UNIVERSITĀTE RĪGĀ
MĀCĪBAS GRĀMATU SERIJA, Nr. 26

LATVIJAS MINERĀLI UN IEŽI

Privātdoc. A. DREIMANIS
un
asist. P. LIEPIŅŠ

Rediģējis doc. V. ZĀNS

Rīgā, 1942

UNIVERSITĀTES APGĀDS

UNIVERSITĀTE RĪGĀ
MĀCĪBAS GRĀMATU SERIJA, Nr. 26

LATVIJAS MINERĀLI UN IEŽI

Noteikšanas tabulas un apraksti praktiskajiem darbiem ģeoloģijā

Privātdoc. A. DREIMANIS
un
asist. P. LIEPIŅŠ

Rediģējis doc. V. ZĀNS

Rīgā, 1942

UNIVERSITĀTES APGĀDS

AfV. Nr. II/00282. Metiens: 2000. Papīrs no Brūnsa papīrfabrikas 73×103 cm. Iespiesta un brošeta: spiestuvē „Rota“ II, Rīgā. Izdota: 1942. gada decembrī.

Priekšvārdi

Šī grāmata domāta kā palīglīdzeklis pirmo kursu studentiem un citiem interesentiem, kas vēlas praktiski iepazīties ar vietējiem minerāliem un iežiem. Tā nav paredzēta kā petroloģijas kurss vai mācības grāmata, bet gan kā minerālu un iežu noteicējs lietošanai ģeoloģiskos praktiskos darbos un ekskursijās, kur jāiztiek bez mikroskopa, izmantojot noteikšanā lielāko tiesu tikai makroskopiskas pazīmes, kas konstatējamas ar vienkāršiem paņēmieniem.

Saprotams, šāds noteikšanas veids vien nevarēs apmierināt tos, kam nākas pamatīgāk nodarboties ar iežu pētīšanu. Tiem katrā ziņā jāķeņas pie mikroskopiskām un citām petroloģiskām metodēm, jo iežu noteikšanā tikai ar makroskopiskiem paņēmieniem vien, kā tas kļūs redzams arī šīs grāmatas lietotājiem, nākas sadurties ar dažādām grūtībām, kuŗām pāri tikt var vienīgi, lietojot mikroskopiskās vai citas speciālas petroloģijas metodes. Tomēr pirmajam sākumam, sevišķi ekskursijās un praktiskā lauku darbā, šāda tīri makroskopiska pieeja ikvienam nepieciešama un praksē daudzkārt ar to arī var pilnīgi iztikt.

Papildus minerālu un iežu noteikšanas tabulām un norādījumiem to lietošanai grāmatas otrā daļā

sniegts sistēmatisks pārskats par Latvijas iežiem īsu, koncentrētu aprakstu veidā. Šo pārskatu un aprakstus mūs pamudināja sniegt tas apstāklis, ka latviešu valodā līdz šim vēl nav neviena plašāka, aptveļošāka darba par mūsu iežiem un ziņas par tiem ir visai izkaisītas un plašākām aprindām grūti pieejamas. Sniedzot iežu aprakstus, gan itin labi apzināmies, ka tie daudzējādā ziņā vēl ir nepilnīgi, bet tas lielā mērā izskaidrojams ar to, ka mūsu ieži, it sevišķi daudzi pamatformāciju sedimentieži, tīri petroloģiski līdz šim vēl maz izpētīti un to pētīšana vēl ir nākotnes darbs. Sakopojot un apstrādājot svarīgākos līdzšinējos materiālus, esam centušies aprakstos piegriezt vērību ģeoloģiskiem faktiem, iežu izcelšanās apstākļiem, svarīgākām atradnēm, kā arī iežu praktiskai nozīmei, to izlietošanai u. t. t. Domājam, ka te sniegtais materiāls noderēs ne tikai studentiem, bet arī skolotājiem, praktiķiem ģeologiem, inženieriem un ikvienam, kam nākas nodarboties vai savā darbā saskarties ar mūsu zemes uzbūves materiāliem.

Grāmatas iekārtojumu un plānu izstrādājis *V. Zāns,* uzņemoties arī tās rediģēšanu un atsevišķu rakstu saskaņošanu. Nodaļu par minerāliem, to noteikšanas tabulu un magmatiskos iežus apstrādājis *P. Liepiņš,* nogulumu un metamorfizētos iežus — *A. Dreimanis,* kas arī izstrādājis iežu noteikšanas tabulu un uzrakstījis nodaļas par iežu paraugu vākšanu u. c. Ievada nodaļu, kā arī dažus iežu aprakstus (kaustobioliti) rakstījis *V. Zāns.*

Grāmata izdota mazformātā, lai to varētu ērti lietot arī ekskursijās.

Par mūsu darba atbalstīšanu, laipni sniedzot dažus norādījumus un padomus, izsakām pateicību saviem kollēgām privātdocentam *O. Mellim* un docentam *N. Dellem*, par izpalīdzību zīmējumu pagatavošanā — dabzinātņu studentei A. *Dreimanei* un par valodas labojumiem un gludinājumiem — valodniecei *Z. Sirsonei*. Tāpat esam pateicību parādā Zemes bagātību pētīšanas institūtam un Statistiskai pārvaldei par laipnu atļauju izlietot dažus materiālus par mūsu derīgiem izrakteņiem un to izmantošanu.

Kā pirmajam šāda rakstura darbam par mūsu minerāliem un iežiem grāmatai bez šaubām būs savi trūkumi. Katru lietišķīgu aizrādījumu par vielas apstrādājumu, trūkumiem, nepilnībām u. t. t. saņemsim ar pateicību.

Universitātes ģeoloģijas institūtā,

Rīgā, 1941. g. decembrī.

Rediģētājs un autori.

SATURS

Ievads

Zemes garozas uzbūves materiāli. Minerāli un ieži

Zemes garoza cilvēka skatam pieejamā dziļumā veidota no dažādiem irdeniem vai blīviem uzbūves materiāliem: smilts, māla, smilšakmens, kaļķakmens, granīta u. c. Pati virsējā zemes kārta parasti sastāv no irdeniem materiāliem, kas radušies zināmu sairšanas un sadēdēšanas procesu rezultātā. Uz šīs irdnes attīstījusies augsne, t. i. tā parasti trūdvielām bagātā zemes virskārta, ko izmanto augu saknes. Tā ir kārta, kas jau stipri pārveidota ar atmosfairas faktoru (mitruma, siltuma u. c.) un organismu darbību. Šī virskārta kopā ar veģetācijas segu parasti arī aizsedz mūsu skatam svaigos, ārējo pārvērtību neskartos vai maz pārveidotos zemes uzbūves materiālus.

Svaigus dabiskos zemes uzbūves materiālus varam novērot tikai tur, kur augsnes un irdnes kārtas novāktas vai nav paspējušas izveidoties. Tos redzam upju krastu nobrukumos, kalnu un stāvu krauju nogruvumos un citos dabiskos atsegumos, kur tie parādās savā dabiskajā sakārtojumā. Arī cilvēka

radītos m ā k s l ī g o s a t s e g u m o s — grāvjos, aku rakumos, grantsbedrēs, akmeņlauztuvēs un kalnraktuvēs zemes uzbūves masas pieejamas tiešai novērošanai nereti visai lielos dziļumos.

Gaujas ielejā ap Siguldu, Cēsīm un citur upes stāvkrastos redzam atsedzamies krāšņas sarkanā smilšakmens klintis. Augšā virs smilšakmens šādos atsegumos var redzēt vai nu iesarkanu akmeņainu mālu, vai arī irdenu granti un smilti, uz kuŗas tad virskārtā izveidojusies augsne. Turpretim Daugavas krastos ap Pļaviņām un Koknesi, pie Ķeguma un daudzās citās vietās redzam citādus griezumus. Zem irdenajiem virsējiem nogulumiem Daugava pa lielākai daļai atsedz cietas radzes jeb dolomīta klintis, kuŗu pelēkie cietie slāņi upes dibenā bieži rada krāces.

Tuvāk apskatot šos zemes uzbūves materiālus, redzam, ka katrs no tiem sastāv no sīkākām uzbūves vienībām — viendabīgiem, homogeniem ķermeņiem — m i n e r ā l i e m. Tā Gaujas smilšakmens, kas diezgan viegli saberžams rokā, pēc saberšanas sairst sīkos mazos graudiņos. Tie pa lielākai tiesai ir minerāla kvarca graudiņi, bet starp pēdējiem vērojams arī viens otrs nespodrāks šķautnains laukspata grauds, un šur tur paspīd arī vizlas zvīņiņas. Visus šos graudus dabiskā akmenī savā starpā saista rūsaini mālaina saistītājviela. — Arī parastā smilts, ja to apskatām ar lupu, izrādās, sastāv lielāko tiesu no tiem pašiem minerāliem, tikai bez saistītājvielas.

Daugavas radzes jeb dolomīti sastāv no sīkiem, cieši saaugušiem minerāla dolomīta graudiņiem. Kaļķakmens ir minerālu kalcīta jeb kaļķspata graudu sakopojums. Visiem pazīstamais granīta akmens sastāv no 3—4 minerālu sugām: kvarca, laukspata un vizlas, dažkārt arī ragmāņa. Katrai no šīm sastāvdaļām ir savs fizikāls raksturs un savs noteikts ķīmiskais sastāvs.

Minerāli ir zemes garozas (arī meteorītu) homogenas sastāvdaļas, kas radušās vai rodas zemes garozā noritošu fizikāli ķīmisku procesu rezultātā. Tie pa lielākai daļai ir cieti ķermeņi, retāk šķidras vielas (piem., dzīvsudrabs, nafta u. c.)*, kas raksturīgi ar zināmām fizikālām īpašībām un noteiktu sastāvu, ko var izteikt ķīmiskā formulā.

Minerāli ir zemes garozas sīkākās ģeoloģiskās uzbūves vienības. Tos var salīdzināt ar šūnām dzīvo organismu uzbūvē.

Ar minerālu pētīšanu nodarbojas minerālogija.

Smilšakmens, smilts, māli, kaļķakmens, dolomīts, granīti u. c. zemes garozas uzbūves materiāli ir minerālu sakopojumi — jau lielākas uzbūves vienības, kas sastopamas zemes garozā parasti lielākās masās (slāņos, masīvos). Pēdējās radušās dažādos ģeoloģis-

---

* Daži minerālogi (piem., krievu minerālogs un ģeoķīmiķis Vernadskis) minerālu jēdzienā ietver arī zemes garozā sastopamās gāzējādās vielas, lai gan citi gāzes parasti minerāliem nepieskaita.

kos procesos, minerāliem koncentrējoties vienkopus un radot vairāk vai mazāk noteikta sastāva un struktūras agregātus. Tā, piem., smiltis radušās, kvarca u. c. minerālu graudiem sakrājoties vienkopus vai nu ar ūdens darbību (upju, jūras smiltis), vai arī ar vēja darbību (kāpu smiltis). Sākumā irdeni nogulsnētiem minerālu graudiem sacementējoties ar kādu saistītājvielu, no smilts radies smilšakmens. Dažādos ķīmiskos procesos jūras ūdenī, kā arī no kaļķu uzkrājēju organismu darbības rodas kaļķainas dūņas, kas vēlāk top par kaļķakmeni vai dolomītu. Kvēli karstajam zemes iekšienes silikātkausējumam jeb magmai laužoties uz augšu, atdziestot un sastingstot, izkristallizējas starp citu granīts u. t. t. Šādus dabiskus minerālu sakopojumus saucam par iežiem* (vācu *Gesteine, Gebirgsarten,* kriev. горные породы, angl. *rocks).*

Ieži ir zemes garozā lielākās masās (slāņos, masīvos) sastopami dabiski minerālu sakopojumi jeb agregāti, kas radušies ģeoloģisku procesu rezultātā.

Katrs iezis ir ģeoloģiski patstāvīga zemes garozas uzbūves vienība, vairāk vai mazāk viendabīga savā

---

* Pie mums ikdienas valodā iežus dažkārt mēdz saukt vienkārši par akmeņiem. Tas tomēr nav īsti pareizi, jo akmens var būt arī atsevišķs minerāla gabals un bez tam daudziem iežiem šis nosaukums nav piemērojams, piem., smiltīm, māliem, kūdrai u. c. Tāpat ieža jēdzienam īstí neatbilst arī dažkārt lietotie apzīmējumi „klintis“ un „klints sugas“.

minerāloģiskajā sastāvā un atsevišķu sastāvdaļu telpiskajā sakārtojumā (struktūrā).

Ja minerālus mēs salīdzinājām ar organismu šūnām, tad iežus līdzīgā kārtā varam salīdzināt ar audiem. Tie ir zemes organisma audi, no kuŗiem uzbūvēta visa cietā zemes garoza.

Mācību par iežiem sauc par p e t r o l o ģ i j u (petrografiju). Tā ir viena no svarīgākām ģeoloģijas nozarēm, kas nodarbojas ne tikvien ar iežu sastāva un uzbūves pētīšanu, bet arī ar to izcelšanās noskaidrošanu.

Iežu vairums, piem., smilšakmens, māli, granīts u. c., sastāv no vairākām minerālu sugām. Bet ir arī tādi, kas ir tikai vienas minerālu sugas agregāti, piem. ģipšakmens — minerāla ģipša sakopojums lielākos slāņos, marmors un tīrs kristallisks kaļķakmens — sastāv no kalcīta, dolomītieži — no minerāla dolomīta u. t. l. Ir arī ieži, kas veidoti no citu iežu gabaliem, piem., konglomerāti. Vispār, katrā iezī var konstatēt vienu vai visbiežāk gan vairākus raksturīgus galvenos minerālus un bez tiem lielāku vai mazāku skaitu, gan niecīgā daudzumā sastopamus, papildu jeb akcesoriskos minerālus.

