. Bamberga.

Virskārtas.

| pH ūdens
uzduļķojumā. | Vidzeme | | Kurzeme. | | Zemgale. | | Latgale. | | Latvija. | |
|--------------------------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|
| | Paraugu
skaits. | 0/0 | Paraugu
skaits. | 0/0 | Paraugu
skaits. | 0/0 | Paraugu
skaits. | 0/0 | Paraugu
skaits. | 0/0 |
| 4,5 — 5,0 | 17 | 1,7 | 11 | 1,9 | 13 | 1,5 | 12 | 1,8 | 53 | 1,7 |
| 5,0 — 5,5 | 114 | 11,9 | 79 | 13,8 | 39 | 4,7 | 62 | 9,4 | 294 | 9,7 |
| 5,5 — 6,0 | 239 | 24,9 | 121 | 21,1 | 70 | 8,2 | 170 | 25,9 | 600 | 19,7 |
| 6,0 — 6,5 | 283 | 29,4 | 128 | 22,8 | 102 | 11,9 | 197 | 30,0 | 710 | 23,3 |
| 6,5 — 7,0 | 156 | 16,3 | 109 | 19,0 | 107 | 12,5 | 109 | 16,6 | 481 | 15,8 |
| 7,0 — 7,5 | 83 | 8,6 | 65 | 11,3 | 109 | 12,7 | 72 | 10,9 | 329 | 10,8 |
| 7,5 — 8,0 | 48 | 5,0 | 38 | 6,6 | 182 | 21,2 | 32 | 4,9 | 300 | 9,8 |
| 8,0 — 8,5 | 21 | 2,2 | 21 | 3,7 | 234 | 27,3 | 3 | 0,5 | 279 | 9,2 |
| Pagastu
skaits | 961 | | 572 | | 856 | | 657 | | 3046 | |
| Paraugu
skaits | 102 | | 53 | | 84 | | 59 | | 298 | |

22. tabula.

Skābo tīruma augsnu daudzums pa apriņķiem.

(Aplēsts pēc K. Bamberga datiem).

| Apriņķis. | Augsnu 0/0
ar pH < 7,0. | Apriņķis | Augsnu 0/0
ar pH < 7,0. |
|-------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|
| Rīgas | 81,9 | Tukuma | 44,6 |
| Cēsu | 80,7 | Jelgavas | 24,9 |
| Valmieras | 90,3 | Bauskas | 31,6 |
| Valkas | 78,6 | Jēkabpils | 74,1 |
| Madonas | 87,7 | Ilūkstes | 77,8 |
| Liepājas | 84,8 | Daugavpils | 82,4 |
| Aizputes | 84,3 | Rēzeknes | 78,8 |
| Kuldīgas | 74,8 | Ludzas | 83,3 |
| Ventspils | 96,3 | Jaunlatgales | 93,0 |
| Talsu | 75,1 | | |

apriņķos samērā droši kalņojamo augsnu (pH zem 6) tikai 7,2%, kas arī labi saprotams, jo pēc Bamberga 34,6% tīruma augsnu šē uzrāda karbonātu sārmainumu (pH 8,0 = 8,5), t. i. satur virskārtā pat oglekļa skābo kalņi, visbiežāk 1—2% apmērā. Ka skābo augsnu procents Jaunlatgales apriņķī augstāks nekā Aizputes apriņķī, tas izskaidro-

Skābo tīruma augsnu daudzums pa apgabaliem.

(Sakārtots pēc K. Bambergā datiem).

| | Reakcijas skaitlis | | | | |
|---------------|--------------------|--------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| | pH < 5,5 | | pH < 6,0 | pH < 7,0 | |
| | Virskārtas
0/0 | Apakškārtas
0/0 | | Virskārtas
0/0 | Apakškārtas
0/0 |
| Vidzeme | 13,6 | 21,5 | 38,5 | 84,2 | 86,0 |
| Kurzeme | 15,7 | 16,8 | 36,8 | 78,6 | 74,7 |
| Zemgale | 6,2 | 2,9 | 14,4 | 38,8 | 28,4 |
| Latgale | 11,2 | 27 | 37,1 | 83,7 | 56,0 |
| Latvija..... | 11,7 | 12,3 | 31,1 | 70,2 | 61,9 |

jams ar nevienādu kultūras ietekmi: latviešu senapdzīvotā Aizputes apriņķī samērā daudz kultūras augsnu ar samazinātu skābuma pakāpi, bet krievu apdzīvotā Jaunlatgales apriņķī kultūras augsnu maz.

Par mūsu pļavu augsnu reakciju un kalņa vajadzību statistiska materiāla mazāk. Pēc K. Bambergā apm. 200 reakcijas noteikšanām spriežot, teorētiski skābu pļavu augsnu ar pH zem 7 mums ap 78,2%, ar pH zem 5,5 tikai 8,8%, bet ar pH 5,5—6,5 apmēram puse (51,7%). Tas samērā labi sakrīt ar to apstākli, ka te visbiežāk darīšana ar gleija vai zāļu purva tipa augsnām, kurās šādi reakcijas skaitļi diezgan raksturīgi. Mūsu meža augsnas ir parasti skābākas nekā tīruma un pļavu augsnas, sevišķi zem skuju kokiem. Tāpēc šīs augsnas pārvēršot tīrumos, diezgan bieži būs nepieciešama kalņošana un mēģelēšana. Pirms stājas pie kalņošanas, tomēr katrā konkrētā gadījumā jānoskaidro augsnas reakcija, jo tā mūsu apstākļos var būt ļoti dažāda pat vienas saimniecības robežās. Runājot par kalņošanas rentabilitāti nav jāaizmirst, ka lielākās kalņa devas darbojas gadu desmitus. Tāpēc kalņošana pielīdzināma zināmā mērā meliorācijai, kas dažreiz atmaksājas tikai pēc ilgāka laika.

Vēl lielāka vērība jāpiegriež mūsu augsnu mēslošanai, jo pats galvenais mūsu zemo caurmēra ražu iemesls ir nepietiekošs augu uzturvielu daudzums augsnā. Trūkstot fosforskābei, slāpeklim vai kalijam, augstas ražas nav sasniedzamas. Kā to liecina 24. tabulā pievestie mēslošanas izmēģinājumu rezultāti, mūsu apstākļos vispirmā kārtā jāreķinājas ar fosforskābes trūkumu. Tam cēlonis pa daļai mūsu augsnu pa lielākai tiesai skābā reakcija, kā arī vispār diezgan zemais fosforskābes saturs mūsu augsnās. Pēc K. Bambergā, 73% gadījumos mūsu tīruma

Cik gadījumos no 100 mēslojums atmaksājies.
(Pēc K. Bamberga sakopotiem lauka izmēģ. rezultātiem).

| Augs. | M ē s l o j u m s. | | |
|-----------------------------|---|---|--|
| | S l ā p e k l i s
12—30 kg
tīra N uz ha | F o s f o r s k ā b e
36—54 kg
tīra P ₂ O ₅ uz ha | K a l i j s
40—80 kg
tīra K ₂ O uz ha |
| | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| Kvieši, vasaras | 88 | 87 | 75 |
| Rudzi | 75 | 81 | 55 |
| Mieži | 60 | 78 | 47 |
| Auzas | 50 | 65 | 37 |
| Kartupeļi | 78 | 85 | 80 |
| Lopbarības bietes | 80 | 87 | 82 |
| Lopbarības burkāni | 93 | — | — |
| Āboliņa siens | — | 88 | 52 |
| Siens kūdrainā augsnē | 39 | 64 | 48 |
| Siens minerālaugsnē | 44 | 62 | 33 |

Piezīme. Atmaksāšanās aplēsta pēc 1932 g. tirgus cenām. Izmēģinājumi izdarīti 1911.—13. un 1924—1930. g.g. L. L. Centrālbiedrības vadībā.

augšanu fosforskābes saturs iztaisa 0,05—0,10%, bet 12,7% gadījumos ir pat mazāks par 0,05% un tikai 14,7% gadījumos tas pārsniedz 0,10%. Pie tam skābās minerālaugsnas uzrāda caurmērā zemāku fosforskābes saturu, nekā neutrālās vai sārmainās.

Tikai stipri humozās skābās augsnas dažreiz satur daudz fosforskābes. Tomēr pie skābas reakcijas šie fosforskābes krājumi augiem maz pieejami, jo atrodas grūti šķīstošu savienojumu veidā. Fosforskābes saturs mūsu augsnu apakškārtās parasti zemāks, nekā virskārtās un, kā to liecina P. Kulitana vadībā izdarītie veģetācijas mēģinājumi, šo dziļāko kārtu fosforskābe augiem maz izmantojama. Visbiežāk fosforskābes trūkums novērojams pelnveidīgās augsnās un samērā visretāk vecās kultūraugsnās (piem., Stendē).

Ar slāpekļa mēslojumu vajadzību lieta savādāka. Tauņģi, zirņi, pupas u. c., parasti neprasa slāpekļa mēslojumu, jo paši ar savu sakņu baktēriju palīdzību spēj saistīt slāpekli, kādēļ augsna pēc šo augu kultivēšanas kļūst slāpekļa bagātāka, kas nāk par labu sekojošām citu dzimtu augu kultūrām. Pēdējās, kā piem., labības un sakņaugi, nav spējīgas pašas saistīt gaisa slāpekli, kādēļ mūsu apstākļos prasa slāpekļa mēslojumu gandrīz tikpat bieži, kā fosforskābes mēslojumu. Par galveno slāpekļa krātuvī mūsu augsnās uzskatāmas trūdvielas. Pieaugot

trūdvielu saturam, parasti pieaug arī slāpekļa daudzums. Tomēr slāpekļa saturu trūdvielās lielā mērā ietekmē arī augsnes reakcija un kaļķa saturs: mazāk skābās un vispār kaļķa bagātās augsnās trūdvielas slāpekļa bagātākas. Pēc K. Bamberga un K. Krūmiņa pētījumiem mūsu tīruma augsnu organiskās vielās slāpekļa saturs ir sekojošā atkarībā no reakcijas:

| | | | | |
|-------------------------------------|-----|-----|-------|---------|
| Reakcijas skaitlis pH | 4—5 | 5—6 | 6—7,5 | 7,5—8,5 |
| Vidējais slāpekļa % organ. vielās . | 3,5 | 4,5 | 5,0 | 5,5 |

Tāpēc zinot augsnes trūdvielu saturu un reakcijas skaitli var aptuveni aplēst slāpekļa daudzumu. Tīrumos parasti tas iztaisa tikai ap 0,1—0,15% no augsnes kopsvara ar svārstībām no 0,05—0,50%.*) Šis trūdvielu slāpekļis augiem tikai pakāpeniski pieejams, galvenā kārtā par tik, par cik sīkbūtnes sadala un noārda šīs trūdvielas. Tāpēc mūsu tīruma augsnās augi ļoti bieži cieš no slāpekļa trūkuma. To mūsu apstākļos pēc iespējas jācenšās segt ar kūtsmēsliem un vircu, vai arī pastiprinot tauriņziežu kultūras. Tomēr bez māksliem slāpekļa mēsliem arī mūsu apstākļos nevar iztikt, un to pielietošana vispār vēl pastiprināma, jo šai ziņā mēs esam vēl tālu iepakaļ Rietumeiropas valstīm. Slāpekļa mēsli lietāšana mūsu apstākļos var atkrist galvenā kārtā tikai zaļu purvos, kas parasti slāpekļa bagāti.

Samērā visretāk mūsu augsnām nepieciešams kalija mēslojums. Tas tādēļ, ka kalija saturs mūsu minerālaugsnās parasti ievērojami augstāks nekā fosforskābes un slāpekļa saturs. Mūsu mālaugsnu virskārtās kalija kopdaudzums pa lielākai tiesai svārstās starp 3—1,5%, bet smiltsaugsnās starp 1,5—1,0% K₂O. Apakškārtās tas parasti augstāks un mālainās augsnās dažreiz sasniedz pat 4%. Tomēr šis kalijš gandrīz viss atrodas grūti šķīstošā veidā, galvenā kārtā laukšpātos, vizlās un citās tiem radniecīgās kramskābes sālīs. Apmēram 1/10—1/2 daļa no šī kalija atšķīst karstā sālskābē, bet no tā tūlīt augiem pieejama tikai maza daļa — tā sauc. apmaiņas jeb sālīs šķīstošais kalijš. Pēdējais mūsu augsnās iztaisa tikai 0,05—0,005% no augsnes kopsvara (visbiežāk 0,01—0,02%). Visnabagākās ar kaliju ir kūdrainās augsnas un purvi. Tādēļ tiem parasti nepieciešams kalija mēslojums. Tāpat, samērā kalija nabagas ir smiltsaugsnas, kādēļ arī te pa lielākai daļai vajadzīgi kalija mēsli. Vismazākā kalija mēsli vajadzība ir mālaugsnās. Tomēr kalija mēsli vajadzību ietekmē arī citi apstākļi: augsnes virsējo kārtu pārveidošanās raksturs, reakcija un kultivējamie augi. Vispār vairāk

*) Augstāks slāpekļa saturs ir kūdrainās augsnās un purvos (sevišķi zaļu purvos, jo te tas var sasniegt pat 5%).

izskatotās un skābākās augsnās (podzoli) vajadzība pēc kalija mēsliem ir biežāka. No mūsu kultūraugiem visvairāk kalija prasa sakņu augi. Tādēļ tiem kalija mēslojums var atmaksāties arī uz mālaugsnām. Apmierinājot augu kalija prasības, saprotams, vispirmā kārtā jāpiegriež vērība kaliju saturošiem vietējiem materiāliem — kūtsmēsliem un vircai. Tikai tur, kur vietējo mēslošanas līdzekļu nepietiek vai arī tos nav izdevīgi pielietāt, ieteicami importētie kalija mēsli. Vispār tomēr jāievēro, ka mēslošanas vajadzība mūsu augsnās ļoti dažāda pat viena lauka robežās. Tādēļ, lai mēsli drošāk atmaksātos, ir jāzin, kurjiem laukiem tie visvairāk vajadzīgi. Mēslošanas vajadzības noskaidrošanai ieteicams sarīkot lauka izmēģinājumus vai arī nodot augsnu attiecīgās laborātorijās ķīmiskai izmeklēšanai.

Mūsu augsnu agronomisko īpašību uzlabošanai daudzos gadījumos vēlama arī pakāpeniska virskārtas padziļināšana (sevišķi Latgalē), trūdvielu satura pavairošana, laukakmeņu novākšana u. c. kultūras paņēmieni.

Latvijas augsnu kadastrālā vērtēšana un kartēšana.

Pamatojoties uz 1931. g. likuma par lauku nekustamas mantas kadastru*), 1934. gadā tika uzsākta Latvijas zemju kadastrālā vērtēšana, kas, domājams, prasīs apmēram 10 gadus laika. Par šī lielā pasākuma mērķiem liecina likuma pirmie divi pantī: „1. Saimniecību tiesiskai nostiprināšanai, ekonomiskā stāvokļa noteikšanai un likumos paredzēto pienākumu uzlikšanai izvedams ārpus pilsētu administratīvām robežām esošas nekustamas mantas kadastrs pēc latos aprēķinātas vidējās ienesīguma jeb kadastrālās vērtības. 2. Kadastrs izvedams tā, lai iegūtos dātus un materiālus varētu izmantot arī valsts kartografiskiem darbiem, statistiskiem mērķiem un valsts administratīvām vajadzībām“.

Šī likuma praktiskai izvešanai 1934. g. 13. jūnijā tika izdota „Instrukcija lauku nekustamās mantas kadastrālai vērtēšanai“. No likuma un instrukcijas satura redzams, ka šis pasākums dos iespēju pareizāk nekā līdz šim izdarīt Latvijas augsnu labuma jeb ienesīguma šķiru novērtēšanu un blakus šim galvenam mērķim palīdzēs

*) Kadastrs — ziņu sakopojums, ko lietā kāda nodokļa objekta tuvākai raksturošanai, lai tādā ceļā iegūtu noteiktāku mērauklu pareizākai nodokļa uzlikšanai. Par kadastra jēdzienu tuvākas ziņas un literatūru skat. Latviešu konversācijas vārdnīcā (A. Gulbja apgād.).

noskaidrot ģenētisko augsnas tipu izplatību Latvijā (kadastra darbos atzīmējamo augsnas tipu sarakstu skat. nodaļā par Latvijas augsnu klasifikāciju). Bez jau minētā pie kadastra darbiem tiek atzīmēta arī augsnas pamatne jeb pamatmateriāls, uz kuŗa augsna veidojusies, pēc schēmas: smagi māli (ar akmeņiem vai bez), vidēji un viegli māli (ar akmeņiem vai bez), mālaina smilts (ar akmeņiem vai bez), smilts, grants, dolomīti vai kaļķakmeņi un avotkaļķi (anketveidīgi tiek atzīmētas arī citas mūsu dabas bagātības un vietējas īpatnības). Atsevišķi vēl tiek ievāktas ziņas: 1) par platībām, kas piemērotas kurināmās vai pakaišu kūdras ražošanai, 2) par akmeņu daudzumu (pārāk daudz vai arī iespējams novākt), 3) par platībām, kuŗas izdevīgāk apmežot un 4) par mitruma pastākļiem — vai tie nokārtoti un kādā kārtā un laikā (pirms vai pēc 1920. g.) jeb vai tie vēl kārtojami. (Sīkākas ziņas par kadastra izvešanas darbiem atrodamas Zemkopības ministrijas izdotajās instrukcijās).

Kadastra darbu izvešanas galvenais nolūks tomēr ir mūsu svarīgākās nekustamās mantas — zemes — ienesīguma vērtības noteikšana. Lai to varētu izdarīt, tad jāzin: pirmkārt, augsnas labuma šķira un otrkārt — tie blakus apstākļi, kas var pazemināt vai paaugstināt pēc labuma šķiras aplēsto ienesīguma vērtību (pārāk daudz akmeņu, pārāk kalnains reljefs, grūti kārtojami mitruma apstākļi, attālums no saimniecības centra vai no pilsētas, satiksmes ceļu raksturs u. t. t.). Augsnas labuma šķiras noteikšanu izdara pēc oficiālās instrukcijas, kuŗā aprādītas augsnu ārējās pazīmes, ražas un citas īpašības, kas atbilst katrai labuma šķirai. Katram kultūras veidam (aŗamzemei, pļavai, ganībai un mežam) ir savs iedalījums labuma šķirās un savs vērtēšanas tarifs.

Kā aŗamzeme šķirojama visa apstrādājamā vai apstrādāšanā bijusi zeme — tīrumi, augļu un sakņu dārzi un uz tīrumiem ierīkotas mākslīgas ganības. Aŗamzemi iedala deviņās labuma šķirās, kuŗām šādi tarifi punktos:

| Šķira | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX |
|--------------|-----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|
| Punkti | 100 | 88 | 72 | 60 | 48 | 32 | 17 | 8 | 2 |

Tā kā viena punkta vērtība pie visiem kultūrveidiem pielīdzināta 7 latiem, tad, piem., 1 hektara I. šķiras aŗamzemes vērtība atbilst 700 latiem, bet 1 hektāra IX. šķiras — 14 latiem. Atkarībā no augstāk minētiem blakus apstākļiem aplēsto vērtību var par attiecīgu procentu pazemināt vai paaugstināt, kā tas sīkāk aprādīts valdības instrukcijā. Aŗamzemes iedalīšanu labuma šķirās pie mums nesen vēl izdarīja pēc 1904. gadā izdotās samērā ērtās tabulas, kuŗā

bija sakopotas aŗamzemes labuma ņķiru pazīmes. Tagadējā instrukcijā labuma ņķiru apraksts ievērojami paplašināts, kādēļ zaudējis daļu no agrākās pārskatāmības. Lai atgūtu agrāko pārskatāmību, sakopoju oficiālās instrukcijas svarīgākos aizrādījumus par aŗamzemes labuma ņķirām 25. tabulā (skat. lp. 442.), kuŗu varēs lietāt blakus oficiālai instrukcijai kā palīglīdzekli aptuvenai labuma ņķiras noteikšanai (ņaubīgos gadījumos priekšroka dodama oficiālai instrukcijai).

Pļavu augsnas ņķiro 8 labuma ņķirās pēc ražas lieluma un augsnas labuma, bet katru ņķiru atkarībā no siena labuma vēl sadala 3 grupās: a) grupa — zelmenis sastāv gandrīz vienīgi no graudzālēm un tauriņziežiem, b) grupa — zelmenis sastāv pa daļai no a — pa daļai no c — grupas augiem, c) grupa — zelmenis sastāv gandrīz vienīgi no grīšļiem, platlapju augiem un citām mazvērtīgām zālēm. Pļavu augsnu ņķiras, tām atbilstošais siena daudzums pirmā pļāvumā (kvint. no hektāra) un vērtība punktos ir sekojoši:

| Labuma ņķira ... | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
|-------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Siens raža kv/ha \geq | 35 | 30—35 | 25—30 | 20—25 | 15—20 | 10—15 | 5—10 | zem 5 |
| Punkti a—grupā | 120 | 102 | 84 | 66 | 48 | 30 | 12 | 6 |
| „ b— „ | 100 | 85 | 70 | 55 | 40 | 25 | 10 | 5 |
| „ c— „ | 50 | 43 | 35 | 28 | 18 | 10 | 4 | 2 |

Jāievēro tomēr, ka mēslotas vai drenētas pļavas vērtējamās pēc līdzīga rakstura nemēslotām vai nedrenētām pļavām. Ja pēc drenēšanas pagājuši jau 15 gadi un pļavai minerālpamatne, kuŗas īpašības minētā laikā uzlabojušās, tad pļava novērtējama pēc patreizējā stāvokļa, neņemot vērā mēslošanas ietekmi. Pļavu vērtību var pazemināt līdz 30%, ja pļava atrodas zemā, slapjā vietā, kas apgrūtina ražas novākšanu, vai arī, ja pļava cieš no plūdiem zāles augšanas laikā. Ja pļava atrodas tālāk par 1 km no saimniecības pagalma, tad tās vērtību var pazemināt no 5—30%, bet visu pazeminājumu kopsumma nedrīkst pārsniegt 50%.

Kā ganības vērtējamās tādas zemes, uz kuŗām bez periodiskas apstrādāšanas un mēslošanas aug vienīgi lopu ganīšanai izmantojama zāle. Ja ganības iespējams izmantot kā pļavu, tās vērtējamās kā pļava. Tīrumos ierīkotas ganības vērtējamās kā tīrumi. Pastāvīgas ganības iedalomas pēc zemes īpašībām un auglības 5 labuma ņķirās:

1. ņķira — zemes labums atbilst vismaz IV. ņķiras tīrumiem vai vismaz IIc, IVb, Va ņķiras pļavām.

Tabula aptuvenai aŗamzemes

| Labuma ņķira | Mazākais trūdvielu kŗrtas bie-zums (cm) | Mitruma apstŗkļi. | Mēchŗniskais raksturs | Reakcija |
|--------------|---|--|---|---|
| I. | 25 | Ļoti labi — kŗ sausos, tŗ slapjos gados. | Mŗlaugsna. | Tuva neutrŗlai vai vŗji sŗrmaina. |
| II. | 25 | Ļoti labi sausos gados, mazliet sliktŗki slapjos. | Mŗlaugsna | Tuva neutrŗlai vai vŗji sŗrmaina. |
| III. | 20 | Labi vieglŗkŗs augsnŗs. Smagŗkŗs augsnas jŗgrŗvo vai jŗdrenē. | Mŗlaugsna vai Grantsaugsna (kaļķaina). | Tuva neutrŗlai. |
| IV. | 18 | Labi vieglŗkŗs augsnŗs. Smagŗkŗs augsnas jŗgrŗvo vai jŗdrenē. | Mŗlaugsna, Grantsaugsna vai Kaļķa augsna | Tuva neutrŗlai. |
| V. | 16 | Viegls augsnas sausŗs vasarŗs tikai nedaudz cieŗ no sausuma. Smagŗkŗs augsnas noteikti jŗgrŗvo vai jŗdrenē. | Mŗlaugsna, Grantsaugsna, Kaļķa augsna vai Smiltsaugsna. | Tuva neutrŗlai vai vŗji skŗba. Samērŗ reti vidēji skŗba. |
| VI. | 14 | Neapmierinoŗi. Smagas augsnas rūpīgi jŗgrŗvo vai jŗdrenē. Sausŗ vasarŗ augi cieŗ no sausuma. | Kŗ V. ņķirŗ vai arī purvainas augsnas:
a) purvainas minerŗlaugsnas
b) Kultivēti zŗļu purvi (15 gadi). | Pa lielŗkai daļai vŗji vai vidēji skŗba, reti neutrŗla. |
| VII. | 12 | Slikti. Smagŗkŗs augsnas slikti uzsūc un novada ņdeņi. Augi sausŗs vasarŗs cieŗ no sausuma. | Kŗ V. ņķirŗ vai arī purvainas augsnas:
a) kŗdrainas minerŗlaugsnas
b) kultivēti zŗļu purvi (15 gadi). | Pa lielŗkai daļai vŗji vai vidēji skŗba, reti neutrŗla. |
| VIII. | 10 | Ļoti slikti. Smagŗkŗs augsnŗs augi ļoti bieŗi cieŗ no lieka mitruma, bet gandrīz visŗs no ilgstoŗa sausuma. | Kŗ V. ņķirŗ vai arī purvainas augsnas:
a) ar stipri smagu gleiju vai biezu orŗsteinu
b) kultivēti zŗļu purvi (15 gadi). | Pa lielŗkai daļai vairŗk vai mazŗk skŗba. |
| IX | | Ļoti slikti un grūti kŗrtojami. Augi bieŗi cieŗ no sausuma vai lieka mitruma. | Grants, kaļķa vai smiltsaugsnas. Purvainas augsnas: a) ar stipri akmeņainu gleiju vai biezu orŗsteinu
b) kultivēti sūnu purvi (15 gadu). | |
| | | Sausuma pazīmes: maz mŗla vai trūda, sekli akmeņi un klintis. Lieka mitruma pazīmes:
1) augsts pamatņdenis,
2) zilganpeļķa apakŗkŗrta vai 3) kŗdraina virskŗrta. | Mŗlaugsnas: I.—IX. ņķ Grantsaugsnas: III.—IX. „ Kaļķa augsnas: IV.—IX. „ Smiltsaugsnas: V.—IX. „ Purvainas augsn: VI.—IX. „ | Skŗbas augsnas (pH < 6) sastopamas galvenŗ kŗrtŗ tikai V.—IX. ņķirŗs. |

labuma šķiru novērtēšanai.

25. tabula.

| Krāsa
(sausai virskārtai). | Trūdvielu
satura ziņā. |
|--|---|
| Melna, melnbrūna vai dzeltenpelēka. | Bagāta. |
| Melna, melnbrūna vai dzeltenpelēka. | Bagāta. |
| Melna, brūna vai dzeltenpelēka. | Bagāta vai vidēja. |
| Iedzelteni pelēka vai brūna, retāk melna. | Bagāta vai vidēja. |
| Iedzelteni pelēka, retāk brūna vai melna. | Vidēja līdz bagāta. |
| Pa lielākai daļai gaiši pelēka, sevišķi, kad apžūst pēc lietus, retāk tumši pelēka vai melna. | Dažāda.
Arī kūdraina. |
| Pa lielākai daļai gaiši vai zilganpelēka, it īpaši pēc lietus, mitra daudz tumšāka, dažreiz melna. | Dažāda.
Arī kūdraina. |
| Bieži zilganpelēka, zemākās vietās arī melna. | Dažāda.
Arī kūdraina. |
| | Dažāda.
Arī kūdraina. |
| Gaiši pelēka krāsa sastopama VI.—IX. šķirās. Zilganpelēka krāsa sastopama VII.—IX šķirās. | Kūdrainas augsnes sastopamas VI.—IX. šķirā. |

Citas pazīmes.

Reljefs I.—III. šķirās pa lielākai tiesai līdzens vai ar nelielu slīpumu.

Sakārta I.—III. šķirās ir dena, ūdeni caurlaidoša.
(struktūra) IV. šķirā — pa lielākai daļai vidēji laba, ūdeni cauri laiž apmierinoši.

V. šķirā — smagās augsnās nevisai laba, dziļāko kārtu ūdens caurlaidība vāja.

VI. šķirā — smagās augsnās slikta, apstrādāšana grūta, apakškārtā blīva, maz caurlaidīga, pēc lietus — garoza.

VII. šķirā — smagās augsnās slikta, apstrād. grūta, maza ūdens caurlaidība.

VIII. šķirā — smagās augsnās slikta, apstrādāšana grūta, ūdens uzsūkšana un caurlaidība ļoti vāja.

Augsnas dziļums pie kaļķa augsnām:

IV. šķirā — dolomītu vai kaļķakmeņu slāņi tik dziļi, ka netraucē apstrādāšanu.

V. šķirā — dolomītu, kaļķakmeņu klintis vietumis jau traucē dziļu apstrādāšanu.

VI. šķirā — dziļāku apstrādāšanu traucē sekli gulošas klintis vai akmeņi.

VII. šķirā — dziļāku apstrādāšanu traucē sekli gulošas klintis vai akmeņi.

Augi bieži cieš no sausuma.

VIII.—IX. šķirās — stipri daudz akmeņu, kas traucē dziļāku apstrādāšanu.

Augi stipri cieš no sausuma, bet avotainās vietās no lieka mitruma.

Augsnas tips: I. un II šķirā var likt tikai mazpārveidotas augsnes (rendzinoidus un brūnzemes), bet stipri pārveidotas — pelnveidīgas un purvainas augsnes parasti novietojamas VI. līdz IX. šķ. ; augstāki tās vērtējamas, ja ar kultūru pirms 15 gadiem atkal ievērojami uzlabotas (nokārtoti mitruma apstākļi, uzlabota reakcija, padziļināta īsto trūdvielu kārtā u. t. t.).

Ražas: I. šķirā izcili augstas un maz atkarīgas no laika apstākļiem.

II. šķirā izcili augstas, tikai sevišķi slapjās vasarās pa daļai pazeminās.

III. šķirā ļoti augstas un normālos gados maz svārstīgas.

IV. šķirā vispār augstākas par vidējām Latvijā, bet smagākās augsnās pa atsevišķiem gadiem svārstīgas.

V. šķirā tikai drusku augstākas par vidējām Latvijā, samērā stabilas vieglākās augsnās, bet diezgan svārstīgas smagākās.

VI. šķirā caurmērā zem vidējām Latvijā, samērā stipri svārstīgas.

VII. šķirā zemas — ar samērā lielām svārstībām atkarībā no laika apstākļiem.

VIII. šķirā caurmērā ļoti zemas un svārstīgas.

IX. šķirā ļoti zemas ar lielām svārstībām pa atsev. gadiem.

Kultivējamie augi: augstākās šķiras augsnās labi padodas visi kultūraugi, bet zemākās — tikai mazāk prasīgas kultūras (rudzi, auzas, kartupeļi). Ābolīņš nepadodas zemākās šķiras augsnās.

II. šķira — zemes labums atbilst vismaz V. šķiras tīrumam vai IIIc un Vb šķiras pļavai.

III. šķira — zemes labums atbilst VI šķiras tīrumam vai VIa, VIb un IVc šķiras pļavai.

IV. šķira — zemes labums atbilst VII šķiras tīrumam vai Vc, VIc un VIIa šķiras pļavai.

V. šķira — zemes labums atbilst VIII vai IX šķiras tīrumam vai arī VIIb, VIIc vai VIII šķiras pļavai.

Ganību šķirām šādi tarifi punktos:

| Šķira..... | I | II | III | IV | V |
|--------------|----|----|-----|----|---|
| Punkti | 40 | 28 | 18 | 8 | 2 |

Ganību vērtība pazeminājama par 10% pie vidēja attāluma 1—1,5 km, par 20% pie vidēja attāluma 1,5—2 km un par 25% pie attāluma pāri 2 km no saimniecības pagalma.

„Kā meža zemes vērtējamās, neatkarīgi no koku lieluma un daudzuma, visas tās zemes, kas atstātas meža audzēšanai. Par meža zemi nav uzskatāmas ar atsevišķiem kokiem vai krūmiem apaugušas un kā ganības izmantojamas zemes, ja uz tām nav sagaidāma mežaudzes izveidošanās. Meža zemes iedalāmas 5 labuma šķirās jeb bonitātēs pēc meža zemes auglības un koku vidējā augstuma, saskaņā ar Mežu departamenta pieņemtām meža augšanas gaitas tabulām“. Tuvākas ziņas par meža zemju un citas nekustamas mantas vērtēšanu atrodamas kadastra likumā un attiecīgās instrukcijās. *Nederīga zeme* (purvi, ceļi, smiltāji, grāvji, pagalmi, zeme zem ēkām, ūdeņi), ja tā nedod ienākuma, nav vērtējama.

Kādas ir Latvijas augsnu labuma šķiras pa atsevišķiem apriņķiem un pagastiem, būs redzams tikai pēc pabeigtiem vērtēšanas darbiem, kas prasīs vairākus gadus laika. No agrākiem vērtēšanas darbiem ne vienmēr var dabūt pareizu jēgu par labuma šķirām. Tomēr daudzos gadījumos arī šie vecie dati, šķiet, visai tuvu īstenībai. Tā, piemēram, pirmās šķiras augsnas (pagasti nodokļu lieluma ziņā agrāk sadalīti desmit takses šķirās pēc aļamzemes vidējā labuma) sastopamas tikai divos apriņķos — Bauskas un Jelgavas. Bauskas apriņķī pirmā labuma augsnas uzrāda 6 pagasti: Bauskas, Ceraukstes, Īslīces, Mežotnes, Rundales un Švitenes, bet Jelgavas apriņķī 10 pagasti: Elejas, Jaunsvirlaukas, Jēkabnieku, Lielvircavas, Platones, Sesavas, Sīpeles, Šķibes, Vircavas un Zaļenieku. Augsnu pamatmateriāli šai rajonā, kā zināms, pa lielākai tiesai mālaina vai lesveidīga rakstura un arī nokrišņu te nav pārāk daudz. Tāpēc šē dominē agronomiskā un labuma šķiras ziņā augstvērtīgākie augsnu

tipi — rendzinoidi, brūnzemes un kultūraugsnas (datus par citiem apriņķiem un pagastiem skat. Z. Lancmaņa „Latvijas apriņķu un pagastu robežu karte“, 1926. g.).