Pazīstot iežu sastāvu un uzbūvi, mēs zināmā mērā varam spriest par to izcelšanos un par ģeoloģiskiem procesiem, kuŗu rezultātā tie radušies. Šai ziņā it sevišķi svarīgas ir nogulumu iežos sastopamās f o s i l i j a s, t. i. senāko augu un dzīvnieku pārakmeņotās atliekas (pārakmeņojumi). Pēc tām un vēl citām fo-

silām pazīmēm (slāņojuma veidiem, viļņu rieviņām u. c.) mēs varam atšifrēt zemes vēstures notikumus. Katrs iezis ir zemes vēstures dokuments, varētu teikt, lapa lielajā zemes vēstures grāmatā, kuŗā ierakstītas zīmes par zemes garozas attīstības gaitām.

Nogulumu iežos sastopamās fosilijas sniedz mums ziņas ne tikvien par senāko ģeoloģisko laikmetu augu un dzīvnieku valsts attīstību zemes virsū, bet arī par fiziski ģeografiskiem, klimatiskiem u. c. apstākļiem, kādi valdījuši attiecīgā vietā, iezim rodoties. Tā, piem., mūsu dolomītos atrodamās jūras gliemežu atliekas liecina, ka dolomīts nogulsnējies jūrā. Tuvāk iepazīstoties ar šo gliemežu dabu, mēs pat varam teikt vēl vairāk: ka dolomīts radies seklā un siltā jūrā, ka dolomīta rašanās laikā mūsu zemi applūdinājusi šāda jūra. Ja turpretim mūsu brūnoglē, kas radusies kādā vēlākā ģeoloģiskā periodā, atrodam sauszemes tropisku un subtropisku augu atliekas, tad no tā varam secināt, ka tai laikā, kad radusies šī brūnogle, mūsu territorija bijusi sauszeme ar tropiska resp. subtropiska klimata apstākļiem. Šīs un vēl citas iežu pazīmes tātad ļauj noteikti spriest par fiziski ģeografiskiem u. c. apstākļiem zemes virsū senākos zemes attīstības posmos. Atšifrējot šīs pazīmes un sakopojot to sniegtās ziņas kopējā ainā, mēs varam rekonstruēt zemes cietās garozas attīstības vēsturi.

Bet minerāli un ieži mūs interesē ne tikvien kā zemes vēstures dokumenti. Tiem ir arī liela prak-

tiska nozīme. Daudzus minerālus un iežus cilvēks izlieto rūpniecībā un saimnieciskā dzīvē, izrok tos un ceļ dienas gaismā dažkārt pat no visai ievērojamiem dziļumiem. Tādus minerālus un iežus tad saucam par derīgiem izrakteņiem. Plaša un daudzpusīga ir to izlietošana, un nav gandrīz tādas rūpniecības nozares, kuŗa šādā vai tādā veidā neizmantotu kādu minerālvielu. Daudzi minerāli un ieži ir svarīgas izejvielas metallu apstrādāšanas, ķimiskā, keramiskā u. c. rūpniecības nozarēs, daudzus izlieto par būvmateriāliem būvniecībā, par ugunturīgiem materiāliem, izolācijas materiāliem, mēslošanas līdzekļiem, par kurināmo materiālu (ogles, naftu) u. t. t. Izrakteņus, kuŗos ir metalli tādā daudzumā, ka tos atmaksājas izmantot un izstrādāt, parasti sauc par rūdām, piem., dzelzs rūda, svina rūda u. c. Pēdējā laikā par rūdām mēdz gan apzīmēt arī dažus nemetalliskus derīgos izrakteņus un runā, piem., par fosforīta rūdu, sēra rūdu, agronomiskām rūdām u. tml.

Derīgos izrakteņus vispār iedala 3 lielās grupās:

1. **Metalliskie izrakteņi** (rūdas), no kuŗiem iegūst metallus.
2. **Nemetalliskie izrakteņi:**
   a) nemetalliskās minerālvielas, dažādi silikātu, alumosilikātu, karbonātu, sulfātu, fosfātu u. c. ieži un minerāli ar plašām izmantošanas iespējām;

b) b ū v m a t e r i ā l i, dabiskie būvakmeņi un būvniecībā lietojamie materiāli, kuŗus izstrādājot iegūst javas vielas, cementu u. t. t.

3. **Kaustobioliti** (gr. *kaustos* — degošs, *bios* — dzīvība, *lithos* — akmens), organiskas izcelšanās minerāli un ieži, kas deg: kūdra, brūnogles, akmeņogles, degslānekļi, nafta u. c.

Atskaitot maz nozīmīgās purvu rūdas un pirītu, Latvijā metallisku izrakteņu nav vai arī tie sastopami izmantošanai par daudz niecīgos daudzumos vai praktiski neaizsniedzamā dziļumā. Visi mūsu derīgie izrakteņi pieder pie nemetallisko izrakteņu grupas un kaustobiolitiem (kūdra, brūnogle).

Šai grāmatā, aprakstot Latvijas iežus, bez to vispārīgā petroloģiskā un ģeoloģiskā raksturojuma sniegtas svarīgākās ziņas par iežiem arī kā par derīgiem izrakteņiem, par to izmantošanu, atradnēm, krājumiem un to saimniecisko nozīmi.

I daļa

Minerāli

Lai varētu iepazīties ar iežiem, vispirms jāpazīst to sastāvdaļas — minerāli.

No 92 pazīstamiem ķīmiskiem elementiem mākslīgā ceļā, laboratorijā varam iegūt bezgala daudz dažādu savienojumu. Tomēr dabiskos apstākļos — zemes garozā radušos vairāk vai mazāk pastāvīgu savienojumu skaits ir ierobežots. Tāpēc ierobežots ir arī minerālu skaits. Un tomēr līdz šim pazīstamas vairāk par 1000 minerālu sugas (ar pasugām un varietātēm pat līdz 3000). Daudzi minerāli gan sastopami visai reti, dažus turpretim zemes garozā redzam vai ik uz soļa.

No visa lielā minerālu skaita tikai kādi 50 sastopami biežāk, un tiem ir ievērojamāka loma zemes garozas uzbūvē. Tādi, piem., ir laukspati, ragmāņi un augīti, kvarcs, vizla, kalcīts u. c. Izrādās, ka laukspati vien sastata apm. 60% no visas zemes cietās garozas (skaitot līdz 16 km dziļumam), ragmāņi un augīti — ap 17%, kvarcs — 12%. Šie tad arī ir

svarīgākie iežos sastopamie minerāli. Ar tiem iežu pētniekam jāiepazīstas vispirms.

Pēc sava sastāva minerāli ir vai nu ķīmiskas pamatvielas (elementi), kā, piem., zelts (Au), sudrabs (Ag), platīns (Pt), sērs (S), grafīts un dimants (C), vai biežāk gan to dažādi savienojumi: oksidi, piem. kvarcs (SiO_2), sulfidi, piem. pirīts (FeS_2), karbonāti — kalcīts ($CaCO_3$), dolomīts ($CaCO_3$. $MgCO_3$), sulfāti — ģipsis ($CaSO_4$. $2H_2O$), haloīdsālis — akmeņsāls (NaCl), fosfāti — apatīts [Ca_5F $(PO_4)_3$] u. c. Visbiežāk izplatītie minerāli ir silikāti un alumosilikāti, tāpat arī karbonāti, kas tad veido galvenās iežu masas.

Pēc struktūras un ārējā apveida minerālus iedala k r i s t a l l i s k o s (gr. *krystallos* — ledus) un a m o r f o s (gr. *a-* «ne» + *morphē* «veids» = bezveida). Minerālu lielais vairums sastāv no kristalliskā stāvoklī esošas vielas, kur atomi, iōni vai molekulas sakārtotas noteiktā kārtībā un veido noteiktu telpas režģi. Šādus minerālus sauc par kristalliskiem minerāliem vai kristalliem, piem., kvarcs, laukspats, vizla granītā, kalcīta graudiņi kaļķakmenī u. c. Kristalliem raksturīgs tas, ka, tiem lēni un brīvi veidojoties, rodas katrai vielai un attiecīgiem kristallizācijas apstākļiem raksturīgs ārējais apveids — poliedrs. Bieži vien arī tikai šis ārējais apveids saistās ar kristalla jēdzienu, kaut gan tas nav pareizi, jo galvenais un izšķirīgais šeit ir kristalla iekšējā struktūra. Kristalla rēgulārais apveids ir tikai kristalliskā vielas stāvokļa viena ārējā izpausme.

Bez šādiem, kristallizācijas plākšņu ietvertiem idiomorfiem minerāliem, biežāk redzam kristalliskus minerālus tikai ar dažām izveidotām kristallizācijas plāksnēm, t. s. hipidiomorfos minerālus, vai arī bez tām — ksenomorfos minerālus. Šiem minerāliem kristallizācijas plākšņu veidošanās bijusi traucēta vai arī tās tikušas korrōzijas vai pat tīri mechaniskā ceļā iznīcinātas. Iežos visvairāk nākas sastapties ar šādiem ksenomorfiem vai hipidiomorfiem minerāliem. Kristallu lielums stipri variē. Lielākie no tiem mērījami vairākos metros, mazākie ir tik sīki, ka veido blīvu masu, kuŗā tikai mikroskopā saskatāmi vai nu sīki kristalliņi, vai arī konstatējams vielas kristalliskais stāvoklis, bet atsevišķi kristalliņi vairs nav atšķiŗami.

A m o r f o s m i n e r ā l o s (piem., dzintarā, opalā, vulkāniskajos stiklos) vielas molekulas ir novietotas chaotiski. Atšķirībā no kristalliem amorfie minerāli nekad neveido ģeometriski pareizu ārējo formu. Arī ar daudzām citām īpašībām tie atšķiŗas no kristalliem un, kaut gan būdami cietā agregātstāvoklī, daudzējādi tomēr līdzinās šķidrumiem.

Minerālu noteikšana

Katrs minerāls ir raksturīgs ar zināmām fizikālām un ķīmiskām īpašībām. Minerālu noteikt nozīmē konstatēt zināmas tā īpašības un pēc tām to identificēt, atrodot minerāla nosaukumu.

Minerālu noteikšanai izlieto dažādas metodes, uz kuŗu pamata arī ir izveidoti attiecīgi noteicēji. Ja minerālu noteikšanā liekam pamatā to ķīmisko sastāvu, tad jāizdara ķīmiskas vai mikroķīmiskas analizes, kādas parasti lieto analitiskā ķīmijā. Termiskās analizes metodes bazējas uz minerālu sadalīšanos augstā t^0. Samērā parocīga ir minerālu noteikšana ar kausējamās (lodējamās) caurītes palīdzību, t. s. piroķīmiskā analize. Noteicot minerālus pēc to ķīmiskā sastāva, nav jāaizmirst, ka ir vielas, kas var veidot divus vai pat vairākus dažādus minerālus (di- vai polimorfas vielas), piem., minerāliem pirītam un markazītam ir vienāds ķīmisks sastāvs FeS_2, bet dažāda kristallu forma un arī citas īpašības.

Visai precīzi minerālu var noteikt pēc tā optiskajām īpašībām polārizācijas mikroskopā. Šim nolūkam jāpagatavo minerāla plānslīpējums.

Daudzos gadījumos ir vajadzīga minerāla rentgenoskopiska analize. Tā dod norādījumus par minerāla struktūru — atsevišķu materijas daļiņu novietojumu telpas režģī.

Bez šiem minētajiem ir vēl citi minerālu noteikšanas veidi, kas arī pa lielākai daļai prasa zināmu laboratoriju iekārtu, līdzekļus, laiku un nereti ir diezgan sarežģīti. Tomēr bieži vien, sevišķi ģeologam strādājot laukā brīvā dabā, ir nepieciešama tūlītēja un ātra minerāla un ieža, kaut arī aptuvena, noteikšana. Tad minerāla noteikšanā jāņem vērā

viegli nosakāmās ārējās pazīmes, piem., cietība, skaldnība u. c.

Noteikšanas technika pēdējā gadījumā ir tāda, ka vispirms nosaka kādu raksturīgu minerāla ārējo īpašību. Pamatojoties uz tās, pētījamais minerāls meklējams attiecīgā noteicēja grupā. Tad pēc citām minerāla īpašībām, dažreiz pievienojot vienkāršotas ķīmiskās analizes un atmetot visus neatbilstošos minerālus, nonākam pie īstā un pareizā minerāla nosaukuma. Grūti vai pat šādā veidā neiespējami minerālu noteikt ir tādos gadījumos, kad minerālu graudiņi ir ļoti sīki vai arī kad ārēji konstatējamās pazīmes vairākiem minerāliem ir vienādas. Tad, protams, jāizvēlas kāda cita no iepriekš minētajām metodēm.

Tālāk apskatīsim šīs ārējās, ar vienkāršiem līdzekļiem konstatējamās minerālu īpašības, kas svarīgas to ātrai un vienkāršai noteikšanai.

Cietība

Viena no svarīgākām īpašībām, kas izlietojama minerāla noteikšanā, ir cietība. Tā ir īpašība, kas atkarīga no tā, cik cieši materijas daļiņas ir sakopotas minerāla telpiskā režģī. Praktiski tā ir minerāla spēja pretoties skrāpējošai darbībai, citiem vārdiem, tā izpaužas pretestībā, kāda ir minerālam, ja to skrāpē ar kādu citu priekšmetu.

Minerāla cietību noteic, skrāpējot to ar tādu priekšmetu vai citu minerālu, kuŗa cietība ir jau

zināma. Šim nolūkam lieto t. s. M ō s a *(Mohs)* skālu. Šīs skālas autors minerālogs M ō s s ir sakopojis 10 izvēlētus minerālus cietības pieaugšanas kārtībā, apzīmējot to cietību ar skaitļiem no 1 līdz 10.

Mōsa cietības skāla

Cietība	Minerāli
1.	Talks
2.	Ģipsis vai akmenssāls
3.	Kalcīts
4.	Fluorīts
5.	Apatīts
6.	Laukspats
7.	Kvarcs
8.	Topazs
9.	Korunds
10.	Dimants

Mōsa cietības pakāpes ir patvaļīgi izvēlētas. Relātīvās cietības starpības starp tām izrādās stipri nevienādas. Rindas beidzamajos posmos tās, piem., ir daudz lielākas starp atsevišķām pakāpēm nekā sākuma posmos. Pats cietākais minerāls dimants ir cietāks par talku ne 10 reizes, kā tas varētu likties, bet gan apm. 4 miljoni reizes. Minerālu relātīvās cietības noteikšanai lieto R o s i v a l a *(Rosiwal)* paņēmienu: minerālu slīpē ar noteiktu daudzumu karborunda pulveŗa. Tad pēc minerāla tilpuma zaudējuma aprēķina tā cietību. Cietība ir jo lielāka, jo mazāks ir tilpuma zaudējums, un otrādi.

R o s i v a l s aprēķinājis M ō s a skālas minerāliem šādus relātīvus cietības skaitļus (pieņemot korunda cietību = 1000).

Mōsa skāla:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rosivala skāla:	1/33	1/4	4½	5	6½	37	120	175	1000	140000

Vēl precīzāks minerālu cietības noteikšanai ir Martensa paņēmiens, kur īpašā aparātā — sklērometrā ar dimanta adatu, liekot virs tās zināmu noslodzi, skrāpē gludu minerālu plāksni. Pēc minimālās noslodzes, no kuŗas minerālā rodas saskatāms ieskrāpējums, arī aprēķina tā cietību.

Minerālu noteikšanas praksē var apmierināties ar cietības noteikšanu pēc Mōsa skālas. Tā ir ērta un vienkārša un tāpēc visvairāk lietota. Pēc šā paņēmiena pētījamo minerālu skrāpē ar kādu no skālas minerāliem resp. ar to šķautni vai stūri. Skrāpēšanai izmeklē gludu laukumu pētījamā minerāla virsā. Pētījamo minerālu turot vienā rokā, mēģina ar otrā rokā turētu skālas minerālu to ieskrambāt. Ja ieskrambājumu dabū viegli, pakāpeniski pāriet uz zemākiem skālas numuriem, līdz kamēr nonāk pie tāda skālas minerāla, kas skrāpējot vairs tikai mazliet aizķeŗ pētījamo minerālu. Šī skālas minerāla cietībai tad arī atbilst pētījamā minerāla cietība, kuŗu apzīmē ar skālas minerāla cietības skaitli. Ja izrādās, ka pētījamā minerāla cietība neatbilst nevienam no skālas minerāliem, bet ieņem vidus stāvokli, tad, cietību izteicot, lieto daļu skaitļus, piemēram, cietība 5,5 nozīmē, ka minerāls ir cietāks par apatītu (5), bet mīkstāks par laukspatu (6) u. t. t.

Lai vienmēr nebūtu jālieto un jādeldē skālas minerāli, vispirms ieteicams izdarīt aptuvenu cietības noteikšanu, lietojot šim nolūkam dažus vispārpieeja-

mus zināmas cietības priekšmetus. No tādiem minami:

mīksts zīmulis, cietība pēc Mōsa . . .	1 —2
cilvēka nags	2 —2,5
vaŗa nauda	3 —4
dzelzs nagla	ap 4
parastais logu stikls	5
tērauda naža asmens vai tērauda adata	5,5—6
labi rūdīta tērauda vīle	7

Pareizu rezultātu iegūšanai cietības noteikšana jāizdara rūpīgi, izvēloties skrāpēšanai svaigas minerāla plāksnes, bet ne apdēdējušas vai sairušas. Jāizvairās izdarīt skrāpēšanu parallēli skaldnības plaisām, kas var dot nepareizus rezultātus; tāpat minerāls nav skrāpējams vairākas reizes uz priekšu un atpakaļ. Ievingrinājusies roka jau ar pirmo skrāpējumu sajutīs, vai pētījamais minerāls ieskrambājas vai ne. Drošības pēc ieteicams pārbaudīt skrāpējuma vietu ar lupu.

Parasti pēc skrāpēšanas minerāla virsā paliek saberzta pulveŗa „svītra", kas vēl nebūt nenorāda, vai minerāls ir ieskrāpēts vai ne. Šo svītru noslauka ar pirkstu, un tikai tad, ja zem tā redzams ieskrāpējums, var spriest, ka pētījamais minerāls ir mīkstāks vai arī cietības ziņā līdzinās lietotam skrāpētājam. Ja „svītra" pēc noslaucīšanas pazūd un ieskrāpējumu neredz, tad skaidrs, ka tā radusies no tā minerāla, ar ko skrāpēts un kas bijis mīkstāks par pētījamo.

Jāatzīmē, ka vienam un tam pašam minerālam uz dažādām kristallplāksnēm cietība daudzkārt nav

gluži vienāda, tā var būt atšķirīga pat dažādos virzienos uz vienas un tās pašas plāksnes. Tā, piem., akmenssāls kubiskiem kristalliem cietība ir lielāka virzienā pa plākšņu diagonālēm un mazāka parallēli malām. Tomēr parasti šādas atšķirības nav lielas, un akmenssāls cietību apzīmē ar 2.

Nosakot cietību ar pētījamo minerālu, protams, ar to jāapietas cik vien var saudzīgi, sevišķi jāsaudzē vērtīgi un reti mūzeju eksemplāri. Skrāpēšana jāizdara tikai tikdaudz, cik tas nepieciešami vajadzīgs, un pēc iespējas uz mazāk redzamām plāksnēm.

Spīdums.

Pēc minerālu spīduma iespējams tos iedalīt šādās grupās:

1. **Minerāli ar metallisku spīdumu.** Šīs grupas minerāli ir ar spīdumu, kāds ir gludu metallu virsām. Minerāli ar metallisku spīdumu ir jau necaurspīdīgi samērā plānās plāksnēs. Metallisks spīdums piemīt lielāko tiesu rūdu minerāliem, piem., pirītam, galenītam u. c.

2. **Minerāli bez metalliska spīduma.** Šinī grupā ietilpst vairums pazīstamo minerālu. Atkarībā no spīduma intensitātes un īpatnībām, šeit atšķiļami vairāki spīduma paveidi:

D i m a n t a s p ī d u m s — ļoti intensīvs, spilgts. Rodas no gaismas refleksijas pret iekšējām minerāla plāksnēm, tāpēc arī piemīt caurspīdīgiem vai pus-

caurspīdīgiem minerāliem ar lielu gaismas refrakcijas koeficientu, piem., dimantam, sfalerītam.

Stikla spīdums — atgādina stikla virsas spīdumu. Sastopams ļoti bieži, piem., kvarcam, laukspatiem, vārāmai sālij u. d. c.

Taukains spīdums — līdzinās taukainas virsas spīdumam, raksturīgs, piem., sēram u. c.

Perlmutra spīdums — minerāls spīd kā perlmutra virsa. Tas raksturīgs minerāliem ar sevišķi pilnīgu skaldnību. Minerāla ārējās virsas reflektētiem gaismas stariem interferējot ar gaismas stariem, kas reflektējas no minerāla iekšējām skaldnības plāksnēm, rodas interferences krāsas. Raksturīgs, piem., vizlām, talkam u. c.

Zīda spīdums ir sīkšķiedrainiem minerālu agregātiem, piem., smalkam šķiedru ģipsim, azbestam.

Minerāli var būt arī bez spīduma (zemjainie minerāli).

Krāsa

Kā viena no pirmajām īpašībām, ar kuŗu jāsastopas minerālu noteicējam, ir minerālu krāsa. Te jāatšķiŗ gan pašai minerāla vielai raksturīgā krāsa (haimatītam, piem., sarkana, sēram dzeltena), gan arī krāsa, kas radusies no dažādiem piemaisījumiem (piem., laukspatu sarkanā krāsa no haimatīta zvīniņām) vai arī no sadēdēšanas u. c. procesiem, t. s. uzsūbējuma krāsa.

Iesācējs parasti pārvērtē krāsas nozīmi, piešķirot tai galveno lomu minerālu raksturošanā. Tāda pieeja tomēr nepareiza, jo daudzos gadījumos viens un tas pats minerāls var būt vairākās krāsās, atkarībā no vielas īpatnībām vai piemaisījumu daudzuma un rakstura.

Tā, piem., fluorīts var būt gan bez krāsas, gaņ arī zaļā, violetā, pelēkā un brūnā krāsā. Fluorītu sildot, krāsa izzūd, bet radija staru ietekmē atkal atjaunojas.

Laukspats atkarībā no dažādiem piemaisījumiem var būt ne tikai baltā krāsā, bet arī sarkanā, zaļganā un pat melnā. Kalnu kristalls bez piemaisījumiem ir bez krāsas, Mn oksidi tam dod violetu nokrāsu, un šādu minerālu sauc par ametistu. Tas pats kalnu kristalls var būt arī dzeltenā (citrīns) un melnā krāsā (morions). Minerāls turmalīns var būt gan zaļā, iesārtā, brūnā un pat melnā krāsā, atkarībā no tā, kādu elementu savienojumi veido viņa piemaisījumus. Pastāvīgāki šinī ziņā ir rūdu minerāli ar metallisku spīdumu, kuŗiem noveršanās no zināmām vidējām krāsām ir retāka. Arī dažos citos gadījumos krāsa ir tik raksturīga, ka pēc tās var noteikt minerālu vai arī gūt zināmus norādījumus par tā ķīmisko sastāvu. Tā, piem., vaŗa sālis, kuŗu sastāvā ūdens, ir zilā vai zaļā krāsā. Silikātu melnā krāsa norāda, ka tajos ir Fe un Mg, arī sarkanai krāsai nogulumu iežos bieži par cēloni ir Fe_2O_3.

Daži krāsaini minerāli, skatoties caur tiem dažādos virzienos, var būt dažādās krāsās; piem., epidots at-

karībā no caurskatīšanas virziena var būt gan zaļganā, gan brūnā krāsā. Šo īpašību, kuŗai par iemeslu ir dažāda gaismas absorbcija dažādos virzienos, sauc par pleochroismu.

Nereti bez minerāla pamatkrāsas tā virsa dažādās sadēdēšanas vai oksidācijas norisēs iegūst papildu krāsu, ko sauc par uzsūbējuma krāsu.

Svītra

Minerāla pulveŗa krāsa bieži vien nesaskan ar minerāla graudu krāsu, piem., pirītam parastā veidā krāsa dzeltena, bet pirīta pulverim — melna. Šī pulveŗa krāsa daudzos gadījumos minerālam ir raksturīga un var noderēt par diagnōstisku pazīmi. Pulveŗa krāsas noteikšanai lieto vienkāršu metodi: uz negludas cietāka priekšmeta virsas velk ar pētījamo minerālu svītru, parasti izmantojot nevāpēta (neglazēta) porcelāna plāksnītes virsu (ciet. 6). Konstatējamā svītras krāsa vai, saīsināti, svītra arī atbilst minerāla pulveŗa krāsai. Minerāli, kuŗu cietība lielāka par 6, pulveŗa krāsas noteikšanai speciāli jāsasmalcina.

Bezkrāsas un balti minerāli dod baltu svītru. Minerāliem, kuŗu krāsu nosaka dažādi piemaisījumi, svītrā parasti piemaisījuma krāsa izpaužas mazāk vai pat nemaz, tā ka dažādi krāsainām minerāla varietātēm būs līdzīga svītra. Šādos gadījumos svītras lietošanā minerāla noteikšanai priekšrocības, salīdzinot ar minerāla krāsu.

Skaldnība

Ļoti svarīga minerālu ārējā atšķiršanas pazīme ir skaldnība. Tā izpaužas minerālu spējā skaldīties jeb sašķelties vienā vai vairākos virzienos tā, ka rodas gludas, spīdošas plāksnes, t. s. skaldnības plāksnes. Pēdējās vislabāk novērojamas atstarotā gaismā. Šo plākšņu virziens ir parallēls kādai no minerālam raksturīgām kristallografiskām plāksnēm.

Īpašība skaldīties noteiktos virzienos ir atkarīga no molekulu sakārtojuma minerālā. Kristalliskos minerālos dažādos virzienos šī īpašība ir dažāda, jo atstatumi un pievilkšanās spēki starp materijas daļiņām te ir dažādi. Amorfos minerālos tas ir citādi, tiem skaldnības vispār nav. Bet arī dažiem kristalliskiem minerāliem tā dažreiz ir vāja vai pavisam nemanāma. Tā, piem., kvarcs, to skaldot, dod nevienmērīgu vai gliemežnīcas lūzumu bez saskatāmām skaldnības plāksnēm. Skaldnība te praktiski neizpaužas. Turpretī citiem minerāliem tā izpaužas spilgti ne tikai vienā, bet divos un pat vairākos virzienos, piem., 1 virzienā — vizlām, 2 virzienos laukspatiem, 3 virzienos kalcītam, 4 virzienos fluorītam u. t. t.