Beidzot vēl jāaizrāda, ka tikai pēc kadastra darbu pabeigšanas būs iespējams sastādīt kaut cik detalizētas Latvijas augsnu tipu kartes, jo līdzšinējie mūsu augsnu kartēšanas mēģinājumi bija datu trūkuma dēļ pārāk nepilnīgi (skat. J. Vītiņa „Latvijas augsnu karte“, Latvijas ģeografijas b-bas krājumā „Ģeografiski raksti“, 1929. g.).

Literatūra.

Bamberg, A. Augsnas reakcija un kaļķošana. Lauksaimniecības Mēnešraksts. 1935.

Bamberg, K. Kaļķošanas un augsnas uzlabošanas materiāli. Lauku darbs un Zinātne. 1929.

Bamberg, K. Mēslošanas izmēģinājumu rezultāti. 1932.

Bamberg, K. un Krūmiņš, K. Organiskās vielas un slāpekļis Latvijas augsnās. L. U. Raksti, Lauks. fakult. sērija. 1930.

Blank, E. u. c. Handbuch der Bodenlehre. 10 sējumi.. 1929.—1932.

Galenieks, M. Latvijas purvu un mežu attīstība pēcdeduslaikmetā. L. U. Raksti, Lauks, fak. sērija. 1935.

Galenieks, P. Aprakti kūdras slāņi Ventas leļgala līdzenumā. L. U. Botaniskā dārza raksti. 1928.

Gļinka, K. Počvoveġeņije. 1931.

Kalniņš, A. Latvijas priedes tehniskās īpašības. 1930.

Krūmiņš, K. Reakcijas noteikšanas metodes un Latvijas augsnu reakcija. Lauku darbs un Zinātne. 1929.

Krūmiņš, K. Reakcijas noteikšanas metodes un Latvijas augsnu reakcija. Lauku darbs un Zinātne. 1929.

Krūmiņš, K. I. Mangāna saturs Latvijas ausnās un iežos. II. Mangāna dioksida ietekme uz chinhidronelektrodi. III. Mangāns kā apmaiņas baze. L. U. Raksti, Lauks. fakult. sērija. 1931.

Krūmiņš, K. Augsnas kalija skaitlis. Lauku darbs un Zinātne. 1935.

Kulitans, P., Krūmiņš, K., Bamberg, K. Lauksaimniecības analīze. I. Augsna. 1930.

Kulitans, P., Kaļķojuma ietekme uz ražu smilšainā un kūdrainā augsnā Rāmavā 1926.—19-0. Latv. Univ. Raksti, Lauks. fak. sērija. 1931.

Kulitans, P., Izmēģinājumi par izmantojamo augu uzturvielu saturu dažādās augsnas kārtās. Lauku darbs un Zinātne. 1935.

- Kupffer, K. Baltische Landeskunde. 1911.
- Nomalis, P. Latvijas purvi. Ģeografiski raksti. 2. sējums. 1930.
- Rozenšteins, E. un Lancmanis, Z. Latvijas avotkalķi. Ekonomists. 1924.
- Rozenšteins, E. un Lancmanis, Z. Latvijas saldūdeņu kalķi. Ekonomists. 1928.
- Sokolovs, N. O vozraske i evoluciji počv. Trudi počvennovo inst. imeņi Dokučajeva. Vip. 6. 1932.
- Tjurin, J. Kurs počvovegeņija. 1933.
- Thoms, G. Wertschätzung der Ackererden. Mitteil. III. 1900.
- Upelnieks, Kr. Kurzemes lauksaimniecība hercoga Jēkaba laikā. Lauks. mēnešraksts. 1935.
- Waksman, S. Principles of soil mikrobiology. 1927.
- Vītiņš, J. Latvijas smiltis un smilts zemes. 1924.
- Vītiņš, J. Zemes mācība. 1917.
- Vītiņš, J. Latvijas augsnu ģeografija. Ģeografiski raksti. 1. sēj. 1929.
- Vītiņš, J. Mālaino augsnu veidošanās reljefa zemākās vietās. Lauku darbs un Zinātne. 1935.
- Vītiņš, J. Kalņa trūkums Latvijas zemēs. 1924.
- Zemītis, N. Augsnas fiziskās īpašības dažos Latvijas mežaudžu tipos. 1934.
- Anweisung der Livländischen Gouvernements-Schätzungskommission an die Kirchspiels-Schätzungskommissionen und Taxatoren zur Ausführung der Schätzungsarbeiten in Grundlage des Gesetzes von 4. Juni 1901., 1905.
- Kadastra likums un instrukcija. 1934.

Asistents Jūlijs Eiduks.

Latvijas derīgie izrakteņi.

Dabas māmuļa mūs diezgan skopi apveltījusi savām balvām. Tāpēc bieži dzirdam valodu: Latvijas zemes klēpī nav nekādu vērtīgu izrakteņu, jo, lūk, nav tur dzelzs rūdas, akmeņogļu, sāls, zelta un naftas. Tiesa, šo vielu mums nav, vai tikpat kā nav (attiecībā uz dzelzs rūdu), bet toties mums ir daudzi citi derīgi izrakteņi. Bieži tie šķietās tik pazīstami, ka mēs tos nemaz lāgā neievērojam un tiem nepiegiežam pelnīto ievērību. Tomēr viņi ir tie, kas palīdz mums tikt pie citurienes zelta un dod arī svarīgus materiālus pašu vajadzībām.

Latvijas pastāvēšanas laikā vesela rinda pētnieku un zinātnieku ir strādājuši pie mūsu dzimtenes nepazīto dabas bagātību izpētišanas.

Sevišķi lieli nopelni šai darbā ir nel. prof. E. Rozenšteina un nel. skolot. Z. Lancmanim. Tikai pateicoties viņu lielai enerģijai un darba mīlestībai mēs savus derīgos izrakteņus vairāk vai mazāk pilnīgi pazīstam. Viņu devīze bija: „Vairāk cieņas un uzmanības mūsu tēvijas derīgiem izrakteņiem, par svētību mūsu valstij“.¹⁾

Ka šī uzmanība var mums palīdzēt un noderēt, to norāda profesora E. Rozenšteina pētījumu praktiskie panākumi: daudzas fabrikas ārzemju izejmateriālu vietā sāk lietāt vietējos izejmateriālus. Lai minam cukurfabrikas, kas ārzemju kaļķakmeņu vietā tagad lietā tikai vietējos kaļķakmeņus, tālāk porcelāna, smalkfajansa un pa daļai stikla fabrikas, kas ārzemju kvarca vietā tagad lietā vietējās baltās smiltis. Tomēr ne tikai ārzemju izejmateriālu aizvietošanā gūtas sekmes, vajadzēja arī mūsu izrakteņus pareizi sadalīt pa izmantošanas nozarēm. Atkal prof. E. Rozenšteins bija tas, kas portlandcimenta ražošanai ieteica mūsu cechšteina kaļķakmeni kā pie-

¹⁾ E. Rozenšteins. Latvijas derīgie izrakteņi un to izmantošana. Geogr. raksti II, 1930.

mērotāko, atstājot agrāk lietātos saldūdeņu kalķus lauksaimniecības (zemes kalķošanas) vajadzībām.

Mūsu nenogurstošā veselības ūdeņu un dūņu pētnieka profesora J. Kupča darbi arī vaiņagojušies praktiskiem sasniegumiem. Tagad mums ir vesela rinda dziedniecības ūdeņu un labi ierīkotu veselības iestāžu, kas ietaupa to valūtu, ko agrāk ļaudis izdeva braucot uz cieturieni ārstēties, un arī, pievelkot ārzemniekus, iepludina mūsu valsts kasē zeltu.

Profesora P. Nomaļa plašie vērojumi un vispusīgie darbi par Latvijas purviem un kūdru ir palīdzējuši pašā pēdējā laikā nodibināties uz zolīdākiem pamatiem mūsu kūdru ražojošai rūpniecībai.

Bez šīm nozarēm, kur kautkas jau ir panākts, vēl ir nozares, kas gaida pētniekus, savus modinātājus. Kaut interese un izturība šinī virzienā būtu daudziem! Šāds darbs ir cēls darbs, jo tas veicinās Latvijas uzziedēšanu un stiprinās mūs dzimtās zemes mīlestībā.

Šim rakstam par pamatu ņemti prof. Dr. E. Rozenšteina un Z. Lancmaņa darbi²⁾ par Latvijas derīgiem izrakteņiem, kur arī atrodams plašs literatūras saraksts. Daudzi dati un citāti smelti arī vēl no prof. J. Kupča, prof. P. Nomaļa, priv. doc. K. Bamberga, priv. doc. K. Krūmiņa, asistenta O. Meļa, pedologa J. Vītiņa, kalnu inž. A. Lielausa, kalnu inž. J. Gailiša, kalnu inž. M. Gutmaņa u. c. darbiem.

Šinī rakstā ievietotās statistiskās ziņas laipni sniedza Valsts statistiskā pārvalde, dz-ļu virsvalde un šoseju un zemes ceļu departaments.

Datus par Latvijas zemes krāsu rūpniecību man sagādāja M. Kalniņa ķīmiskā fabrika.

Visām personām un iestādēm, gan šeit pieminētām, gan nemiņētām, kas atbalstījušas un veicinājušas šī apcerējuma sastādīšanu, lai mīļš paldies.

Latvijas derīgie izrakteņi pēc izmantošanas nozīmes iedalāmi:

- a) nozīmīgos derīgos izrakteņos,
- b) mazāk nozīmīgos derīgos izrakteņos un
- c) problēmatiskos derīgos izrakteņos.

Nozīmīgie derīgie izrakteņi ir tie, kuŗu izplatība un krājumi lieli un ko praktiski izmanto vai nu tieši, vai arī kas no-der kā izejvielas dažādiem rūpniecības izstrādājumiem.

²⁾ E. Rozenšteins un Z. Lancmanis. Latvijas derīgo izrakteņu pētīšana un izmantošana. Ekonomists 1932. Nr. 23/24.

Te pieskaitāmi:

- 1) māli,
- 2) kaļķakmeņi,
- 3) saldūdeņu kaļķi,
- 4) dolomīti,
- 5) ģipšakmens,
- 6) smiltis,
- 7) grants, oļi un laukakmeņi,
- 8) kūdra,
- 9) minerālūdeņi un dūņas.

Mazāk nozīmīgi derīgi izrakteņi sastopami mazākos vairumos un to īpašības ne vienmēr atbilst attiecīgu tehnisku izejvielu prasībām. To izmantošana ir saistīta tehniskām grūtībām un tāpēc bieži neatmaksājas.

Šeit jāpiemin:

- 1) dzelzsrūdas,
- 2) krāsu zemes,
- 3) brūnogle,
- 4) pirīts,
- 5) krīts un
- 6) dzintars.

Problēmatiskie izrakteņi. Šeit pieskaitāmi tie izrakteņi, kas vispār sastopami zemes garozas dziļākās kārtās un kuŗu atrašanās iespējamības Latvijā nav vēl pilnīgi noskaidrotas. Tie ir:

- 1) vārāmā sāls un
- 2) nafta.

Nozīmīgie derīgie izrakteņi.

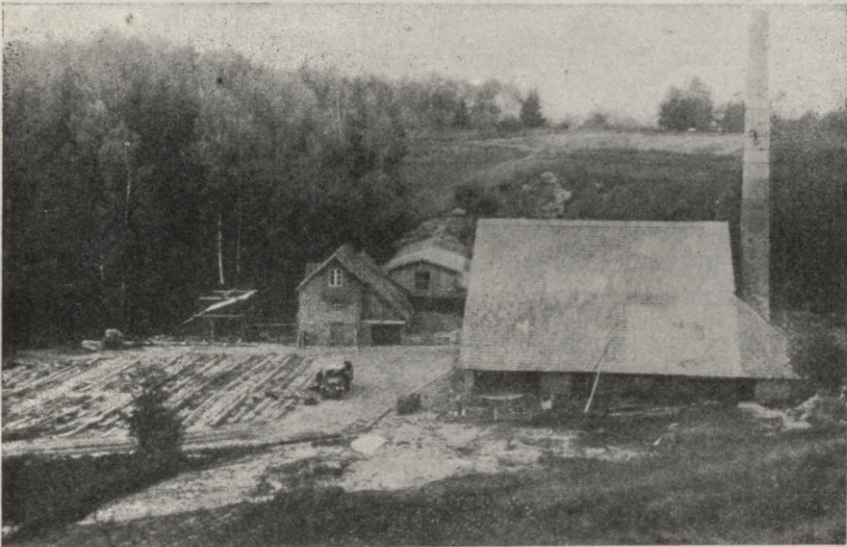
1. Māli.

Līdz šim vēl nav aptveroša un vispārīga apzīmējuma, kas ir māls. Prof. P. A. Zemjatčenskis par mālu sauc katras zemainas minerālu masas, kas dod ar ūdeni plastisku mīklu, kuŗa pēc izžūšanas spējīga paturēt viņai piedoto veidu un pēc apdedzināšanas piejemt akmeņveidīgu cietumu.

Šīs minerālu masas ir radušās dažādā veidā, gan ķīmiski, gan mēchaniski sadēdot laukšpātu u. c. līdzīgus minerālus saturošiem iežiem. Mālu dažādība ir ļoti liela. Mūsu valodā blakus vārdam „māls“ ģeologi bieži lietā vārdu „glūda“, ar kuŗu tie apzīmē treknus mālus.

Mālus var dažādi sagrupēt, klasificējot pēc:

- 1) fiziko-techniskām īpašībām: plastiski māli, trekni, liesi, kārtaini u. t. t.
- 2) pēc piemaisījumu satura: smilšaini, putekļaini, kaļķaini, dzelžaini, vizlaini,
- 3) pēc pielietāšanas:
 - a) augstvērtīgi: kaolīns, ugunsdrošie un smalkfajansa māli,
 - b) zemākas kvalitātes: klinkera un ķieģeļu māli un
- 4) pēc ģeoloģiskās piederības.



1. att. Cēsu Eglīša ceplis un devona māla raktuves pie Bērzaines.

Latvijas mālu īpašības un izlietāšanu aplūkosim ģeoloģiskās piederības kārtībā, sākot ar vecākām formācijām.

Devona formācijas nogulumi ir visvecākie Latvijā. Māli sastopami gan vidus devona, gan augšdevona stāvos ļoti dažādās krāsās. Valda sarkanie, violetie, dzeltēni-brūnie, zaļie un zilie toņi. Parasti šie māli ir ar līdzveidīgiem citās krāsās mālu (sevišķi



2. att. Tūjas Jūrasdzeņu devona māla raktuvju krasts.

zaļganu) ieslēgumiem. Šo mālu krājumi Latvijā ir lieli. Vidusdevona māli redzami dziļāko grāvu un upju krastos: Ziemeļvidzemē starp Siguldu un Valmieru, sevišķi Cēsu apkārtnē (1. attēls), tad ap Rūjienu, Ziemeļvidzemes jūrmalā ap Liepupi (2. att.), Ķirbižiem, tad Kurzemes ziemeļu daļā ap Dundangu u. c. Dažu šo krājumu spēcīgumu un izplatību ir pētījuši Z. Lancmanis ar J. Eiduku³⁾.

Vidusdevona formācijas māli nesatur ogļskābo kaļķi, ir gan ļoti trekni (sarkanie un brūnie), gan liesi (violetie un zaļie) ar bagātu vizlas saturu. Tos izlietā būvkeramiskiem izstrādājumiem: ķieģeļiem, drenām un kārņiņiem (dakstiņiem), retāk podniecības izstrādājumiem, jo tiem grūti piemērojamas glazūras. Apdedzinātu mālu priekšmeti ir tumši sarkanā krāsā un mēchaniski ļoti izturīgi.

Beidzamo gadu pētījumu rezultāti rāda, ka devona un daži izskalotie kvartārie māli derīgi arī vērtīgāku izstrādājumu izgatavošanai. Nelaikā viņsaulē aizgājušais prof. E. Rozenšteins, pētot mūsu mālus, ievēroja, ka daži devona formācijas māli samērā viegli saķepē, sablīvējas, bet to miksttapšanas un kušanas temperatūra izrādījās apm. 100° C augstāka. Sakarā ar šādu novērojumu E. Ro-

³⁾ Z. Lancmanis un J. Eiduks. Devona mālu krājumu apmēru novērtēšanas darbi Dundangas, Tūjas, Siguldas un Cēsu apk. Ekon. 1933. Nr. 12 un 20.

zenšteina radās doma šos mālus izmēģināt klinkeru ražošanai. Vispār klinkeru ražošanai noder tādi māli, kuŗiem intervāls starp saķepēšanas un mīksttapšanas (kušanas) temperatūrām ir vismaz 80—100° liels. Par klinkeriem sauc tādus stipri apdedzinātus, pilnīgi vai gandrīz pilnīgi saķepējušus ķieģeļus, kuŗu drumstala ir blīva, taču ne stiklaina (parastie sakusušie ķieģeļi); klinkeru spiedes pretestībai jāpārsniedz 350 kg/cm² un ūdens uzsūkšanas spējai jābūt mazākai par 5%.

Profesora E. Rozenšteina vadībā ar Finanču ministrijas materiālu atbalstu šos darbus sāka šī raksta autors, kuŗš arī pēc E. Rozenšteina nāves tos turpināja un nobeidza. Rezultātus visā pilnībā tuvākā nākotnē publicēs, bet īss svarīgāko datu kopsavilkums publicēts *Ekonomistā*⁴⁾. Šinī rakstā autors norāda arī uz klinkeru lielo nozīmi šoseju bruģēšanā un pielietāšanu citās valstīs.

Latvijas klinkeru paraugi izrādījās augstas kvalitātes. Sausā veidā pagatavotu klinkeru spiedes pretestība sasniedza 2500 kg/cm² un vairāk. Vācijas slaveno Oldenburgas klinkeru spiedes pretestība ir ap 1250 kg/cm², Jelgavas apkārtnes ķieģeļu ap 200 kg/cm². Dilšana mūsu klinkeriem niecīga, bet liela izturība pret triecieniem. Būtu vēlams, ka attiecīgās iestādes piegrieztu klinkeru jautājumam nopietnu vērību un sāktos rūpnieciskās izgatavošanas mēģinājumi.

Bez izlietāšanas bruģu materiālam, mūsu klinkeri noderīgi monumentālām celtnēm un ūdens būvēm. No māla, no kuŗa ražo klinkeru ķieģeļus, var ražot blīvas klinkeru plāksnes — flīzes, ar kuŗām var aizvietot importējamās akmeņpreces grīdu flīzes, tad vēl kanālizāciju caurules un blīvus akmeņprecei līdzīgus traukus. Dažos šādas pasugas traukos var pat vārīt.

Augšdevona formācijas māli satur arī karbonātus. Tādi māli klinkeru izgatavošanai neder. Salaspils apgabalā no Daugavas līdz Juglai zem dilūvija nogulumiem ir izplatīts pelēks un zaļš devona māls. Šis māls atrodams arī starp ģipša un mālus saturoša dolomīta kārtām. Vietējie iedzīvotāji dažreiz ar šo mālu dulķi ūdenī krāso istabas sienas. Bēma fabrika šo mālu no dažiem slāņiem izlietā krāsns podiņu izgatavošanai.

Šo mālu minētā pasuga ir stipri smalka un parasti ar lielu kaļija saturu. Rīgas I rajona insp. J. Barviks savā rakstā „Rīgas ze-

⁴⁾ J. Eiduks. Pētījumi par dažu Latvijas mālu noderīgumu bruģa klinkeru ražošanai.

mes un viņu bagātības“ atzīmē šādu sastāvu Pļavenieku un Blaņķu virsējo slāņu māliem.

| | Blaņķu māls
% | Pļavenieku māls
% |
|---|------------------|----------------------|
| SiO ₂ | 49,43 | 49,04 |
| Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ | 27,39 | 25,65 |
| CaO | 2,86 | 2,51 |
| MgO | 4,45 | 6,55 |
| K ₂ O | 6,55 | 6,09 |
| CO ₂ | 1,65 | 1,12 |
| SO ₃ | 5,94 | 3,95 |
| Duļķes zem 2 mm ∅ | 92,79 | 81,76 |

Liels kalija saturs izceļ šos mālus. Neatvairāma ir doma, ka šādi māli derētu kā kalija avots mūsu rūpniecībai un lauksaimniecībai, tikai vajadzētu atrast noderīgu pajēmienu kalija iegūšanai.

Karbonātu bagātie māli ir t. s. merģeļi, parasti irdeni un gaiši pelēkā vai baltā krāsā. Mālus pēc karbonātu satura var sagrupēt šādi.

| | Kalc. karb. + dolom.
% |
|------------------|---------------------------|
| Māls | 0 — 5 |
| Merģeļains māls | 5 — 10 |
| Māla merģelis .. | 10 — 40 |
| Merģelis | 40 — 75 |

Merģelis sastopams plašos apmēros Doles salā, kur to arī izmanto. Viņš noderīgs balto krāsns podiņu un vispārīgi ordinārā fajansa izstrādājumu izgatavošanai.

Permas un terciārās formāciju māli sastopami Aizputes apriņķa dienvidus daļā. No šiem svarīgākie ir terciārie māli, kas sastopami Meldziras apkārtņē, tieši zem brūnogles. Spilgtas, noteikti iezīmētas robežas starp ogli un šo mālu nav: ogle, uz leju palikdama arvienu mālaināka, pamazām pāriet melnā mālā. Vietām mālu krāsa ir arī pelēcīga. Māla slāņa biezums diezgan svārstīgs, parasti sasniedz 1,2 m. Lai noskaidrotu Meldziras māla īpašības, to savā laikā ir nodevis izmeklēt Meldziras muižas īpašnieks Kauls.

1901. g. profesors Voislavs, Pēterpili ir šo mālu analizējis, bet 1935. g. autors analizēja prof. Dossa 1913. g. ievākto māla paraugu, kas jemts Lētižas upes labajā krastā Pulvernieku māju robežās, tieši zem brūnogles.

Analīzes rezultāti:

| | Voislava analīze
0/0 | J. Eiduka analīze
0/0 |
|--|-------------------------|--------------------------|
| Karsēšanas zudums (gaist. vielas) | 8,75 | 11,24 |
| Kramskābe (SiO ₂) | 64,34 | 61,17 |
| Alumīnija oksīds (Al ₂ O ₃) | 18,79 | 22,36 |
| Dzelzs oksīds (Fe ₂ O ₃) | 0,31 | 0,69 |
| Kalcija oksīds (CaO) | 0,50 | 0,65 |
| Magnija oksīds (MgO) | 0,48 | 0,70 |
| Kalija un natrija oksīdi (K ₂ O + NaO) | 2,19 | 0,64 |
| Titana oksīds | nen. | 1,27 |
| Kopā | 95,36 | 99,72 |

Analizētie paraugi bija izžāvēti līdz pastāvīgam svaram 100 līdz 120° C temperatūrā.

Brūnogļu māli bieži ir ugunsizturīgi. 1901. gadā prof. Bišofs šī māla 13 paraugiem (jauns paraugs jemts ik no katriem 10 cm) ir noteicis ugunsizturību. Visus 13 paraugus apdedzinot 26 SK temperatūrā (t. i. temp., kuŗa norobežo normālo ugunsizturīgo mālu no parastā neugnsdrošā māla) izrādījies, ka visi 13 paraugi bijuši sakusuši melnā spīdīgā stiklā.

Apdedzinot paraugus reduc. atmosfērā apm. 1500° C temperatūrā, izrādījies, ka paraugi 1—3, tad 7—11 un 13 vēl paturējuši savu formu, 4, 5 un 12 bijuši apkusuši un Nr. 6 pilnīgi sakusis bumbā.

Nosakot Dossa analizētā parauga kušanas punktu (SK deformēšanās temp.), tas atrasts 27 SK, masa pie tam bija uzpūsusies. Tālākos mēģinājumus nevarēja izdarīt vielas trūkuma dēļ.

Savelkot šos rezultātus jāsap, ka mūsu terciārās formācijas brūnogļu mālu daži paraugi ir pieskaitāmi ugunsdrošo mālu grupai. Tas gan nav noderīgs augstvērtīgu ugunsdrošu izstrādājumu izgatavošanai, bet no tā varētu ražot ķieģeļus parasto apkurināšanas krāšņu, maizes ceptuvju u. t. t. izklāšanai (izoderēšanai). Sīkāk izmeklējot tos (ja radīsies iespēja iegūt pietiekoši lielus paraugus) varēs vēl atrast nozares (smalkfajanss, akmeņprece) šo mālu izlietāšanai.

Kvartārās formācijas māli, kas radušies ledus laikmetā, iedalāmi:

- a) akmeņainos morenu mālos un
- b) bezakmeņu mālos.

Leduslaikmeta akmeņainie morēnu māli atnesti pie mums ar leduslaikmeta šļūdoņiem. Tiem nav kaut cik noteikta mēchaniska un ķīmiska sastāva, jo tanīs ietilpst vairāk vai mazāk visi tie nogulumi, kas pirms leduslaikmeta bija zemes virskārtā un kuri iejaucās ledū, kad šļūdoņi gāja tiem pāri. Šādu mālu Latvijā ļoti daudz visās Latvijas daļās, sevišķi reljefa augstākās vietās. Zemākās vietās virs tiem sastopami jaunākie uznesumi — smiltis un merģeļa māli bez akmeņiem. Tie, leduslaikmetam izbeidzoties, nosēdušies no ledus kušanas ūdeņiem. Praktiskā noderība tiem ļoti niecīga. Akmeņainos morēnu mālus vienīgi lietā mālu kleķu būvēm un kloniem.

No leduslaikmeta akmeņainiem morēnu māliem, kas satur lielākus kaļķakmeņus (parasti silūra), ar kaļķiežiem nabadzīgākos apvidos, piem. ziemeļu Vidzemē un Kurzemē izlasa lielākus akmeņus un apdedzina kaļķu cepļos, tādējādi iegūstot dedzinātus kaļķus.

b) Bezakmeņu mālu grupā ietilpst vairākas pasugas. Nozīmīgākie ir pārskalotie māli, kas visi cēlušies no akmeņaina māla pārskalošanas.

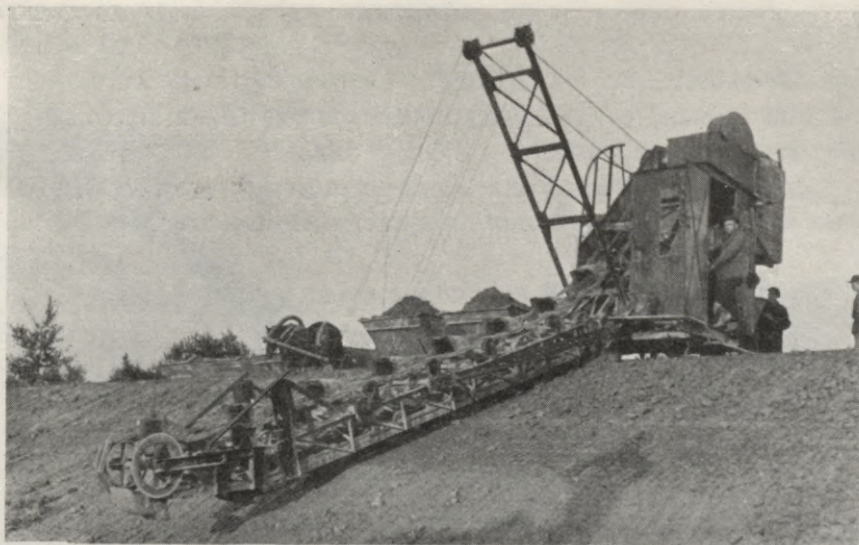
Kvartārie pārskalotie māli iedalāmi:

- 1) taukos pārsk. mālos un
- 2) liesos pārsk. mālos.

Taukie pārskalotie māli ģeoloģiskās izcelšanās ziņā ir vecāki par liesajiem māliem. Šie taukie pārskalotie māli ir ar skaidri saredzamu sikkārtainu struktūru, tāpēc tos parasti sauc par slokšņu māliem (Bänderton). Slokšņainums radies māliem periodiski nogulsņējoties leduslaikmetam izbeidzoties kušanas ūdeņu nosprostu ezeros, ledus malas tuvumā. Šo mālu krāsa dzeltēni brūna, vietām arī dzeltēni pelēka. Smilšu šos mālos ļoti maz, bet gan liels smalko daļiņu saturs. Parasti slokšņu māli satur ogļskābo kaļķi un magniju smalkā sadalījumā. Karbonātu daudzums (Ca/MgCO_3) svārstīgs, apm. no 16—23%, pie kam ogļskābā magnija (MgCO_3) 2—3 reizes mazāk kā ogļskābā kaļķa (CaCO_3).

Vislielākie slokšņu mālu krājumi ir Rīgas-Jelgavas līdzenumā, tad pie Ventspils, Lubānas līdzenumā, pie Daugavpils u. c.

Šiem māliem liela tehniska vērtība. Viņi noder kā ļoti labs izejmateriāls ķieģeļu izgatavošanai. Parasti ķieģeļu izgatavošanā



3. att. Pārskaloto smilšaino mālu rakšana ar bagaru (A. Tailors un biedri).

šos mālus vēl liesina vai nu smiltīm, vai sasmalcinātām jau izdedzinātu ķieģeļu drumslām (piem. Villaine ķieģeļrūpniecībā).

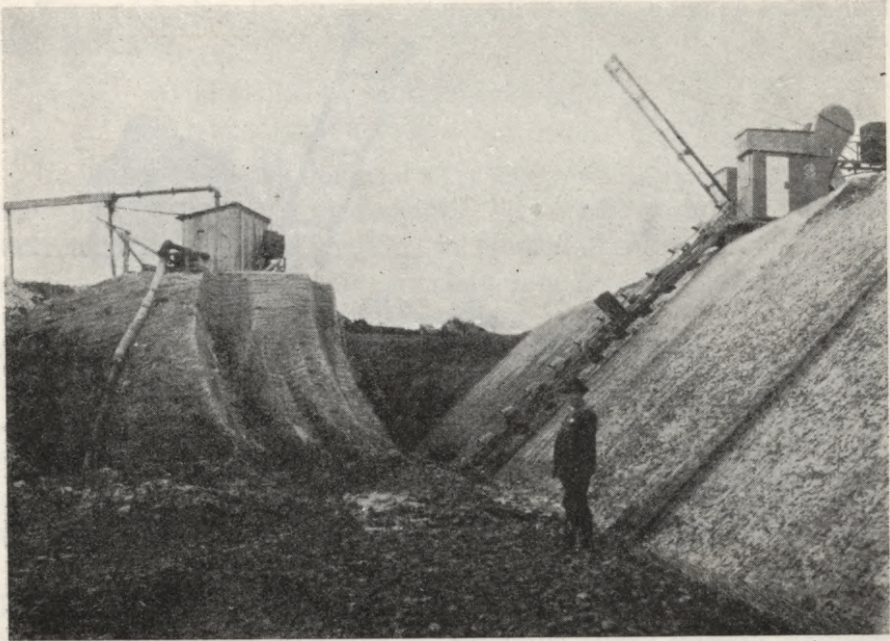
Pēc apdedzināšanas ķieģeļiem ir iesarkana, rožaina krāsa. Šos mālus plaši pielietā arī Rīgas un Jelgavas podniecības, jo šādu mālu izstrādājumiem viegli piemērojamas glazūras.

Rīgas cementfabrika C. Ch. Schmidt A/S slokšņu mālus lietā arī portlandcimenta ražošanai. Minētā fabrika savām vajadzībām mālus rok Ozolnieku pag. Lielērcēs (3. att.), Iecavas krastā. Šeit slokšņu māls sastopams 6, 5—7 m spēcīgā slānī, kas segts ar 3—4 m biezu smilšu virskārtu. Zem šī māla atrodās akmeņains, cementa ražošanai nederīgs, māls.

Māla rakšanu izdara ar elevātoru bagaru. Izrakto mālu ievieto vagonetēs. Dīzeļa lokomotīve veselu rindu šādu vagonēšu aizvelk uz Poļu pietātni (atrodas uz Rīgas-Jelgavas dzelzceļa līnijas), kur mālu no vagonetēm saņem dzelzceļa preču vagonos. Katru dienu cementfabrikā ievēd ap 8 vagoni mālu.

Liesie pārskalotie māli ir izcelšanās ziņā jaunāki par slokšņu māliem. Parasti sastopami pelēkā vai pelēki zaļganā krāsā ar neskaidru slāņainu struktūru. Šie māli satur vairāk karbonātus kā slokšņu māli, daudz smilšu, bet dzelzs savienojumu mazāk (skat. 1. tabulu).

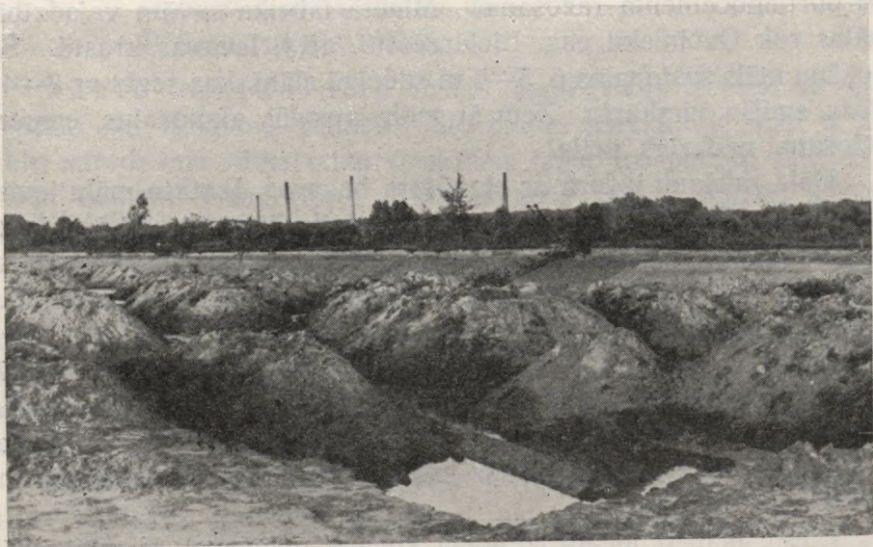
Liesie māli ir ideāla izejviela ķieģeļu ražošanai, jo māli ir ērti izrokami (parasti lielākas ķieģeļnīcas to izdara ar bagariem), viegli samīcami un ērti no tiem izveidojami ķieģeļi.



4. att. Mālu raktuves Lielērcēs.

No šiem māliem ražoto dedzināto ķieģeļu krāsa ir iedzeltena. Šie ir tā saucamie „baltie ķieģeļi“.

Ļoti bagātīgi liesā pārskalotā māla krājumi ir Lielupes krastā



5. att. Sab. Tailors un biedri mālu raktuves Valgundes pag. Mazgrašos.

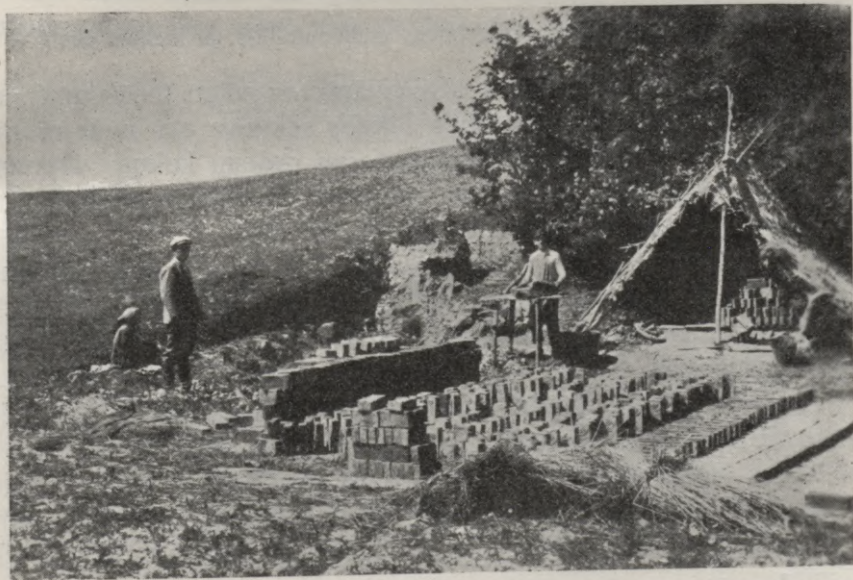
Kalnciema apkārtnē, kur attīstījusies spēcīga balto ķieģeļu rūpniecība (4. un 5. att.).

Jaunāko laiku māli. Vietām Kurzemes piekrastē sastopami Ancilus un Litorinas periodu māli. Tie nogulušies tanī laikā, kad jūra apklāja vēl daļu tagadējās sauszemes. Šai grupā jāpieskaita arī t. s. ezeru mergēļi, kas atrodami agrāko ezeru dibenos. Viņi satur līdz 50% kalcija un magnija karbonātus ļoti smalkā sadalījumā.

Ķieģeļrūpniecība. Ķieģeļus var gatavot tikai no tāda māla, kas nesatur kaitīgus piemaisījumus, it īpaši lielākus kaļķakmeņu un dolomītu graudus.

Tur, kur māla slāņi iznāk zemes virskārtā, ogļskābais kaļķis no māla izskalots (izskalotie māli), bet dziļākās kārtās tas atkal nogulies un devis lielākus sacietējumus — t. s. konkrēcijas. Šāds māls ķieģeļrūpniecībā nav derīgs, jo apdedzinot ogļskābais kaļķis pārvēršās dedzinātā kaļķī, kas vēlāk, uzņemot mitrumu, veldzējas un pieaugot tilpumā rada plaisas ķieģeļi. Mālos pielaižami tāpēc tikai tādi kaļķa un dolomīta graudiņi, kas lielāki par 3 mm, bet nepārsniedz 10 mm, ja tie pēc apdedzināšanas un saslapināšanas ar ūdeni neveldzējas un nesaplēš ķieģeļi.

Mālus ar akmeņiem nevar pārstrādāt, jo no tiem nekādi labi ķieģeļi neiznāk. Piemērs — bij. Zandberga un b-ru ķieģeļnīca Pāvilostā. Tur netika jemts vērā apstākļi, ka nav iespējams ar skrej-



6. att. Ķieģeļu veidošana rokām, formas apdedzināšana saulē (Linavas pag. Jaunlatg. apr.).

dzirnavām un valčiem sasmalcināt grantainus mālus tā, lai oļu drupatas, sevišķi kaļķakmeņu, kaut kniepadatas galviņas lielumā, nebūtu kaitīgas. Mālu dulķošana būtu pareizais ceļš, bet šī operācija ķieģeļu ražošanā neatmaksājas. Tā saucamās akmeņu izdalīšanas mašīnas arī parasti nedod to, ko reklāmas par tām stāsta.

Latvijā ķieģeļu mālu sagatavošanai lietā gan vienkāršus pajēmienus (izsaldēšana un mālu samīcīšana ar zirga ģēpela mīcītāju), gan speciālas mašīnas (6., 7. un 8. att.). Apdedzināšana notiek gan vienkāršos lauku cepļos, gan Hofmaņa cepļos. Kur visvairāk ķieģeļu cepļu, to norāda klātpieliktā karte (465. lpp.).



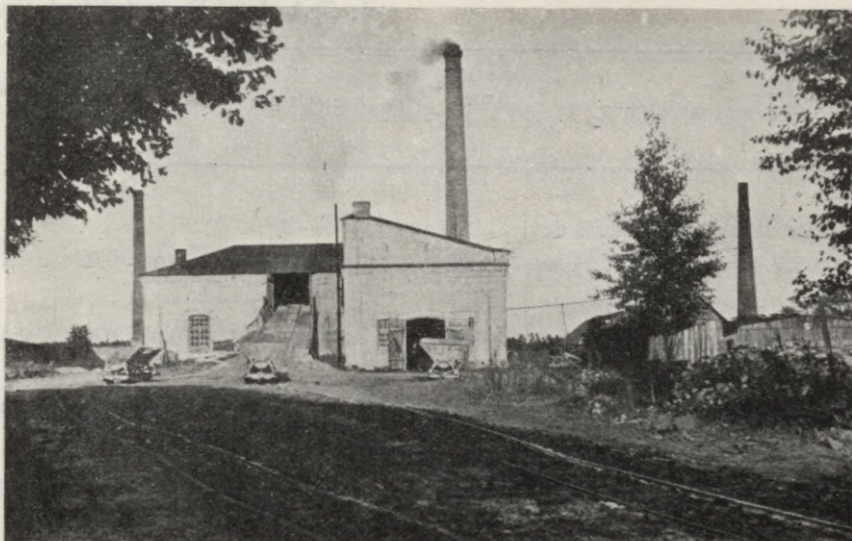
7. att. Tūjas Jūrasdzeņu ķieģeļnīcas mālu mīcītājs un ķieģeļu cepļis.

Ķieģeļrūpniecības sākumi attiecināmi uz vācu ienākšanas laikiem Latvijā. Kurzemes hercogs Jēkabs sekmēja arī ķieģeļrūpniecību, kas mazos apmēros darbojusies jau ordeņa laikos. Hercoga Jēkaba laikā darbojās ap 15—20 ķieģeļnīcu, kas bija novietotas galveno tiesu Lielupes, Ventas un Abavas baseinos.

Ķieģeļrūpniecība attīstījās tālāk pēc Kurzemes pievienošanas Krievijai (1795.), kad uzplauka Rīgas un Jelgavas tirdzniecība. Ķieģeļi ražoti lauka krāsnīs, kuņu atliekas vēl redzamas Lielupes krastā augšpus Jelgavas.

Pirmie ķieģeļu ražotāji lauka krāsnīs bijuši krievi. Latvijas teritorijā pirmo Hofmaņa loka krāsni uzcēlis G. Armitstets 1872. g. Valgundes Mazgrašos, bet otru — 1874. g. Džons Tailors (ieceļojis angļis) Valgundes Lielgrašos — Kalnciema apkārtnē (9. att.). Pēc tam arī krievu ķieģeļnieki pārbūvējuši lauka krāsnis par loka krāsnīm.

Ap 1890. g., kad labvēlīgie lauksaimniecības un tirdzniecības



8. att. Sab. A. Tailors un biedri mālu sagatavošanas ēka.

apstākļi bija radījuši lielus ietaupījumus un bankās bija viegli pieejams kredīts, Rīga pārdzīvoja būvju „drudzi“. Galvenais ķieģeļrūpniecības rajons izveidojās Kalnciemā, Lielupes kreisā krastā — 2 km attālumā tur bija 13 fabriku skursteņi. 1900. g. Lielupes baseinā bija 53 loka krāšnis, kas ražoja ap 120 milj. ķieģeļu, galvenā kārtā Rīgas un Jelgavas vajadzībām. Sākot ar 1909. g. ķieģeļu rūpniecība atkal sāka strauji attīstīties un katru gadu cēla



9. att. Izveidoto «balto ķieģeļu» izklāšana žāvēšanas lauciņos.

1. Tabula. Dažādu Latvijas mālu

| Nē | Apzīmējums | Karsē-
šanas
zud.
0/0 | CO ₂ | SiO ₂ | Kop.
Fe kā
Fe ₂ O ₃
0/0 | FeO
0/0 | MnO
0/0 | TiO ₂
0/0 | Al ₂ O ₃
0/0 |
|-----|--|--------------------------------|-----------------|------------------|--|------------|------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 1. | Tūjas Jūrasdzeņu brūnais devona formācijas māls | 4,90 | — | 60,70 | 8,91 | 0,65 | 0,02 | 1,18 | 16,14 |
| 2. | Tūjas Jūrasdzeņu sarkanais devona formācijas māls | 3,07 | — | 73,47 | 5,41 | 0,23 | 0,05 | 1,1 | 12,64 |
| 3. | Tūjas Jūrasdzeņu violetais devona formācijas māls | 3,42 | — | 72,40 | 5,25 | 0 | 0,066 | 0,95 | 13,09 |
| 4. | Tūjas Jūrasdzeņu zaļais devona formācijas māls | 3,06 | — | 74,19 | 3,34 | 0,34 | 0,032 | 1,06 | 13,31 |
| 5. | Dundagas sarkanais devona māls | 5,15 | 1,32 | 64,32 | 6,52 | 0,29 | 0,068 | 1,1 | 16,68 |
| 6. | Raunas Lodes violetais devona formācijas māls | 5,12 | — | 53,80 | 12,41 | 0,59 | 0,03 | 1,21 | 21,31 |
| 7. | Cēsu Bērzaines sarkanais devona formācijas māls | 5,34 | — | 55,80 | 9,68 | 0,37 | nen. | 0,8 | 20,33 |
| 8. | Cēsu Glūdas muižas zaļais devona formācijas māls | 5,46 | — | 57,50 | 9,68 | 0,82 | nen. | 1,15 | 21,47 |
| 9. | Nāves salas zaļais devona formācijas māls virs gipša | 11,52 | 9,54 | 51,52 | 5,88 | 1,84 | 0,03 | 0,54 | 14,17 |
| 10. | Kazdangas zaļais gleija māls (glūda) | 8,38 | — | 62,36 | 5,64 | 1,16 | nen. | 1,1 | 16,42 |
| 11. | Lielērces slokšņu māls, vid. kārta (rožainie ķieģeļi, podn.) | 11,84 | 6,22 | 49,88 | 6,66 | — | nen. | 0,92 | 15,45 |
| 12. | Tailora un b-ru ķieģelnicas alluviālais smilšainais māls vid. kārta (baltie ķieģeļi) | 12,07 | 10,42 | 59,00 | 2,20 | 0,89 | 0,007 | 0,54 | 8,43 |
| 13. | Varnoviču pa daļai izskolots kvartārās formācijas māls | 8,64 | 2,6 | 54,42 | 8,38 | 0,60 | 0,055 | 1,01 | 16,92 |
| 14. | Izskalots kvartārās formācijas māls no Peterfeldes | 7,42 | — | 61,12 | 6,88 | — | nen. | 0,97 | 15,65 |
| 15. | Bramberģes mergelis | 26,10 | 24,20 | 28,30 | 3,96 | 0,76 | 0,077 | 0,51 | 9,65 |

Piezīme. Karbonātus saturošie māli pirms sedimentācijas apstrādāti ar sālskābi
Kaliji un natrijs noteikti pēc netiešās metodes.

ķīmiskais un mēchaniskais sastāvs.

| CaO
% | CaO
% | K ₂ O
% | Na ₂ O
% | Kopā
% | I. frakc.
līdz 5μ
% | II. frakc.
5 — 10μ
% | III. fr.
10 — 50μ
% | IV. fr.
50 — 250μ
% | V. fr.
> 250μ
% | Kopā
% |
|----------|----------|-----------------------|------------------------|-----------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------|
| 0,46 | 2,71 | 4,22 | 0,60 | 99,84 | 21,9 | 4,1 | 36,6 | 13,0 | 24,4 | 100,0 |
| 0,40 | 1,35 | 3,04 | 0,63 | 100,06 | 15,2 | 3,6 | 2,8 | 14,8 | 38,4 | 100,0 |
| 0,40 | 1,50 | 3,35 | 0,41 | 99,88 | 12,8 | 1,1 | 34,3 | 20,0 | 31,8 | 100,0 |
| 0,38 | 1,47 | 3,41 | 0,63 | 99,79 | 26,8 | 5,9 | 16,0 | 20,9 | 30,3 | 99,9 |
| 0,90 | 2,10 | 3,48 | 0,65 | 99,70 | 21,0 | 3,0 | 30,0 | 17,0 | 26,0 | 97,0 |
| 0,60 | 2,10 | 4,41 | 1,02 | 99,75 | 30,0 | 13,9 | 36,0 | 15 | 5,0 | 99,9 |
| 0,50 | 2,14 | 5,42 | 0,06 | 100,07 | 31,8 | 22,2 | 35,5 | 6,4 | 4,1 | 100,0 |
| 0,35 | 2,43 | 5,86 | | 100,10 | 59,9 | 16,2 | 21,0 | 2,1 | 0,8 | 99,7 |
| 3,00 | 6,36 | 5,69 | 0,62 | 99,81 | 58,1 | 21,2 | 8,2 | 1,9 | 0,3 | 89,7 |
| 0,70 | 1,93 | 3,22 | 1,32 | 99,95 | 39,5 | 9,3 | 30,1 | 16,3 | 4,3 | 99,7 |
| 7,14 | 4,14 | 4,86 | | 99,89 | 42,7 | 10,5 | 21,4 | 6,5 | 0,9 | 82,0 |
| 8,92 | 5,10 | 3,95 | | 100,22 | 10,0 | 8 | 13 | 17 | 27 | 75,0 |
| 3,84 | 2,96 | 3,29 | 1,32 | 99,98 | 28 | 9,5 | 22 | 20 | 14 | 93,5 |
| 0,8 | 2,14 | 4,81 | 0,21 | 100,00 | 17 | 39 | 29 | 6 | 9 | 100 |
| 15,90 | 12,32 | 3,14 | 0,08 | 100,18 | 32,6 | 3,3 | 11,0 | 1,6 | — | 47,9 |

un izšķīdušās kaļķu sāļis atmāzgātas. Tāpēc nevienā frakcijā karbonāti neietilpst

jaunas loka krāsnis. Kaŗa sākumā Lielupes baseinā to bija 85. Lielākais ķieģeļu vairums ražots 1912. gadā — ap 230 milj.

Jelgavas apriņķa ķieģelnīcas atrodas pie ērtiem satiksmes ceļiem Lielupes, Iecavas un Vircavas krastos. Vietās, kur koncentrēts lielais vairums ķieģelnīcu, upes kuģojamas visu vasaru ap 2 un vairāk m dziļi peldošiem kuģīšiem un liellaivām.

Pasaules kaŗš 1914. g. ķieģelnīcu darbu pārtrauca; kaŗa laikā ceplī stipri cieta un daudzus galīgi izpostīja. Pēc kaŗa darbība atjaunojās ar 1922. g. 1930. g. strādāja 25 loka krāsnis. Domāts bija ražot daudz eksportam, bet ievadītās sarunas nedeva panākumus. Sakarā ar to 1931.—32. gados bankrotēja daudzas firmas. 1933. gadā raža samazinājās uz apm. 27 milj. ķieģeļu 10 loka krāsnīs. Beidzamo gadu ražas sakopotas 2. tabulā. Paredzams, ka nākotnē, sakarā ar valdības nodomu sekmēt ugunsdrošo būvniecību, ķieģelnīcu produkcija stipri pieaugs.

Apgabalos, kur nav saldūdeņu un citu kaļķu, kaļķu bagātos mālus lietā skābu zemju kaļķošanai.

Ķieģeļu rūpniecība.

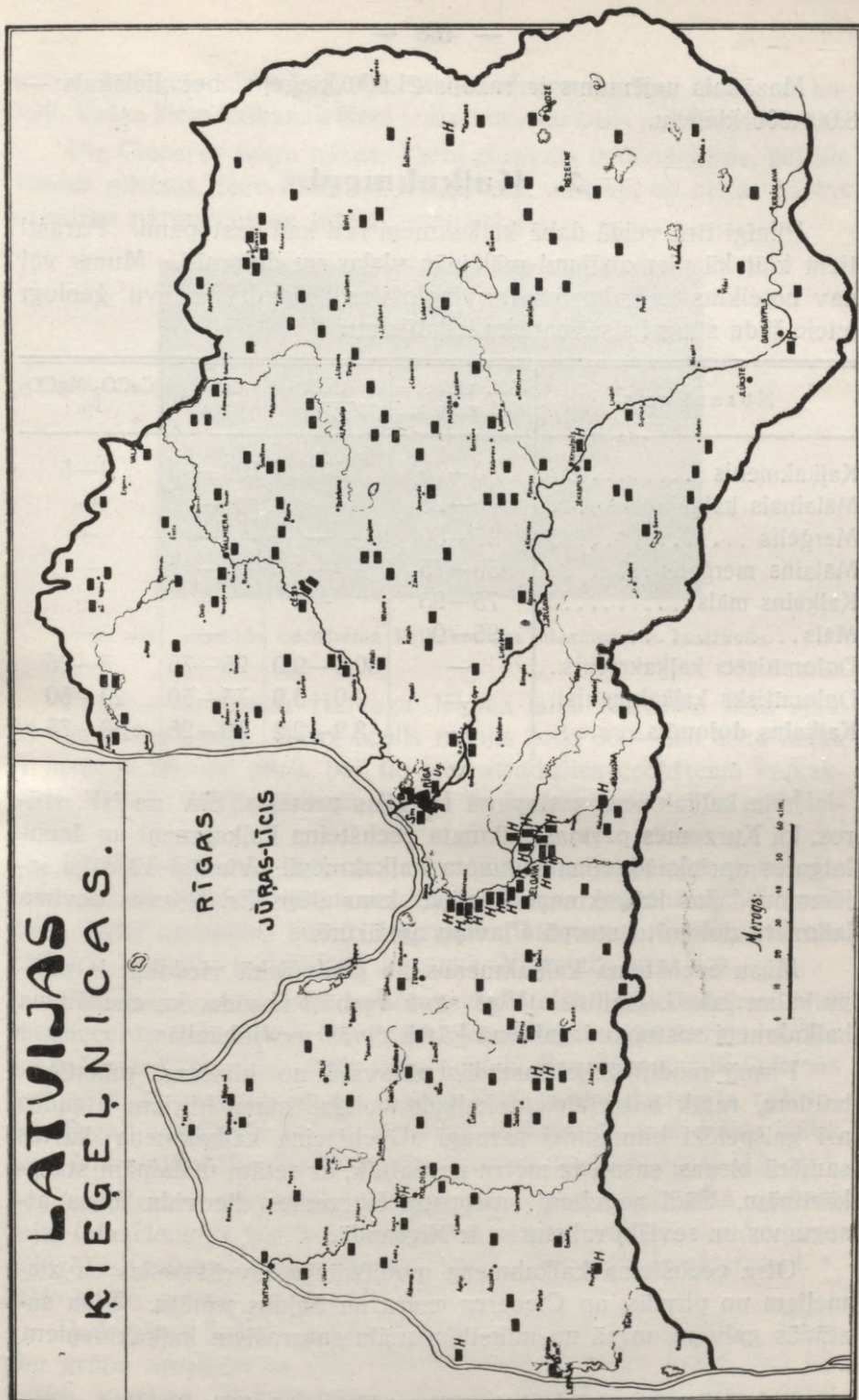
Ziņas attiecas tikai uz uzņēmumiem ar mēchanisku dzinējspēku vai vismaz 5 strādniekiem.

Produkcija:

| Gadi | Māla ķieģeji | | Drenu caurules | | Kārņiņi | | Krāsns podiņi
neglaz. | |
|-------|--------------|------------|----------------|------------|-----------|------------|--------------------------|------------|
| | 1000 gab. | Vērtība Ls | 1000 gab. | Vērtība Ls | 1000 gab. | Vērtība Ls | 1000 gab. | Vērtība Ls |
| 1932. | 17050 | 477.900 | 629 | 33.900 | 17 | 1 500 | 42 | 5.400 |
| 1933. | 29524 | 830.000 | 2211 | 99.100 | 2 | 200 | 25 | 2.800 |
| 1934. | 49506 | 1.288.782 | 3921 | 176.896 | 119 | 9.173 | 70 | 7.250 |

Ķieģeļu ceplī pēc ražotiem ķieģeļu daudzumiem 1934. g.

| Lieluma grupas | Uzjēm. skaits | Ražoto ķieģeļu kopdaudzums
1000 gab. |
|----------------|---------------|---|
| 20 — 49 tūkst. | 8 | 266 |
| 50 — 99 " | 2 | 144 |
| 100 — 199 " | 8 | 1030 |
| 200 — 499 " | 6 | 1565 |
| 500 — 999 " | 2 | 1371 |
| 1000 — 1999 " | 2 | 3177 |
| 2000 — 4999 " | 6 | 19192 |
| 5000 — 10000 " | 3 | 22661 |



Mazākais uzņēmums ir ražojis 21.000 ķieģeļu, bet lielākais — 8.000.000 ķieģeļu.

2. Kaļķakmeņi.

Pilnīgi tīrā veidā dabā kaļķakmeņi reti kad sastopami. Parasti tiem klāt kā piemaisījumi mālainās vielas un dolomīti. Mums vēl nav noteiktas kaļķakmeņu terminoloģijas. Daudzi krievu ģeologi ieteic šādu stingri sistematisku iedalījumu:

| Nosaukums | Māl. vielas =
HCl nešķ. atl. | CaO
MgO | CaCO ₃
% | CaCO ₃ , MgCO ₃
% |
|-----------------------------|---------------------------------|------------|------------------------|--|
| Kaļķakmenis | 0—5 | 50,0 | 100—95 | 0—5 |
| Mālais kaļķakmens | 5—25 | — | — | — |
| Mergelis | 25—50 | — | — | — |
| Mālais mergelis | 50—75 | — | — | — |
| Kaļķains māls | 75—95 | — | — | — |
| Māls | 95—0 | — | — | — |
| Dolomītizēts kaļķakmenis .. | — | 50,0—9,0 | 95—75 | 5—25 |
| Dolomītisks kaļķakmenis .. | — | 9,0—3,9 | 75—50 | 25—50 |
| Kaļķains dolomīts | — | 3,9—2,2 | 50—25 | 50—75 |

Istie kaļķakmeņi sastopami Latvijas pretējos, SW un NE, stūros, kā Kurzemes permās laikmeta cechšteina kaļķakmeņi un Jaunlatgales apriņķa devona laikmeta kaļķakmeņi. Vienīgi kā sīku izņēmumu dažas kaļķakmeņa kārtiņas konstatējis Fr. Rozens devona laikmeta dolomītu starpā Pļaviņu apkārtnē.

Mūsu cechšteina kaļķakmeņus no ģeoloģiskā viedokļa ir pētījis kalnu inž. J. Gailītis. Viņš savā darbā⁵⁾ norāda, ka cechšteina kaļķakmeņi sastopami galvenā kārtā divās modifikācijās.

Pirmā modifikācija sastādās pārsvarā no blīviem, mīksti, baltiem, retāk iedzeltēniem kaļķakmeņiem, starp kuriem atgadās arī gaišpelēki bituminozi paraugi. Cechšteina kaļķakmeņa kārtas samērā biezas, sasniedz metru un vairāk, ar retām mālainām starpkārtiņām. Šādi nogulumi sastopami Kurzemes dienvidu daļas atsegumos un sevišķi raksturīgi ir Nīgrandā.

Otra cechšteina kaļķakmeņa modifikācija izveidojusies uz ziemeļiem no pirmās, ap Cieceres ezeru un Saldus pilsētu. Viņa sastādās galvenā masā no mīksti mālu saturošiem kaļķakmeņiem.

⁵⁾ J. Gailītis. Ģeoloģiski darbi 1930. g. Ekonomists 1931. Nr. 17.

kuŗos ieslēgtas cietu kaļķakmeņu savilkumu kārtas, lēcas un kukuļi. Krāsa šiem kaļķakmeņiem iedzeltēna vai gaiši iepelēka (10. att.).

Pie Cieceres ezera mīksto kārtu pārsvars ir dominējošs, bet pie Saldus pilsētas, pievedšosejas iegriezumā, mīkstās un cietās kārtas atsedzas pārmaiņus un līdzīgā vairumā.



10. att. «Kukuļi» cechšteina kaļķakmeņos Mazciēceres lautzuvēs.

I z m a n t o š a n a. Hercoga Jēkaba laikā Kurzēmē bijis apm. 25—30 kaļķu ceplu. Katrs ceplis raŗojis gadā 300—600 lastu kaļķu (1 lasts = 48—60 pūri), bet tie nav atradušies cechšteina kaļķakmeņa rajonā, kāpēc jādoma, ka tie šo kaļķakmeni nebūs apdedzinājuši.

H. Bīnenštamma 1841. g. darbs Alšu kaļķakmeņu lautzuves atzīmē jau kā lielākās visā toreizējā Kurzemes gubernā. 1843. gadā kādā darbā atzīmētas jau arī Nīgrandas lautzuves. 1900. g. adresu grāmatā atzīmēti kaļķa cepli Vecaucē, Nīgrandā un Alšos.

Patlaban visplašākos apmēros cechšteina kaļķakmeņus lauŗ Mazciēceres lautzuvēs (11. att.), kur Rīgas cementa fabrika pa pašas ierīkotu šaurslieŗu ceļu nogādā Brocēnu stacijā ikdienas caurmērā 30 vagonus un tos nosūta Rīgā portlandcimenta raŗošanaī. Tagad cechšteina rajonā darbojas nepārtrauktas darbības kaļķu cepli Nīgrandā, Alšos, Luku muiŗā, Vecaucē un Mazciēcerē (12. att.).

Apdedzinot cechšteina kaļķakmeni iegūst dedzinātu gabalu kaļķi (Mazciēcere), bet ja apdedzinātos gabalus veldzē, tad dabūjam veldzētos (dzēstos) kaļķus pulvera veidā. Šie kaļķi pieskaitāmi t. s. balto kaļķu grupai.

Dedzinātos kaļķus iedala 2 grupās: baltos un pelēkos. Šāds abu grupu apzīmējums stāv sakarā nevis ar kaļķu krāsu, bet ķīmisko sastāvu. Vakareuropas normās paredzēts, ka abu grupu



11. att. Mazcieceres cechšteina kaļķakmeņa lauztuve.

kaļķi nedrīkst saturēt vairāk par 10% (Z.-A. Sav. v. ne vairāk par 25%) uzslēgto mālu sastāvdaļu, t. i. sāļsskābē šķīstoša SiO_2 , Al_2O_3 un Fe_2O_3 . Šīs vielas javu vielu tehnoloģijā sauc par hidrauliskiem faktoriem.

Baltkaļķi arī nedrīkst saturēt vairāk par 5% MgO un tie tāpēc jāiegūst no kaļķakmeņiem (nevis dolomīta), piem., pie mums Latvijā no mēreni saistītiem avotkaļķiem (Allažu un Cēsu apk.), permas formācijas cechšteina kaļķakmeņa vai devona kaļķakmeņa Latgalē.

- 1 m^3 brīvi sakrāuta cechšteina kaļķakmeņa sver 1,4—1,6 t,
- 1 m^3 blūķa veidā cechšteina kaļķakmeņa sver ap 2,5—t, bet
- 1 m^3 apdedzināta cechšteina kaļķakmeņa sver 0,7—1,0 t.



12. att. Rīgas cementa fabrikas C. M Schmidt modernais kaļķu ceplis (ar automātisku iekraušanu) Mazciecerē.

Cechšteina kaļķakmeņa izmantošanas apstākļi Cieceres rajonā ir izdevīgi. Zemes virskārta caurmērā apm. 2,5 m bieza, kaļķakmeņa kārtas saplaisājušas kā horizontālā tā vertikālā virzienā un tāpēc viegli laužamas. Cieceres ezera krasta kaļķakmeņa krauja paceļas virs ezera līmeņa, lautzuvēs ūdens neieplūst un tās ir pilnīgi sausas.

E. Rozenšteins 1929. g. konstatēja kaļķakmeni 13,5 m biezā kārtā, pie kam derīgās kārtas ar CaCO_3 saturu lielāku par 85% — 94% nav plānākas par 9 m. Pašas virsējās kārtas ir pa daļai izskalotas. Viņās ieskaloti dzelzs un citi savienojumi. Apakšējās kārtās kaļķakmenis ir samaisījies ar devona formācijas smiltīm un māliem.

Pēc fizikālām īpašībām, cietuma resp. sīkstuma, kaļķakmeņa kārtas Cieceres rajonā iedala cietās, pusciētās un mīkstās. Parasti cietās kārtas satur visvairāk CaCO_3 . Šo atšķirību ļoti labi norāda Cementfabrikas lautzuvju S sienas kaļķakmeņu analīzes, kuras izdarījis privātdoc. A. Ieviņš,

| | Cietais kaļķakm. (kukulis) 6 m. dziļumā.
0/0 | Mīkstais kaļķakm. 6 m dziļumā.
0/0 | Vistīrākais kaļķakm. (kukulis) 3/4 m dziļumā
0/0 |
|--|---|---------------------------------------|---|
| SiO_2 | 2,55 | 8,26 | 0,50 |
| Fe_2O_3 | 0,60 | 1,10 | 0,30 |
| Al_2O_3 | 1,02 | 2,94 | 0,18 |
| CaO | 52,24 | 47,00 | 54,68 |
| MgO | 0,88 | 1,13 | 0,62 |
| K_2O | 0,23 | 0,46 | 0,06 |
| Na_2O | 0,05 | 0,12 | 0,01 |
| SO_3 | 0,23 | 0,24 | 0,16 |
| P_2O_5 | 0,033 | 0,030 | 0,027 |
| Kars. zud. | 42,42 | 39,04 | 43,68 |
| CO_2 | 41,76 | 37,79 | 43,49 |
| 10 ⁰ /0 HCl nešķ. daļa | 3,56 | 9,76 | 0,57 |
| SiO_2 | 2,42 | 7,09 | 0,40 |
| Fe_2O_3 | 0,16 | 0,37 | 0,03 |
| Al_2O_3 | 0,61 | 1,58 | 0,07 |
| MgO | 0,08 | 0,20 | 0,03 |
| $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ | 0,28 | 0,62 | 0,04 |

Minimālais dzelzs saturs: pusciētā — 0,40⁰/0 Fe_2O_3 ,
 cietā — 0,30⁰/0 „
 izņēm. gad. — 0,15⁰/0 „

| | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Kalcija karbonāts | 97,69 ⁰ / ₀ |
| Magnija " | 0,96 ⁰ / ₀ |
| Kalcija sulfāts | 0,29 ⁰ / ₀ |
| Kramskābe | 0,48 ⁹ / ₀ |
| Dzelzs un alumīnija oksīdi .. | 0,48 ⁰ / ₀ |
| Kālija un nātrija oksīdi | 0,08 ⁰ / ₀ |
| | 99,98 ⁰ / ₀ |

Kaļķakmeņu fizikālās īpašības šādas:

| | Blīvais kaļķakmenis
(no kukuļa vidus) | Puscietais kaļķ-
akmenis | Mīkstais (irdenais)
kaļķakmenis |
|---|--|-----------------------------|------------------------------------|
| SiO ₂ | 0,56 | 2,14 | 8,26 |
| Ca/MgCO ₃ | 98,4 | 96,8 | 85,9 |
| Īpatnējais svars | 2,701 | 2,701 | 2,688 |
| Tilp. svars kg/l | 2,601 | 1,947 | 1,700 |
| Tilpuma porainība ⁰ / ₀ | 1,79 | 24,79 | 34,22 |
| Svara porainība ⁰ / ₀ | 0,69 | 12,72 | 20,13 |

No Mazcieceres lauztuvēm piegādā arī cukurfabrikām kaļķakmeni cukurbiešu sulas tīrīšanai. Piegādātam akmenim jābūt vidēji lielos gabalos un mehāniski izturīgam. Tam jāapmierina šādi ķīmiskie dāti:

| | |
|--|--------------------------------------|
| CaCO ₃ | 84 ⁰ / ₀ min. |
| CaSO ₄ | 0,4 ⁰ / ₀ max. |
| Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ .. | 2,0 ⁰ / ₀ " |
| SiO ₂ | 3,5 ⁰ / ₀ " |
| MgCO ₃ | 11,0 ⁰ / ₀ " |
| K ₂ O + Na ₂ O | 0,2 ⁰ / ₀ " |

Cukurfabrikām nodoto kaļķakmeņu sastāvs pa vairākiem gadiem ir svārstījies šādās robežās:

| | Tīrākie | Netīrākie |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| CaCO ₃ | 93,72 ⁰ / ₀ | 90,19 ⁰ / ₀ |
| MgCO ₃ | 2,02 ⁰ / ₀ | 2,25 ⁰ / ₀ |
| CaSO ₄ | 0,38 ⁰ / ₀ | 0,46 ⁰ / ₀ |
| Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ | 1,40 ⁰ / ₀ | 2,28 ⁰ / ₀ |
| SiO ₂ | 2,44 ⁰ / ₀ | 4,42 ⁰ / ₀ |
| K ₂ O + Na ₂ O | 0,16 ⁰ / ₀ | 0,28 ⁰ / ₀ |

Lietājot mūsu cechšteina kaļķakmeņus, cukurfabrikām nav ra-
dušies nekādi darba traucējumi.