Minerālu noteikšanas praksē izšķir šādas skaldnības pakāpes:

1. Ļ o t i s k a i d r a (sevišķi pilnīga) skaldnība. Minerāli ļoti viegli skaldās parallēlās plāksnītēs, no kuŗu virsas sevišķi labi reflektējas gaisma, piem., vizlām, ģipsim. Minerāliem ar ļoti skaidru skaldnību bieži ir perlmutra spīdums.

2. Skaidra (pilnīga) skaldnība. Skaldnības plāksnes arī samērā viegli iegūstamas, uz tām parasti stiklains spīdums. Minerālus ar skaidru skaldnību skaldot, tie pa lielākai daļai pārdalās pa skaldnības plāksnēm, reti dodot nerēgulāras lūzuma virsas, piem. kalcīts, laukspati, vārāmā sāls, ragmānis u. c.

3. Vidēja skaldnība. Skaldnības plāksnes jau iegūstamas grūtāk. Pārdauzot minerālu, rodas gan nelīdzenas lūzuma virsas, gan arī skaldnības plāksnes, piem., augītam, fluorītam u. c.

4. Neskaidra vai nemanāma skaldnība. Skaldnība grūti vai ar parastām metodēm nav konstatējama. Minerālu skaldot, pa lielākai daļai rodas nelīdzena lūzuma virsa, piem., granātiem, turmalīnam, kvarcam u. c.

5. Minerāli bez skaldnības — amorfie minerāli.

Lūzums

Minerālu pārskaldot, iegūstam vai nu gludās skaldnības plāksnes, vai arī nelīdzeno lūzuma virsu. Jo pilnīgāka ir minerāla skaldnība, jo grūtāk novērot tā lūzumu. Minerāliem ar nemanāmu skaldnību pārdauzot visvairāk rodas lūzuma virsas, kamēr skaldnības plāksnes vai nu reti vai arī nemaz nav konstatējamas. Daudzu minerālu lūzuma virsa atgādina gliemežnīcas iekšējo virsu, tāpēc arī šādu lūzumu sauc par gliemežnīcas lūzumu. Bez tam vēl lūzuma virsas raksturošanai lieto apzīmējumus: skabargains lūzums (piem., šķiedru ģipša lūzuma virsa),

atskabargains lūzums (kaļamiem metalliem), zemjains lūzums (mālu minerāliem).

Īpatnējais svars.

Minerālu īpatnējais svars svārstās plašās robežās no 0,6 (nafta) līdz 23 (smagie metalli). Ja minerāls ir tīrs, bez piemaisījumiem, tad tā īpatnējais svars bieži vien ir visai raksturīga pazīme, kas ļauj to atšķirt no citiem, citādi līdzīgiem minerāliem. Tā, piem., no gaišiem minerāliem barīts jeb smagais spats bieži vien jau tikai pēc īpatnējā svara atšķiras no citiem. Daudzos gadījumos minerālu noteikšanā svarīgi prast noteikt minerālu īpatnējo svaru aptuveni —„nosveļot" minerāla gabalu rokā vai noteicot tā piederību pie ļoti viegliem, viegliem, smagiem vai ļoti smagiem minerāliem.

Ļ o t i v i e g l i e m i n e r ā l i: asfalts, dzintars (peld ūdenī vai īpatn. svars ap 1).

V i e g l i e m i n e r ā l i: ģipsis, kvarcs, laukspats u. c. Lielais vairums iežos sastopamo minerālu (īpatn. sv. 1—3).

S m a g i e m i n e r ā l i: barīts, pirīts, magnētīts (īpatn. sv. 3—6).

Ļ o t i s m a g i e m i n e r ā l i: galenīts (īp. sv. > 6).

Īpatnējā svara noteikšanai lieto dažādas metodes, no kuŗām parastākās ir šādas:

1. H i d r o s t a t i s k ā m e t o d e. Pamatojas uz minerāla svara salīdzinājuma ar tā svara zaudējumu

ūdenī vai kādā citā šķidrumā ar zināmu īpatn. svaru, piem., benzīnā, petrolejā u. c.

2. Smago šķidrumu metode. Īpatnējā svara noteikšanai lieto šķidrumus ar lielu īpatnējo svaru: brōmoformu (īp. sv. 2,9), metilēnjōdidu (īp. sv. 3,3), Tulè *(Thoulet)* šķīdumu (kalija dzīvsudraba jōdida šķīdums, konc. šķ. īp. svars 3,17) u. c. Atšķaidot pirmos divus šķidrumus ar alkoholu vai benzīnu un Tulè šķīdumu ar ūdeni, var iegūt attiecīgus mazāka īpatnējā svara šķīdumus. Pēc minerāla izturēšanās šādos šķīdumos var noteikt tā īpatnējo svaru: ja minerāla īpatnējais svars atbilst šķidruma īpatnējam svaram, tad minerāls tanī paliek indiferentā stāvoklī, vieglāki uzpeld, smagāki nogrimst. Šādus smagos šķidrumus lieto arī dažāda īpatnējā svara minerālu atšķiršanai, piem., šķidrumā ar īpatnējo svaru 2,60 ortoklazs (īp. sv. 2,57) uzpeld, kvarcs ar īpatnējo svaru 2,65 tanī nogrimst, ar ko arī abus minerālus var atšķirt vienu no otra.

3. Viskōzo šķidrumu metode pamatojas uz minerālu grimšanas ātruma noteikšanas viskōzos šķidrumos, piem., olīveļļā. Ar šo metodi gan iegūstami tikai aptuveni rezultāti.

Kristallu forma

Bagātas un daudzveidīgas ir kristallu ārējās formas. Šinī lielajā formu dažādībā tomēr var izšķirt kristallu grupas ar vienādu uzbūves ritmu, no kuŗa var atvasināt kopējos simmetrijas elementus. Šādi simmetrijas elementi ir:

1. Simmetrijas plāksnes — tās dala kristallu 2 vienādās simmetriskās daļās (kuŗu attieksme vienai pret otru ir kā priekšmetam pret tā attēlu spogulī). Apzīmē ar burtu P.

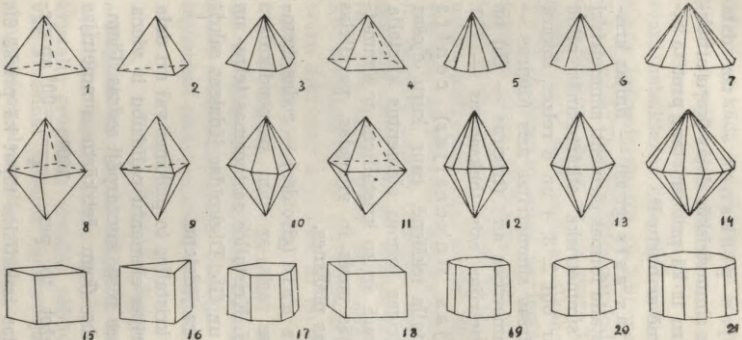
2. Simmetrijas asis (giras) — līnijas kristallā, ap kuŗām kristalla formas elementi simmetriski atkārtojas. Šāda simmetriska atkārtošanās pilnā lokā kristalliem var būt 2, 3, 4 un 6 reizes, sakarā ar ko izšķiŗ divkāršas simmetrijas asis (digiras — G_2), trejkāršas simmetrijas asis (trigiras — G_3) un pat seškārtu simmetrijas asis (heksagiras — G_6).

3. Simmetrijas (inversijas) centrs (C) — punkts kristalla iekšienē, caur kuŗu ejošas taisnes savieno līdzīgas formas elementus kristalla pretējās pusēs, sakarā ar ko kristalliem ar simmetrijas centru pretējās pusēs ir vienādas, parallēlas un pretēji orientētas plāksnes.

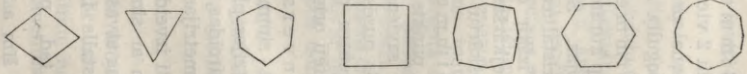
4. Inversijas asis (giroīdas) — rodas, kombinējot simmetrijas asis ar tām perpendikulāru simmetrijas plāksni. Kristallos sastopamas tetra- un heksagiroīdas, Gi_4 un Gi_6. Digiroīdas jēdziens sakrīt ar simmetrijas centra jēdzienu.

Ideāli izveidotos kristallos to plāksnes vai arī daļa no tām ar simmetrijas elementu palīdzību ir viena no otras atvasināmas resp. savstarpēji sedzas. Piem., ja kristalls ir kubs (kam četrkārtu simmetrijas asis), tad, pagriežot to par $\frac{360^0}{4} = 90^0$ ap vienu no šīm asīm, tas izskatīsies tāpat kā priekš šīs

1. att. **Kristallu vienkāršās formas I**

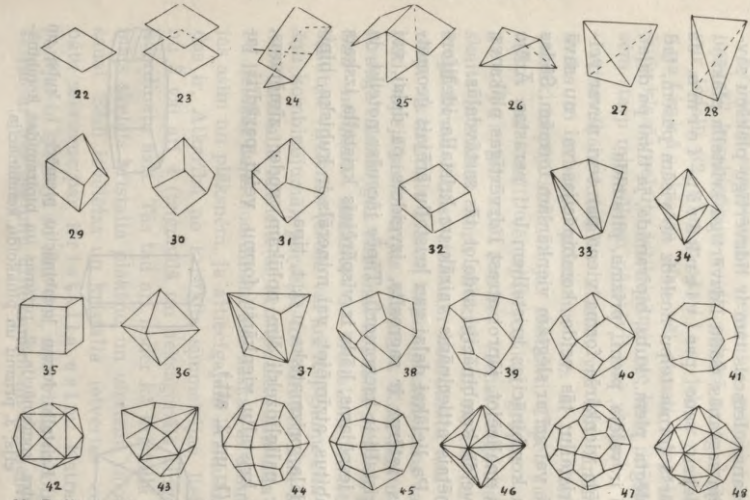


Augšējo formu šķērsgriezumi



1. Rombiskā piramida, 2. trigonālā piramida, 3. ditrigonālā piramida, 4. tetragonālā piramida, 5. ditetragonālā piramida, 6. heksagonālā piramida, 7. diheksagonālā piramida, 8. rombiskā bipiramida, 9. trigonālā bipiramida, 10. ditrigonālā bipiramida, 11. tetragonālā bipiramida, 12. ditetragonālā bipiramida, 13. heksagonālā bipiramida, 14. diheksagonālā bipiramīda, 15. rombiskā prizma, 16. trigonālā prizma, 17. ditrigonālā prizma, 18. tetragonālā prizma, 19. ditetragonālā prizma, 20. heksagonālā prizma, 21. diheksagonālā prizma.

2. att. **Kristallu vienkāršās formas II**



22. Pedions, 23. pinakoīds, 24. sfenoīds, 25. dōms, 26. rombiskais bisfenoīds, 27. tetraedrs, 28. tetragonālais bisfenoīds, 29. trigonālais trapezoedrs, 30. tetragonālais trapezoedrs, 31. heksagonālais trapezoedrs, 32. romboedrs, 33. tetragonālais skalenoedrs, 34. ditrigonālais skalenoedrs, 35. kubs, 36. oktaedrs, 37. trigontritetraedrs, 38. tetragontritetraedrs, 39. pentagontritetraedrs, 40. rombodōdekaedrs, 41. pentagondōdekaedrs, 42. tetraheksaedrs, 43. heksatetraedrs, 44. didōdekaedrs, 45. tetragontrioktaedrs, 46. trigontrioktaedrs, 47. pentagontrioktaedrs. 48. heksoktaedrs.

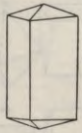
pagriešanas. Iemesls tam ir līdzvērtīgu plākšņu savstarpēja segšanās. Šādu līdzvērtīgu kristalla plākšņu kompleksu sauc par vienkāršu formu. Ja vienkāršā forma telpu noslēdz no visām pusēm, tad tā ir slēgta, piem., kubs, bipiramida, ja tikai pa daļai, tad tā ir vaļēja, piem., prizma, piramida.

Vaļēja vienkārša forma viena par sevi nevar veidot kristallu; tās veido kombinācijas vai nu savā starpā, vai arī ar slēgtām vienkāršām formām. Šādas formu kombinācijas kristalliem ļoti parastas. Ārējo formu analizējot, jāprot atrast līdzvērtīgas plāksnes, tādā veidā kombināciju sadalot tās sastāvdaļās.

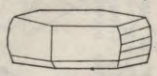
Minētais attiecināms vairāk uz kristalla ideālformām. Pa lielākai daļai gan kristallu ārējais ģeometriskais ietērps ir sagrozīts, izveidots pa daļai, vai arī kristalli ir ksenomorfi. Tāpēc jācenšas noteikt, ja tas ir iespējams, kāds ir vispārējais kristalla izskats — habitus, atzīmējot, vai minerāls ir kubiska, bipiramidāla, prizmatiska u. t. t. tipa.

Par palīglīdzekli šim nolūkam noder zīmējums, tāpēc kristallu vienkāršu formu veidi parādīti tabulā (1. un 2. att.).

1



2



3

3. att. Kristallu formu kombināciju piemēri: 1. kuba un oktaedra kombinācija, 2. prizmas un bipiramidas kombinācija, 3. prizmu un pinakoīdu kombinācija.

Kristallu simmetrijas elementus grupējot, iespējami 32 kombināciju veidi, sakarā ar ko kristallus var iedalīt 32 simmetrijas jeb kristallografiskās klasēs. Nav vēl atrasti minerāli, kas šinīs klasēs nebūtu ietilpināmi, pie kam dažām klasēm starp minerāliem pārstāvji nav zināmi.