Nigrandas rajonā, Ventas upes krastos kaļķakmeņa izmanto-
šana jau ir neizdevīgāka, kaut gan paši kaļķakmeņi visumā ir tīrāki
(mazāks magnija karbonāta un kramskābes saturs). Segkārtā šeit
jau ir biežāka, pašās lauztuvēs sūcas ūdens, tāpēc Alšu ceplu lauz-
tuvēs (ip. Kauls) ūdeni savā laikā nosūca ar sūkni un novadīja Ventā.

Latgales NE stūrī Z. Lancmanis un J. Eiduks konstatēja devona
kaļķakmeņus, kas bieži mainās ar dolomītiem kā horizontālā, tā ver-
tikālā virzienā. Kaļķakmeņi konstatēti Katlešu un Radovas rajonā.

Iesāktais dolomīta un kaļķakmeņa robežu nospraušanas darbs
vēl nav nobeigts.

Bez jau minētiem izlietāšanas veidiem (dedzinātu kaļķu iegū-
šanai cukurrūpniecībā un portlandcimenta ražošanai) cechšteina
kaļķakmeni var vēl izlietāt:

a) būvniecībā, kur derīgi tikai cietāki kaļķakmeņi, kas nesatur
vairāk par 10% mālainu vielu,

b) parastā krāsainā pudeļu stikla ražošanai; labam stiklam mag-
nija karbonāta saturs $\leq 7\%$, bet pudeļu stiklam — 18%.

c) metalurģijā kā kausni un

d) smilškaļķu ķieģeļu ražošanai (dedzinātu kaļķi).

Latvijā 1934. g. pēc Valsts statistiskās pārvaldes ziņām darbo-
jās 18 lielāki kaļķu ceplī, kas apdedzināja gan kaļķakmeņus, gan do-
lomītus. Viņu novietošanās parādīta klātpieliktā kartē.

Kaļķu ceplu produkcija:

| Gadi. | Kopprodukcija | | Baltkaļķi | | Mūža kaļķi | |
|-------|---------------|---------|-----------|---------|------------|---------|
| | tonnas | Ls | tonnas | Ls | tonnas | Ls |
| 1932. | 9582 | 208.200 | — | — | — | — |
| 1933. | 6074 | 130.800 | — | — | — | — |
| 1934. | 25764 | 459.383 | 3071 | 113.569 | 21973 | 345.814 |

Par 1932. un 1934. gadu var uzstādīt apm. šādu Latvijas kaļķakmeņu un dedzināto kaļķu patēriņa ainu:

| | Kaļķakmenis | | Dedzināts kaļķis
(pelēkais un baltais) | |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---|---------------|
| | 1932. g.
t | 1934. g.
t | 1932. g.
t | 1934. g.
t |
| Portlandcementsa fabrika | 76.000 | 100.157 | — | — |
| Betona izstrād. lielākie uzņēmumi . | — | — | 10 | — |
| Stikla fabrikas | — | — | — | 4 |
| Metalrūpniecība | 1.000 | 977 | — | — |
| Ādu rūpniecība | — | — | 500 | 440 |
| Papīrrūpniecība | 400 | — | — | 600 |
| Cukurrūpniecība | 10.000 | 13.100 | — | — |
| Būvniecība | — | — | 10.000 | 25.000 |
| Gāzes iestāde | — | — | 300 | — |
| Smilškaļķu ķieģeļi | — | — | 350 | 615 |

Mūsu lielākā kaļķakmeņu patērētāja — portlandcementsa fabrikas — izejvielu patēriņš un ražotā produkta vairums:

| Laiks | Māls | | Kaļķakmenis | | Smiltis | | Ģipsis | | Portlandcements | |
|----------|-------|--------|-------------|--------|---------|------|--------|-------|-----------------|---------|
| | t. | Ls | t. | Ls | t. | Ls | t. | Ls | t. | Ls |
| 1932. g. | 17858 | 89300 | 75576 | 453500 | 1185 | 2200 | 1910 | — | 47738 | 2597500 |
| 1933. g. | 17877 | 89400 | 75255 | 451500 | 644 | 1500 | 1380 | — | 49438 | 2719100 |
| 1934. g. | 23849 | 119245 | 100157 | 597953 | 204 | 620 | 2150 | 17200 | 66568 | 3132316 |

Ogļskābais magnijs atrodams gandrīz visos irdenos saldūdeņu kaļķos. Parasti tā saturs svārstās ap 2%. Mālaino vielu saturs mazs.

Irdeno saldūdeņu kaļķu novērtēšanā no svara zināt viņu smalkumu, ko nosaka ar sedimentāciju un sietu palīdzību. Dažāda smalkuma graudi sargrupējami 3 frakcijās:

- 1) miltu frakcija — graudu lielums no kolloid. — 0,2 mm,
- 2) putrainu frakc. — graudu lielums no 0,2 — 0,75 mm,
- 3) graudu frakc. — graudu liel. lielāks par 0,75 mm.

Šāds grupējums līdzīgs labības maluma grupējumam vaļču dzirnavās.

Lai dotu irdeno saldūdeņu kaļķu apvienojošus rupjuma apzīmējumus, tos sargrupē:

| | Miltu frakc.
% | Graudu frakc.
% |
|--------------------------|-------------------|--------------------|
| miltainos saldūd. kaļķos | > 75 | < 10 |
| putraimainos „ „ | 50 — 75 | 10 — 20 |
| graudainos „ „ | < 50 | > 20 |

Vēl praktiskā novērtēšanā krit svarā graudu mēchaniskā izturība — saiste.

Irdeno saldūdeņu kaļķu agregātu saiste ir tieša un netieša (ar humusvielām un koloidālo krama skābi). Ar tiešo saisti vienotie agregāti ir dažādi — no sīkstiem līdz drupainiem, ar humusvielām saistītie agregāti drupaini un viegli sairst, ar kramskābi, turpretim, ļoti sīksti.

Agregātu formas ietekmē CaSO_4 saturs ūdeņos, no kuriem tie izdalījušies.

Visu irdeno saldūdeņu kaļķu rupjākās frakcijas sastop apkaļkotu augu atliekas, gliemežu vākus un dažādu minerālvielu piemaisījumus. Apkaļkoto augu atliekas ir dažādas formas, bieži asiem augu attēliem, tā kā pēc atliekām kaļķi, var pat noteikt augu.



13. att. Stipri saistītu saldūdeņu kaļķu šķelšana.

Domājams, ka miltveidīgie saldūdeņu kaļķi radušies stāvošos neizsīkstošos ūdeņos — ezeros (tāpēc tos sauc arī par ezera kaļķiem), putrainie un graudainie saldūdeņu kaļķi — periodiski izsīkstošos stāvošos ūdeņos (tāpēc tos sauc arī par purva vai pļavu kaļķiem).

Vislielākais krājums ir Zentenes pag. — Rīgas cementfabrikas īpašums. Te slāņu biezums vietām sasniedz 4 — 5 m biezumu. Kopējais tilpums jārēķina uz 700.000 m³.

1 m³ nekaltētu saldūd. kaļķu ar 40% ūdens sver 1,4 t,

1 m³ izkaltētu saldūd. kaļķu sver 1,0 t.

Visi saldūdeņu kaļķi izcēlās izdaloties ogļskābam kaļķim zem dažādu apstākļu iespaida no pārsātinātiem kalcija bikarbonātu saturošiem ūdeņiem.

Par pašu saldūdeņu kaļķu izcelšanos varam uzstādīt šādas tēzes.

1. Saldūdeņu kaļķu izkrišana no ūdeņiem var notikt galveno tiesu aiz ūdeņu pārsātināšanās ar ogļskābo kaļķi:

a) pieplūstot jaunam, piederošās*) ogļskābes vairumam vairs neatbilstošam kaļķu kvantumam,

b) zūdot visai agresīvai un pa daļai arī piederošai ogļskābei.

2. Augi asimilēdami ogļskābo gāzi, spēlē ļoti ievērojamu lomu kaļķu izkrišanā. Mazākā apmērā domājama kaļķa saistišana augu citoplazmā.

3. Orgānisko vielu klātbūtnē ūdeņos var veicināt miltveidīgo kaļķu izkrišanu, bet Na un Mg ioni kavē kaļķu izdalīšanos no šķīduma.

Izlietāšana. Teknikā savā laikā visplašāk irdenos saldūdeņa kaļķus pielietāja portlandcimenta rūpniecībā, kad tos pēc kara sāka lietāt Rīgas cementa fabrika C. Ch. Schmidt A.-S. agrāk ievestā krīta vietā. Minētā s-ba iesāka lietāt saldūdeņu kaļķus portlandcimenta ražošanai jau ar 1921. g. Sākumā jēma tos Siguldas Cūkaiņos, vēlāk Ozolmuižas — Slampes nogāzē, Smārdes pag. Kažoku un Vecsprostu mājās; 1927. un 1928. g. Stopiņu Zeltiņos no Bēma fabrikas.

Miltveidīgos saldūdeņu kaļķus varētu izlietāt vienkārša fajansa krāsns podiņu masas sastādīšanai krīta vietā.

Vissvarīgākā nozīme irdeniem saldūdeņu kaļķiem ir skābu zemiņu kaļķošana.

*) To ogļskābes (CO₂) daļu, kas ir līdzsvarā ar bikarbonātiem, uztur tos šķīdumā un neļauj tiem izdalīties CaCO₃ veidā, sauc par piederošo ogļskābi. Atlikušā CO₂ daļa, kas var šķīdināt jaunus vairumus CaCO₃ un MgCO₃, pārvēršot bikarbonātos, ir agresīvā ogļskābe.

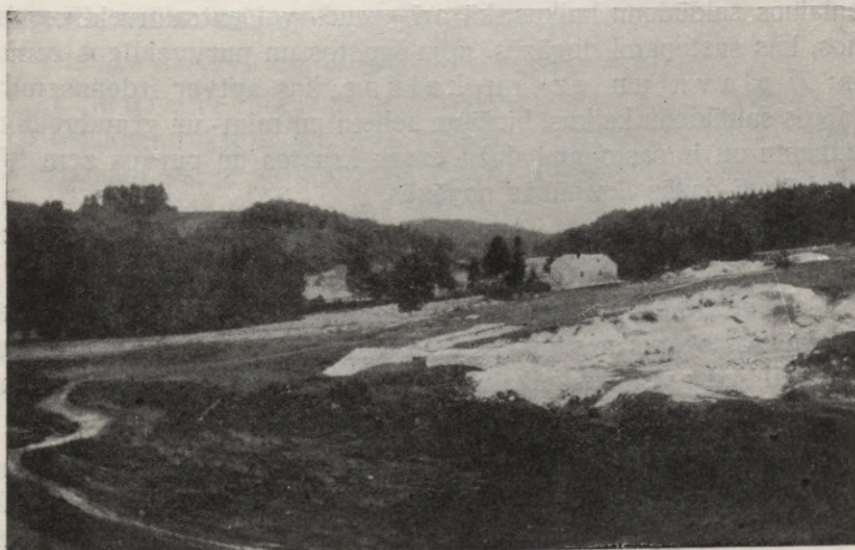
Pēc J. Vītiņa dātiem liela daļa mūsu augsnu ir skābas. To uzlabošanai kalpojot visnoderīgākie būtu miltveidīgie irdenie saldūdeņu kalķi, bet putrainie un graudainie būtu jāmaļ.

Šai ziņā nav izdevīgāka materiāla par irdeno kalķu miltaino pasugu, jo to pat nevajaga šķirot sietiem; pietiek, ka to izrok no zemes, apkaltē gaisā un pēc tam izsēj uz lauka.

Latvijas lauksaimnieki zemes kalķošanai līdz šim ir piegriezuši visai maz vērības, kaut gan mums ir daudz skābu zemju. Cerēsim, ka nākotnē apstākļi mainīsies uz labo pusi.

Tīrāko stipri un mēreni saistījušos saldūdeņu kalķu ķīmisk. sastāvs.

| Atradnes vieta un apzīmējums | SiO ₂ | Fe ₂ O ₂ Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | K ₂ O+Na ₂ O | CO ₂ | SO ₃ | Organiskās vielas | Hidrāta ūdens |
|--|----------------------|---|-------|------|------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------|
| Cēsu apr., Priekuļu pag., Libānu mēreni saist. | | | | | | | | | |
| 1. | — | zīmes | 55,40 | — | nen. | 42,78 | — | 0,78 | — |
| 2. | 0,26 | 0,20 | 54,66 | 0,56 | zīm. | 43,41 | — | 1,09 | — |
| Cēsu Pilsmuižas mēr. saist. | — | zīmes | 55,16 | — | — | 43,18 | 0,04 | 1,33 | — |
| Cēsu apr., Kārļu pag., Cecilīšu mēr. saist. | HCl
nešķ.
0,14 | 0,16 | 54,36 | — | — | 41,51 | 1,69 | 1,93 | 0,8 |
| Rīgas apr., Allažu pag. Jaunzemju stipri saist. | — | zīmes | 54,74 | — | nen. | 41,83 | 1,16 | 1,53 | 1,23 |



14. att. Libānu mēreni saistītu saldūdeņu kalķa lauztuves.

Lībānu daļas saldūdeņu kaļķi uzskatāmi kā vieni no tīrākiem Latvijā (apm. 200.000 m³). Viņi nesatur ģipsi un no dzelzsoksīda satur tikai zīmes. Šie kaļķi noderīgi kā izejas materiāls baltā trauku un logu stiklu ražošanai.

Mūsu tīrākie saldūdeņu kaļķi būtu derīgi arī chlorkaļķa un kalcijs karbīda ražošanai. Parasti kalcijs karbīda ražošanai lietājamiem kaļķiem jāatbilst šādām prasībām:

$$\begin{aligned} \text{fosfors (P)} &= 0,006^0/0, \\ \text{sērs (S)} &= 0,01^0/0, \\ \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3 &= 2,0^0/0, \text{ no šīs summas MgO max. } 0,3^0/0 \\ & \text{Al}_2\text{O}_3 \quad \quad \quad \text{„ } 1,7^0/0. \end{aligned}$$

3. Saldūdeņu kaļķi.

Latvijas vistīrākie kaļķakmeņi ir t. s. saldūdeņu kaļķi. To reģistrēšanā un izpētīšanā izcilus nopelni nel. prof. E. Rozenšteinam ar nel. Z. Lancmani. Saldūdeņu kaļķi ir reģistrēti vairāk kā 165 vietās. Lielākie krājumi sastopami gar devona formācijas dolomīta un smilšakmeņu robežām (sk. atradņu karti).

Gandrīz vispār pieņemts saldūdeņu kaļķus sadalīt divi lielākās grupās: 1) kaļķu tufošs, kas aptver stipri un mēreni saistījušos gabalainos saldūdeņu kaļķus, kā arī graud- vai putrainveidīgos irdenos, kas sastopami nogāzēs, upju krastos un purvveidīgos zemušos; 2) pļavu un ezeru kaļķos, kas aptver irdenos miltveidīgos saldūdeņu kaļķus, bieži ar nelielu putrain- un graudveidīgo daudzumu un ir sastopami dažu ezeru krastos un purvos zem kūdras, kā arī dažās lēzenākās nogāzēs.

Šī šķirošana uzrāda zināmu paralēlismu, tāpēc nav īsti ieteicāma.

Liela dažādība ir mūsu tautā lietājamās nosaukumos. Vīgantes apkārtnē sastopams nosaukums „sūnakmens“. Uz Staburaga klints vēl tagad redzams, ka kaļķainā avota ūdens, gāzdamies pār sūnu aplāju, inkrustē sūnu vecākās daļas kaļķa caurulītēs.

Cēsu apkārtnē lietā nosaukumu „šūnakmens“, ap Raunu — „purāsis“, Bauskas apkārtnē — „radži“, Kurzemē ap Matkuli un Saldu — „kauķi“. Irdenās pasugas sauc gan par „merģeli“, gan „krītu“, gan „belaja gļinka“ (Latgalē).

Lai novērstu neskaidrību un jucekli, prof. E. Rozenšteins un Z. Lancmanis ieteic šādu sargrupējumu, kas balstās uz saldūdeņu kaļķu fizikālām īpašībām:

- 1) stipri saistījušies saldūdeņu kaļķi,
- 2) mēreni „ „ „ un
- 3) irdenie saldūdeņu kaļķi.

Visi šie kaļķi ir kristaliniskas dabas un sastāv no dažādas formas un lieluma kalcīta agregātiem. Pirmās divi pasugas sauc bieži arī par kaļķa tufu un avotu kaļķi, pēdējo par pļavu kaļķi un ezera kaļķi.

1) Stipri saistījušies saldūdeņu kaļķi ir cieti, blīvu, kompaktu struktūru, ar atsevišķiem tukšumiem, taukaini spīdošu lūzumu un maskētu augu nospiedumu. Šī pasuga sastāv no mikrokristalliskiem (0,01 — 0,2 mm) un mezokristalliskiem (0,25 — 0,7 mm) kalcīta agregātiem. Dažos paraugos novērojami kristallu agregātu grupējumi rozetu un druzu veidā. Ievērojamais blīvums radies sekundārās kristalizācijas ceļā.

Vērtīgākie stipri saistījušies saldūdeņu kaļķu krājumi bija Allažos. Tie gandrīz jau izlietāti Brāļu kapu pieminekļa ceļšanai u. c. tēlniecībā. Parasti lauza lielos monolītos; slāņa kopējais biezums bija maks. līdz 2 m (13. att.). Lai gan šie akmeņi poraini, tāpēc šķiet sala neizturīgi, tomēr tā nav. Ir noskaidrots, ka ieži un akmeņi tikai tad cieš no sala, kad viņu poras un tukšumi vairāk kā 0,9 no tilpuma ir pildīti ar ūdeni. Tā kā stipri saistījušos saldūdeņu kaļķos poras un tukšumi nekad tik stipri nepiepildas ar ūdeni, jo ūdenim ir iespēja nosūkties, tad no sala neizturības nav jābaidās.

Ķīmisko sastāvu un tilpuma svaru skat. tabulā.

2) Mēreni saistījušies saldūdeņu kaļķi ir ar irdenāku struktūru kā stipri saistījušies saldūdeņu kaļķi, izskatoti daudzām sīkām porām, bieži uzrāda augu nospiedumus; lūzums blāvs, pelēkā līdz baltā krāsā.

Šīs pasugas mikrostruktūras raksturīga pazīme ir krypto- un pelitomorfie agregāti (0,003 — 0,005 mm). Diezgan bieži sastop arī ar sekundāru kristalizāciju pilnīgi vai daļai aizpildītus tukšumus. Visumā šai pasugai tukšumu ļoti daudz un tie samērā vienmērīgi sadalīti.

Labs piemērs šāda veida saldūdeņu kaļķiem ir Staburags. Še redzam tieši arī pašu rašanās procesu — sūnu apklāšanos, inkrustēšanos kaļķiem. No vairākus desmitus metru augstā Daugavas dolomītu krasta metru 10 no virsas iztek spēcīgs avots. Kritot ūdens sašķīst pilienos, caur ko daļa ūdenī izšķīdušās ogļskābes, kas

uztur izšķīdušo kalcija bikarbonātu šķīdumā, aizplūst. Plašais šūnu pārklājs, pa kuŗu tālāk lēni plūst uz leju šie pilieni, asimilē daļu ogļskābes. Šādā veidā CaHCO_3 šķīšanas spējas atkal samazinas. Ap sūnām un algām tāpēc bagātīgi nogulstās kalcija karbonāts -- krājas (aug) saldūdeņu kaļķis.

Mēreni saistījošos saldūdeņu kaļķi lietā galvenā kārtā rūpniecības vajadzībām, galvenā kārtā balto kaļķu iegūšanai. Šādus kaļķus izlietā sienu un griestu balsināšanai, ķīmiskā rūpniecībā gulsnēta krīta ražošanai u. t. t.

No praktiski svarīgākām atradnēm piemināms Cēsu apr. Priekuļu pag. Libānu krājums (14. att.).

3) Ir denie saldūdeņu kaļķi parasti atrodami zemākās vietās, bieži zem kūdras segas. Krāsa iepelēka, mitruma saturs 50 — 65%. Dabīgā veidā ir mīksti kā putra, sausā — irdeni. Mikli paraugi ir tumšāku niansi, nekā izžāvētie paraugi. Krāsu ietekmē vislielākā mērā organisko vielu klātbūtne: to daudzums un dispersitātes grāds. Pēc šo kaļķu apdedzināšanas krāsa kļūst balta.

Bieži irdeno saldūdeņu kaļķu kārtās ieskaloti dzelzs savienojumi, kas piešķir kaļķiem iesarkanu un gaiši brūnu krāsu. Ogļskābā kaļķa saturs pie 105° C izkaltētiem paraugiem ir 93 — 95%. Organiskās vielas atrodas visdažādākās sadalīšanās pakāpēs un to saturs 3—5%, retāk 8 — 11%.

Ģipša saturs ievērojams sevišķi tiem paraugiem, kas cēlušies no Ca un Mg bikarbonātu ūdeņiem ar lielu ģipša saturu, un proti 2,7 — 5% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

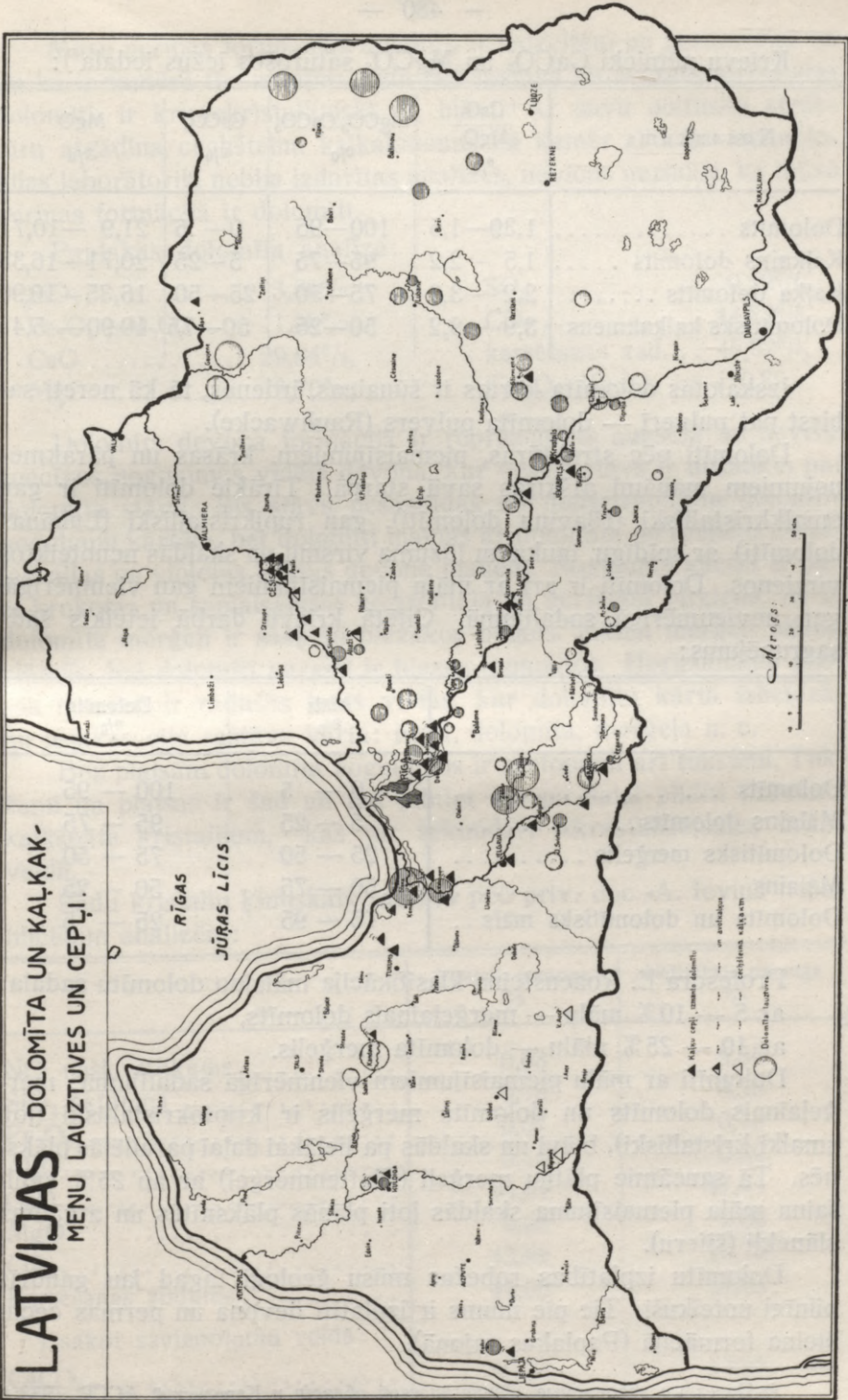
4. Dolomīti.

Dolomīti Latvijā ļoti plaši izplatīti. Tautā sastopami dažādi nosaukumi: plienakmeņi, radze, oļi u. t. t. Ļoti bieži ikdienišķā dzīvē dolomītus, kas sastāv no ogļskābā kaļķa un ogļskābā magnija un ir abu šo vielu dubultsavienojums ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), sauc par kaļķakmeņiem, kas ir nepareizi. Zinātniskais apzīmējums „dolomīti“ tautā samērā maz pazīstams.

Dolomītus, kas satur 54% CaCO_3 un 46% MgCO_3 , vai pārrēķinot molekulārās attiecībās, kad CaCO_3 attieksme pret MgCO_3 ir 1:1, sauc par normāldolomītiem. Parasti CaCO_3 ir pārākumā. Latvijas dolomītos uz 1 mol. CaCO_3 ir 0,90 — 0,99 mol. MgCO_3 . Mālu neaizsargātās seklākās dolomīta kārtās un plaisās zem CO_2 saturošu ūdeņu iespaيدا no dolomītiem vieglāk izšķīst CaCO_3 un tie tuvojas vairāk normāldolomītiem.

LATVIJAS DOLOMĪTA UN KAĻĶAK- MĒNU LAUZTUVES UN CEĻĻI.

RĪGAS
JŪRAS LĪCIS.



Krievu pētnieki CaCO₃ un MgCO₃ saturošos iežus iedala⁶⁾:

| No s a u k u m s | $\frac{\text{CaO}}{\text{MgO}}$
0/0 | MgCO ₃ .CaCO ₃
0/0 | CaCO ₃
0/0 | MgO
0/0 |
|----------------------------------|--|---|--------------------------|-------------|
| Dolomīts | 1,39—1,5 | 100—95 | 0— 5 | 21,9 —10,71 |
| Kaļķains dolomīts | 1,5 — 2,2 | 95—75 | 5—25 | 20,71—16,35 |
| Kaļķa dolomīts | 2,2 — 3,9 | 75—50 | 25—50 | 16,35—10,90 |
| Dolomītisks kaļķakmens | 3,9 —9,2 | 50—25 | 50—75 | 10,90— 5,45 |

Izskalotas dolomīta kārtas ir šūnainas, irdenas, tā kā nereti sabirst pat pulverī — dolomīta pulvers (Rauhwacke).

Dolomīti pēc struktūras, piemaisījumiem, krāsas un pārkmeņojumiem manāmi atšķiras savā starpā. Tīrākie dolomīti ir gan smalkkristalliski (Plaviņu dolomīti), gan rupjkristalliski (Lubānas dolomīti), ar spīdīgu, taukainu lūzuma virsmu un skaldās nenoteiktos virzienos. Dolomīti ir arī ar mālu piemaisījumiem gan vienmērīgā, gan nevienmērīgā sadalījumā. Citētā krievu darbā ieteikts šāds sagrupējums:

| | Māls
0/0 | Dolomīts
0/0 |
|---------------------------------|-------------|-----------------|
| Dolomīts | 0 — 5 | 100 — 95 |
| Mālais dolomīts | 5 — 25 | 95 — 75 |
| Dolomītisks mergelis | 25 — 50 | 75 — 50 |
| Mālais " | 50 — 75 | 50 — 25 |
| Dolomīta un dolomītisks māls .. | 75 — 95 | 25 — 5 |

Profesora E. Rozenšteina klasifikācija mālaino dolomītu sadala:
 ar 5 — 10% mālu — mergelainais dolomīts,
 ar 10 — 25% mālu — dolomīta mergelis.

Dolomīti ar mālu piemaisījumiem vienmērīgā sadalījumā: mergelainais dolomīts un dolomīta mergelis ir kriptokristalliski (ļoti smalki kristalliski), blāvi un skaldās pa lielākai daļai paralēlās plāksnēs. Tā saucāmie plātņu mergeļi (Plattenmergel) ar ap 25% smilšaina māla piemaisījuma skaldās ļoti plānās plāksnītēs un atgādina slānekļi (šiferu).

Dolomītu izplatības robežas mūsu ģeologi tagad jau gandrīz pilnīgi noteikuši. Tie pie mums ir izplatīti devona un permas ceħšteina formācijā (Paplakas rajonā).

⁶⁾ Полезные ископаемые Ленинградской области и Карельской АССР, 1933 г.

Mūsu permas formācijas dolomīti ir iedzeltēni un neskatoties uz to, ka ir samērā tīri un apm. tāda pat sastāvā kā devona formācijas dolomīti, ir kriptokristaliniski un blāvi. Ar savu oolītisko struktūru atgādina cechšteina kaļķakmeņus un kamēr silikātu tehnoloģijas laboratorijā nebija izdarītas analīzes, neviens nezināja, ka mūsu permas formācijā ir dolomīti.

Paplakas dolomīta analīze:

| | | | |
|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| SiO ₂ | 3,56 ⁰ / ₀ , | SO ₃ | 0,22 ⁰ / ₀ , |
| Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃ | 1,00 ⁰ / ₀ , | CO ₂ | 44,82 ⁰ / ₀ , |
| CaO | 29,64 ⁰ / ₀ , | karsēšanas zud. .. | 45,92 ⁰ / ₀ , |
| MgO | 19,70 ⁰ / ₀ , | CaCO ₃ :Mg CO ₃ = | 1:0,89. |

Dolomīts devona formācijā ir reprezentēts augšējā un sevišķi spēcīgos nogulumos vidējā devonā, kur vesels stāvs ir nosaukts par dolomīta stāvu. Šis stāvs nesastādās no nepārtrauktām dolomītu nogulumu kārtām, bet dolomīti mainās ar dolomīta merģeļiem un zaļas, zilās un violetas krāsas devona māliem. Nogulumu kārtas ir bieži krockotas un saplaisājušas horizontālā un vertikālā virzienā. Ar to dolomīta merģeļi ir sašķelti biežākos blukos, plātņu merģeļi plānās plātnēs, bet dolomīti parasti ir biezos monolitos. Horizontālas plaisas noteikti ir radušās tanīs vietās, kur dolomītu kārtā izbeidzās un iesākas cita sastāva kārtā: māla, dolomīta, merģeļa u. c.

Bez plaisām dolomīta nogulumos ir sastopami arī tukšumi. Tukšumi un plaisas ir šad un tad pilnīgi vai pa daļai pildīti prāviem, kaļķšpāta kristalliem, kas tur sekundāri izkrastillizējušies druzu veidā.

Šādu kristallu ķīmiskais sastāvs pēc priv. doc. A. Ieviņa nepublicētām analīzēm:

| | Tirākais paraugs
0/0 | Netirākais paraugs
0/0 |
|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| NCl nešķ. atlikums..... | 0,08 | 9,56 |
| SiO ₂ šķīdumā | 0,16 | 0,28 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,07 | 0,16 |
| Al ₂ O ₃ | 0,15 | 0,32 |
| CaO..... | 55,64 | 47,44 |
| MgO | 0,29 | 2,30 |
| CO ₂ | 43,99 | 29,75 |
| Karsēšanas zudums | 44,00 | 40,04 |
| Izsakot savienojumu veidā: | | |
| CaCO ₃ | 99,31 | 84,68 |
| MgCO ₃ | 0,61 | 4,81 |



15. att. Salaspils Lipšu kārpainā dolomīta lauztuve.

Plaisās un tukšumos ir bieži iekļuvuši dzelzs savienojumi resp. hidroksīdi un pat mālu ieskalojumi (Salaspils Lipši), caur ko dolomītu gaiši pelēkā vai iedzeltēnā pamatkrāsa vietām joslu veidīgi raibota ar iesarkani brūniem un violetiem traipiem. Kopā ar cirkulējošiem virs- un gruntsūdeņiem dažu dolomītu nogulumos ir iekļuvušas arī organiskas vielas. No devona krāsaino mālu, kā arī dzelzssavienojumu un organisko vielu nevienmērīgas sadalīšanās dolomīta nogulumos šie dolomīti ir svītraini un traipaini. Salaspils, Lielvārdes, Skrīveru, Krustpils, Sabiles u. c. rajonos ir sastopami kārpainie dolomīti ar Natica un Platyschisma Kircholmiensis gliemežu pārakmeņojumiem (15. att.).

Vistīrākie dolomīti Latvijā ir Pļaviņu, Jēkabpils un Lubānas apkārtnē.