Atsevišķām kristallu klasēm var būt zināma līdzība to uzbūves plānā un līdz ar to viens vai vairāki kopēji simmetrijas elementi. Tāpēc arī kristallus var iedalīt vēl aptveŗošākās grupās — singonijās jeb sistēmās. Vienai singonijai pieskaita kristallus, kuŗu struktūra un no tās izrietošā ārējā forma atbilst zināmam koordinātu asu tipam, resp. tās kristallu klases, kuŗām piemīt viens vai vairāki kopēji simmetrijas elementi. Koordinātu asīm izrauga raksturīgus virzienus kristalla uzbūves plānā. Šim nolūkam izmanto 3 kristallam raksturīgu šķautņu virzienus (esošu vai arī iespējamu citā plākšņu kombinējumā), pārceļot tos parallēli šīm šķautnēm kristalla iekšienē ar krustpunktu kristalla vidū. Pa lielākai daļai koordinātu asis saskan ar simmetrijas asīm un plāksnēm, ja attiecīgajam kristallam tādas ir. Atkarībā no kristalla simmetrijas, lieto vai nu 3 vai arī 4 (trigonālā un heksagonālā singonijā) koordinātu asis. Tās tad arī noder kā kristallā iedomāts skelets kristalla plākšņu un virzienu raksturošanai. Šādi izvēlētas un kristallā ietvertas koordinātu asis sauc par kristalla asīm. Katrai singonijai ir īpatnējs šo asu tips, kas viens no otra atšķiŗas ar asu gaŗumu attieksmēm un leņķiem starp

tām (heksagonālai un trigonālai singonijai ir vienāds kristallu asu veids).

Izšķiŗ pavisam 7 kristallu singonijas:

1. Triklīnā (agirā)* singonija. 3 nevienādas kristallu asis, kas krustojas dažādos leņķos.

Simmetrijas elementu vai nu nav, vai arī ir tikai centrs (C).

Simmetrijas klases — 2.

Formas: pedioni un pinakoīdi.

Piemēri: triklīnie laukspati (plagioklazi, mikroklīns), vaŗa vitriols.

2. Monoklīnā (monogirā) singonija. 3 nevienādas kristallu asis; 2 no tām krustojas asā leņķī, trešā tām perpendikulāra. Kristalliem divkāršā simmetrijas ass (G_2), simmetrijas plāksne (P) vai arī G_2PC.

Simmetrijas klases — 3.

Formas: pedioni, pinakoīdi, dōmi, sfenoīdi, rombiskās prizmas.

Piemēri: ģipsis, ortoklazs, vizlas, monoklīnie amfiboli un pirokseni.

3. Rombiskā (digirā) singonija. 3 nevienādas kristallu asis, kas krustojas taisnā leņķī; ietilpst kristalli ar simmetrijas elementiem G_22P $3G_2$, vai arī $3G_23PC$.

---

* Iekavās liktie singoniju nosaukumi atvasināti pēc singonijām raksturīgām simmetrijas asīm vai arī pēc asu daudzuma.

Simmetrijas klases — 3.

Formas: pedioni, pinakoīdi, dōmi, rombiskās prizmas, rombiskie bisfenoīdi, rombiskā piramida, rombiskā bipiramida.

Piemēri: rombiskā sēra modifikācija, aragonīts, anhidrīts, barīts, celestīns.

4. Trigonālā (trigirā) singonija. 4 kristallu asis, 3 no tām vienādas, atrodas vienā plāksnē un krustojas 60^0 leņķos; ceturtā ass pirmajām trijām perpendikulāra. Kristalliem viena trejkārša simmetrijas ass (G_3), kuŗai var pievienoties arī citi simmetrijas elementi.

Simmetrijas klases — 5.

Formas: pedioni, pinakoīdi, prizmas — trigonālā, ditrigonālā, heksagonālā un diheksagonālā; piramidas — trigonālā, ditrigonālā un heksagonālā; bipiramidas — trigonālā un heksagonālā; romboedri, trigonālie trapezoedri, ditrigonālie skalenoedri.

Piemēri: kalcīts, ledus, dzelzs spīde, turmalīns, β kvarcs.

5. Tetragonālā (tetragirā) singonija. 3 kristallu asis, kas krustojas taisnā leņķī; divas no tām vienādas. Kristalliem raksturīga G_4 vai Gi_4, kuŗiem var pievienoties citi simmetrijas elementi.

Simmetrijas klases — 7.

Formas: pedioni, pinakoīdi, prizmas — tetragonālā un ditetragonālā; piramidas — tetragonālā un ditetragonālā; bipiramidas — tetragonālā un ditetra-

gonālā; tetragonālais trapezoedrs, tetragonālais bisfenoīds, tetragonālais skalenoedrs.

Piemēri: rutils, cirkons, chalkopirīts.

6. Heksagonālā (heksagirā) singonija. Kristallu asis kā trigonālai singonijai. Kristalliem raksturīga G_6 vai Gi_6, kuŗām var pievienoties citi simmetrijas elementi.

Simmetrijas klases — 7.

Formas: pedioni, pinakoīdi, prizmas — heksagonālā, diheksagonālā un trigonālā; piramidas — heksagonālā un diheksagonālā; bipiramidas — heksagonālā, diheksagonālā un ditrigonālā; heksagonālais trapezoedrs.

Simmetrijas klases — 7.

Piemēri: nefelīns, apatīts, α kvarcs.

7. Kubiskā (poligirā) singonija. 3 vienādas kristallu asis, kas krustojas taisnā leņķī. Kristalliem raksturīgas $4G_3$, kuŗiem pievienojas arī citi simmetrijas elementi — $3G_4$, $3G_2$ u. c.

Simmetrijas klases — 5.

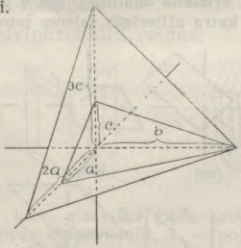
Formas: kubs, oktaedrs, tetraedrs, rombodōdekaedrs u. c.

Piemēri: pirīts, galenīts, akmenssāls, granāti, fluorīts u. c.

Kristallu plākšņu, vienkāršu formu un taišņu simboli

Kristallu ārējo formu aprakstam ir nepieciešams precīzs plākšņu apzīmēšanas veids. Šim nolūkam noder plāksnes stāvokļa noteikšana attieksmē pret koordinātu asīm. Plāksne

ir noteikta, ja ir zināmi tās atgriezumi uz koordinātu sistēmas asīm — parametri. Kristallu formu raksturojot, nav svarīgi, vai kristalls ir liels vai mazs, tāpēc nav arī svarīgi zināt parametru absolūtos gaļumus, bet gan to attieksmi. Ja ir zināma kristallam kaut kādas „pamatplāksnes" parametru attieksme a:b:c, tad pārējo apskatāmā vai arī līdzīga veida kristallu plākšņu parametru attieksmes vispārējā veidā ir ma:nb:pc, kur koeficienti m, n un p vienmēr racionāli skaitļi (ieskaitot ∞) (Parametru racionālitātes likums, ko formulējis A i j i *(Haüy)* 1784. g.). Šādam plākšņu apzīmējuma veidam tomēr ir zināmas neērtības, kāpēc ir pieņemts cits apzīmējuma veids, kuŗa iegūšanai plāksnes parametru attieksmes ma:nb:pc vietā liek parametru koeficientu apgrieztu lielumu attieksmi $\frac{1}{m} : \frac{1}{n} : \frac{1}{p}$ (neatkārtojot vairs pamatparametrus a, b un c). Tālāk dabūto daļu attieksmi pārvērš veselu skaitļu attieksmē h:k:l. Šie lielumi ir plāksnes indeki un iekavās lietoti (hkl) nozīmē t. s. Müllera simbolu plāksnei.



4. att. Plākšņu parametru racionālitāte.

Piemērs: Plāksnes parametru attieksme 2a:1b:3c.

Koeficientu apgriezts lielums attieksmē $\frac{1}{2} : 1 : \frac{1}{3}$

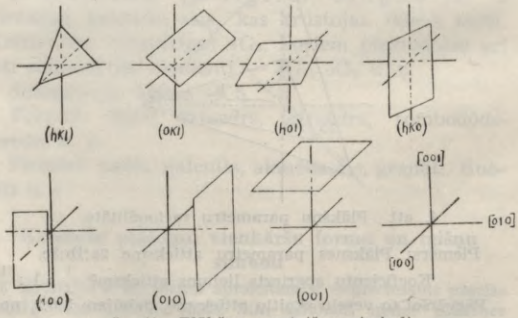
Pārvēršot to veselu skaitļu attieksmē, dabūjam 3:6:2, no kam plāksnes simbols ir (362).

Lai apzīmētu oktantu, kuŗā dotā plāksne atrodas, virs indeka lieto minusa zīmi, ja plāksne šķeļ attiecīgās ass negātīvo zaru, pie kam pozitīvie virzieni x asij ir uz priekšu, y asij pa labi, z asij uz augšu; pretējie virzieni ir negātīvi. Jā plāksne kādai asij parallēla (koeficients $=\infty$), tad plāksnes indeks šai asij būs $\frac{1}{\infty}=0$.

Trigonālās un heksagonālās singonijas kristalliem ir 4 koordinātu asis, sakarā ar ko arī plāksnes simbolā 4 indeki. Plāksnes simbols dabūjams līdzīgā kārtā, un vispārējā veidā tas ir (hkil), kur $i = -(h+k)$.

Kristallu vienkāršām formām visu plākšņu indekus var atvasināt no vienas plāksnes indekiem. Tāpēc arī visas vienkāršās formas apzīmēšanai lieto vienas, parasti 1. oktanta plāksnes simbolu, bet ieslēgtu $\{\}$ iekavās, piem $\{111\}$ ir oktaedra, $\{100\}$ — kuba simbols u. t. t.

Kvadrātiskās iekavās ieslēgtie indeki apzīmē taisnes simbolus (piem., kristalla šķautnes, ass u. c.). Šādus idekus iegūst pēc kuŗa katra attiecīgās taisnes punkta koordinātām



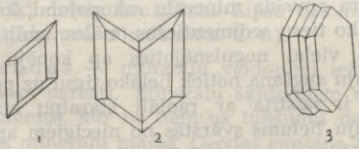
5. att. Plākšņu un taišņu simboli.

(mērījot tās uz dažādām asīm ar mēru vienībām, kuŗu attieksmes ir līdzīgas kristalla asu attieksmei), ja minēto taisni iedomājas pārceltu, nemainottās stāvokli, koordinātu asu sākuma punktā. Tā, piem., [100] ir simbols x asij, [010] — y asij u. t. t.

Dvīņkristalli

Kristalli nereti veido īpatnējus rēgulārus saaugumus. Ja visas vienādi orientētās kristallu plāksnes un šķautnes saaug parallēli, tad izveidojas t. s. parallēlais saaugums. Ja turpretī parallēli orientēta ir tikai daļa no kristallografiskiem elementiem, tad tādus saaugumus sauc par dvīņkristalliem. Atsevišķo individu attieksmes tajos ir vai nu kā kristallam pret savu spoguļattēlu, vai kā kristalliem, kas sagriezti par 180°, vai arī kā kristalliem, kam vienā laikā ir abas šīs īpašības.

Izšķir šādus dvīņkristallu veidus:



6. att. 1. — atsevišķs ģipša kristalls, 2. — ģipša dvīņkristalli, 3. — polisintetiskie dvīņkristalli.

1. Saauguma dvīņkristalli, kas sastāv no 2 saaugušiem kristalliem, piem., ģipsis (skat. 6. att.).

2. Caurauguma dvīņkristalli, kas izauguši it kā viens otram cauri, piem., fluorīts.

3. Polisintetiskie dvīņkristalli, kad līdzīgā veidā saaug 3, 4 un vairāki kristallu individi, piem., plagioklazi (skat. 6. att.).

Minerālu agregāti

Minerālus dabā sastopam dažāda izskata sakopojumu — agregātu veidā. Daudz retāk tie ir izveidoti kā atsevišķi minerālu graudi. Zemes garozā jo plaši sastopamos lielu apmēru, sastāva un uzbūves ziņā vairāk vai mazāk patstāvīgos minerālu sakopojumus saucam par iežiem (skat. 16. lpp.). Bet atkarībā no izveidošanās apstākļiem un ķīmiskā sastāva minerāli var veidot arī mazāka apjoma agregātus, kuŗus nevar uzskatīt par iežiem. Pazīstamākie no tiem ir šādi:

1. K o n k r ē c i j a s — apaļa, saspiesta vai citāda nerēgulāra apveida minerālu sakopojumi, kas radušies lielāko tiesu sedimentiežos (mālos, smiltīs u. c.), minerāla vielai nogulsnējoties ap kopēju centru. Konkrēciju augšana notiek lielāko tiesu uz periferiju un bieži ir saistīta ar radiāli starainu struktūru. Konkrēciju lielums svārstās no niecīgiem apmēriem līdz vairākiem m caurmērā.

Kā piemēri minamas markazīta, kalcīta, krama, fosforīta u. c. minerālu konkrēcijas sedimentiežos.

2. D r ū z a s — kristallu saaugumi, kuŗos kristalli parasti ar vienu galu pieauguši kādam iezim, tā ka tikai kristallu brīvajos galos redzamas kristallizācijas plāksnes, piem., kalcīta kristallu drūzas dolomī-

7. att. Kalcīta kristallu drūza
O. Meļļa uzņ.

tos (sevišķi daudz Saulkalnes Lipšu dolomītu lauztuvēs augšdevona d dolomītos u. c.).