Dolomītu ķīmiskais sastāvs.

| | Kars. zud. | HCl nešķ. daļa | Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | CO ₂ | CaCO ₃ MgCO ₃ | CaCO ₃ : MgCO ₃ | Hidrāt-ūdens + mitrums |
|--|------------|----------------|--|-------|-------|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| Pļaviņu dolomīts ... | 47,17 | 0,86 | 0,98 | 29,96 | 21,04 | 46,54 | 97,54 | 1:0,97 | 0,63 |
| Slokas morīts | 46,20 | 1,52 | 1,05 | 31,36 | 19,19 | 45,57 | 96,10 | 1:0,85 | 0,64 |
| Kārpīņu-Platyschisma dolomīts | 46,46 | 1,50 | 0,68 | 32,73 | 18,80 | 46,26 | 97,83 | 1:0,8 | 0,20 |
| Kapsēdes muižas kaļķu cepla (Liepājas apr.) dol. | 44,2 | 3,87 | 1,20 | 32,50 | 16,96 | 44,0 | 93,50 | 1:0,73 | 0,2 |
| Allažu Mazbarģu dolom. vīd. kārtā . | 45,60 | 4,3 | 1,6 | 29,3 | 18,70 | 43,44 | 91,4 | 1:0,89 | 2,16 |
| Siguldas dolomīts . . | 46,50 | 2,45 | 0,84 | 30,27 | 20,33 | 45,97 | 96,47 | 1:0,93 | 0,53 |
| Lubānas dolomīts . . | 45,90 | 3,06 | 0,62 | 29,74 | 20,17 | 45,36 | 95,27 | 1:0,94 | 0,51 |

Izlietāšana. Viens no visvecākiem dolomītu izlietāšanas veidiem ir būvniecība. Daudzas senas bruņnieku pils, baznīcas un Rīgas aizsargmūri ir celti no dolomīta. Dolomīta kā būvākmeņa lietošanas sākumi attiecināmi uz 1185. g., kad celta pirmā mūra baznīca Latvijā, gadu vēlāk pirmā bruņnieku pils Ikšķilē (abas blakus, Daugavas krastos virs dolomītu klints). Daudz dolomīta izlietāts Rīgas pils atjaunošanai (sāka 1491., nobeidza 1515. g.). Dolomīts gan pirktis veselām laivām, gan pilsētas līdzekļiem lauzts Salaspils apkārtnē, kur aiz Lipšu ceļa, pilsētas daļā, manāmas plašas, vecām priedēm apaugušas bedres. Tur sastopams jau pieminētais gliemežu kārpīņu dolomīts.

No šiem rupjkristalliniskiem kārpainiem Salaspils dolomītiem ir celta Pēterā baznīcas fasāde, pilsētas kanālu tilti u. c. būves.

Arī citu rajonu kritalliskie dolomīti bez pārakmeņojumiem ir izrādījušies ļoti izturīgi, par ko var pārliecināties apskatot senās Kokneses, Sēlpils, Altonas un citu piļu drupas.

Kā būvākmeņš dolomīts vēl ļoti maz pētīts. Viendabīgu dolomītu, kas uzrāda vāji nomanāmu sīku kārtojumu, praktiski mēdz lietāt galveno tiesu pamatiem, jo sienās tas ātri sadēdot. E. Rozenšteina novērojumi liecina, ka šie atzinumi uzjēmami ar lielu uzmanību, jo pat kārpainais dolomīts, kas praksē cienīts arī kā izturīgs iezis, zaudē šīs savas īpašības, ja atrodas zem augšas, kur ilgstoši pakļauts augšas ūdeņu ietekmei.

Dolomītu pielietošanai ceļu šosēšanā pie mums jau diezgan ilga vēsture. Iekšējās Kaļķu ielas un tagadējās Tērbatas ielas (tā arī agrāk saukusies par Kaļķu ielu) vecie nosaukumi liecina, ka šīs ielas bijušas bruģētas dolomītiem, kas vesti vai nu no Katlakalna, ko vecās kronikas sauc par „Steinholm“, vai Doles salas.

Pēdējā laikā dolomītus lietā šoseju būvē, tos izmanto arī dzelzceļu virsvalde, un šīnī gadā ļoti plašos apmēros tie lietāti kā ielu pamati asfaltētām Rīgas ielām.

Šosēju klāja virsējām kārtām izvēlās pēc iespējas tīru un rupjkristallinisku dolomītu, atbalsta kārtām var būt mazāk tīrs — saturēt māla piemaisījumus, gan ne atsevišķos ieslēgumus, bet vienmērīgā sadalījumā.

Dzelzceļu virsvalde ar dolomīta šķembām noklāj dzelzceļa līnijas, kur iet liela ātruma (70—80 km st.) vilcieni, jo ar to nostiprina gulšņu sistēmu un novērš smalku smilšu putekļu mākoņu sacelšanu.

Šoseju un zemesceļu departaments vēl izlietājis savām vajadzībām no Aiviekstes upes regulēšanas darbos izlauztiem dolomītiem 15.000 m³ un no Dubnas upes regulēšanas darbos izlauztiem

Latvijas pastāvēšanas laikā no 1918. g. līdz 1. IV. 1935. g. izlauzti dolomīti (plienakmeņi) sabiedrisko darbu budžeta kārtībā:

| Apriņķis | No 1918. g. līdz 1. IV. 1933. g. m ³ | No 1. IV. 1933. g. līdz 31. III. 1934. g. m ³ | No 1. IV. 1934. g. līdz 31. III. 1935. g. m ³ | 1928./29. g. budž. g. no plūdos ciet. pal. budž.) m ³ |
|-------------------------------|---|--|--|--|
| 1. Rīgas | 166.200 | 8.402,42 | 6.024,20 | 11.000 |
| 2. Jelgavas | 121.271,02 | 4.223,73 | 2.472,35 | 38.964,05 |
| 3. Cēsu | — | 1.500 | 1.184 | — |
| 4. Liepājas un Aizputes ... | 32.644 | 4.726 | 6.760 | 5.310 |
| 5. Daugavpils un Ilūkstes ... | — | 422,09 | — | 23.280 |
| 6. Rēzeknes un Ludzas | 4.300 | 268,49 | — | 646 |
| 7. Valkas | — | — | — | 5.251 |
| 8. Bauskas un Jēkabpils ... | 19.000 | 3.710,59 | 9.125,01 | 4.000 |
| 9. Kuldīgas | 11.330 | — | 479,77 | 2.979 |
| 10. Jaunlatgales | 1.840 | — | — | 3.630 |
| Kopā | 356.585,02 | 23.254,13 | 26.045,42 | 95.060,05 |
| | | 500.945,07 m ³ | | |

Dzelzceļa līniju noklāšanai ar šķembām, laikā no 1930. g. līdz 1935. g. izlietāts šāds daudzums dolomīta:

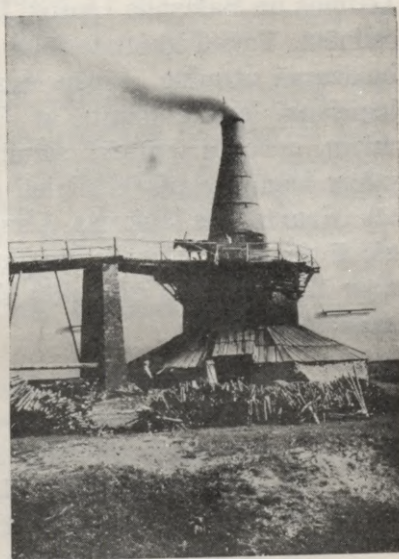
| Dzelzceļu līniju iecirkņi | Noklāto dzelzceļu līniju garums klm | Izlietāta dolomīta daudzums m ³ | Atradnes kuŗās dolomīts iegūts |
|---------------------------|-------------------------------------|--|---|
| I Ceļu iecirknis | 83,0 | 10.000,00 | Salaspils lauzt.
Ogres „
No Salaspils līdz Krustpilij.
Nāves sala (iegūts no I. iec.).
Rīgas—Valkas līn. 56 klm (izlietāts būvdarbiem).
Cēsu lauzt. (nosūtīts cit. iecirkņ.) |
| | | 9.000,00 | |
| | | 2.000,00 | |
| II „ „ | 21,0 | 4.900,00 | Daugavas krastos starp Krustpili un Daugavpili. |
| III „ „ | — | 1.149,05 | |
| IV „ „ | — | 724,90 | |
| V „ „ | — | — | |
| VI „ „ | 31,0 | 6.172,00 | |
| VII „ „ | 35,9 | 8.300,00 | |
| VIII „ „ | 32,4 | 5.600,00 | |
| IX „ „ | — | — | |
| X „ „ | — | — | |
| XI „ „ | — | — | |
| Kopā | 203,3 | 47.845,95 | |

dolomītiem 10.000 m³. Dolomītu laužu atzīmētas klātpieliktā kartē.

Dolomīta kā javas vielas pielietāšanas sākums meklējams vācu ienākšanas laikā. Noteikt kur un kad agrākos laikos tas laužts kaļķu dedzināšanai ir ļoti grūti. Hercoga Jēkaba laikā Kurzemē bija apm. 25—30 kaļķu ceplu. Katrs ceplis ražoja 300—600 lastu kaļķu (1 lasts — 48—60 pūri). Vēlākā laikā šis skaitlis stipri samazinājās.

Apdedzinot dolomītu līdz 1000° un vairāk un tad veldzējot, iegūstam dedzinātos pelēkos jeb dolomīta kaļķus (tautā arī mūra kaļķi). Dolomīta apdedzināšana notiek pārtrauktās (vienkārši lauku ceplī) un nepārtrauktās darbības (galv. kārtā Rīdersdorfas sistēmas un ļoti reti Hofmaņa sist., piem., Cēsīs) ceplīs.

Pilsētas kā lielākās kaļķu patērētājas un satiksmes ceļi kā šīs vielas virzienu noteicēji ir sadalījuši pašreizējos lielākos ceplis atsevišķos puduros. Rīgā patērē galveno tiesu Daugavas krastu kaļķus (no Ikšķiles, Salaspils un Katlakalna cepliem (16. att.), mazāk no Lielupes krastiem (Kalnciema un Klimes muižas). Jelgavai kaļķus piegādā pēdēji minētie ceplī un pieved no Iecavas. Vēl Rīgai pa dzelzceļu kaļķus ved no Allažu, Ieriķu un Cēsu cepliem.



16. att. Lipšu kaļķu ceplis.

Daugavpilī kaļķus iegūst apdedzinot galveno tiesu Daugavas sērēs savākto dolomītu un silūra laikmeta kaļķakmeņu oļus, jo pirmie dolomītu slāņi ir leļpus Daugavpils pie vēsturiskā Jersikas pilskalna. Tas pats lielā mērā attiecināms uz Rēzekni, kur tuvākie dolomītu slāņi ir Kārsavā. Liepājā bez cechšteina kaļķiem (baltkaļķiem) lietā ar Kapsēdes apkārtnes dolomītu kaļķus.

Priekš kara 17 Daugavas ceplī ražoja ap 50.000 t dedzinātā dolomīta sezonā, pārējo rajonu ceplī deva tikai ap 25.000 t dedzināta dolomīta un kaļķu.

1 m³ sakrāuta dolomīta sver ap 1,28 t.

1 m³ sakrāuta dolomīta dod ap 750 kg dedzināta dolomīta, ko sausi veldzējot iegūst 922 kg veldzētu pelēko kaļķu.

Liela nozīme javu izgatavošanā ir mālus saturošiem dolomītiem, merģelainam dolomītam un dolomīta merģelim (t. s. romānakmens, cementmerģelis), no kuriem ražo dolomīta romāncementu. Līdz 1930. g. dolomīta romāncementu ieguva tikai no dolomīta merģeļiem. Sākot ar minēto gadu pielietā kā izejvielu romāncementa ražošanai arī merģelainos dolomītus tagad vienīgā mūsu romāncementa fabrika Rīgā. Priekš kara Latvijā darbojās veselas 4 fabrikas, no tām atradās 2 Slokā, 1 Maruškā un 1 Rīgā.

Abiem šiem izejmateriāliem jābūt homogēniem — ar vienmērīgu mālu sadalījumu. Dolomītu merģelis gandrīz visur guļ zem plānākām vai biežākām dolomīta kārtām, tāpēc, lai pieklūtu tam, jānorok vispirms zemes sega un jāizlauž dolomīti. Dolomīta merģeļa un merģelainā dolomīta atrodnes ir: Slokas rajonā, Allažos, Stopiņu Zeltiņos un Salaspils Lipšos, Daugavas krastā, vispār tuvu ģipša atradnēm. Tagad izejmateriālus dolomīta romāncementa iegūšanai dod beidzamā atradne. Lipšu lauztuvē šāda aina: mūra kaļķa (pelēkā) iegūšanai lauz dolomītu ar Platyschisma un Natica pārakmeņojumiem, norokot iepriekš samērā plānu zemes kārtu. Pārakmeņojumiem bagātā rupjkrīstallainā dolomīta kārtā apm. 2 m bieza un no tās izlauzts liels laukums. Lauztuves malā Daugavas krasta SW virzienā no ceļa ir vecās lauztuves, kuŗu grāvasveidīgā padziļinājumā zem 1,4 m biezas dolomītu šķembu un gružu kārtas ir šāds slāņu sakārtojums:

| | |
|---|-------|
| 1. heterogens dolomīta merģelis (plātņu merģelis) | |
| stipri saplaisājis | 60 cm |
| 2. homogens dolomīta merģelis (L_3) | 25 „ |
| 3. dolomīta merģelis (L_4a) | 55 „ |
| 4. dolomīta merģelis (L_4b) | 75 „ |
| 5. devona māla kartiņa | 2—3 „ |
| 6. dolomīta merģelis ar māla starpkartiņu | 25 „ |

Aiz šī slāņa sākas otrais dolomīta sols. Grāva ir sausa un Daugavas ūdens stāv stipri zemāk.

Prof. Dr. E. Rozenšteina doktora disertācijā⁷⁾ publicēti sīki dāti par dolomīta romāncementa iegūšanu un laborātorijas pētījumu, kas veduši pie atzinuma, ka apdedzināti un samalti dolomīti, ģipsim klātesot, iegūst hidraulisku javu vielu īpašības.

⁷⁾ E. Rozenšteins. Dolomīta romāncements un hidrauliskais dolomīts. Latv. universit. raksti I, Ķīm. fak. serija II. 2, 1931.

Dažas analizes:

| | L ₃ | L ₄ | Slokas
merģ. dolom. |
|--|----------------|----------------|------------------------|
| Karsēšanas zudums | 37,96 | 39,74 | 42,4 |
| CO ₂ | 36,12 | 38,96 | 40,4 |
| Hidr. ūd. + organ. vielas | 1,84 | 0,78 | 2,0 |
| Salsskābē nešķīstošā daļa | 15,92 | 14,96 | 7,32 |
| Šķīst. SiO ₂ | 1,34 | 1,81 | 0,9 |
| „ Al ₂ O ₃ | 0,74 | 2,15 | 2,4 |
| „ Fe ₂ O ₃ | 1,04 | 0,55 | 0,7 |
| „ CaO | 25,30 | 25,44 | 26,9 |
| „ MgO | 16,50 | 17,10 | 19,1 |
| „ SO ₃ | 0,06 | — | 0,2 |

Romāncementam, kas tikai nedaudz dārgāks par kaļķiem, kā hidrauliskai jāvu vielai, ir daudz lielāka mēchaniska izturība kā kaļķiem un tas ātrāk sacietē. Pēc Rīgas pilsētas būvvaldes noteikumiem mūru jaunbūves iepriekš apmešanas ir labi jāvēdina un ēkām jāziemo, kas prasa apm. 6 mēnešu laiku. Mūrējot ar romāncementu mūru jaunbūvju „ziemošana“ nav vajadzīga. Ar romāncementu cel-tās ēkas ir sausas, kapēc tās var tūliņ pēc to uzcelšanas apdzīvot, nekaitējot iedzīvotāju veselībai.

Šādi dāti raksturo dolomīta romāncementa produkciju:

| Gads | Ģipsis | | Izejmateriāli:
Dolomīta merģelis un merģ.
dolom. | | Dolomīta romāncements | |
|-------|--------------|---------------|--|---------------|-----------------------|---------------|
| | Vairums
t | Vērtība
Ls | Vairums
t | Vērtība
Ls | Vairums
t | Vērtība
Ls |
| 1932. | | | 2629 | 16.200 | 1891 | 62.400 |
| 1933. | | | 3593 | 11.800 | 2269 | 78.900 |
| 1934. | 88 | 703 | 4500 | 22 502 | 2985 | 92.831 |

No Pļaviņu dolomīta 1895. — 1915. g. A. Cielava un Ko cepļos apdedzinot 1600° ieguva saķepu dolomītu. Saķepu dolomītam ir liels īpatnējs svars un tas neveltzējas ūdenī. Ar Pļaviņu saķepu dolomītu, kas skaitījās par labāko Krievijā, apgādāja 20 lielākās tērauda fabrikas.

1914. g. Pļaviņās darbojās 10 stāvceplī, kas ražoja līdz 1 mlj. pudu saķepdolomīta gadā.

Viena no lielākām mūsu fabrikām „Slokas cellulōzes fabrika“, cellulōzes ražošanai patērē Kalnciema Grandes lauztuvju dolomītu (apm. 2000 t gadā).

5. Ģipšakmeņi.

Amerikas Bureau of Standards par ģipšakmeņiem sauc iežus, kas satur vairāk kā 64,5% ģipša ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Ģipšakmeņa atrašanās vietas Latvijā ir ļoti izplatītas. Parasti tas sastopams devona formācijas nogulumos gar dolomītu nodaļas robežām.

Kurzemē un Zemgalē ģipšakmeņi sastopami sākot no Gaiļu muižas un Apriķiem uz austrumiem pie: Tebras, Kuldīgas, Rendas, Veģiem, Zentenes, Tukuma un Kalnciema.

Svarīgākās atradnes ir Vidzemē pie Slokas (Pavasara muiža), Līves muižas (Nāves salā) un vispār Rīgas apkārtnē (Salaspils un Stopiņi), kur atradnes ieņem centrālu stāvokli. No šejienes viens ģipšakmeņu nogulumu zars virzās uz Lietuvas pusi, bet otrs uz Igauniju (Izborsku). Lietuvas zarā atzīmējamas šādas vietas: Baldone, Bārbele un Skaistkalne, bet Igaunijas zarā: Pullēni, Allaži, Palsmanes Vizla un Gaujiene (sk. derīgo izrakteņu karti).

Ģipšakmenis parasti atrodas starp māla un dolomīta slāņiem. Izšķir sekojošus ģipšakmeņa veidus.

1. Šķiedru ģipsis ir tīrākā ģipša pasuga un satur 99,0 līdz 99,7% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Ģipša lauztuvju strādnieki viņu nepareizi sauc par „alebastru“. (Alebastrs jeb graudainais ģipsis pie mums nav sastopams. Tam ir sīki kristaliniska blīva struktūra un to tēlnieki lietā tēlniecības darbiem).

Šķiedru ģipsis sastāv no sīkām paralēlām šķiedrām, pa lielākaļ daļai baltā krāsā, bet dažreiz arī iedzeltēnā, ar zīdam līdzīgu spīdumu. Tās sakārtotas paralēli slāņa biezumam. Parasti šķiedru ģipsis ir tikai dažus cm biezs un tikai retos gadījumos sasniedz 15 cm. Tas atrodas vai nu māla slāņos vai arī nošķīr ģipša slāņus no dolomīta un mālu slāņiem.

2. Špāta ģipsis sastopams patstāvīgi kā ģipša rozetes, gan arī kopots biežākās (E. R. novērojis līdz 5 mm) kārtās. Niecīgs bitumena piemaisījums špāta ģipsi nokrāso brūnā krāsā. Ir arī pavīsam balts un dzidrs špāta ģipsis un proti tas, kas cēlies šķiedru ģipsim pārkristalizējoties.

Bez bitumena špāta ģipsa kopoļums satur dažreiz arī mālu saturošu dolomītu.

3. Kārtainais ģipsis (Bankgips). Špāta ģipsis ir sastopams biežāk kombinējumā ar šķiedru ģipsi, ko nosauc par kārtaino ģipsi (E. R., citi par blīvo slāņu ģipsi u. t. t.). Kārtainā ģipsī špāta un šķiedru ģipša kārtas ir bieži pārtrauktas, dažās, parasti ne sevišķi biežās kārtās, šādu kombinējumu nav, bet ir tikai špāta ģipsis viens. Šķiedru ģipša kārtiņas ir stipri izliektas.

Šis ir mūsu ģipšakmeņa galvenais izejmateriāls. Kārtainā ģipša slāņu biezums svārstās no 0,10—1,5 m. Starpā kārtainam ģipsim sastopamas plānākas vai biežākas dolomīta un māla kārtiņas. Sakarā ar to ne visas kārtainā ģipša zonas ir vienādi tīras, un tīrākās pasugas satur 95 — 100% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Parasti netīrākās kārtas ir kārtainā ģipša slāņa virsū un apakšā. Nāves salā, piem., zem tīra kārtainā ģipša, t. s. „virsējā mazara“ atrodas netīrākā kārtainā ģipša slānis, t. s. „piedega“. Arī „apakšējam mazaram“ ir sava netīrākā kārtā, „piedega“. (Sk. Nāves salas ģipšakmeņu lauztuves profilu un 17. att.).

Vispār kārtainā ģipšu slāņu tīrība atkarājas:

- 1) no dolomīta un mālu piemaisījuma špāta ģipša kārtās un
- 2) no kopējās netīro špāta ģipša kārtiņu attiecības pret šķiedru ģipša kārtiņu kopējo biezumu.



17. att. Nāves salas ģipšakmeņa lauztuves.

Netīrās špāta ģipša kārtiņas var būt dažāda veida ar dažādu tīrā ģipša saturu.

Pēc E. Rozenšteina vispārīgiem novērojumiem kārtainais ģipsis satur 85 — 98% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, un viņš to iedala vairākā šķirnēs:

- 1) tīrs kārtainais ģipsis ar 95 — 99% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (te pie-skaita arī šķiedru ģipsi) — I šķirne,
- 2) netīrāks kārt. ģipsis ar 90 — 95% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — II šķirne,
- 3) vēl netīrāks kārt. ģips. ar 85—90% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — III šķ.

Tāds ģipšakmens, kas satur <85% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, uzskatāms par „nederīgu“ un to tagad neizmanto, bet atstāj lauztuvē kā at-kritumu.

Profesors E. Rozenšteins⁸⁾ pēc ķīm. sastāva visus ģipšakmeņus un ģipsi saturošos dolomītus iedala 2 grupās.

1) Vienā grupā, ar augstāku par 50% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ saturu, ietilpst: ar ģipsi impregnēts dolomīts, kam skaidri saredzami prā-vāki ģipša graudi un brekčijas, ģipsi saturošie merģeļi, ģipša ieži ar horizontālām periodiskām kārtām, netīrais un tīrais kārtainais ģipsis, kā arī šķiedru ģipsis.

2) Otrā, ar zemāku par 50% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ saturu, ietilpst: ar ģipsi impregnēti dolomīti, kā arī merģ. dolomīti un dolomītu merģeļi.

Noguluma kārtas ģipša atradnēs ir stipri diferencētas kā ver-tikālā, tā arī horizontālā izplatībā.

Netīrais špāta ģipsis kārtainā ģipsī ārēji no tīrā špāta ģipša at-šķiras ar to, ka ir mazāk spīdīgs un gaišākas krāšas toņos. Netīrā kārtainā ģipsī atgadās, ka pat divas vai vairāk dažāda sastāva un izskata netīrā kārtainā ģipša kārtas ir kombinējumā ar šķiedru ģipsi.

Dolomīta kristallu kopoījumi atrodas špāta ģipsī, bet ne šķie-dru ģipsī.

Ja špāta ģipsis, izņemot dolomītu, satur arī mālus, tad māli, kā tas mikroskopiski ir pierādams, atrodas dolomītā, bet ne ģipsī. Tāpēc ar pilnu tiesību var runāt nevis par dolomītu ar mālus saturošu ģip-si, bet gan par merģelaino dolomītu, dolomīta merģeli, merģeli un mālu merģeli saturošu ģipsi.

Latvijas ģipši ir anhidrita brīvi. Asistents O. Mellis tanī kon-statē celestīnu. Autors, analizējot dažādus dedzināta ģipša parau-

⁸⁾ E. Rosensteins. Charakt. und Gruppierung der Schichten von Gipsfund-orten im Gebiet Stopiņi-Salaspils-Nāves sala. Latv. ūniv. raksti. Ķīm. fak. ser. 1932. g.

gus, atradis šādu SrSO_4 saturu, attiecinot to uz dabīgu (neapdedz.) ģipsi:

| | Stroncija sulfāta
(SrSO_4) saturs
0/0 |
|---|--|
| 1. Rīgas cementa fabrikas stukģipsis no visām kārtām, ņemot šķiedru ģipsi un „mazaru“ | 0,43 |
| 2. Rīgas cementa fabr. stukģipsis no šķiedru ģipša .. | 0,71 |
| 3. Rīgas cementa fabr. stukģipsis no „mazara“ (druzu) ģipša | 0,31 |
| 4. Bēma šķiedru ģipsis | 0,37 |

Ģipša iežos ar horizontālām periodiskām kārtām nav izslēgtas arī šķiedru ģipša kārtiņas.

Merģeli saturošs ģipsis ir divejāda tipa. Viens tips sastādās no biezākām un blāvākām tumšākām kārtām ar plānām spīdīgākām gaišākām svītrām, satur daudz, ap 52%, merģeļa, viegli izmirkst ūdenī un kārtojas, atgādinot mums īstos, no ģipša brīvos „plātņu merģelus“. Otrs tips kombinējas no apmēram divām vienāda biežuma, ķīmiskā sastāva ziņā mazāk atšķirīgām netīrā spāta ģipša kārtām, satur mazāk merģeļa, ir izturīgāks pret atmosferilijām un nekārtojas tik viegli.

Arī brekčijas ir diezgan izplatītas ģipša atradnēs. Brekčiju stūrainie, dolomītu vai mālu saturoša dolomīta gabali ir cemetēti gan ar šķiedru, gan ar špāta ģipsi, reti kad abiem.

Ar ģipsi impregnēti dolomīti, kam skaidri saredzāmi prāvāki ģipša gaudi, ir samērā retāk sastopami. E. Rozenšteins atradis vienu paraugu Stopiņu (ar 62,58% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), otru Salaspils (ar 51,6% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) urbumos. Pārējais sastāvs — dolomīts.

Viendabīgie ar ģipsi impregnēti dolomīti satur 15,2 — 44,7% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Arējā blāvā izskata un lūzuma virsmas ziņā ar ģipsi impregnētie dolomīti ir tik viendabīgi, ka bez ķīmiskas vai mikroskopiskas analīzes ir grūti pateikt, ka minētie paraugi ir ģipši saturošie dolomīti, merģ. dolomīti vai dolomīta merģeli. Vispār, ģipsa graudi vairs nav saskatāmi, kad CaSO saturs samazinās zem 45%.

Stopiņu — Salaspils ģipšakmeņa lauztuves ir pakļautas stiprai pamatūdeņu iedarbei, uz ko norāda izskalojumi ģipša kārtās un ģipša smilšu klātbūtne.

Izmantošana. Ievērojamākā ģipšakmeņa lauztuve no pat vecākiem laikiem ir bijusi tagadējā Nāves salā, agrākā Līves muižā.

Visvecākās mums pieejamās ziņas attiecas uz 1631. gadu. Tad toreizējais Zviedrijas valdības ģenerālgubernātors Rīgā, grafs Jakobs de la Gardie lūdzis Rīgas birģermeistaru nosūtīt ar ķēniņa atpakalejošiem kuģiem kā ballastu dažas liellaivas ar Nāves salas ģipšakmeni viņa Stokholmas pils marmorveidīgiem izdaiļojumiem.

Kādā 1845. g. darbā atzīmētas bez Nāves salas vēl ģipšakmeņu atradnes šādās vietās Vidzemē: Ikšķilē, Doles salā, Ulbrokā, Allažos un Gaujienē.

Ģipšakmeņu plašāka izmantošana iesākta 1895. gadā, kad nodibināta J. Celma (tagad P. Bēma) firma. Ievērojamākās lauztuves bijušas Mazšauriešos un Stopiņmuižā.

Pagājušā gadu simteņa beigās ģipšakmeņi lauzti arī Slokas Pavasarmuižas, Allažu, Pulēnu, Ulbrokas un Palsmanes draudzes Vizlas lauztuvēs.

Tagad strādā Stopiņu Zeltiņu, Nāves salas, Palsmanes Vizlas un Kalnciema Mūrnieku lauztuves.

Visintensīvāk ģipšakmeni izmanto Nāves salā Rīgas cementa fabr. C. Ch. Schmidt A.-S., kas 1935. g. vasarā dienā sūtīja uz Rīgu 35 vagonus. Darba gaita tāda, ka vispirms norok virskārtu (2—3 m) un patīra c. s. acis — ūdens izgrauztās bedres (ģeoloģiskās ērģe-



18. att. Prāmis, kas pārceļ ģipšakmeņa vagonetes.

les), kas piepildītas ar morēnu materiālu. Tad elektriski urbji izurbj caurumus, tos piepilda ar amonālu un tā saspridzina ģipšakmeņa sienu. Lielākos gabalus ar veseriem sadauza un tad iekrauj vagonetēs. Dizēļa lokomotīve aizvelk vagonetes līdz prānim, kas tās pārceļ uz Daugavas otru krastu (18. att.). No turienes tvaika lokomotīve aizvelk gaŗo vagonetu rindu uz Saulkalni, kur strādnieki ģipšakmeni iekrauj preču vagonos (19. att.).

Nāves salā ģipšakmeņa krājumi draud izsīkt un to laikam pietiks tikai vairs 2—3 gadiem.

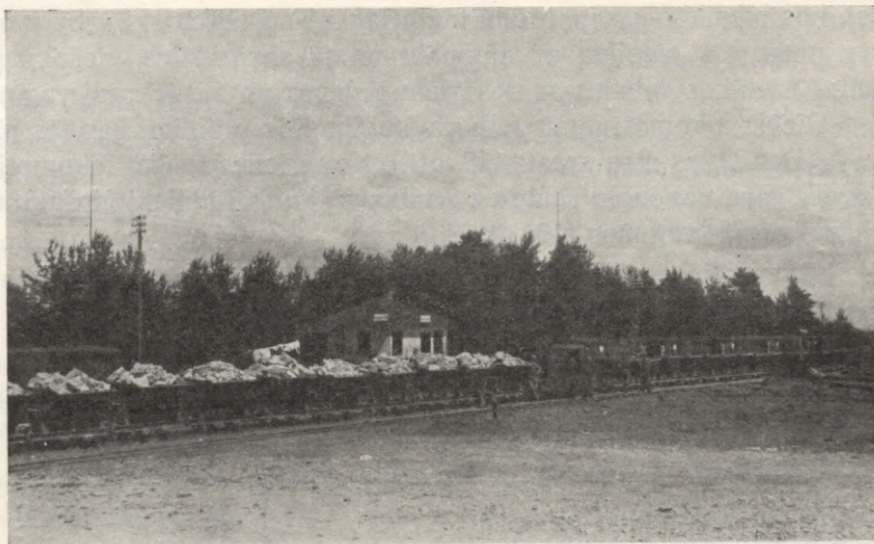
Tur apmēram šāds slāņu sakārtojums:

| Kārtu apzīmejums | Biezums
cm | CaSO ₄ ·2H ₂ O
o/o |
|---|---------------|---|
| 1. Virskārta, svārstīga biezuma..... | 100—200 | — |
| 2. Dolomitu sat. ģipsis, neizmant. | 45 | — |
| 3. Galvas kārta, izmant. | 20 | 93,0 |
| 4. Melnā kārta, izmant. 3 daž. slāņi:..... | 50 | — |
| a) virsējais..... | — | 97,9 |
| b) apakšējais..... | — | 95,0 |
| c) vidējais..... | — | 88,5 |
| 5. Skudras kārta, izmant.:..... | 40 | — |
| a) virsējais slānis..... | — | 91,2 |
| b) apakšējais „ ”..... | — | 97,0 |
| 6. Ģipsi saturošs mālains dolomīts, neizm... | 20 | — |
| 7. Virsējais „mazars“ (druzu ģipsis).. | 50 | 98 |
| 8. Virsējā „mazara piedega“, izm..... | 20 | 90,1 |
| 9. Ģipsi saturošs mālains dolomīts, neizm... | 20 | — |
| 10. Dolom. un mālu saturošs kārtains ģipsis.. | 25 | 86,7—88 |
| 11. Kārtainais ģipsis | 23 | 94,5 |
| 12. Melnā kārta | 8 | 94,6 |
| 13. Apakšējais „mazars“:..... | 32 | — |
| a) virsējais slānis..... | — | 90,7 |
| b) apakšējais slānis..... | — | 95,0 |

Dzilākos slāņus neizmanto, jo tur ģipša saturs stipri samazinājies.

Nāves salā kopējais derīgo slāņu biezums ir 2,5—3 m.

Kā minēju, ģipša atradņu ir daudz (sk. derīgo izrakteņu karti), bet maz tās vēl pētītas. Sīkāk mēs pazīstam Rīgas pilsētas atradnes. Izdarītie urbumi atļauj lēst apmērus. Kādā apgabalā inž. Taumanis



19. att. Saulkalnes stacija.

ir aprēķinājis izmantojamā ģipša daudzumu uz apm. 12.000.000 tonnām.

Mums vēl nav normu, kas rēgulē ģipšakmeņa izlietāšanu. Tagad izlietā kārtaino ģipšakmeni cementa rūpniecībā, dedzināta ģipša (mūrģipša un apmetuma ģipša, vāc. Stuckgips) ražošanai un lauku mēslošanai. Parasti beidzamam nolūkam lietā zemākas kvalitātes ģipsi, to samāļot.

Apdedzinātu šķiedru ģipsi („alebastrs“), kas ir koši baltā krāsā, izlietā pa daļai kā formģipsi, pa daļai tēlniecībā un ķirurgijā (ortopaidiskiem darbiem).

Ģipsi saturošus dolomītus ar mazu $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ saturu un horizontālām periodiskām kārtām lietāja pirms kara kā būvakmeni. Tā no šāda materiāla 1901. g. uzbūvētas Maz-Šauriešu vēja dzirnavas, un šis akmens 1930. g. lietāts pat dažu Rīgas ēku pamatiem.

Beidzamo gadu ģipšakmeņu patēriņu norāda sekojošā tabula.

Ģipšakmeņa izmantošana par laiku 1932. — 1934. g.