3. Geōdas — minerālu veidojumi iežu tukšumos. Rodas parasti, minerālu šķīdumiem nokļūstot iežu tukšumos, kur no tiem uz tukšumu sienām nogulsnējas minerālu masas. Geōdas augšana tātad notiek no periferijas uz centru, piem., kalcīta, kalnu kristalla (kvarca) geōdas; šeit jāpieskaita arī t. s. „mandeles", ja ieža tukšumam un sakarā ar to arī piepildītājminerāla masai ir mandeles forma.

4. Ōoliti — konkrēcijām radnieciski veidojumi. Parasti ovāla vai apaļa veida; augšana notiek, minerāla vielai nogulsnējoties koncentriskās kārti-

ņās ap kopēju centru, par kādu var noderēt smilšu graudiņš, baktērijas ķermenis u. c. Ōolitu sakopojumi bieži vien ir līdzīgi ikriem vai arī veido t. s. zirņakmeņus, kādi rodas no karstiem avotiem, kuŗos ir kaļķi. Ōolitu veidā sastopami vairāki minerāli, piem., kalcīts (mūsu cechšteina kaļķakmenī), limonīts, aragonīts u. c.

5. „Stikla galvas" — kalnraču apzīmējums lieliem, apaļiem un gludiem, sarkanas, brūnas vai melnas krāsas minerālu agregātiem. To uzbūve ir līdzīga ōolitu uzbūvei, tikai čaulu kārtas ir biezas.

Pēc krāsas un sastāva izšķiŗ brūno stikla galvu, kur galvenā sastāvdaļa ir limonīts, sarkano stikla galvu — galvenā sastāvdaļa dzelzs spīde u. c.

6. Lāstekas, stalaktīti, stalagmīti — iežu tukšumos un alās minerālu šķīdumiem izgarojot, sevišķi ja minerāla šķīdums nopil vai notek no alas griestiem, veidojas īpatnēji lāstekveida minerālu agregāti. Lāstekas, kas nokarājas no alas griestiem, sauc par stalaktītiem, turpretim agregātus, kas veidojas alas apakšā, — par stalagmītiem. Šādus agregātus veido, piem., mūsu avotkaļķi un limonīti.

7. Uzsodrējumi un dendrīti. — Šiem minerālu agregātiem pieskaitāmi minerālu veidojumi, kas plānas kārtiņas veidā pārklāj citu minerālu vai iežu virsu, sevišķi uz sienām plaisās un tukšumos. Dendrītos minerālu kristalliņu sakārtojums atgādina koka zarojumu. Šādus agregātus veido vairāki minerāli, piem., Fe un Mn savienojumi uz kaļķakmeņiem un dolomītiem u. c.

Kausējamās (lodējamās) caurītes lietošana minerālu noteikšanā

Minerālu noteikšanai ar kausējamās caurītes palīdzību izstrādāti īpaši paņēmieni, pēc kuŗiem sakārtoti arī attiecīgi noteicēji. Mūsu uzdevums ir tikai īsos vilcienos iepazīties ar kausējamās caurītes lietošanas techniku, kas ir svarīga gadījumos, kad iepriekš minēto pazīmju noteikšana nav pietiekoša, kā tas ir, piem., ar zemjainām minerālu masām. Sevišķi raksturīgus norādījumus ar kausējamo caurīti var gūt arī daudzu rūdu minerālu noteikšanā. Kausējamās caurītes galvenais uzdevums ir minerālu pārbaudes vajadzībām paaugstināt sveces vai spirta lampiņas liesmas temperātūru, kā arī ar šīs liesmas palīdzību radīt oksidējošus vai reducējošus apstākļus dažu ķīmisko reakciju norisei, kas attiecīgā minerāla vielai ir raksturīgas. To panāk, ar muti pūšot caur kausējamo caurīti gaisa strūklu liesmas kōnā. Kausējamās caurītes uzbūve skaidri redzama zīmējumā, kuŗā parādīti 2 kausējamās caurītes veidi (skat. 8. att.).

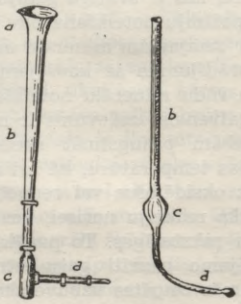
Reakciju lietderīgai norisei jāprot izmantot liesmas dažādās daļas. Kā sveces, tā arī Bunzena degļa gāzes liesmā izšķiŗamas trīs daļas (skat. 9. att.).

1. Ar skābekli bagātais ārējais, vāji mirdzošais liesmas kōns a, kur notiek pilnīga vielas sadegšana un temperātūra ir arī visaugstākā. Šī ir oksidējošā liesmas daļa.

2. Iekšējais, gaišāk mirdzošais kōns b, kur skābekļa trūkuma dēļ notiek vielas daļiņu nepilnīga sa-

degšana, tāpēc šeit var notikt ievadītās vielas reducēšana. Sakarā ar to, šo liesmas daļu sauc par reducējošo.

3. Pašā iekšējā liesmas kōnā c, kas sastāv no karstiem parafīna tvaikiem vai deggāzes, degšana vēl nenotiek.

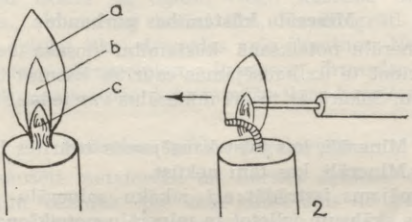


8. att. Kausējamās caurītes veidi. a— iemute, b — caurīte, c — gaisa rezervuārs, d — kausējamā smaile

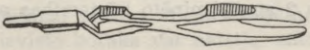
Sveces liesmai temperātūra samērā zema, un vairums minerālu tanī nekūst un nemainās. Pūšot tanī ar kausējamo caurīti gaisu, var iegūt liesmas temperātūru apm. 1000°C., ko arī izmanto, piem., minerālu kūstamības pakāpes noteikšanai.

Oksidējošās liesmas izmantošanai kausējamās caurītes gals jānovieto liesmas spīdošajā kōnā, apm. $^1/_3$

tā caurmēra dziļumā. Tad ar caurīti jāpūš liesmā gaiss, līdz kamēr rodas liesma ar zilu asu galotni. Oksidējamais minerāls turams pie paša liesmas gala, lai tam varētu piekļūt arī no malām gaisa skābeklis. Ja turpretim gaisa pievadīšanu izdara tā, ka caurītes gals tikai skaŗ spīdošo liesmas kōnu, tad, ne pā-



9. att. 1. Sveces liesmas daļas: a — oksidējošā, b — reducējošā, c sakarsušā gāzu daļa. 2. Kausējamās caurītes smailes ievietošana sveces liesmā.



10. att. Minerāloģiskā pincete

rāk stipri pūšot, tiek pagarināts un noliekts reducējošās liesmas kōns. Ja reducējošo liesmu grib dabūt, izmantojot Bunzena degli, tad iepriekš jānoslēdz degļa gaisa pievadcaurumi. Jāievēro arī, lai viss minerāls atrastos reducējošās liesmas kōnā un nepaliktu liesmas nesegti minerāla stūŗi.

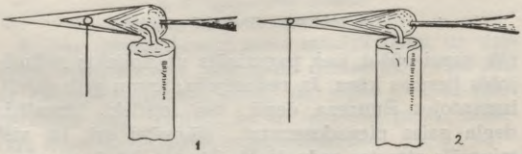
Visos gadījumos, kad lieto kausējamo caurīti, jāpanāk nepārtraukta vienmērīga liesma; tādam nolūkam vajadzīga zināma prakse. Tāpat zināma ievingrināšanās nepieciešama arī reducējošās un oksidējošās liesmas izmantošanai. Kamēr tas nav panākts, kausējamā caurīte nevar dot to, ko no tās sagaida.

Minerālu kūstamības pārbaude

Minerālu noteikšanā kūstamību nosaka relātīvi, attiecinot to uz kausējamās caurītes liesmas temperātūru. Sakarā ar to arī minerālus var iedalīt 2 grupās:

1. Minerāli, kas kūst kausējamās caurītes liesmā,
2. Minerāli, kas tanī nekūst.

Iespējams izstrādāt arī sīkāku minerālu kūstamības skālu un izlietot to minerālu noteikšanai. Tomēr jāņem vērā, ka minerāla kūstamības pakāpe ir stipri mainīgs faktors, ko ietekmē dažādie minerāla piemaisījumi, kā arī tie ķīmiskie procesi, kas karsējot minerālā var norisināties. Tāpēc ierobežojas parasti ar šo 2 augšā minēto kūstamības pakāpju noteikšanu.



11. att. Minerāla grauds reducējošā (1.) un oksidējošā (2.) liesmā.

Minerāla kūstamības noteikšanai ņem minerāla drumslu ar labi asām šķautnēm. Drumslu ar minerāloģisko pinceti (kuŗā drumsla turas bez pirkstu spiediena palīdzības) tur kausējamās caurītes oksidējošā liesmā tuvu pie reducējošā kōna virsas (tur visaugstākā t^0). Ja minerāls irdens, zemjains, tad karsēšanu izdara uz ogles. Viegli kūstošie minerāli (piem., almandīns) izkūst ātri, kamēr grūti kūstošiem apkūst tikai drumslas asās šķautnes. Nekūstošiem minerāliem (piem., kvarcam) drumslas malas paliek asas arī pēc dažu minūšu ilgas karsēšanas.

Krāsainas pērles pagatavošana

Izkausēti metafosfāti un boraks šķīdina daudzu metallu oksidus, pie kam kausējums no tiem nokrāsojas dažādās raksturīgās krāsās. Tāpēc arī pēc kausējuma krāsas var spriest, kāds metalls resp. kāda metalla minerāls ir pārbaudē lietots. Kausēšanu izdara platīna stieples cilpiņā kausējamās caurītes liesmā, iegūstot apaļu lodīti, t. s. pērli. Šādas pērles iegūšanai platīna stieples cilpiņu sakarsē un pēc tam ievieto boraka vai natrija amonija hidrofosfāta pulverī. Pielipušo pulveri atkal karsē, kamēr izveidojas caurspīdīga stiklaina pērle. Nosakāmais minerāls jāsasmalcina un tad iegūtajam pulverim mazliet jāpieskaŗas ar karstu vai arī, ja tā būtu atdzisusi, ūdenī samērcētu stiklaino pērli. Tālāk šādi aplipušo pērli karsē oksidējošā liesmā, līdz kamēr izbeidzas ķīmiskās reakcijas pazīmes un pērle kļūst atkal dzidra. Tad atliek konstatēt radušās pērles

krāsu kā karstā, tā arī atdzisušā stāvoklī. Pēc tam platīna stieplīte jānotīra un līdzīgs mēģinājums jāizdara arī liesmas reducējošā daļā.

Platīna stiepli notīra, kausējumu ar mazu uzsitienu nokratot. Pērles atliekas savāc kopā un nokrata vēlreiz ar jaunu boraka pērli. Tā to atkārto vairākas reizes, pie kam beidzamās pērles paliekas vēl liesmā izkausē, līdz kamēr izzūd Na dzeltenā krāsa.

Boraka pērles krāsa

Oksidēta pērle		Reducēta pērle		Elementi
Karsta	Auksta	Karsta	Auksta	
zaļa	zilganzaļa	bezkrāsas	brūna	Cu
zila	zila	zila	zila	Co
violeta	sarkanvioleta	bezkrāsas	bezkrāsas	Mn
violeta	sarkanbrūna	dzeltenpelēka	dzeltenpelēka	Ni
sarkana	bezkrāsas	zaļa	zaļa	Fe
dzeltena	bezkrāsas	brūna	brūna	Mo
sarkana	zaļgandzeltena	brūni zaļa	zaļa	Cr
dzeltena	bezkrāsas	dzeltenbrūna	brūngana	Ti

Pārbaudes ar kausējamo caurīti uz ogles

Minerāla pārbaudei uz ogles tā drumslas vai vislabāk pulveri ievieto ogles (bērza vai liepas) gabala bedrītē un pēc tam apstrādā ar oksidējošu vai reducējošu liesmu. Reakcijas paātrināšanai minerāla pulveri iepriekš sajauc ar 2—3- kāršu sōdas daudzumu.

Pārbaudei uz ogles ir vairāki veidi:

1. Uzsodrējums uz ogles. Vairāki minerālos ietilpstoši elementi, karsējot tos kausējamās caurītes oksidējošā liesmā, dod gaistošus oksidus. Pēdējie uz ogles vēsākām daļām atdziest un nosēžoties dod īpatnēju uzsodrējumu. Pēc uzsodrējuma īpatnībām var secināt, kāds elements ietilpis pētījamā minerālā.

Uzsodrējumi uz ogles:

Uzsodrējuma krāsa un īpatnības	Elements
Karstā stāvoklī — tumšdzeltens, aukstā — dzeltenpelēks	Pb
Karstā stāvoklī — dzeltens, aukstā — balts, nosēžas tieši ap analizējamo vielu	Zn
Ap analizējamo vielu — balts, gar malām zilgans	Sb
Balts, ļoti gaistošs uzsodrējums	As

2. Reducēšana uz ogles. Liesmas gāzes un ogle reducē dažu minerālos esošu metallu oksidus par brīvu metallu, kas paliek uz ogles kā smilšveida sārņi vai arī sakūst par metalla «graudu». Reducēšanai uz ogles minerāla pulveri saberž kopā ar ogli un divkāršu sōdas daudzumu. Vienu naža galu šāda maisījuma ieliek mazā bedrītē uz ogles un karsē kausējamās caurītes reducējošā liesmā. Reducēšana jāturpina 2—3 minūtes. Uz ogles reducējas šādu metallu savienojumi:

Pb — mīksts grauds, spožs, kamēr to apklāj liesma; gaisā atdziestot, oksidējas un pārklājas ar blāvu oksida kārtiņu.

Cu — sarkani smilšveida sārņi, reti kad sakūst par graudu
Ag — spožs, balts metalla grauds.
Bi — trausls, nespodrs grauds.
Sb — trausls, nespodrs grauds.
Sn — reducējas ļoti grūti.

3. Hēparreakcija. Minerāli, kuŗos ir sērs, pēc reducēšanas uz ogles dod sulfidu reakciju. Šim nolūkam mazu gabaliņu sārņu, kas rodas pēc minerālu reducēšanas uz ogles (t. s. *hepar sulfuris* — sēra aknas), uz spodra sudraba priekšmeta saberž un saslapina ar ūdeni. Ja minerālā ir bijis sērs, uz sudraba priekšmeta paliek tumšs plankums. (Jāievēro, ka S var būt nācis arī no deggāzes.)

Liesmas krāsas pārbaude.

Dažiem elementiem piemītošo īpašību — krāsot liesmu vielai raksturīgā krāsā var izmantot kā diagnōstisku pazīmi minerālu resp. to sastāva noteikšanā. Visvairāk gaistoši ir Cl savienojumi, tāpēc arī minerālu pirms pārbaudes mērcē sālsskābē. Tālāk minerāla drumsla ar platīna stieples (tīras!) palīdzību jāievada kausējamās caurītes vai Bunzena degļa liesmā. Pēc liesmas nokrāsas var spriest par zināmu elementu klātbūtni minerālā.

Dabiski silikāti, piem. laukspati, nekrāso liesmu, kaut gan tanīs ir K un Na. Tie iepriekš reducējami, karsējot ar Mg pulveri.

Na — spilgta, dzeltena liesma, neredzama caur 2 kobaltstikliem. Na kā niecīgs piemaisījums atrodas ļoti

daudzās vielās un ar savu lielo spilgtumu aizklāj citu elemetu krāsojumu.

K — violeta liesma
Ca — ķieģeļkrāsā
Sr — karmīnkrāsā
Ba — dzeltenzaļa
Cu — zilganzaļa
Sb, As, Pb — zilganbāla

Karsēšana stobriņā

Minerālu noteikšanā zināma nozīme ir to karsēšanai stobriņā. Šim nolūkam lieto stikla stobriņu apm. 0,5 cm caurmērā un 8—10 cm garumā ar aizkausētu vienu galu. Kausēšanu izdara kausējamās caurītes vai Bunzena degļa liesmā, stobriņu pie tam turot ieslīpi. Minerālu noteikšanā ir svarīgi minerāla karsēšanas laikā izdarīt vai novērot šādus procesus:

1. Ūdens noteikšanu. Ja minerālā ir ūdens, tad tas karsējot ātri izgaro, atdziest un nosēžas uz aukstajām caurītes sienām pilieniņu vai uzsvīduma veidā. Tā tas notiek, karsējot, piem., ģipsi ($CaSO_4 . 2H_2O$) un limonītu ($Fe_2O_3 . nH_2O$).

2. Sublimāciju. Ja minerālā ietilpst elementi vai savienojumi, kas sublimējas, tad karsējot tos varam iegūt uz stobriņa sienām kā raksturīgus uzsodrējumus: dzeltens nosēdums rodas no sēra (pirītā un markazītā) un arī no arsēna trisulfida. Pelēks un tumšs sublimāts: brīvi elementi — Hg, As.

3. Minerāla krāsas maiņu. Karsējot mi-

nerālu, novērojama nereti krāsas maiņa. Tā, piem., minerāli, kuŗos ir Cu, Fe, Mn un C, karsējot kļūst melni. Pārogļojas un kļūst melni arī organiski minerāli (piem., dzintars).

4. Gāzu atdalīšanos. Minerālus karsējot, bieži var novērot gāzu, visbiežāk CO_2, izdalīšanos. Tā ogļskābo gāzi atdala karbonāti — kalcīts, dolomīts, aragonīts, kā arī organiskie minerāli, pie kam jūtama gruzduma smaka.

Magnētiskās īpašības, smaka, garša

Dažiem minerāliem piemīt magnētiskas īpašības, kas izpaužas spējā intensīvi iedarboties uz brīvu magnēta adatu (kā dzelzs gabalam), vai arī šāds minerāls ir pats polāri magnētisks, t. i. dabisks magnēts. Tā kā tādu minerālu nav daudz (piem., magnētīts, pirotīns), tad šī pazīme uzskatāma par ļoti rakstur īgu minerālu noteikšanā. Minētā īpašība atļauj viegli ar magnēta palīdzību atdalīt magnētiskus minerāla graudiņus no citiem, praktiski nemagnētiskiem piemaisījumiem, piem., magnētīta graudiņus no kvarca smiltīm.

Smaka kā noteikšanas pazīme ir ņemama vērā, piem., nosakot bitūmenu klātbūtni iežos, un tā labi konstatējama pēc uzsitiena. Arī māliem ir raksturīga īpata smaka, kas labi jūtama, ja tie ir mitri. Tāpēc ieteicams sausam paraugam uzpūst elpu.

Garša noder, piem., vārāmās sāls (sāļa garša), silvīna (rūgta garša) u. c. viegli šķīstošu minerālu noteikšanai.

Dažas raksturīgas slapjās analizes reakcijas

Blakus iepriekš minētiem paņēmieniem un veidiem minerālu noteikšanā daudzos gadījumos raksturīgus norādījumus par to sastāvu dod dažas viegli un ātri izdarāmas slapjās analizes reakcijas. Pazīstamākie un šādiem mērķiem visvairāk lietotie reaģenti ir šādi:

1. Auksta atšķaidīta 10% sālsskābe intensīvi iedarbojas uz kaļķakmeni resp. minerālu kalcītu ($CaCO_3$), pie kam izdalās CO_2 gāze.

   $$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2.$$

   Ogļskābā gāze, atdaloties sīkiem pūslīšiem, rada raksturīgu čūkstēšanu. Turpretim dolomīts ($CaCO_3 . MgCO_3$) ar aukstu 10% sālsskābi reaģē vāji, nečūkst. (Sasmalcināts dolomīts reaģē jau intensīvāk, tomēr vājāk par kalcītu.) Šo reakciju arī izmanto kalcīta atšķiršanai no dolomīta un citiem līdzīgiem minerāliem. Tā kā mūsu apstākļos šo minēto minerālu agregāti — kaļķakmeņi un dolomīti — ļoti izplatīti, tad ieteicams ģeoloģiskās ekskursijās sālsskābi ņemt līdzi (visdrošāk kaučuka pudelītē).

2. $BaCl_2$ šķīdums — noder sulfātu noteikšanai. Piem., ģipša šķīdums ūdenī ar $BaCl_2$ dod baltas Ba sulfāta nogulsnes.

3. Slāpekļskābā kobalta šķīdums noder minerālu kalcīta un aragonīta atšķiršanai (abiem vienāds ķīmiskais sastāvs — $CaCO_3$, bet dažādas citas īpašības). Šim nolūkam minerāla pulveri mē-

ģenē vāra $CO(NO_3)_2$ šķīdumā. Aragonīts pie tam ātri nokrāsojas violets, kamēr kalcīts paliek balts un krāsojas tikai pēc ilgas vārīšanas. Šeit jāņem vērā, ka Ba un Sr karbonāti reaģē līdzīgi aragonītam, dolomīts — līdzīgi kalcītam. Tāpēc arī pirms reakcijas jānosaka, vai minerāls ir tiešām viena no šīm $CaCO_3$ modifikācijām.

4. KOH — vārot tajā brūnogli, no pēdējā esošajām humīnskābēm šķīdums krāsojas brūns (atšķirībā no akmeņogles).
5. Atšķaidīta HNO_3 — vārot ar brūnogli, krāsojas dzeltena un pat sarkanbrūna (atšķirībā no akmeņogles).

Ķīmiskais sastāvs

Minerālu vairumam ķīmisko sastāvu var izteikt formulas veidā. Tomēr jāņem vērā, ka minerāli, kā jau dabiski produkti, reti kad ir ķīmiski tīri. Parasti vienmēr tanīs ir dažādi piemaisījumi, gan izomorfi, gan arī tīri mechaniski. Tā, piem., vārāmā sāls laboratorijā gan iegūstama pilnīgi tīrā veidā (šie laboratorijās iegūstamie ķīmiskie preparāti nav uzskatāmi par minerāliem), bet kā minerāls tā vienmēr lielākā vai mazākā mērā ir ar KCl, Mg sāļu u. c. piejaukumiem. Minētais attiecināms uz minerālu vairumu, izņemot dažus atsevišķus no tiem. Tā piem., dzidrs kalnu kristalls ir pat tīrāks par laboratorijā iegūtu SiO_2, tāpat fluorīts, Īslandes spats un dimants.

Minerālu noteikšanas tabula

Še pievienotajā minerālu tabulā ietilpst svarīgākie Latvijas minerāli. Tabulas attiecīgajās ailēs ir minerālu iezīmīgāko īpašību apraksti, parastākie agregātu veidi, ķīmiskais sastāvs un sastopamība Latvijā. Reizē ar to minerālu sagrupējums un to īpašību apraksti atļauj izmantot tabulu kā minerālu noteicēju.

Tabulā minerālu grupējuma pamatā ir minerāla cietība: 1. grupā minerāli ir ar cietību 1—2, nākošajā 2—3 u. t. t. Tālākā iedalījuma kritērijs ir minerāla spīdums: katra cietības grupa ir iedalīta 2 apakšgrupās: 1. apakšgrupā — minerāli ar metallisku spīdumu, 2. apakšgrupā — minerāli bez metalliskā spīduma. Turpmākā identificēšanas gaitā jāizmanto citas minerālu īpašības, kā svītra, krāsa, skaldnība, lūzums un ķīmisko pārbaužu rezultāti. Ja minerāla īpašības atbilst 2 grupu noteikumiem, tad tas ievietots abās šais grupās.

Minerāla noteikšanas piemērs: Konstatējam, ka minerāla cietība ir 3, tātad tas meklējams cietības grupā 2—3. Minerāls ir ar stiklainu spīdumu, tātad tam jābūt apakšgrupā bez metalliskā spīduma. Tālāk pēc baltās svītras, pilnīgas skaldnības, aukstas 10% sālsskābes reakcijas nākam pie secinājuma, ka nosakāmais minerāls ir kalcīts.

Cietība	Spīdums	Krāsa	Svītra	Skaldnība, lūzums	Īpatn. svars	Kristallu forma
						Cietība
						Minerāli ar
1	Metallisks, dažreiz arī bez spīduma	Tēraud-pelēkumā, melna	Melna, pelēka, spīdoša	Skaidra skaldnība vienā virzienā	1,9—2,3	Trigonālā singonija. Plātņaini un zvīņaini kristalli
						Minerāli bez
1—2	Bez spīduma, vai ar perlmutra spīdumu	Balta, dzeltena, brūngana, iesārta	Balta	Skaidra skaldnība vienā virzienā	2,4—2,6	Monoklīnā singonija, sīki plākšņveida kristalliņi, sešstūraini (pseudoheksagonāli), atšķirami tikai mikroskopā
1—2	Vājš perlmutra spīd., arī stiklains	Zaļa, zaļmelna	Balta, zaļganbalta	Ļoti skaidra skaldnība vienā virzienā	2,8—2,9	Monoklīnā singonija, plātņaini, zvīņaini, piramidāli un romboedriski kristalli
2	Stiklains, taukains	Bezkrāsas, vai arī krāsa balta, pelēka, dzeltena, iesārta	Balta	Skaidra skaldnība 3 virzienos pa {100}	2,1—2,3	Kubiskā singonija, kubiski kristalli

Vispārīgā sastopamība iežos un agregātu veidi	Pārbaudes reakcijas ar kausējamo caurīti, sālsskābi u. c.	Ķīmiskais sastāvs	Nosaukums un sastopamība Latvijā
1—2			
metallisku spīdumu			
Atsevišķi kristalliņi, kā arī blīvas vai zvīņainas masas metamorfos un magmatiskos iežos	Kausējamās caurītes liesmā nekūst, pēc taustes taukains, viegli ziežas	C	**Grafīts** Sīku atsevišķu graudiņu veidā magmatiskos un metamorfos laukakmeņos
metalliska spīduma			
Ietilpst daudzos sedimentiežos kā Al silikātu sadēdēšanas produkts — it īpaši mālos, vai arī veido kaolīna slāņus	Kausējamās caurītes liesmā nekūst	$H_4Al_2Si_2O_9$	**Kaolīnīts** Ietilpst mālos, arī laukspatu sadēdēšanas virsā. (Pēc ķīmiskā sastāva un īpašībām kaolīnītam tuvu stāvoši mālvielas minerāli ir haloisīts un montmorillonīts)
Atsevišķi ieslēgumi magmatiskos un metamorfos iežos, kā arī patstāvīgi plātņaini un zvīņaini agregāti	Kausējamās caurītes liesmā grūti kūst; karsējot atdala ūdeni; plāksnītes trauslas	$mH_4(MgFe)_3 . Si_2O_9 + nH_4 (MgFe)_2 . Al_2SiO_9$	**Chlōrīti** Ietilpst dažos metamorfos un magmatiskos laukakmeņos (chlōrīta slāneklī, diabazos u. c.), kā arī sedimentiežos (mālos)
Atsevišķi kristalli sedimentiežos, uzsodrējumi, kā arī graudainas un šķiedrainas sedimentiežu masas	Viegli šķīst ūdenī; sāļaina garša. Kausējamās caurītes liesmā viegli kūst. Liesmu krāso dzeltenu	NaCl	**Vārāmā sāls, akmeņsāls, halīts** Māla, merģeļa, dolomīta un ģipša pseudomorfōzes pēc vārāmās sāls, atrodamas Latvijas pamatiežos, visbiežāk augšdevona c horizontā. Vārāmā sāls šķīdušā veidā ir dažos pamatformāciju gruntsūdeņos, kā tas konstatēts urbumos (vidusdevonā,