Produkcija.

| Gads. | Ģipšakmens | | Ģipsis, dedzin. | | Ģipšakmens, malts | |
|-------|------------|---------|-----------------|---------|-------------------|-------|
| | t. | l.s | t. | Ls | t. | Ls |
| 1932. | 46000 | 322.999 | 4117 | 143.300 | 85 | 1.100 |
| 1933. | 58528 | 409.700 | 3534 | 110.500 | 235 | 2.500 |
| 1934. | 96099 | 594.133 | 5808 | 195.188 | 255 | 3.083 |

Eksports:

| Gads. | Drupināts ģipšakmens | | Mūra ģipsis | | Alebastra ģipsis (apd. šķiedru ģ.) | |
|-------|----------------------|------------|-------------|------------|------------------------------------|------------|
| | Vairums t. | Vērtība Ls | Vairums t. | Vērtība Ls | Vairums t. | Vērtība Ls |
| 1932. | 36812 | 246.483 | 1554 | 46.328 | — | — |
| 1933. | 48251 | 305.276 | 651 | 17.592 | 81 | 1.923 |
| 1934. | 82801 | 473.300 | 8451 | 128.068 | 211 | 3.972 |

6. Smiltis.

Smiltis⁹⁾ pieder pie tā saucamiem sasmalcinātiem nogulumu iežiem. Pēdējie cēlušies caur rupjāku materiālu sasmalcināšanos, pie kam no sasmalcinātās masas ar tekošu ūdeņu vai vēja darbību atdalīti kā rupjāki akmeņi un grants, tā arī smalkākie produkti, — putekļi un māli.

Smiltis zemju Latvijā apm. $\frac{1}{3}$ no visas platības.

Kā pirmatnējais materiāls, no kura cēlušās Latvijā sastopamās smiltis, uzskatāmi tie pirmatnējie klinšu kalni, kas atrodas Skandināvijā un Somijā. Dažādi apstākļi tos sasmalcinājuši un pārveidojuši.

No kāda graudu lieluma un līdz kādam graudu lielumam uzskatīt sasmalcinātos iežus par smiltīm, pie mums nav vēl viens prātis.

J. Vītiņš⁹⁾ smiltis šķiro šādi:

| | Graudu lielums. |
|-------------------|-----------------|
| rupjas smiltis .. | 1 - 0,35 mm |
| smalkas " .. | 0,25 — 0,05 mm |

Dalīņas ar \odot 0,5—0,01 mm sauc par rupjiem putekļiem.

Vācijā 1935. g. martā ir pieņemtas normas (DIN 1179), kas smiltis sadala šādi:

rupjas smiltis — graudu \odot 3 — 1 mm,
 vidējas " — " " 1 — 0,2 mm,
 smalkas " — " " 0,2 — 0,09 mm,
 miltu " — " " 0,09 — 0,06 un mazāk mm.

⁹⁾ J. Vītiņš. Latvijas smiltis un smiltis zemes. 1924.



20. att. Sarkanā smilšakmeņa alas.

Latvijas smiltis pēc ģeoloģiskās izcelšanās iedalāmas:

- 1) devona smiltīs,
- 2) terciārās smiltīs un
- 3) kvartārās smiltīs.

1. Devona formācijā no smiltīm sastāv smilšakmeņi (20. att.). Saistošām vielām trūkstot devona smilšakmeņi nav pietiekoši cieti, lai tos varētu lietāt kā būvakmeņus. Balto pasugu var izlietāt citām tehniskām vajadzībām (sk. turpmāk). Smilšakmeņi kā saistviela ir kolloidāla kramskābe (SiO_2) un kalcijs oksīds (CaO). Tā piem., sarkanais Siguldas smilšakmens satur 0,039% CaO .

2. Mūsu ģeoloģijas tēvs Grewingck's konstatējis virs cechšteina kaļķakmeņa Vormsātes akmeņu lauztuvē pie Ventas 33' biezu terciārās baltās smiltis slāni, kas varbūt būtu tehniski izmantojama. Tālāko pētījumu trūkst.

3. Kvartārā formācijā smilšu izplatība reti liela. Lai atceramies tikai varenās kāpas, ūdeņu sanesumus u. t. t.

Šo smilšu īpašības ir atkarīgas no:

- 1) mēchaniskā sastāva, lielāks mālu daļiņu piejaukums pavairo kalija saturu un arī
- 2) attāluma, kādu viņas nesis ūdens vai vējš.

J. Vītiņš analizējis vairākas smiltis un atradis šādu kalija un nātrija oksīdu saturu:

| | Juglas virsmežniecības smiltis. | Mangaļu kāpu smiltis. |
|-------------------------|---|----------------------------------|
| K ₂ O | 1,02 — 1,24 ^o / _o | 1,34 ^o / _o |
| Na ₂ O | 0,39 — 0,48 ^o / _o | 0,22 ^o / _o |

Parastā smiltī graudiņu lielums svārstās no 0,25 — 0,05 mm.

Zemes virsējās kārtās, kur jau darbojušās augu saknes un bijušas skāba rakstura trūdu vielas — smiltis pieņem baltu krāsu. No viņas ir izšķīduši dzelzs savienojumi, kas uzkrājas dziļākās kārtās. J. Vītiņš⁹⁾ piedev šādu analīzi:

| | K ₂ O
%e | Na ₂ O
%o | HCl šķ. CaO
%o |
|--|------------------------|-------------------------|-------------------|
| Getliņu purva baltā smiltis 10 — 20 cm biezumā
(zem 10 cm trūdu kārtas) | 1,09 | 0,54 | 0,025 |

un norāda, ka krāsainā horizonta rašanos ietekmē vismaz 2 procesi:

1) Pie stiprākas zemes virskārtas izskalošanas mazinas elektrolītu saturs virsējās zemes kārtās. Līdz ar to koagulētās daļiņas maina savas īpašības — drupatiņas izirst, palielinās dzelzs hidroksīda dispersija un daļiņas brīvi filtrējās caur virsējām zemes kārtām dziļāk. Tur ūdeņos sāļu vairums top lielāks un daļiņas atkal sarecē.

2) sevišķi mitrās vietās Fe₂O₃ reducējas zem trūdvielu iespaida par FeO, kas ar ogļskābi saturošiem ūdeņiem dod dzelzs bikarbonātu, viegli šķīstošu savienojumu. Dziļākās kārtās piekļūst no pamatūdeņa atkal gaisa skābeklis — dzelzs oksiduls pārveidojās oksīdā un rodas dzelzs kārtā, t. s. o r t š t e i n s j e b r ū s a k m e n s.

Pašas baltās smiltis sauc par podzola smiltīm. Normāli viņas atrodas zem 0,5—0,7 m biezas virskārtas vismaz 0,15 cm biezā slānī.

Pēc minerāloģiskā sastāva smiltis iedalāmas laukšpāta un kvarca smiltīs. Par laukšpāta smiltīm sauc smalkus iežu sadalīšanās produktus, kas satur kvarcu, laukšpātu, vizlu, ragmāni,

⁹⁾ loc. cit.

piroksenus u. c. minerālus. Kvarca smiltis satur gandrīz tikai kvarcu. Zemāk atzīmētas dažas raksturīgas analīzes.

| | Laukšp. smiltis
0/0 | Kvarca smiltis
(Dörentrup) 0/0 |
|--|------------------------|-----------------------------------|
| SiO ₂ | 70,0 — 98 | 98,85 |
| Al ₂ O ₃ | 0,5 — 12 — 15 | 0,054 |
| TiO ₂ | 0,5 — 1 | — |
| Fe ₂ O ₃ | 0,5 — 1 | 0,007 |
| CaO | 3 | 0,002 |
| MgO | 2 — 3 | — |
| K ₂ O + Na ₂ O | 2 | — |
| Karsēšanas zudums | 3 — 5 | 0,080 |

Dabā pie mums tik tīras smiltis, kā atzīmētās Vācijas smiltis, nav sastopamas. Gandrīz visas mūsu smiltis satur mazākā vai lielākā vairumā laukšpātu un dažreiz arī vizlu. Kvarca graudiņi ir spoži, bet laukšpāta graudi blāvi.

Daudz nozīmīgāka tomēr smilšu grupēšana pēc izlietāšanas iespējamībām. Te no vienas puses krīt svarā mineraloģiskais (resp. ķīmiskais) sastāvs un no otras puses mēchaniskais sastāvs.

Aplūkosim nozares, kur lietā dažādas smiltis, un kādas prasības tām jāpilda.

I e d a l ī j u m s.

1. Stikla rūpniecības un keramikas smiltis.
2. Formu smiltis.
3. Smilškalķu ķieģeļu smiltis.
4. Būvdarbu smiltis: štukatūras, betona un asfalta.
5. Ceļu un balasta smiltis
6. Slīpējamās smiltis.

1. Stikla rūpniecībā lietā parasti tīrākās smilšu sugas, tā tad vairāk tās smiltis, kam ir kvarca smilšu raksturs. Stikla jēlmasā ir 60—70% SiO₂, bet gatavā stiklā 1/2—3/4 d. pēc svara. Galvenais nevēlamais piemaisījums labāka stikla izgatavošanai ir dzelzs oksīds. Jo viņa mazāk, jo smiltis der augstvērtīgāka stikla iegūšanai.

Dzelzs kā FeO krāso stiklu zaļā, Fe₂O₃ — dzeltēnā krāsā. Krievu keramikas biedrības stikla sekcija un Ziem. Amerikas savienoto

vaļšķu standartu birojs uzstādīja šādas normas, kas jāpilda stiklu izgatavošanai lietājamām smiltīm:

| Šķirnes | SiO ₂
ne mazāk | Fe ₂ O ₃
ne vairāk | Al ₂ O ₃
ne vairāk | CaO+MgO
ne vairāk |
|---|------------------------------|---|---|----------------------|
| 1. Optiskais stikls | 99,8±0,1 | 0,02 ±0,015 | 0,1±0,05 | 0,1±0,05 |
| 2. Trauku stikls, flintst. . | 99,5±0,5 | 0,035±0,015 | 0,5±0,1 | 0,2±0,05 |
| 3. Flintstikls | 95,0±1,0 | 0,035±0,015 | 4,0±0,5 | 0,5±0,1 |
| 4. Plākšņu stikls, spo-
guļu stikls | 98,5±0,5 | 0,06 ±0,005 | 0,5±0,1 | 0,5±0,1 |
| 5. Tas pats, zemākas kval. | 95,0±1,0 | 0,06 ±0,005 | 0,5±0,5 | 0,5±0,1 |
| 6. Zaļais st., trauku un
logu stikls | 98,0±1,0 | 0,3 ±0,05 | 4,0±0,5 | 0,5±0,1 |
| 7. Zaļais st., zemākas
kval. | 95,0±1,0 | 0,3 ±0,05 | 0,5±0,5 | 0,5±0,1 |
| 8. Tumši oranžs trauku st. | 98,0±1,0 | 4,0 ±0,1 | 4,0±0,5 | 0,5±0,1 |
| 9. Tas pats, zem. kval. . | 95,0±1,0 | 4,0 ±0,1 | 0,5±0,5 | 0,5±0,1 |

Mēchaniskam sastāvam pēc standartu komitejas normām jābūt šādam:

| | |
|--------------------------------|---|
| daļ. ∅ mazāks par 0,8 mm jābūt | 100 ⁰ / ₀ , |
| " " 0,8 — 0,38 mm " | 60 — 40 ⁰ / ₀ , |
| " " 0,38 — 0,18 mm " | 40 — 30 ⁰ / ₀ , |
| " " 0,18 — 0,14 mm " | 30 — 20 ⁰ / ₀ , |
| " " mazāks par 0,14 mm " | ne vairāk par 5 ⁰ / ₀ . |

Krāsaina stikla izgatavošanai der kāpu smiltis, bet logu stikla izgatavošanai jau mūsu minētās podzola smiltis un arī dažas devona smiltis. Pašreiz logu stiklu ražošanai „Emolip“ stikla fabrika patērē ap 300 vagonu podzola smilšu gadā.

Mūsu smilšu analīzes:

| | Kars.
zud. | SiO ₂ | A ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | TiO | CaO | MgO | K ₂ O | Na ₂ O | Kopā |
|--|---------------|------------------|-------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------------------|-------------------|-------|
| Ropažu smiltis no „Emolip“ | 0,43 | 97,12 | 1,41 | 0,14 | — | 0,12 | 0,08 | nen. | nen. | — |
| Inčukalna smiltis no „Emolip“ | — | 96,94 | 1,072 | 0,168 | — | nen. | nen. | nen. | nen. | — |
| Lilastes smiltis no „Emolip“ | 0,13 | 96,48 | 1,61 | 0,11 | 0,05 | nen. | nen. | nen. | nen. | — |
| Atmāzģāta Ropažu sm no
Kuzņecova porc. fabr. . | 0,10 | 97,86 | 1,08 | 0,11 | — | 0,24 | 0,06 | 0,25 | 0,21 | 99,91 |
| Puzes pag. „Annahütte“ . | nen. | 94,08 | 4,59 | 0,09 | — | — | — | — | — | — |
| Kuldģigas devona smiltis. . | 0,36 | 97,50 | 1,43 | 0,12 | 0,12 | — | 0,47 | 0,47 | — | 100,0 |
| Daugavas smiltis, ko lietģ
portlandcementsģ jģlma-
sas sastģdģšanģ | 1,1 | 91,7 | 3,3 | 1,4 | nen. | 0,9 | 0,3 | 1,3 | 1,3 | 100,0 |

Kuldīgas un Līlastes smiltīm noteikts arī mēchaniskais sastāvs, kas ir šāds:

| Graudu lielums mm | Kuldīgas sm.
% | Līlastes sm.
% |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| Līdz 1,20 | 1,35 | 1,2 |
| No 1,2 — 0,60 | 0,20 | 0,6 |
| „ 0,6 — 0,40 | 0,25 | 3,8 |
| „ 0,4 — 0,20 | 1,35 | 42,5 |
| „ 0,2 — 0,12 | 59,20 | 39,8 |
| „ 0,12 — 0,088 | 27,50 | 5,7 |
| Zem. 0,088 | 10,15 | 7,4 |

Podzola un devona smilšu krājumi Latvijā lieli, bet izkaisīti. Šķiet lielākais balto devona smilšu krājums būs Kuldīgas apk. „Režas upes „kambari“.

Minerāloģiski devona smiltis sastāv galvenā kārtā no nogludinātiem kvarca graudiņiem, kuŗu starpā izkaisītas mālaines vielas un vizla.

Skalojot šīs smiltis dažreiz ir iespējams Fe_2O_3 saturu samazināt $1\frac{1}{2}$ —2 reizes.

Tā, kādu smalku Krievijas smilti, kuŗas mēchaniskais sastāvs bija:

| Graudu lielums | % |
|---------------------|-------|
| > 0,36 mm | 1,35 |
| 0,35 — 0,25 mm | 0,95 |
| 0,25 — 0,10 mm | 9,22 |
| 0,10 — 0,05 mm | 79,13 |
| < 0,05 mm | 9,35 |

mazgājot izdevās ievērojami uzlabot, kā to norāda ķīmiskās analīzes:

| | SiO_2 | Fe_2O_3 | Al_2O_3 | CaO | MgO |
|-----------------------------|---------|-----------|-----------|------|------|
| a) nemazgātas smiltis | 98,04 | 0,179 | 1,47 | 0,17 | 0,23 |
| b) mazgātas „ | 99,08 | 0,118 | 0,47 | 0,20 | 0,01 |

Pasekojot stikla rūpniecības attīstībai, atzīmējams, ka hercogs Jēkabs Kurzemē centās to nostādīt uz plašiem pamatiem. Pamatviela — tīra smiltis — jau tad bija pazīstama, un par stiklu varēja iegūt labu cenu.

Stikla rūpniecība sasniedza ziedu laikus 1645.—1658. g.¹⁰⁾, kad ražotais galda stikls, kristallstikls, stikla krelles, logu rūtis, krāsotais stikls un spoguļi sastādīja svarīgu izvedpreci. Daudz vēlākā laikā, pag. g. s. beigās, sevišķi strauji attīstījās pudelņu stikla rūpniecība sakarā ar alus brūžu uzplaukšanu. Zaļajām alus pudelēm smilts kvalitāte nespēlēja sevišķu lomu, jo dzelzs oksīdu saturs, kas dod zaļo un brūno krāsu, te nebija svarīgs. Citādi tas bija ar smalko dzērienu baltā stikla pudelēm un logu plāksnēm. Tās varēja ražot tikai vietās, kur dabūjama smilts ar nelielu dzelzs saturu. Tā, piemēram, Kuldīgas mākslīgo alu devona laikmetā smilti bija pārbaudījusi un atzinusi par labu tuvējā stikla fabrika.

Z. Lancmanis ir konstatējis, ka bij. Meņģeles un arī bij. Puzes „Annahütte“ stikla fabrikas izlietojušas augsnas veidošanas procesā tīrīto podzola smilti. Tagad Rīgas stikla fabrikas, kas ražo stiklu un krāsainas pudeles, lieto Ropažu un Līlastes podzola smiltis (21. att.).



21. att. Podzola smiltis Līlastes apkārtnē. Balto smilšu slānis apm. 1 m biezs. Izmanto „Emolip“ stikla fabrika.

¹⁰⁾ J. Juškevics. Hercoga Jēkaba laikmets Kurzemē. 1932.

Mūsu baltā trauku stikla un istā svina kristallstikla fabrika Ilģeciēmā (bij. Becka fabrika) spiesta lietot Hohenbokas smiltis, kas satur ap 99,82% SiO₂, 0,015% Fe₂O₃ un 0,07% Al₂O₃, jo no mūsu nemazgātām baltām smiltīm nevar izgatavot pilnīgi bezkrāsainu stiklu.

1934. gadā Latvijā darbojās pavisam 8 stikla fabrikas, kas visas atradās Rīgā.

Kaļķu, kaļķakmeņu un smilšu patēriņš stiklrūpniecībā:

| G a d i | Kaļķakmens | | S m i l t i s | | | |
|---------|------------|----------|---------------|--------|----------|--------|
| | Ārzesmes | Latvijas | Ārzesmes | | Latvijas | |
| | t | t | t | Ls | t | Ls |
| 1932. | 203 | nez. | 527,2 | 10.200 | 128,8 | 4.100 |
| 1933. | 678 | 34 | 944 | 30.000 | 540 | 14.900 |
| 1934. | 102 | 4 | 1387 | 35.346 | 4645 | 25.493 |

Pēc E. Rozenšteina ieteikuma, sākot ar 1932. g. martu, Ropažu mežniecības smilti ar labiem panākumiem lietā M. S. Kuzņecova fabrikas smalkfajansa (Steingut) masas un glazūras sastādīšanai, kā arī porcellāna masā, līdz šim lietotā Skandināvijas kvarca vietā.

Smilšu patēriņš porcellāna un fajansa rūpniecībā šāds:

| G a d i | t | Ls |
|---------|-----|-------|
| 1932. | 192 | 3.200 |
| 1933. | 460 | 5.100 |
| 1934. | 715 | 6.494 |

2. Formu smiltis. Metallurģijā dažādu atlējumu izgatavošanai vajadzīgas formas, ko gatavo no t. s. formu smiltīm. Tām jāpilda šādas prasības:

- 1) jābūt ar augstu ugunsizturību, lai izturētu izkusušo metālu temperatūru,
- 2) jābūt pietiekoši plastiskām un sīkstām, lai no tām varētu izgatavot attiecīgu formu,
- 3) jābūt pietiekoši porainām, lai pie atliešanas radušās gāzes varētu izplūst no formas ārā,
- 4) jābūt mazai siltuma vadīšanai,
- 5) jānod elastīga forma, kas ļauj metālam atdzīstot savilkties,
- 6) tās nedrīkst saturēt daudz gaistošu organisku vielu, un
- 7) tām jābūt lētām.

Formēšanas vajadzībām lieto kvarca, mālainas un upju smiltis. Kvarca formu smiltis iedalāmas šā:

| Apzīmējums | Māl. vielas % |
|---------------------------|---------------|
| Liesās formu smiltis..... | līdz 0,5 |
| Vidējās " " | 0,5— 2,0 |
| Treknās " " | 2,0—10 |

Ko šeit saprot zem mālainām vielām, to norāda sekojošā Krievijas ģeologu klasifikācija:

| | |
|---|------------------|
| māls, mālainas vielas — daļiņu \bigcirc | $> 0,001$ mm, |
| dūņas — " " | 0,001— 0,011 mm, |
| putekļi — " " | 0,01 — 0,1 mm, |
| smalka smiltis — " " | 0,1 — 0,25 mm, |
| vidēja " — " " | 0,25 — 0,5 mm, |
| rupja " — " " | 0,5 — 1 mm, |
| grants — " " | 1,0 —10 mm, |
| akmeņi — " " | > 10 mm. |

Kvarca formu smilšu graudu lielumam ir jābūt vienmērīgam.

Mālainās smiltis ir sarkanā un dzeltēni brūnā krāsā un tās iedala:

| | |
|------------------------|-------------------------|
| liesās, ar māl. vielām | 2 — 10 ⁰ %, |
| vidējās " " " | 10 — 20 ⁰ %, |
| treknās " " " | > 20 ⁰ %. |

Amerikāņu metālu lējeju biedrības AFA prasības šām formu smiltīm sekojošas:

| | Liesas formu smiltis % | Vidējas formu smiltis % | Treknas formu smiltis % |
|--------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 100. putekļi māli | līdz 75—100 | līdz 50—75 | līdz 50—75 |
| grants, ne vairāk..... | 0,5—1,0 | 1,0—1,5 | 1,5—3,0 |
| graudu koncentrācija, ne mazāk.. | 80—85 | 80—85 | 75—80 |
| CO ₂ , ne vairāk | 0,1—0,5 | 0,1—0,5 | 0,1—0,5 |
| alkalijas, līdz | 0,5—1,0 | 0,5—1,0 | 0,5—1,0 |
| CaO | 2 | 2 | 2 |
| MgO | 0,5—1 | 0,5—1 | 0,5—1 |
| Fe ₂ O ₃ | 5 | 5 | 5 |
| Uzskaitīto oksīdu summa | 5—7 | 5—7 | 5—7 |

Piezīme. Skaitļu svārstības attiecas uz 1. un 2. šķirām.
Apzīmējumi:

- 1) 100. $\frac{\text{putekļi}}{\text{māli}}$ — saprot graudu ar \bigcirc 0,053 — 0,01 mm attiecību pret mālainām daļām (daļiņas mazākas par 0,01) procentos.
- 2) Grants — $\bigcirc > 0,84$ mm.
- 3) Graudu koncentrācija: atlikuma uz sieta Nr. 200 attiecība pret kopējo summu.

Pārbaudot šīs formu smiltis viņas ieteic šķirot šādās frakcijās:

| Sieta Nr. Nr. | Acs \bigcirc mm |
|---------------|-------------------|
| 40 | 0,42 |
| 70 | 0,21 |
| 100 | 0,149 |
| 140 | 0,105 |
| 200 | 0,074 |

Upju smiltis ir tādas smiltis, kas nogulušās upju ielejās. Viņas satur samērā maz smalkumu. Parasti viņas iedala 2 šķirās:

| | I. šķira
% | II. šķira
% |
|------------------------|---------------|----------------|
| Māls | līdz 1 | līdz 1,5 |
| Putekļi | " 1 | 1,0—1,6 |
| Grants | " 5 | līdz 10 |
| Graudu konc. | ≥ 90 | 80 — 90 |
| SiO ₂ | > 90 | 85 — 90 |

Formu smiltis Latvijā izplatītas ļoti daudzās vietās, galvenām kārtām mālainās un upju smiltis. Attiecīgām fabrikām viņu uzmeklēšana nedara lielas grūtības.

3. Smilškaļķu ķieģeļu smiltis. Šeit prasības galvenā kārtā šādas: graudu visvairāk ar 0,2—0,5 mm caurmēru, bet putekļu un rupjo daļu saturs mazs. Smilšu graudiem vēlamas asas šķautnes, dzelzs oksīda saturs ne vairāk par 5%. Latvijā pašreiz darbojās Nordeķu smilškaļķu ķieģeļu fabrika, kas patērē blakus esošā kalniņa smiltis. Smilškaļķu ķieģeļi ražoti:

| Gadi | Ražoto ķieģeļu skaits
1000 gab. | Vērtība
Ls |
|-------|------------------------------------|---------------|
| 1932. | 1286 | 38.000 |
| 1933. | 2732,3 | 68.200 |
| 1934. | 2246,0 | 66.145 |

4. Būvdarbu smiltis. Betonam vēlamas rupjgraudainas smiltis ar graudu lielumu 0,5 — 3 mm. Apmetumiem vislabāk der smiltis ar graudu $\textcircled{1} > 1$ mm. Līdzīgas smiltis noderīgas arī asfalta darbiem.

5. Ceļu un balasta smiltīm nav sevišķu noteikumu.

6. Slīpējamās smiltis. Te noderīgas tādas smiltis, kam asas šķautnes un kas sastāv no cietiem minerāliem (ciet. > 7) ar graudu lielumu 1—3 mm.

7. Grants, oļi un laukakmeņi.

Apzīmējumi pēc vācu normām (DIN 1171):

| | |
|-----------------|-------------|
| smalka grants.. | 3 — 7 mm, |
| vidēja „ .. | 7 — 30 mm, |
| rupja „ .. | 30 — 70 mm, |

Ģeologi apzīmē:

| | |
|--------------|-----------------------------|
| smiltis..... | $\textcircled{O} < 2$ mm, |
| grants | „ 2 — 10 mm, |
| oļi | „ 10 — 100 mm, |
| laukakmeņi.. | $\textcircled{O} > 100$ mm, |

Minēto izrakteņu izcelšanās procesā ir nozīme kristalliskiem iezīem, un šie izrakteņi šķīrojami:

1) šļūdoņa veidojumos: morēnas, gala morēnas, ūsi un vispār fluvioglaciāli veidojumi,

2) pēcleduslaikmeta veidojumi — alluviāli nogulumi: jūru un ezeru smiltis un grants.

Minētos dabas produktus galvenā kārtā izlietā būvniecībā. Granti vislielākos apmēros lietā ceļu grantssegām, dažāda betona izstrādājumos un dzelzsbetona būvēs.

Sistematiska ceļu labošana Latvijā sākās zviedru laikos un turpinājās arī vēlāk. Tanīs laikos maz ko domāja par grants īpašību un krājumu apmēru pētīšanu. Tikai pašā pēdējā laikā, kad pieaug dzelzceļu tīkls, kas granti patērē virsbūvei un būvniecībā arvienu vairāk ieviešās dzelzsbetons, radās interese par grants krājumu apmēriem un grants kvalitāti.

Kā mūsu labākās grants un oļu krājumi ir uzskatāmi ūsi. Tos pētījis prof. B. Doss, barons Tolls, Latvijas laikā asist. V. Zāns un skol. Z. Lancmanis. Pēdējais ir devis īsu pārskatu¹¹⁾ par mūsu

¹¹⁾ Z. Lancmanis. Grants un oļu atrodnes Latvijā. Techn. žurn. 1927. g. Nr. 8.

Uz šosejām un zemesceļiem izlietāti šādi grants vairumi:

| Gads | Izlietātās grants kopsumma m ³ | Vērtība Ls | No iepriekš minētās grants izlietāts tikai zemesceļiem | |
|------|---|-------------|--|-------------|
| | | | m ³ | Ls |
| 1931 | 327.222,5 | 1.314.595,3 | 318.996,5 | 1.284.582,9 |
| 1932 | 111.405,29 | 347.306,8 | 102.108,29 | 319.365,53 |
| 1933 | 414.295,31 | 1.121.094,5 | 398.215,57 | 1.067.782,6 |
| 1934 | 267.917,33 | 786.166,12 | 252.213,54 | 741.284,14 |

Izlietātās grants daudzumi atsevišķos apriņķos 1934. g. bija šādi:

| Apriņķis | Grants m ³ |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1. Rīgas | 18.704,1 |
| 2. Jelgavas | 46.506,69 |
| 3. Cēsu | 16.222,55 |
| 4. Liepājas un Aizputes ... | 15.384,00 |
| 5. Daugavpils un Ilūkstes ... | 36.958,05 |
| 6. Rēzeknes un Ludzas | 25.131,26 |
| 7. Valkas | 8.644,98 |
| 8. Ventspils un Talsu | 12.442,69 |
| 9. Valmieras | 16.703,65 |
| 10. Madonas | 21.676,73 |
| 11. Bauskas un Jēkabpils ... | 29.227,75 |
| 12. Kuldīgas | 7.409,98 |
| 13. Jaunlatgales | 12.904,90 |
| Kopā | 267.917,33 |

grants krājumiem, kas varētu kalpot dzelzceļu vajadzībām ar savu atrašanos tuvu ērtākiem satiksmes ceļiem.

Latvijā diezgan plaši sastopami reti labi šķīrotas grants pauguru rindas un kosas, t. s. oši.

Ievērojami grants krājumi ir Ogres Kangari, kas virzās apm. 18 km gar dzelzceļu (no Ikšķiles gandrīz līdz Rembatei).

Stipri jau izmantoti Tukuma Karātavu kalns un Jelgavas Ruļļu kalns. Pēdējais atrodas ap 6 km no Jelgavas. Dzelzceļu vajadzībām noderīgs Dzelzavas-Vecgulbenes ošs, tā sauc. Liedeskalni. Tas ir apm. 12 km garš un stiepjas no Dzelzavas līdz Jaungulbenei un atduras ar savu NO galu Ieriķu-Vecgulbenes līnijā, tuvu Galgauskas pietātnai.

Dzelzceļu Virsvalde no 1930. g. līdz 1935. g. ceļu balastēšanai un dažādiem būvdarbiem izlietājusi šādus daudzumus grants un laukakmeņus:

| Ceļu iecirkņi | G r a n t s | | L a u k a k m e ņ i | | A t r o d n e s |
|------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| | Ceļa balastēš. izlietāts m ³ | Būvdarbiem izlietāts m ³ | Būvdarbiem izlietāts m ³ | Bruģēšanai izlietāts m ³ | |
| I Ceļu iecirknis | 40.000,00 | — | 3 500,00 | 1 500,00 | Grants no Kangaru kalna. Laukakmeņi Daugavas krastos no Šķirotavas līdz Plaņiņam. |
| II „ „ | 118.632,00 | — | — | 4.338,99 | |
| III „ „ | 23.713,00 | — | — | 1.760,34 | |
| IV „ „ | 235.000,00 | — | — | 3.473,00 | |
| V „ „ | 55.461,38 | — | — | 3.400,35 | |
| VI „ „ | 61.151,35 | — | 667,29 | — | Grants iegūta no Daugavpils, Maltas un Eglaines karjerām Laukakmeņi vietējā apkārtnē. |
| VII „ „ | 176.000,00 | — | 1.200,00 | 1.100,00 | |
| VIII „ „ | 92.380,00 | — | — | — | Grants no Tukuma un Bolderajas karjerām. |
| IX „ „ | 187.190,78 | 9.024,69 | 5.238,51 | 696,71 | |
| X „ „ | 71.090,66 | — | 1.203,32 | 1.640,39 | |
| XI „ „ | 48.000,00 | — | 1.468,00 | — | |
| Kopā | 1 108.610,17 | 9.024,69 | 13.277,12 | 17.909,78 | |
| | 1.117.643,86 m ³ | | 31.186,90 m ³ | | |

Grants atradnes sastopamas arī gala morēnu veidojumos.

Vietās, kur trūkst minētā šļūdoņa laiku grants krājumu, piem., Rīgā un Kuldīgā, granti smel no upju gultnēm.

L a u k a k m e ņ i¹²⁾ iedalāmi divi lielās grupās: atdzisuma iežu jeb kristallicos un noguluma iežu jeb sedimentāros laukakmeņos. Sedimentāro laukakmeņu pētīšana balstās galvenā kārtā uz tanīs atrodamo pārakmeņojumu noteikšanu un prasa palaiontoloģiskas zināšanas, kristallico laukakmeņu pētīšana prasa petrografijas pajēmienu lietāšanu.

¹²⁾ O. Mellis. Par kristallico laukakmeņu pētīšanu Latvijā. Geogr. raksti. II. sējums, 1929.

Šoseju un zemesceļu departaments savām vajadzībām laikā no 1. IV. 1934. g. līdz 31. VII. 1935. g. iegādājies, sadrupinājis un iestrādājis ceļos šādus vairumus laukakmeņu:

| Apriņķis | Piegādātie laukakmeņi
m ³ | Sadrupinātie laukakmeņi
m ³ | Iestrādātas laukakmeņu šķembas
m ³ |
|---------------------------------|---|---|--|
| 1. Rīgas | 10.310,94 | 10.461,94 | 15.622,72 |
| 2. Jelgavas | 6.267,35 | 6.086,35 | 7.406,77 |
| 3. Cēsu | 1.637,9 | 7.152,79 | 6.206,36 |
| 4. Liepājas un Aizputes | 10.512,87 | 9.169,25 | 7.468,00 |
| 5. Daugavpils un Ilūkstes | 7.576,17 | 10.075,61 | 11.010,94 |
| 6. Rēzeknes un Ludzas | 9.914,22 | 7.117,49 | 12.559,03 |
| 7. Valkas | 15.401,58 | 17.112,87 | 17.471,83 |
| 8. Ventspils un Talsu | 8.767,39 | 11.060,5 | 12.665,64 |
| 9. Valmieras | 3.443,47 | 5.256,1 | 7.896,23 |
| 10. Madonas | 2.674,25 | 4.480,88 | 6.703,81 |
| 11. Bauskas un Jēkabpils | 972,09 | 363,77 | 1.080,54 |
| 12. Kuldīgas | 5.259,79 | 7.500,61 | 7.154,66 |
| 13. Jaunlatgales | 11.859,49 | 12.319,25 | 12.987,01 |
| Kopā... | 94.597,51 | 108.157,41 | 126.233,54 |

Dzelzceļu virsvaldes izlietātie laukakmeņu vairumi jau atzīmēti iepriekš (skat. grants).



22. att. Akmeņainā Ziemeļvidzemes jūrmala pie Tūjas Jūrasdzeņiem (netāl no Liepupes).

Latvijā visvairāk sastopami kristalliski laukakmeņi, kas izkaisīti pa visu valsti. Lielākie laukakmeņu krājumi atrodami ziemeļu Vidzemes (ap Ķirbižiem) un arī ziemeļu Kurzemes jūrmalā (22. att.).

Nozīme bez vērtīgiem zinātniskiem secinājumiem ir minerālu kolekciju sastādīšanā, kas sevišķi ieteicams skolām.

Visumā laukakmeņu sastāvs pie mums ir ļoti raibs. Cik Somijā un Zviedrijā dažādu izvirduma iežu, tik pie mums laukakmeņu tipu, ko pie mums atnesa šļūdoņi. Latvijā konstatēti vairāk par 150—200 dažāda tipa laukakmeņi.

Laukakmeņus izlietā ceļu un ēku būvniecībā kā šķembas, tad ēku pamatiem un sienām.

8. Kūdra.

Kūdra sastopama mūsu purvos. Purvu Latvijā ir 6.430.000 ha, kas aizņem 9,8% no visas Latvijas platības.

Vērojot purvus pēc ārējām pazīmēm,¹³⁾ sevišķi spilgti izšķiras divi purvu tipi. Vieni purvi izauguši ar kalnu — izskatās kā uz augšu izliekts „pulksteņa stikls“ — kaili vai šur tur tanīs saskatāmi nīkuļojoši kociņi. Galvenie šo purvu augi ir sfagni, kopējais krāsu kolorīts bāli brūngans. Šāds purva tips ir tā sauktais sūnu purvs.

Otra purvu grupa — līdzeni vai ar ieliekņu, kaili vai apauguši veselīgiem kupliem kokiem, galvenie augi — grīšļi, kopējais krāsu kolorīts zaļš. Šie ir t. s. zāļu purvi.

1 m³ dabīgi valgas kūdras vidēji sver:

zāļu purvā — 1025 kg,
sūnu „ — 1010 kg,

Šo kūdru sastāvs:

| | Sausna
kg | CaO
kg | MgO
kg | P ₂ O ₅
kg | K ₂ O
kg |
|--|--------------|-----------|-----------|-------------------------------------|------------------------|
| 1 m ³ dabīgi valgas kūdrās: | | | | | |
| sūnu purvā..... | 70 | 0,28 | 0,10 | 0,06 | 0,07 |
| zāļu „ | 135 | 4,35 | 0,32 | 0,26 | 0,17 |

Praktiski var rēķināt, ka 1 m³ dabīgi valgas kūdras sver 1 tonnu un dod dabīgi žūstot:

sūnu purvos 150 kg gaisa sausas kūdras,
zāļu „ 200 „ „ „ „

¹³⁾ Prof. Dr. P. Nomals. Latvijas purvi. Ģeogrāfijas raksti II. 1929.

Mitruma daudzums gaisa sausā kūdrā svārstās no 20—40%.

Izmantošana — siltuma enerģijas iegūšanai, pakaišiem u. t. t.

Labi un vidēji sadalījušās kūdras siltumspēja

| | |
|--------------------------|-------------------|
| absol. sausā kūdrā | 4800 — 5700 kal.‘ |
| gaisa sausā „ | 2900 — 4200 „ |

Jemot vērā tikai lielākos purvus, kas piemēroti rūpnieciskai izmantošanai (kā minimālā rūpniecības purvu platība ir pieņemti 100 ha pie vidējā techn. dziļuma 2,5 m), kur atmaksātos kūdras iegūšanas mēchanizācija un vajadzīgās būves, varam sadalīt šos purvus pēc lieluma 3 grupās: lielos ar enerģijas saturu $2500 \cdot 10^6$ kWh un vairāk (2 kg gaisa sausas kūdras ir rēķināts ik uz kWh), vidējos ar 1250 līdz $2500 \cdot 10^6$ kWh un mazos ar mazāk kā $1250 \cdot 10^6$ kWh. Tā dabūjam sekojošu pārskatu par elektrības ražošanai noderīgiem purviem pēc Nacionālās spēka komitejas ziņām.

Enerģijas saturs Latvijas purvos.

| Purvi | Platība | | Gaisa sausas kūdras saturs
t $\times 10^3$ | Kopējais enerģijas saturs | |
|---------------|---------|------|---|---------------------------|------|
| | ha | % | | kwh $\times 10^6$ | % |
| Lielie..... | 182.660 | 52,5 | 953,110 | 471.555 | 56,5 |
| Vidējie | 61.970 | 17,5 | 288,580 | 144.280 | 17,5 |
| Mazie..... | 103.595 | 30,0 | 433,723 | 216,972 | 26,0 |

Neskatoties uz šo milzīgo enerģijas daudzumu, mēs tai arvien vēl netiekam klāt, jo vēl arvienu spēkā ievērojamā siltumtehnika un kūdras lietu pazinēja nel. Maskavas prof. K. Kirša vārdi¹⁴⁾: „Kūdra, kas guļ purvā, vēl nav kurināmais, bet lai to pārvērstu par kurināmo, ar to ir jāizpilda daudz komplicētu un pie tam dārgi izmaksājošu manipulāciju, kuŗu izdošanās pie tagadējās kūdras rūpniecības tehniskā stāvokļa ir atkarīga gan vairāk no atmosfēriskiem apstākļiem (saules un lietus) nekā no cilvēka varas un gribas“.

Pašā pēdējā laikā Latvijā kūdras ražošana ierīkota plašākā mērogā vairākās speciālās fabrikās. 1934. gadā darbojās jau 8 kūdras fabrikas. Tās ražo gan pakaišu, gan apkurināšanas kūdru, gan arī izolācijas plāksnes. Pēdējā laika panākumi atļauj cerēt, ka kūdras izmantošanu varēs ievadīt vēl plašākos apmēros.

¹⁴⁾ Inž. K. Polis. Kā izskaidrot neveiksmes ar kūdru Latvijā. Techn. žurn. Nr. 17, 1926. g.

Līdz šim mēs kūdru nesamērīgi maz patērējām, kā to rāda zemāk minētie dati, kas izteikti akmeņogļu vairumā (t. i. kāds vairums normālas siltumspējas akmeņogles var aizvietot minēto kurināmo.).

1926. g. patērēti šādi vairumi enerģijas, kas iegūti no:

| | Tūkst. tonnās
akmeņogļu | 0/0 |
|---------------------|----------------------------|------|
| Kūdras | 20 | 1,9 |
| Ūdens | 68 | 6,5 |
| Malkas | 478 | 46,4 |
| Ievesta kurināmā .. | 474 | 45,2 |

Latvijas enerģijas krājumi ir šādi:

| | Akmeņogles
milj. t | 0/0 |
|-------------|-----------------------|------|
| Malka | 391 | 11,2 |
| Kūdra | 1219 | 35,0 |
| Ūdens | 1870 | 53,8 |

Kūdras fabriku produkcija:

| Gads | Kūdra dedzināmā | | Pakaišu kūdra | | Kūdras smeltne | |
|-------|-----------------|---------|----------------|---------|----------------|--------|
| | t | Ls | m ³ | Ls | m ³ | Ls |
| 1932. | 5636 | 88.800 | 1093 | 7.000 | 108 | 1.100 |
| 1933. | 5911 | 72.000 | 10550 | 143 900 | 8700 | 25.900 |
| 1934. | 13280 | 152.898 | 35185 | 53.562 | 5756 | 17.468 |

9. Minerālūdeņi un dūņas.

Latvijas minerālūdeņus un dūņas ir pētījis un aprakstījis profesors J. Kupcis¹⁵⁾.

No tautas teikām un nostāstiem mēs zinām, ka mūsu senči ir pazinuši un lietājuši dažādu veselības avotu ūdeņus. Atzīmējami trejāda tipa avoti.

¹⁵⁾ Prof. J. Kupcis. Kādi minerālūdeņi un dūņas ir mums Latvijā. Latv. ārstu žurn. 1929. 1./2. burtn.

1) **A c u a v o t i** — kuŗu ģipsi saturošie ūdeņi dziedināja asarojošas acis.

2) **V e l n a a c i s** — šo avotu ūdeņi bija bagātāki dažādām sālim un organiskām vielām, tapēc pastāvīgai lietāšanai nederēja, bet īslaicīgi lietāti izdziedināja dažas slimības.

3) **S v ē t a v o t i**, kuŗu ūdeņi dziedināja dažādas iekšķīgas un ārīgas slimības.

Ar laiku arī zinātniskā medicīna sāka interesēties par minerālūdeņiem un dūņām, bet sevišķi par sērūdeņradi saturošiem ūdeņiem.

Pirmā vieta, kur sāka izmantot sērūdeni dziedniecībai bija Bārbele (1739. g.). Astoņpadsmitā gadu simteņa beigās ievēribu ieguva arī otra kūrvieta — Baldone.

Deviņpadsmitā gadu simteņa sākumā uzmanību saistīja Slokas mežsarga Ķemera mājas sērūdeņa avots. Ar šī avota ūdeni izārstējās vairāki slimnieki un starp tiem arī ģenerālgubernātors grāfs Pālens. Lai padarītu šo vietu arī citiem pieejamāku, viņš izdabūja no valdības lielākus līdzekļus ēku un ceļu izbūvei. Tā sākās Ķemeru kūrvietas attīstība.

Pastiprinātai interesei tomēr gada simteņa beigās sekoja atslābums. Iemesls pa daļai tas, ka zinātnē par aukstiem sērūdeņiem (kādi mums ir) un dūņām ieviesās nepareizas mācības. Pirmos uzskatīja par bezvērtīgiem, bet dūņas atzina par objektu, kas palīdz slimniekiem tikai ar savu slikto siltuma vadības spēju.

Tā mēs savus ūdeņus pamazām aizmirsām. Pēdējos 10—15 gados profesora Kupša pētījumi pierādīja, ka mums ir vesela rinda dažādu ļoti noderīgu minerālūdeņu un dūņu. Sabiedrībā radās atkal interese par šiem dabīgiem veselības kopšanas līdzekļiem.

Tagad pazīstam Latvijā dzelzsūdeņus, sālsūdeņus un sulfātu rūgtos ūdeņus, kas var aizvietot daudzus līdz šim ievestos minerālūdeņus.

D z e l z s a v o t u s visbiežāk sastopam sarkanā smilšakmeņa rajonos. Sevišķi bagāta dzelzūdeņiem ir Sigulda. Viens avots atrodas Gaujas malā Līcīšu mājās, bet otrs — Cūkaiņu mājās. Šo avotu galvenā sastāvdaļa ir kalcija un magnija bikarbonāti un dzelzs bikarbonāts. Pēdējais atrodas tādos pašos daudzumos, kādos tas sastopams Krievijas vispopulārākos dzelzsavotos Železnovodskā (12 līdz 15 mg dzelzs bikarbonātā 1 litrā).

S ā l s ū d e ņ i ir uzieti rokot akas Latvijā vairākās vietās. Viens no visstiprāk mineralizētiem sālsūdeņiem ir Valmieras eksporta kautuves ūdens¹⁶⁾ (238 m). Tā strūkļa nāk no silūra formācijas

¹⁶⁾ Prof. J. Kupcis. Par Valmieras sālsūdeni, Ekonomists Nr. 15/16. 1929.

un dod 24 stundās apm. 85.000 spainus. Ūdens ir dzidrs, bezkrāsains, ar neutrālu reakciju un sālīgu garšu. Piesātinot to ar oglekļa skābi pie 4—5 atmosfērām, tas peņem patīkamu garšu.

Valmieras sālsūdens satur 1 litrā ap 6 gr sāļu, no tiem chlōrnatriju (vāramo sāli) un chlōrkaliju apm. 4 gr. Šinī ūdenī chlōra ions atrodas kopā nevien ar natriju un kaliju, bet arī ar magniju un kalciju. Tādā sastāvā ūdeņus medicīnā plaši izlietā kā iekšķīgi, tā ārīgi.

Valmieras sālsūdens ir stipri līdzīgs slaveno kūrvieta Druskeniku un Nauheimas minerālūdeņiem.

Pēdējos gados šai grupai klātpienāca Daugavpils dziļurbuma akas ūdens ar ļoti lielu — 80 gr/l vāramās sāls saturu (skat. vāramās sāls).

Sulfātu rūgtu ūdeņu, kas satur daudz izšķīduša ģipša, pie mums ir diezgan daudz. Šādus ūdeņus bieži var atrast Stopiņu, Skaistkalnes un Bārbeles apkārtnē, kā arī dažās Rīgas Jūrmalas akās.

Visplašāk pazīstams un izplatīts tagad ir Ķemeru dabīgais minerālūdenis „Veselība“, kas izplūst no urbuma prof. Sņiķera grunts-gabalā Robežu un Raiņa ielas stūrī.

Šis ūdens ir dzidrs, bez krāsas, ar neutrālu reakciju, bez sērūdeņraža garšas un ar īpatnēju piegaršu. Šis ūdens 1 litrā satur¹⁷⁾ ap 2,67 g dažādu sāļu, no tām:

| | |
|-----------------------|----------|
| kalcija sulfāta | 1,832 g. |
| magnija sulfāta | 0,453 „ |
| chlornatrija | 0,036 „ |
| magnija bikarbonāta.. | 0,179 „ |
| chlorkalija | 0,0018 „ |

Ūdeņi ar šādu sastāvu sastopami Vakareuropā samērā reti. Visur tur, kur šādi ūdeņi atrodāmi, ir izveidojušās slavenas kūrvietas, piem., Contrexéville, Vittel un Lippspring.

Lielā dabas bagātība ir mūsu dziedniecības dūņās. Profesors J. Kupcis izšķir 3 galvenos dūņu tipus.

1. Sliksnāja dūņas (Moor), kas pastāv no kūdras, mineralizētas pa lielākai daļai ar ģipsi. Šo dūņu galvenā sastāvdaļa ir kalcija sulfāts, humāts, brīvais sērs un dzelzs un alumīnija sāļi.

Šādas dūņas atrodas Ķemeros, Kandavā, Baldonē, Jūdažos un visur tur, kur sastopami sēravoti.

¹⁷⁾ Prof. J. Kupcis. Ķemeru dabiskais minerālūdenis „Veselība“, Ekonomists Nr. 9, 1931.

2. **E z e r a d ū ņ a s** (Schlamm), kas sastopamas ezeru dibenā. Šādu dūņu lielu krājumi ir Kaņieru ezerā, netālu no Ķemeriem. Kaņiera dūņas¹⁸⁾ atšķiras no citām dūņām ar savu sārmaino reakciju un lielo amīnu saturu. Šīs dūņas ir bagātas ar kalcija sulfāta, dzelzs un alumīnija savienojumiem, kā arī sulfīda sēru.

Dūņas ceļas no apkārtnes dolomītiem, kas atmosfēras ietekmē sairst.

Izpētot dūņas klīniskā virzienā un izmantojot to lielo daudzumu, mēs varam iegūt no Kaņiera dūņām ne mazākas bagātības, kā čehi no Pystiau'a dūņām, kuņas tie eksportē pat uz Austrumāziju un Japānu.

3. **M ū s u d ū ņ u** trešais tips ir **L i e p ā j a s S a u l e s m u i ž a s** dūņas. Tās ir ļoti līdzīgas Odesas limānu dūņām, pārspējot pat pēdējās ar orgānisko vielu daudzumu.

Šās dūņas ir cēlušas pa daļai no augu humifikācijas procesiem, pa daļai no ūdens sedimentēšanās produktiem, ko Liepājas ezerā bieži ieklūstošais jūras dibens atstāj. Dziedniecības efekts, lietājot šīs dūņas, parādās ļoti ātri, pat pēc nedaudzām vannām. Tāpēc šīs dūņas ir ļoti iecienītas.

Latvijas minerālūdeņus un veselības dūņas, šās mūsu īpatnējās dabas bagātības, saprātīgi un plašā mērogā izmantojot radīsim drošu pamatu tautas veselības kopšanai un arī, pievelkot mūsu kūrviētās ārzemju viesus, iegūsim līdzekļus no ārienes Latvijas valsts saimnieciskai nostiprināšanai.

Mazāk nozīmīgie derīgie izrakteņi.

1. Dzelzs rūda.

Zemes virspusē dzelzs rūdas ir zināmas vairākās vietās Latvijā¹⁹⁾. Visbiežāk sastopama ir brūna dzelzs rūda. Vispār, brūnā dzelzs rūda²⁰⁾ ir zemes garozas virsējās kārtas veidojums un rodas tur, kur gaiss, saskaroties ar dzelzi saturošu ūdeni, nogulsnē dzelzs hidroksīdu, vai arī kur sadēd dzelzi saturoši minerāli. Izšķir šādus veidus: zemveidīgu dzelzs okeru (rāva) ap dzelzsavotiem, velēnu rūdu purvainās pļavās (pļavu rūda — dzelzs savienojumi izdalās uz zemes virsas, kas pārklāta ar veģetāciju), ūdens nogulsnēto ezeru rūdu un purvos veidoto purvu rūdu.

¹⁸⁾ Prof. J. Kupcis. Pētījumi par Kaņiera ezera dūņām. Atsev. novilkums no «Latv. Farm. žurn.» Nr. 6, 7. 1934. g.

¹⁹⁾ M. Gutmanis, Latvijas dzelzsrūdas, Daba Nr. 6, 1925. g.

²⁰⁾ Prof. P. Nomals, Sārnatas purvrūda, Ekonomists 1933. g. Nr. 24.

Velēnu un purvu rūda, tāpat kā kūdra, aug un veidojas pastāvīgi no jauna, tā kā noraktās rūdas vietā pēc kāda laika rodas jauns slānis.

Bieži dzelzs rūdu rašanās procesos ņem arī dalību dzelzs baktērijas.

Brūnās dzelzs rūdas galvenā sastāvdaļa ir limonīts ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + n\text{H}_2\text{O}$).

Amerikāņu pētījumi pierādīja, ka dabā sastopams tikai viens vienīgs hidrāts — dzelzsoksīda monohidrāts ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Tas sastopams divās kristalliskās formās kā getīts (sastop mazos stabīšos, adat- un matveidīgos kristallos; krāsa melna vai tumšpelēka ar pusmetallisku spīdumu) un lepidokrokīts.

Limonīts ir kolloidālas dabas, kuņā ķīmiski saistīts tāds pat ūdens daudzums, kā getītā un lepidokrokītā, bet bez tam vēl lielāks vai mazāks daudzums adsorbcijas ūdens. Dabā limonīti sastopami dažādos veidojumos, gan blīvi, gan okeraini, gan zemveidīgi. Tīrs limonīts parasti satur ap 59,9% dzelzs (Fe). Tomēr bieži dabā tam klāt piemaisījumi: smiltis, māls un fosforskābe.

Netīrā veidā limonīts ir zināms Mores pagastā, pie Irlavas un Jaunpils, Volguntē, Pļaviņās, Stopiņos, Almālē, Ilūkstes apriņķī, pie Mežmuižas, Daugavpils apriņķī un simtiem citās vietās. Tīrākais limonīts Latvijā ir atrasts tranšējā pie Ābeļmuižas, Jēkabpils tuvumā. Šo atradni ir izpētījis kalnu inž. M. Gutmanis.

Ābeļmuižas dzelzs rūdas atradne ir 300 m attālumā uz dienvidrietumiem (SW) no Ābeļu pagastskolas, 250 m uz rietumiem no Daugavas kreisā krasta un 170 m uz ziemeļaustrumiem no Jēkabpils Menča muižas Grīvas lielceļa. Atradnes ir no Jēkabpils taisnā līnijā 4 km uz dienvidaustrumiem. Rūdas struktūra pilnīgi atgādina labākos Urālu kalnu limonītus, viņas cietums ir 5,5, bet īpatnējais svars 4,01. Izdarot ķīmisku analīzi, iegūti šādi rezultāti:

| | | |
|---------------------------|-------|----------|
| hidrātūdens + org. vielas | | 11,15 % |
| sālsskābē nešķīst. daļa | | 3,60 " |
| Fe_2O_3 | | 85,41 " |
| Al_2O_3 | | 0,20 " |
| Kopā | | 100,36 % |

Mazāks ūdens saturs laikam izskaidrojams ar to, ka neliela daļa limonīta pārveidota sarkanā dzelzrūdā. Uz to aizrāda arī augstais īpatnējais svars un sarkanās krāsas traipi uz dažiem rūdas paraugiem. M. Gutmanis ar dažus metrus dziļumā izdarītiem šurfēšanas darbiem 1929. gada augustā ievāca apm. 40 pudu dzelzs rūdas,

gan diezgan mazu gabalu veidā. Viņš šo darbu pārskata gala slēdzienā saka, ka Ābeļmuižas rūda ir saistīta ar rūdaino pazemes ūdeņu kustību, kas parasti ir par cēloni ievērojamu sagulumu at-
tīstībai.

Tālāki pētījumi nav vairs izdarīti, kāpēc sīkāku ziņu trūkst.

Latvijas purvu rūdas ir pēcledus laikmeta veidojums. Lietus ūdens uzņem no gaisa ogļskābo gāzi, dažus slāpekļa savienojumus u. t. t. Iesūkdamiēs zemes virskārtās, tas pavairo savu saturu ar dažām organiskām skābēm. Uzņemto vielu kopējais saturs ir gan ļoti mazs, bet tomēr lietus ūdenim spēcīgi iedarbojoties uz pamatiežiem, kas atrodas zem augsnes kārtas, notiek iežu sadēdēšana. Mūsu devona smilšakmens un māli satur dzelzsavienojumus. Visvieglāk atdod savu dzelzi pazemes ūdeņiem smilšakmenis. Dzelžainie ūdeņi izveido dzelzi saturošus avotus, kādi bieži sastopami Ziemeļlatvijā, kur smilšakmenis sasniedz zemes virspusi.

Avotu ūdeņiem izplūstot no zemes ārā izzūd ogļskābe, bet dzelzs savienojumi pārvēršas dzelzs hidroksīdā — t. i. tā saucamā rāvā, kas pārklāj visus dzelzsavotā ieliktus priekšmetus un avota virsu. Ja ūdens dzelzs savienojumu nabags, hidroksīds pārklāj avota virsu kā ļoti plāna krāsaina virskārtiņa, kas laistas vaļavīksnes krāsās no gaismas staru interferences. Pēc ilgāka laika šādā veidā sakrājas manāms dzelzs savienojumu daudzums.

Dažreiz dzelžaini avoti nerasniedz atmosfēru, bet beidzas ezeru vai purvu dibenā, kur tad dzelzs hidroksīda izdalīšanās notiek iepriekš aprakstītā veidā. Iespējams, ka dažos Latgales ezeros šādas rūdas kārtā arī sastopama, līdzīgi Zviedrijas ezeriem.

Bez agrāk minētām vietām purva dzelzs rūda (Raseneisenstein) atrodas tiklab Vidzemē²¹⁾: Mēdzulē, Pabažos, Beberbekī, kā arī Kurzemē, piem.: Popē, Veģu muižā, Oktē, Iecavā, Skrundā, Vārmē, Engurē, Biržu muižā, Baldonē un Edzē, Pēdējās četrās vietās Kurzemes hercoga Jēkaba laikā darbojās cepli (dzelzsāmuri), kuŗi triju mēnešu laikā (no 31. 1. līdz 1. V. 1667. g.) no 1685 mucām dzelzsrūdas izgatavoja 750 birkavu dzelzs. Šis ir tāds daudzums, ko tagadnes modernie dzelzcepli izgatavo, skatoties pēc sava lieluma, ik 6—24 stundās. Engures mācītājmuižas tuvumā vēl līdz šim no viņiem laikiem uzglabājušies dzelzs sārņi.

Vispār purva dzelzs rūdai un minētam Ābeļmuižas limonītam nav rūpnieciskas nozīmes. Purva rūdu var izlietāt un arī izlietā deggāzes tīrīšanas masas pagatavošanai. Šādai rūdai Fe_2O_3 saturs vēlams ap 35—40%. Mēchaniskam sastāvam nav lielas nozīmes.

²¹⁾ M. Glazenaps, Latvijas minerāliskās izejvielas, Ekonomists, 1920, Nr. 13.

Pēdējā laikā vairāki cilvēki norādījuši gan universitātei, gan Finanču ministrijas rūpniecības nodaļai uz it kā lieliem rūdas krājumiem, bet cik šīs ziņas nopietnas, bez pārbaudīšanas nevar spriest.

2. Krāsu zemes.

Krāsu zemes ir dabas veidojums, kas satur galv. kārtā Fe_2O_3 , Al_2O_3 (kā māls), Mn, CaCO_3 , smiltis u. c. savienojumus, ļoti bieži ar organiskiem piemaisījumiem.

H_2O , H_2S un SO_2 uz tām nelabvēlīgi neiedarbojas.

Dzelzs savienojumu krāsas, atkarībā no dzelzs oksīda (Fe_2O_3) satura mēdz iedalīt²²⁾:

| | Fe_2O_3 |
|---------------------|-------------------------|
| 1) okeros | 15 — 25 % |
| 2) mumijā | 25 — 50 % |
| 3) dzelzs minijā | 50 % un vairāk |

Mūsu krāsu zemes šim iedalījumam lāga nepakļaujas, jo mūsu okeri ir ar daudz lielāku dzelzs saturu.

Okeru zeme, kā dzelzi saturošu avotu padibene Latvijā nav rehtums (piem., Nabē, pie Kuldīgas, Asarē, Augškurzemē, Kalnmuižā, Saldus apgabalā u. t. t.),

Bieži agrāk mēģināts to fabrikās izstrādāt, bet bez sevišķiem panākumiem. Pa daļai iemesls bija tas, ka Latvijā atrodama tikai brūnā okera zeme, kuŗu pieprasa mazāk, kā dzeltēno okeru. Mēģinājums dabūt no brūna okera gaišāku, piemaisot baltas krāsas ķermeņus, nav devuši apmierinošus rezultātus. Gadus trīs atpakaļ M. Kalniņa ķīmiskā fabrika nopietni ķērās pie šīs problēmas un sākot ar 1934. g. jūlija mēnesi sāka ražot zemes krāsas. Ražošanu izdara ar modernu tehnisko iekārtu — dzirnavas ar vēja separātoru — palīdzību. No 1. augsta 1934. g. līdz 1. augstam 1935. g. ražots kopsummā pāri par 400.000 kg zemes krāsu.

Minētā firma ražo: vidējo okeru, tumšo okeru, iesarkano okeru, kādas piecas šķirnes umbras, kādas piecas šķirnes terra di Sienna, sarkanbrūno dzelzs oksīdu un it visas šīs krāsas dažādās niansēs, jo tirgus to prasa.

Dabā zemes krāsu niansu bagātība nemaz nav liela. Varētu būt runa tikai par kādām 10 niansēm. Citas nianses iegūst, vai nu krāsas maisot kopā, vai tās dedzinot gan oksidējot, gan reducējoši.

²²⁾ Полезн. геол. Ленингр; обл. и Карельской АССР, 1933.

Tādā veidā no dzeltēnām var dabūt brūnas, spilgti sarkanas un pat melnas krāsas.

Izejvielas. Visgaišākā okera zeme sastopama 3 km no Rītupes stacijas. Okers atrasts mazā uzkalniņā, apm. 1 pūrvietas apgabalā tieši zem aņamās kārtas.

Griezumā šie slāņi apmēram sekoši:

- 25 cm aņamā kārta,
- 25 cm brūngana zeme,
- 25—50 cm gaišais okers.

Minētā brūnā zeme arī derīga krāsu ražošanai, bet svarīgāks ir slānis zem šī slāņa — gaiši dzeltēnais okers.

Ķīmiskais sastāvs šāds:

| | Brūnganā zeme
% | Gaiši dzelt. okers
% |
|--------------------------------------|--------------------|-------------------------|
| Ķarsēšanas zudums .. | 18,47 | 29,77 |
| Organiskas vielas ... | 7,9 | — |
| Fe ₂ O ₃ | 64,0 | 34,3 |
| HCl nešķīst. vielas .. | nen. | 15,3 |
| CaCO ₃ | daudz | ap 20 |

Dzeltēnā slānī ar dziļuma pieaugšanu pieaug karbonātu daudzums. Vēl dziļāk slānis pāriet smiltīs. No šīm raktuvēm varēšot iegūt 20 vagonus pa 17 tonnas krāsu zemes.

Cita raktuve ir pie Staiceles stacijas, kādu kilometru nost, Saļacas upes malā. Šeit krāsu zemes slānis ir apm. 25 cm dziļumā, kad sākas ļoti augstvērtīgs tumšs okers dažādās niansēs. Slāņa biezums vietām sasniedz 1 m. Krāsu zemes atrašanās vietas laukums ir ap 8 ha un tur varēs iegūt ap 500 vagonus derīgas krāsainas zemes.

Šīs zemes analīze dabīgā stāvoklī:

| | |
|---|----------------------------------|
| ūdens | 47,5 ⁰ / ₀ |
| organiskas vielas | 3,3 ⁰ / ₀ |
| Fe ₂ O ₃ | 25,7 ⁰ / ₀ |
| CaCO ₃ | pazīmes |
| NCl nešķīst. vielas | 22,1 ⁰ / ₀ |
| smiltis u. c. rupji piemaisīj. ap | 30 ⁰ / ₀ |

Krāsu zeme dziļumā pāriet mergelī, kuŗa slānis ir krietni biezs.

Bagātīgi krāsu zemes sastopamas Gaiķu purva rajonā, apm. 12 km no Mežāres stacijas. Tur gar visu purva malu zem aŗāmās kārtas atrodama tumši dzeltēna zeme ar 75% Fe_2O_3 . Zemes slānis 20—50 cm biezs. Apgabals ļoti liels. Krāsu zeme irdena, diezgan tīra no smiltīm (satur apm. 10% rupjus piemaisījumus), bet satur humusa daļas.

Analīze:

| | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| karsēšanas zudums | 17,9 ⁰ / ₀ , |
| organiskas vielas | maz, |
| Fe_2O_3 | 73 3 ⁰ / ₀ , |
| $CaCO_3$ | ap 2 ⁰ / ₀ . |

Turpat vietām atrodama ļoti skaista sarkana zeme ar apm 80% Fe_2O_3 . Šī zeme, ūķiet, ir izdeguša purva produkts. Neviens gan neatminās, kad te purvs būtu dedzis. Sarkanās zemes analīze:

| | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| karsēšanas zudums | 13,8 ⁰ / ₀ , |
| organiskas vielas | maz, |
| Fe_2O_3 | 74,9 ⁰ / ₀ , |
| $CaCO_3$ | nedaudz. |

Izrādās, ka mūsu krāsas zemju slāņi ir ļoti jaunas formācijas un bez ūaubām ir avotu rakstura. Visumā sastopami gar upju baseiniem, ezeriem un purvu malām.

Pie zemes krāsu novērtēšanas ir svarīgi:

- 1) briljance,
- 2) segtspēja,
- 3) ūūšanas spēja un
- 4) nosēšanās — atmaisīšanās spēja.

1) **B r i l j a n c e s** ziņā visi mūsu okeri, kā arī citas zemes krāsas ir labi. Ja vislabākam okeram dotu Nr. 5, tad mūsu okeram būtu jādod Nr. 5, bet poļu okeram tikai Nr. 3.

2) **S e g t s p ē j a s** ziņā mūsu gaišākie okeri ir sliktāki par franču gaišājiem okeriem, jo mūsējie satur daudz kaļķu, un kaļķi eļļā ir pilnīgi transparenti. Mūsu tumšie okeri, turpretim, ir ar ļoti augstu segtspēju un daudzkārt pārspēj franču okerus, bet varbūt stāv mazliet zem vācu okeriem.

3) **Ū ū ū s a n a s** ziņā eļļā mūsu okeri ir labāki par franču un no-teikti stāv līdzās vācu okeriem.

4) **N o s ē ū a n ā s**. Tādām krāsām, kas sastāv no 2 vai 3 oksīdiem, piem. dzelzs oksīda un hidroksīda vai arī karbonāta, piemīt slikta īpašība uzkrāsotā veidā pēc sava smaguma nosēsties kārtām.

Tad var notikt tā, ka tumši brūni nokrāsots priekšmets pēc dažām minūtēm paliek gaiši brūns, vai, vēl sliktāk, viņš kļūst neglīti mākoņains. Tikai pateicoties attiecīgām mašīnām M. Kalniņa ķīmiskajai fabrikai ir izdevies atdalīt šos oksīdus vienu no otra un tā novērst minēto negatīvo krāsu zemju īpašību.

Ir izrādījies, ka visieteicamākais apstrādāšanas paņēmieni mūsu krāsu zemēm ir sasmalcināšana un automatiska smilšu un humusa daļu atdalīšana ar vēja separātoru palīdzību.

3. Brūnogle.

Latvijā brūnogle konstatēta Kurzemes dienvidrietumu daļā. Sen viņa arī tur pētīta. Latvijas ģeoloģijas tēvs, Tērbatas universitātes prof. Grēvingks savā darbā²³⁾ apraksta 3 urbumu profilus pie Pulvernieku mājām Lētižas upes krastā iegūtās brūnogles kārtas. Tās pieskaita krīta vai terciāram laikmetam. Ap 1900. g. pētīšanas darbus izdarījis toreizējais Meldziras muižas īpašnieks, Dr. phil. Hugo Kauls. Latvijas pastāvēšanas laikā 1920. un 1921. gadā valdības uzdevumā un ar valdības līdzekļiem pētīja brūnogles Kurzemē kalnu inž. A. Lielausis. Viņa pētījumu rezultāti²⁴⁾ sniedz mums plašākas pārbaudītas ziņas par minēto derīgo izraktēni.

Minētā autora pētītais ogļu rajons atrodas Kurzemē, Aizputes apriņķī, Nigrandes un Nīkrāces pagastos. Šo lielo rajonu iedala 4 mazākos rajonos:

- 1) Meldziras,
- 1) Dēseles Lejnieku (interglaciālā kūdra),
- 3) Dēseles sudmalu (interglaciālā kūdra),
- 4) Zoslēnu.

Pirmie trīs no šiem rajoniem ir Ventas kreisās pietekas Lētižas upes, bet pēdējais arī Ventas kreisās pietekas, Šķērvela upes, baseinā. Visiem četriem rajoniem tuvākā dzelzceļa pietāte ir Vaiņode.

Biezākais brūnogļu slānis ir Meldziras rajonā Pulvernieku apkārtnē. Šlāņu vidējo biezumu te var pieņemt ap 2,2 m. Šī brūnogle atrodas zem diezgan biezas virskārtas. Sīgas sakārtojumu rāda sekošais Kaula pirmā urbuma, kas urbt; netālu no mežsarga „Ceplī“ uz Pulvernieku pusi, profils. Viņā atrastas šādas zemes kārtas:

1. — 18,3 m akmeņains māls,

²³⁾ Grewingk. Geologie von Liv- und Kurland, 1861.

²⁴⁾ A. Lielausis. Kurzemes brūnās ogles, Ekonomists Nr.Nr. 5—6, 1933.

2. — 3,6 m smalkas smiltis,
3. — 2,1 m brūnogle,
4. — 1,2 m brūnogļu māls,
5. — 2,1 m smiltis, kuŗās atrodies ap 0,9 m pilnīgi no oglēm tīra sērdzelzs, atsevišķos, cieši kopā noguldītos gabalos.

Kalnu inž. Lielausis zināmo Meldziru ogles slāņa platību pieņem uz 3 kv. kilometriem, slāņa vidējo biezumu 2,2 m, ogles specifisko svaru — 1,2, un tādā kārtā atrod, ka visa Meldziru ogle svērtu ap 8 milj. tonnu (500.000 vagonu).

Pārējos iepriekš pieminētos rajonos brūnās ogles krājumi pavisam niecīgi.

Kāda ir šīs ogles kvalitāte un izmantošanas izredzes?

Vairākās vietās brūnogļu slāņa virsējā daļa sastāv no lignīta, piķa spīdumā (vietām 0,2 m biezs), bet apakšējā tumšākas vai brūnas krāsas brūnogle, kuŗās līdz ar dziļumu stipri palielinājas mālu saturs.

L. universitātes docents M. Prīmanis, kuŗš pēta brūnogle, ir analizējis vairākus Lielausa ievāktos paraugus un ieguvis šādus rezultātus, kas sakopoti sekojošā tabulā:

| Parauga Nr. | Siltumspēja kalorimetriskās kalorijās | 100 daļas gaisa sausu ogļu satur | | | | | | | |
|-------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------|-----------------------------------|-------------------|----------------------|---------------------------------|---------------|----------------------------|
| | | Higroskopiskā ūdens % | Pelnu % | Tīras ogļ. (bez peln. un metr.) % | Sēra (pēc Eška) % | Koksa (pēc Munkka) % | Gaistošas vielas (pēc Munkka) % | Tīra koksas % | Degošas gaistošas vielas % |
| 1. | 4.470 | 10,5 | 21,7 | 67,7 | 7,50 | 56,8 | 43,2 | 35,1 | 32,6 |
| 2. | 3.533 | 9,8 | 35,9 | 54,3 | 2,45 | 46,5 | 53,5 | 10,6 | 43,7 |
| 3. | 2.520 | 7,1 | 50,8 | 42,1 | 2,50 | 60,8 | 39,2 | 10,0 | 32,1 |
| 4. | 3.994 | 9,3 | 28,1 | 62,6 | 8,60 | 55,3 | 44,7 | 27,2 | 35,4 |
| 5. | 2.958 | 8,9 | 41,1 | 50,0 | 0,44 | 67,7 | 32,2 | 26,6 | 23,3 |
| 6. | 4.360 | 10,8 | 22,9 | 66,3 | 0,47 | 44,2 | 55,8 | 21,3 | 45,0 |
| 7. | 966 | 3,4 | 80,1 | 16,3 | 0,31 | 85,0 | 15,0 | 4,9 | 11,6 |
| 8. | 2.823 | 6,6 | 47,3 | 46,1 | 1,50 | 71,9 | 28,1 | 24,6 | 21,5 |

Kokss bija pulverveidīgs, nesāķepējis. Siltumspēja noteikta ar Bārta kalorimteru gaisa sausa ogļu paraugā.

Paraugi Nr. 1 ir Meldziras ogles pirmā pēda no virsas,
 „ Nr. 2 „ „ „ otrā „ „ „ „
 „ Nr. 3 „ „ „ trešā „ „ „ „
 „ Nr. 4 „ „ „ piektā „ „ „ „
 „ Nr. 5 „ „ „ astotā „ „ „ „
 „ Nr. 6 „ Lejnieku kūdra,
 „ Nr. 7 „ Sudmalu kūdra,
 „ Nr. 8 „ Zoslēnu ogle.

Lai tabulā norādīto skaitļu nozīmi labāk varētu izprast un novērtēt mūsu brūnogles, aplūkosim arī dažu citu kurināmo materiālu galvenās sastāvdaļas un siltumspēju.

| Kurināmais materiāls, gaisa sauss | Pelni
% | Sērs
% | Siltumspēja
kg/kalor. |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| Meldziras brūnogles | 22—51 | 0,44 — 8,60
vid. ap. 4,3 | 2.500—4.500 |
| Lejnieku interglacialā kūdra | 23 | 4,47 | 4.360 |
| Dēseles sudmalu interglac. kūdra | 80 | 0,31 | 960 |
| Zoslēnu brūnogles | 48 | 1,50 | 2.800 |
| Vācijas brūnogles | 4—10 | 0,0—2,3 | 1.900—5 500 |
| „ akmeņogles | 4—17 | 1,1—5,0 | 5 200—7.600 |
| Anglijas „ | 6 | 1,0 | 7.100 |
| Antracīts | 4 | 1,23 | 8.000 |
| Vācijas kūdra | 5—10 | 0,5 | 3.000—3.800 |
| Slēperu purva kūdra, pie Rīgas . | 1,4 | nez. | 3.258 |
| Malka | 0,5 1,0 | nav | 3.600 |
| Igaunijas degakmens | 33—51 | 0,4—1,5 | 2.100—4.700 |

Meldziras ogles kopējais mitrums ir ap 42% dabā ņemtās paraugos.

No pievestās tabulas varam taisīt šādus slēdzienus:

1) sava augstā pelnu satura dēļ Kurzemes brūnogles uzskatāmas par mazvērtīgām. Tās tomēr no šī viedokļa vēl būtu lietājamās kurināmam materiālam.

2) Kurzemes brūnogļu otra slikta īpašība ir viņu augstais sēra saturs. Sevišķi tas sakāms par Meldziras oglēm, kur visa slāņa vidējais sēra saturs ir ap 4,3%. Rīgas elektrības centrālē kurināmā pielaiž augstākais 2% sēra.

Kurināmā materiālā sērs nevēlams tāpēc, ka pie sadegšanas tas dod sērskābi. Tā saēd gandrīz visu, ar ko viņa nāk sakarā: kurtuves, dūmu vadu un skursteņu sienas, apkārtējo māju jumtus u. t. t. Ja to ieelpo, tad cieš arī cilvēka plaušas.

Uzskaitītās iedarbības dēļ normās ir tāpēc noteikts augstākais pielaižamais sēra saturs kurināmā materiālā. Ja viņā sēra vairāk, kā tas ir visumā ar Kurzemes brūnoglēm, tad materiāls nav lietājams.

Ko var teikt par ogļu iegūšanas izdevīgumu?

Varētu būt runa vienīgi par Meldziras ogli, jo citos rajonos nav pietiekoši nozīmīgu krājumu. Meldziras ogle (pie mežsarga „Ceplī”) ir ap 13,5 m dziļi. Rakšanā būtu pielietājami tikai atklāti rakšanas darbi ar bagariem. Rakšanu apgrūtiņa tas apstākļi, ka Meldziras oglei visur, kur vien viņa atrasta, ir virsū ūdeni saturoša tekoša smilts.

Kalnu inž. Lielausis sava darba beigās nāk pie slēdziena, ka Meldziras ogles rakšana patreizējos apstākļos ir neizdevīga.

Jaunākā laikā (1934. g.) brūnogle konstatēta vēl arī citās vietās, kur tās iegulumi daudz izdevīgāki, piem., uz S no Meldziras, Loses upes krastā. Tur tā sastopama zem 2—3 m virssegas vairāk kā 1½ m biezumā. Tāpēc ļoti iespējams, ka dažās vietās brūnogles izmantošana var arī atmaksāties un pat būt izdevīga.

4. Pirits.

Pirits, sērdzelzs, ir atrasts Meldzirā kā tieši virs ogles, tā arī pašas ogles virsējās kārtās. Sērdzelzs esot te tik daudz, ka katrā lāpstas dūrienā iekrās vairāki sērdzelzs gabali. Daži no tiem ir 20—50 kg smagi.

No ārpuses šī sērdzelzs izskatās kā pelēki (gaišāki vai tumšāki) akmeņi un tikai viņu lielais smagums norāda, ka tie nav vis vienkārši akmeņi. 1922. g. L. universitātes doc. M. Prīmanis analizējot šīs sērdzelzs paraugus, ieguvis šādus rezultātus:

| | H ₂ O | Fe | S (pēc Lunge) | Nešķīstošās vielas (SiO ₂ u. c.) | As | Organiskās vielas | Kopā |
|----------------|------------------|-------|---------------|---|-----------|-------------------|-------|
| | o/o | o/o | o/o | o/o | o/o | o/o | o/o |
| Paraugšs I. . | 0,78 | 44,60 | 49,88 | 4,40 | zīmes nav | | 99,85 |
| Paraugšs II. . | 0,50 | 28,92 | 32,79 | 37,63 | nav | not. | — |

Pirmais paraugs ņemts no ogles, bet otrs — no smiltīm virs ogles.

Ķīmiski tīra sērdzelzs (FeS_2) satur 46,7% dzelzs un 53,3% sēra. Paraugs I tā tad ir diezgan tīra sērdzelzs un ja kādreiz izmantotu ogli, tad arī Meldziras sērdzelzs būtu izmantojama.

5. Krīts.

Urbumos Pulvernieku mājas apkārtnē prof. Grevingsks 22 m dziļumā, zem brūnogles, ir atradis krīta slāni, apm. 90 cm biezu. Šā krīts virsējā kārtā ir smiltveidīga, ko sīkas ogles daliņas nokrāsojušas gaiši pelēkā krāsā. Apakšējā krīta kārtā ir blīva un balta kā sniegs.

Kalna inž. Lielausis Lētižas labā krastā ap 5,5 m dziļumā no virsmas skaitot ir arī uzurbis 1,2 m bieza krīta slāni. Šā krīta ķīmiskais sastāvs ir šāds:

| | |
|---|------------------------------------|
| kvarca smiltis | 14,8 ⁰ / ₀ , |
| dzelzs un alumīnija oksīdi ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$) | 0,4 ⁰ / ₀ , |
| ogļskābais kaļķis (CaCO_3) | 74,5 ⁰ / ₀ , |
| organ. trūdu vielas | 10,0 ⁰ / ₀ , |
| Kopā | 99,7 ⁰ / ₀ , |

Zem krīta atrodas bieza cechšteina kaļķakmeņa kārtā.

6. Dzintars.

Dzintars ir agrāk auguša skuju koka *Pinus succinifera* Conw. jeb dzintara priedes sacietējuši sveķi. Šis koks auga terciārā laikmetā Baltijas jūras dienvidus piekrastē. No koka iztecējušos sveķos bieži iekļuva insekti, iebira sēklas un augu daļas. Ar laiku šie sveķi sacietēja līdz ar visiem ieslēgumiem. Tādā veidā mēs dabūjam arī dažus norādījumus par dzintara rašanās laikmeta faunu un flōru. Dzintaru plašākos apmēros gan izmanto Prūsijas piekrastē, kur jūra ārda terciāros slāņus, dzintara primāro atradni.

Tomēr arī Latvijas jūrmalā dzintars bijis zināmu ienākumu avots. Vēl tagad dzintaru izskalo jūra Kurzemes piekrastē un Rīgas jūrmalā, gan parasti mazos gabaliņos.

Latvijā darbojas vairākas dzintara izstrādājumu darbnīcas, no kurām lielākā atrodas Liepājā.

Šīs skaisto un īpatnējo rotu pagatavotājas savām vajadzībām ir arī ievēdušas dzintaru šādos vairumos:

| G a d i | Vairums
kg | Vertība
Ls |
|---------|---------------|---------------|
| 1932. | 505 | 7.800 |
| 1933. | 971 | 11.479 |
| 1934. | 749 | 13.592 |

Problēmatiskie izrakteņi.

1. Vārāmā sāls.

Vārāmā sāls ir izraktenis, ko jau mūsu tautas teikas uzskata par Latvijā atrodamu. Vairāki pētnieki²⁵⁻²⁷) gan agrāk ir izsacījušies par vārāmās sāls iespējamību Latvijā. Interesi par šā izrakteņa iespēju modina Valmieras kautuves dziļurbuma sāļainais ūdens, kas satur ap 4 g vārāmās sāls litrā (Starajas Rusas avotiem 13—24 g). Prof. E. Krauss atzīst, ka vārāmā sāls pie mums iespējama tikai dziļumos. Dažas tektoniskas īpašības viņš izskaidro ar kādreiz bijušas vārāmās sāls ietekmēm²⁸).

1934. g. Daugavpilī izurbtais dziļurbums sasniedza 566 m dziļumu. Šī urbuma ūdens satur 106 g dažādu sāļu litrā, bet vārāmās sāls vien 81 g.

Šim ūdenim paredzama liela nozīme gan ārstniecībā, gan arī tehnoloģijā, ja izdosies atrast metodi, kā no šī ūdens lēti iegūt vārāmo sāli lielos daudzumos.

2. Nafta.

Pagājuša gadu simteņa beigās un tagadējā sākumā Latvija pārdzīvoja spēcīgu naftas drudzi, sakarā ar Smārdes dzirnavu apkārtnē novēroto eļļainu vielu izplūdumu.

²⁵) J. Farber. Einige Anmerk. zur phys. Erdbeschr. von Kurland. 1784.

²⁶) Prof. Dr. C. Schmidt. Die Salzquellen von Staraja Russa, mit Rücksicht auf die Möglichkeit d. Erdbohrens sudwürdiger Solen in den Ostseeprovinzen. 1854.

²⁷) O. v. Linstow. Die im Mitteldevon auftretenden Mineralquellen am Westrand der russisch-galizischen Tafel (Arch. f. Lagerst. d. Preuss. Geol. Landesanstalt, Heft 42. 1929).

²⁸) E. Kraus. Die Geschichte des Devons in Livland. Latv. ūniv. raksti Mat. un dab. zin. fak. serija I. 6. 1929.

Līdz 200 pēdu dziļumam izdarīti urbumi tomēr palika bez panākumiem.

Prof. B. Doss²⁹⁾ sakarā ar sabiedrības interesi, aplūkojot kā naftas atradņu īpatnējos ģeoloģiskos apstākļus, tā arī Baltijas pamatiežu sakārtojumu, atzīst, ka naftas rašanās iespējama tikai no silūra laikmeta bituminozām kārtām, kas sastopamas Igaunijā kā degakmens (kukersits).

Pagājušā gadu desmita beigās par naftas atrašanas iespējamību Latvijā izsacījās kalnu inž. M. Gutmanis³⁰⁾, profesors E. Kraus un kalnu inž. J. Gailītis. Tad sākās intensīvi ģeoloģiski darbi, lai noskaidrotu, kur iespējami pamatiežu kupoli un domi, kas varētu zem sevis uzkrāt no dziļākām bituminozām kārtām pacēlušos naftu.

Šie plašie pētījumi sniedza daudz vērtīga ģeoloģiska materiāla, bet jaunas atziņas, attiecībā uz naftu, nedeļa.

Dzīvā interese par naftu tāpēc atkal pamazām atslāba un varbūt tikai tagad, atjaunotā Latvijā, tā meklēs jaunu, jo spēcīgu izpausmi.

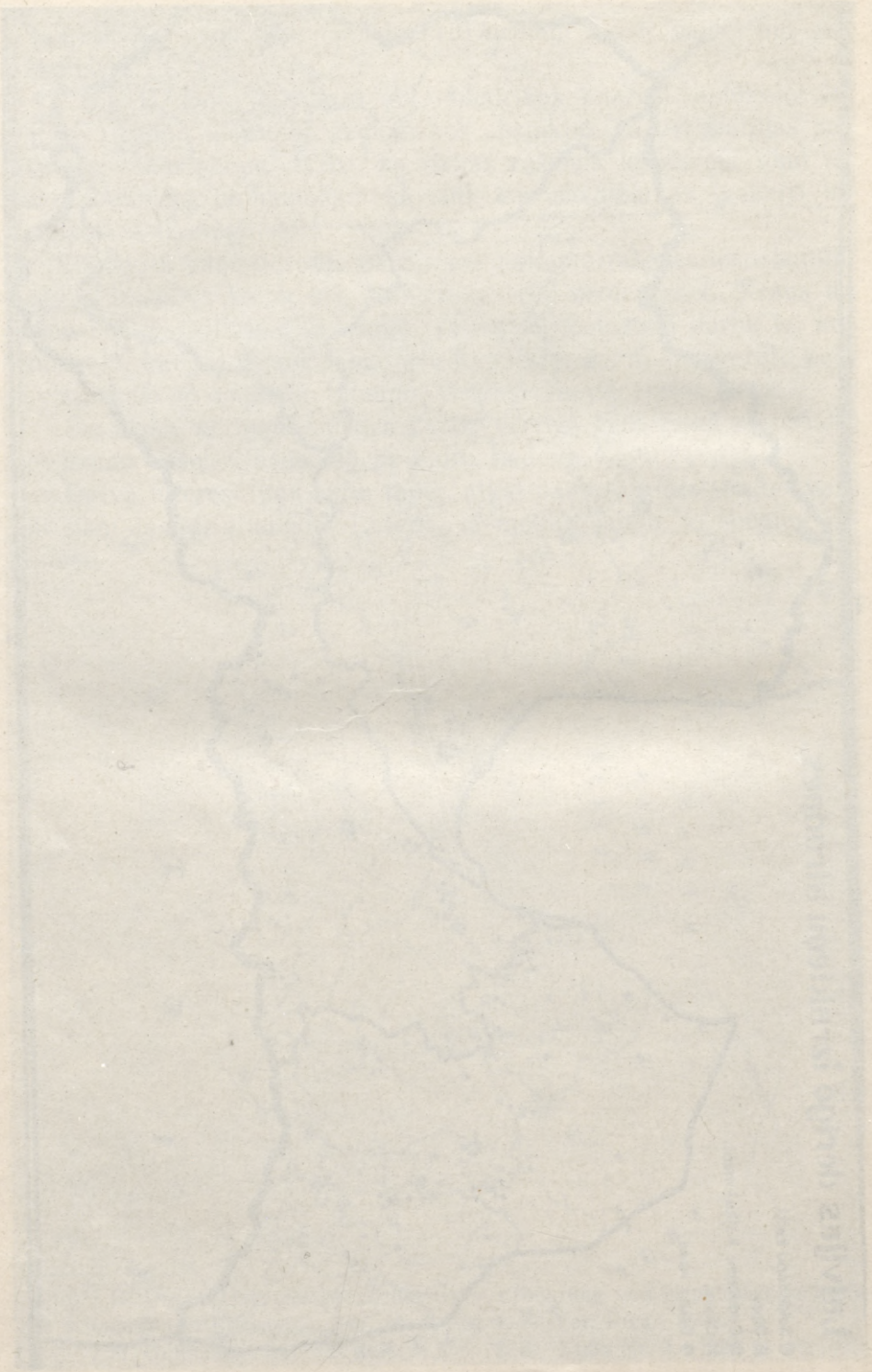
²⁹⁾ B. Doss. Über die Möglichkeit der Erbohrung von Naphtalagersstätten bei Schmarden in Kurland — Kor. bl. d. Nat. f. — Ver. Riga. 1909.

³⁰⁾ M. Gutmanis. Latvijas derīgie ieži. 2. d. Daba Nr. 3. 1928. g.

Latvijas derīgo izrakteņu atradnes.

- Saldūdeņu kaļķi.
- ▲ Ģipsis.
- Čehīteina kaļķakmeņi.
- ✕ Okers.
- ◆ Dzelzs rūda





| | |
|--|------------|
| Priekšvārds | 4 |
| Latvijas pamatformācijas. N. Delle. | 5 |
| Archaiskā un proterozoiskā jeb algonkija ēras 6. Palaeozoiskā ēra 7. Kembrija formācija 8. Ordovicija formācija 8. Gotlandija formācija 9. Apakšdevona formācija 11. Vidusdevona sākums 11. Latvijas devona sadalījuma tabula 16. Karbons 39. Permas formācija 39. Cechšteins 39. Permo—triass 40. Juras formācija 41. Krīta formācija 41. Senons 41. Terciārā formācija 42. Kvartārā formācija 42. Latvijas pamatformāciju nogulumu karte 43. | |
| Literātūra | 44 |
| Leduslaikmets un pēcleduslaikmets Latvijā. V. Zāns | 49 |
| 1. Kvartārās segas pamats un subkvartārais reljēis | 51 |
| 2. Kvartārās segas biežums | 54 |
| 3. Kvartāro nogulumu iedalījums (stratigrāfija) | 56 |
| 4. Vecākā leduslaikmeta pēdas | 59 |
| 5. Interglaciālie jeb starpleduslaikmeta nogulumi | 60 |
| 6. Pēdējā leduslaikmeta veidojumi | 62 |
| Šļūdoņu skrambas pamatiežos 62. Ledus ārdošā darbība 63. Pēdējā leduslaikmeta nogulumi 65. Laukakmeņi 67. Laukakmeņu pētišanas nozīme 72. Ledus kušanas ūdeņu nogulumi 75. | |
| 7. Ledus uznesuma formas un zemes virsas veidojumi | 77 |
| Gala morēnas 78. Viļņainās gala morēnu pāuguraines 80. Kēmi 80. Pamatmorēnu līdzenumi 81. Drumlini jeb drumi 82. Ūsi 82. Subglaciālās vagas un subglaciālo straumju gultnes 88. Sandri jeb kušanas ūdeņu smiltāji 90. Senlejas 90. | |
| 8. Pēdējā ledus atkāpšanās gaita un Latvijas reljēfa tapšana | 91 |
| Ledāja sadalīšanās mēlēs 94. Ledus mēļu kustības un atkāpšanās gaita 95. | |
| 9. Leduslaikmeta beigu posms un ledus kušanas ūdeņu darbs | 99 |
| Kušanas ūdeņu notekas ledus malā 99. Nosprostu ezeri un to nogulumi 100. Baltijas ledusezers 103. | |
| 10. Leduslaikmeta augu un dzīvnieku valsts | 104 |
| Diluvija flōra 104. Diluvija fauna 106. | |
| 11. Baltijas jūras pēcleduslaikmeta vēsture un alluvija iedalījums | 108 |
| Baltijas ledusezers 108. Joldijas jūra 111. Ancila ezers 112. Litorinas jūra 114. Pēclitorinas jūra 116. | |
| 12. Alluviālie nogulumi iekšzemē | 117 |
| Smilšu nogulumi, piekrastes un iekšzemes kāpas 117. Upju sanešumi 120. Avotkalķi 121. Ezeru un purvu nogulumi 121. Purvu un velēnu rūda 123. | |
| Literātūra | 124 |
| N. Malta un P. Galenieks. — I. | |

Latvijas reljefs. J. Sleinis 128

Latvijas reljefa veidošanās 128. Latvijas virsas dižformas sakarā ar apkārtnes apgabaliem 130. Latvijas virsas pētīšana 131. Austrumlatvijas ezeru grēda 134. Ilūkstes augstiene 134. Latgales augstiene 135. Lubānas līdzenums 137. Augstieņu grēda Lubānas līdzenuma rietumos 139. Saukas—Pļaviņu pauguraine 139. Vidzemes centrālā augstiene 140. Apukalna—Alūksnes augstiene 142. Ziemeļvidzemes līdzenums 143. Vidzemes ziemeļrietumu smilšakmens platforma 145. Viduslatvijas nolaida 146. Zemgales līdzenums 149. Austrumkursas platforma 150. Ziemeļkursas valnis 152. Ventas mulda un Usmas ieliktais vairogis 153. Rietumkursas valnis 154. Piejūras līdzenums 155.

Literātūra 158

Latvijas ezeri. L. Slaucītājs 159

1. Latvijas ezeru skaits, kopplatība un ģeografiskais sadalījums 159
2. Ezeru morfometrija 163
3. Latvijas ezeru tipi. 166
4. Ezeru hidroloģija. Līmenis un līmeņa maiņas 178
5. Ezeru ūdens ķīmiskais sastāvs 179
6. Limnoloģiskā klasifikācija. 181
7. Ezera siltuma apstākļi. 182
8. Ezeru liktenis 188

Literātūra 190

Latvijas upes. J. Sleinis 192

Upes sākums 193. Vecupes 194. Upju grīvas Baltijas jūrā 195. Latvijas upju līkumainums 196. Upes baseins un ūdensšķirtne 198. Ūdens krāsa 202. Upju termika 202. Ledus sega Latvijas upēs 203. Latvijas upju tips 203. Palu laiks mūsu upēs 204. Latvijas upju gareniskais profils 205. Kļāces 208. Upju lejas un senlejas 209. Latvijas upju saimnieciskā nozīme 213.

Daugavas baseins 218

Daugavas augšgals 218. Piedrujas—Daugavpils posms 221. Daugavas baseina posms Lubānas līdzenumā 223. Austrumlatvijas upes 228. Daugava no Pļaviņām līdz Koknesei 231. Daugava no Kokneses līdz Doles salai 235. Vidzemes upes 240. Daugavas baseins Rīgas—Jelgavas zemumā 241. Lielupes apgabals 243.

Lielupes baseins 245

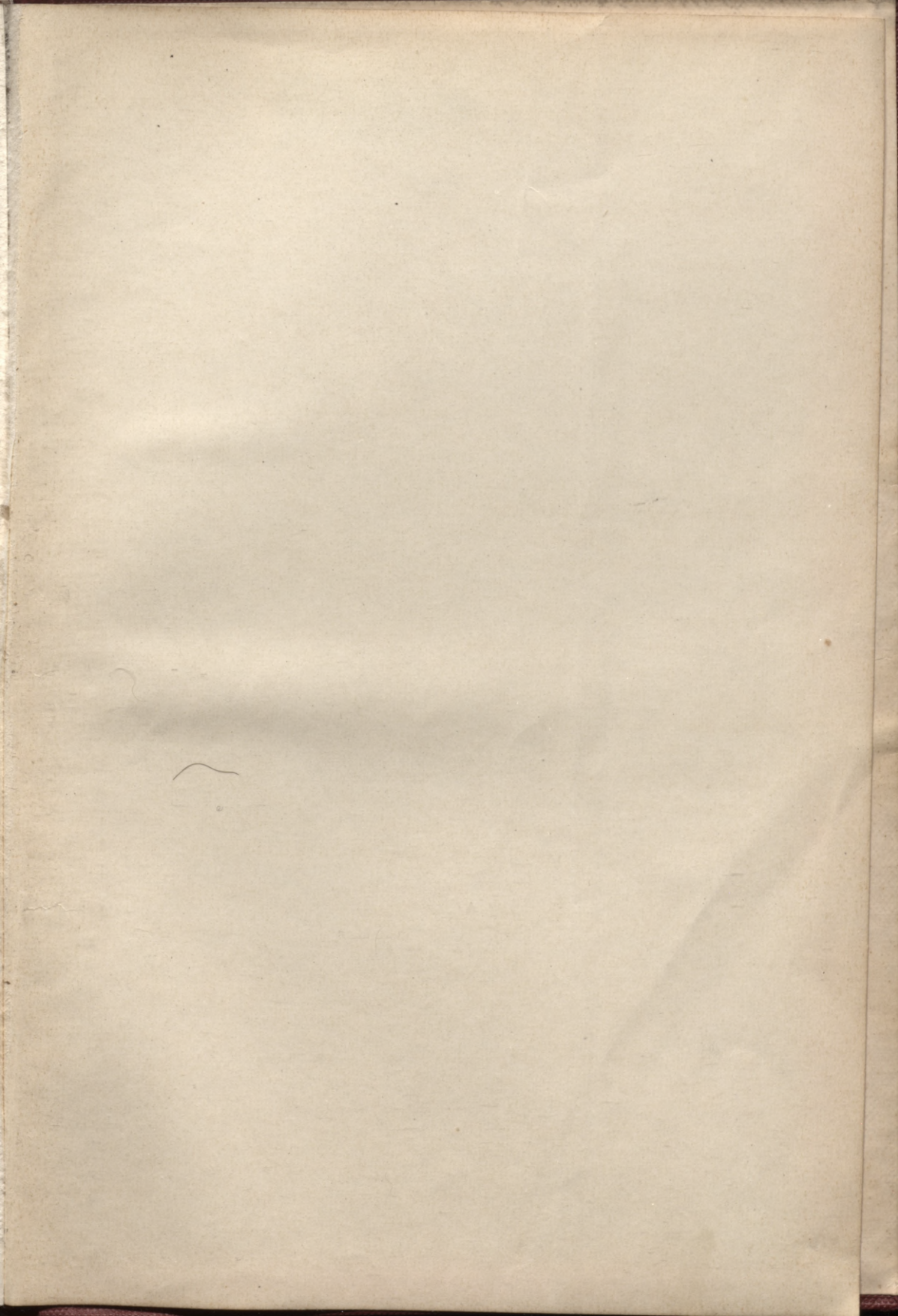
Ventas baseins 254

Venta 254. Kursas upes 258. Ventas pietekas Latvijā 259. Ventas labās puses pietekas līdz Abavai 259. Abava 260. Ventas kreisās puses pietekas 265.

| | |
|---|------------|
| Kurzemes piekrastes upes | 265 |
| Usmas ieliektā vairoga un Ziemeļkursas augstienes rietumu nokalnes
notekas 269. Ziemeļkursas augstienes austrumu nokalnes upes 270. | |
| Gaujas baseins. | 270 |
| Gauja no iztekas līdz Lejasciemam 271. Gaujas baseins no Lejas-
ciema līdz Mustojai 274. Gaujas baseins no Mustojas līdz Valmie-
rai 277. Gaujas baseins no Valmieras līdz Inčukalnam 279. Gauja
Rīgas zemumā 284. | |
| Vidzemes piekrastes upes | 286 |
| Salacas baseins | 288 |
| Salaca 290. | |
| Krievijas pierobežas upes Latvijā | 293 |
| Literātūra | 295 |
| Baltijas jūra L. Slaucītājs | 297 |
| 1. Īss vēsturisks un kartogrāfisks apskats | 297 |
| 2. Baltijas jūra, kā baseins, tās krasti un salas | 301 |
| Krasti un salas 304. | |
| 3. Baltijas jūras upes; jūras līmenis | 307 |
| Jūras līmenis 308. | |
| 4. Jūras ūdens ķīmiskais sastāvs | 309 |
| Gāzes jūras ūdenī 310. | |
| 5. Jūras ūdens sāļums, krāsa un caurredzamība | 311 |
| 6. Jūras termika un ledus apstākļi | 316 |
| Ledus 325. | |
| 7. Jūras dinamika | 331 |
| 8. Vētras un miglas | 334 |
| Vispārējā literātūra | 337 |
| Speciālā literātūra | 337 |
| Latvijas klimats. J. Baumanis. | 340 |
| Zemes temperātūra | 341 |
| Gaisa temperātūra | 343 |
| Dienu skaits ar salu 348. Dienu skaits bez atkušņa 348. Gaisa tem-
perātūras diennakts gaita 348. Gaisa temperātūras gada gaita 349. | |
| Gaisa mitrums. | 350 |
| Apmākšanās | 351 |
| Nokrišņi | 352 |
| Maksimālais nokrišņu daudzums 356. Nokrišņu intensitāte 356. No-
krišņu diennakts gaita 356. Sniega segas ilgums 357. Krusa 357.
Pērkoņa negaiss 357. | |
| Gaisa spiediens | 358 |

| | |
|--|------------|
| Vēja virziens un stiprums | 358 |
| Jūras brīze 359. Vētra 359. | |
| Literātūra | 360 |
| Latvijas augsnas. K Krūmiņš. | 361 |
| Augsnas jēdziens 361. Augsnas veidošanās gaita 363. Latvijas augsnu veidošanās gaitu ietekmējošie apstākļi 364. | |
| Latvijas augsnu pamatmateriāli | 364 |
| Nepārtrauktie morēnu materiāli 365. Pārskatītie morēnu materiāli 367. Putekļi 368. Pārskatītais māls 369. Pārskatīto un nepārskatīto morēnu materiālu maisījumi 371. Jaunākie pēcduslaikmeta nogulumu 372. | |
| Latvijas klimats un citi augsnu veidotāji faktori | 373 |
| Augu valsts loma augsnu veidošanā 376. Dzīvnieki un mikroorganismi 378. Reljefs 380. Pamatūdeņi 382. Augsnas vecums 383. Cilvēka darbība 383. | |
| Latvijas augsnu klasifikācija | 386 |
| Latvijas augsnu tipi | 390 |
| I rendzinoidu grupa 395. II rendzinoidu grupa 397. III rendzinoidu grupa 397. | |
| Brūnzemes | 401 |
| Pelnveidīgas augsnas (podzoli) | 407 |
| Īstās pelnveidīgās augsnas (podzoli) 408. Pelnveidīgo augsnu analogi 408. | |
| Purvaino augsnu rinda | 417 |
| Purvainās minerālaugsnas 421. Kūdrainās augsnas 423. Purvi 423. | |
| Kultūraugsnu rinda | 428 |
| Nepilnīgi izveidoto augsnu rinda | 432 |
| Latvijas augsnu agronomiskās īpašības | 433 |
| Latvijas augsnu kadastrālā vērtēšana un kartēšana | 439 |
| Literātūra | 446 |
| Latvijas derīgie izrakteņi. J. Eiduks | 448 |
| Nozīmīgie derīgie izrakteņi | 450 |
| Māli 450. Kieģeļu rūpniecība 464. Kaļķakmeņi 466. Saldūdeņu kaļķi 476. Dolomīti 478. Ģipšakmeņi 488. Smiltis 495. Grants, oļi, laukakmeņi 505. Kūdra 509. Minerālūdeņi un dūņas 511. | |
| Mazāk nozīmīgie derīgie izrakteņi | 514 |
| Dzelzs rūda 514. Krāsu zemes 517. Brūnogle 520. Pirīts 523. Krīts 524. Dzintars 524. | |
| Problēmatiskie izrakteņi | 525 |
| Vārāmā sāls 525. Nafta 525. Latvijas derīgo izrakteņu atradnes 527. | |





LATVIJAS NACIONĀLA BIBLIOTEKA



0307085072

[Rb. 7-7]