Cietība	Spīdums	Krāsa	Svītra	Skaldnība, lūzums	Īpatn. svars	Kristallu forma
2	Stiklains, perlmutra sīkšķiedrainiem agregātiem zīda spīdums	Bezkrāsas, vai arī krāsa balta, dzeltena, brūna	Balta	Ļoti skaidra skaldnība vienā virzienā {010}, divos — vidēja	2,2—2,4	Monoklīnā singonija. Stabiņ-, plātņ- un adatveida kristalli; bieži veido dvīņkristallus, kas atgādina bezdelīgas asti
2	Stiklains	Gaišzaļa	Balta, iezaļgana	Skaidra skaldnība vienā virzienā	1,8—1,9	Monoklīnā singonija
2	Bez spīduma	Zaļa	Zaļa	Zemjains lūzums	2,2—2,4	Kriptokristallisks
2	Taukains	Dzeltena	Dzeltena	Gliemežnīcas lūzums, vidēja skaldnība	2,05—2,09	Rombiskā singonija. Piramidāli, sfēroīdāli, arī plātņaini kristalli

Vispārīgā sastopamība iežos un agregātu veidi	Pārbaudes reakcijas ar kausējamo cauriti, sālsskābi u. c.	Ķīmiskais sastāvs	Nosaukums un sastopamība Latvijā
			sevišķi vidusdevona apakšējos horizontos un kontaktjoslā ar silūru, arī silūrā un kembrijā). Chlōridu, pārrēķinot uz vārāmo sāli, Daugavpils urbumā ir 81‰, Valmieras urb. 4,23‰, Ventspils urb. 2,5‰. Arī dažos avotu ūdeņos ir vārāmā sāls (Palsmanē)
Atsevišķi kristalli sedimentiežos; dažāda veida agregāti: drūzas, rozetes šķiedraini, graudaini un kārtaini sedimentieži	Karsējot atdala ūdeni; kausējamās caurītes liesmā sakūst par lodīti; hēparreakcija	$CaSO_4 . 2H_2O$	**Ģipsis** Augšdevona c un f_2 horizontos kā ģipšakmens galvenā sastāvdaļa. Paveidi: spata ģipsis, šķiedru ģipsis
Graudaini un zemjaini agregāti sedimentiežos	Viegli šķīst ūdenī, rūgta garša, karsējot atdala ūdeni	$FeSO_4 . 7H_2O$	**Dzelzs vitriols** Daudzu avotu ūdeņu šķīdumā. (Plānas iegulas Igaunijas apakšsilūrā)
Apaļi zaļgani graudiņi, kas vai nu veido zemjainus agregātus, vai arī ietilpst sedimentiežos, kā kaļķakmenī, mālos, smiltīs u. c.	Karsējot atdala ūdeni; kausējamās caurītes liesmā kūst	Fe, K un Al silikāts, kura saturā ietilpst arī ūdens	**Glaukonīts** Silūra laukakmeņos (glaukonīta kaļķakmeņos), mālos, Rembates D_3e dolomitiskā smilšakmenī u. c.
Atsevišķi kristalli; veido arī geōdas, konkrēcijas, graudainas zemjainas masas	Viegli kūst, sublimējas; viegli sadeg par SO_2	S	**Sērs** Dzeltenu nogulu veidā avotos ar H_2S saturu ūdenī, piem., Ķemerēs, Baldonē u. c.

Cietība	Spīdums	Krāsa	Svītra	Skaldnība, lūzums	Īpatn. svars	Kristallu forma
						Cietība
						Minerāli ar
2,5	Metallisks	Svina pelēkumā	Pelēka, melna	Skaidra skaldnība 3 virzienos	7,4—7,5	Kubiskā singonija, kubiski, oktaedriski, kubooktaedriski kristalli
						Minerāli bez
2—2,5	Taukains	Dzeltena, brūna, sarkana	Balta	Gliemežnīcas lūzums	1—1,1	Amorfs
2—2,5	Stiklains	Balta, dzeltena, iesārta	Balta	Skaidra skaldnība vienā virzienā	1,7—1,8	Rombiskā singonija, prizmatiski kristalli
2—2,5	Perlmutra, arī stiklains	Zaļa, pelēkzaļa, tumši zaļa	Balta, zaļganbalta	Ļoti skaidra skaldnība vienā virzienā	2,7—2,9	Monoklīnā singonija. Plātņaini, zvīņaini, piramidāli un romboedriski kristalli
2—3	Perlmutra, stiklains	Bezkrāsas, vai krāsa balta, iedzeltena, iesārta	Balta,	Ļoti skaidra skaldnība vienā virzienā	2,76—3	Monoklīnā singonija, plātņaini, zvīņaini kristalli

Vispārīgā sastopamība iežos un agregātu veidi	Pārbaudes reakcijas ar kausējamo caurīti, sālsskābi u. c.	Ķīmiskais sastāvs	Nosaukums un sastopamība Latvijā
2—3			
metallisku spīdumu			
Atsevišķi ieslēgti kristalli, kā arī rupj- un sīkgraudaini agregāti	Kausējamās caurītes liesmā kūst, dzeltens oksidu uzsodrējums uz ogles, reducējot uz ogles, rodas svina grauds, hēparreakcija	PbS (parasti piemaisījumā Ag)	**Galenīts, svina spīde** Atsevišķi graudiņi devona dolomītos, sevišķi D_3b horizontā pie Pļaviņām u. c.
metalliska spīduma			
Fosili terciārā perioda koku sveķi glaukonītu smiltīs Zāmlandē. Sekundāri pārgulsnēti arī jaunākos nogulumos	Viegli kūst, deg ar gaišu liesmu un patīkamu smaržu	$C_{40}H_{64}O_4$	**Dzintars, sukcinīts** Tagadējos jūras izskalojumos, visvairāk Liepājas Papes jūrmalā, kā arī Lītorīnas jūras krasta vaļņos, attālāk no tagadējā krasta (Liepājas apkārtnē, Engures ezerā, Kaņierī u. c.)
Uzsodrējumi, kā arī graudaini, šķiedraini un zemjaini agregāti	Karsējot atdala ūdeni, viegli kūst, šķīst ūdenī, rūgta garša	$MgSO_4 . 7 . H_2O$	**Epsomīts** Zemjainas nogulas uz devona dolomītiem, reti
Atsevišķi ieslēgumi magm., metamorfos un sedimentu iežos, kā arī veido patstāvīgu iezi — chlōrīta slānekli	Kausējamās caurītes liesmā grūti kūst, karsējot atdala ūdeni. Plāksnītes trauslas	$mH_4Mg_2Si_2O_9 + nH_4Mg_2 . Al_2SiO_9$	**Chlōrīti** Ietilpst laukakmeņos, piem., chlōrīta slāneklī, diabazos u. c., kā arī sedimentiežos, piem., mālos
Daudzu magmatisko, metamorfo un sedimentiežu sastāvdaļa, veidojot lielus kristallus pegmatītos	Kausējamās caurītes liesmā grūti kūst; plāksnītes elastīgas	$H_2KAl_3Si_3O_{12}$	**Baltā vizla, muskovīts** Magmatisko un metamorfo iežu laukakmeņos, arī noguluma iežos (biežāk nekā biotīts), piem., smiltīs, smilšakmenī, mālos

Cietība	Spīdums	Krāsa	Svītra	Skaldnība, lūzums	Īpatn. svars	Kristallu forma
2—3	Perlmutra, arī stiklains	Tumšbrūna, melna, tumšzaļa	Balta	Ļoti skaidra skaldnība vienā virzienā	2,8—3,2	Monoklīnā singonija, plātņaini, zvīņaini kristalli
2,5	Taukains, arī bez spīduma	Brūna, melna	Brūna, melna	Gliemežnīcas, kā arī nelīdzens vai zemjains lūzums	1,3	Amorfa; bieži organiska struktūra
2,5	Perlmutra, stiklains, arī bez spīduma	Svaigā rakumā mitrā veidā gaišpelēka, gaisā izžūstot kļūst zila	Zila	Skaidra skaldnība vienā virzienā	2,6—2,8	Monoklīnā singonija, prizmatiski un zvīņaini kristalli
3	Stiklains	Bezkrāsas, vai krāsa balta, un no piemaisījumiem krāsots dažādos toņos	Balta	Skaidra skaldnība 3 virzienos pa romboedra plāksnēm $\{1\,0\,\bar{1}\,1\}$	2,6—2,8	Trigonālā singonija, veido daudz un dažādas kristallu formas, parastākās romboedri, skalenoedri, arī prizmatiski un plātņaini

Vispārīgā sastopamība iežos un agregātu veidi	Pārbaudes reakcijas ar kausējamo caurīti, sālsskābi u. c.	Ķīmiskais sastāvs	Nosaukums un sastopamība Latvijā
Daudzu magmatisko, metamorfo un sedimentiežu sastāvdaļa, veidojot lielus kristallus pegmatītos	Kausējamās caurītes liesmā kūst, pie kam tumšākie minerāli kūst vieglāk; sadēdējot iegūst zeltainu krāsu, un tad to sauc par „kaķu zeltu“	$(K,H)_2(Mg,Fe)_2(Fe,Al)_2(SiO_4)_3$	**Melnā vizla jeb biotīts** Magmat. un metamorfo iežu laukakmeņos, kā arī sedimentiežos (smiltīs, mālos)
Auto- vai allochtonu, zemjainu vai blīvu masu veidā sedimentiežos. Atsevišķos gabalos — ksillītos vēl redzama koksnes struktūra	Degoša; parasti tanī ir 10—15% higrosk. mitruma, tīrogleē 60—75%C; vārot KOH šķīdumā, krāso to brūnu, atsķaidītā slāpekļskābē — dzeltenu (atšķirībā no akmeņogles)	Humīnskābju, tās sāļu, anhidrīdu un bitūmenu maisījums	**Brūnogle (lignīts)** Jura formācijas fluviātilā serijā S Kurzemē Nīgrandas un Nīkrāces pag. līdz 2 m biezā slānī
Zemjainas masas kūdrā; fosilos kaulos un gliemju čaulās	Kausējot atdala ūdeni, kausējamās caurītes liesmā sakūst par magnēt. lodīti	$Fe_3(PO_4)_2 . 8H_2O$	**Vivianīts** Purvos kūdrā, piem. Tomes pagastā. Kopā ar vivianītu sastopams arī tā sadēdēšanas produkts berauníts $2FePO_4 . Fe(OH)_3$ sarkanā vai sarkanbrūnā krāsā
Atsevišķi kristalli, kā arī veido konkrēcijas, drūzas, geōdas, ōolitus un dažāda graudu lieluma iežu masas	Kausējamās caurītes liesmā nekūst, zaudē CO_2 un kļūst stipri spīdošs; auksta 10% HCl intensīvi reaģē, izdalot CO_2; vārot Co $(NO_3)_2$ šķīdumā nemaina krāsu, nokrāsojas tikai pēc ilgas vārīšanas (atšķirībā no aragonīta)	$CaCO_3$	**Kalcīts jeb kaļkspats** Atsevišķi kristalli, drūzas, geōdas, konkrēcijas devona dolomītos, sevišķi Saulkalnes gliemežu dolomītā, galvenā sastāvdaļa kaļķakmenī (Permas formācijā Kurzemē un augšdevona d horizontā NE Latvijā). Arī sedimentāro un metamorfo iežu laukakmeņos

Cietība	Spīdums	Krāsa	Svītra	Skaldnība, lūzums	Īpatn. svars	Kristallu forma
						Cietība
						Minerāli ar
3,5—4	Metallisks	Misiņdzeltenumā	Zaļganmelna	Neskaidra skaldnība. Nelīdzens vai gliemežnīcas lūzums	4,1—4,3	Tetragonālā singonija
4	Metallisks	Tēraudpelēkumā, melna, melnbrūna	Brūna	Skaidra skaldnība vienā virzienā	4,3—4,4	Rombiskā singonija, stabiņveida kristalli ar parallēlu švīkājumu
						Minerāli bez
3,5—4	Stiklains	Bezkrāsas vai arī krāsa balta, zilgana	Balta	Skaidra skaldnība trīs virzienos	3,9—4	Rombiskā singonija, prizmatiski, izstiepti vai plātņaini kristalli
3—3,5	Stiklains, taukains	Bezkrāsas, krāsa balta vai arī citāda	Balta	Skaidra skaldnība trīs virzienos	4,5	Rombiskā singonija, stabiņveida, plātņaini vai piramidāli kristalli
3—4	Taukains, perlmutra	Zaļa, pelēkzaļa, brūna	Balta	Gliemežnīcas vai skabargains lūzums	2,5—2,7	Monoklīnā un rombiskā singonija, arī kriptokristalliski
3,5—4	Stiklains	Bezkrāsas, vai arī krāsa balta, pelēka dzeltena	Balta	Skaidra skaldnība pa romboedra plāksnēm	2,85—2,95	Trigonālā singonija, romboedriski kristalli, pie kam romboedra plāksnes bieži vien liektas

Vispārīgā sastopamība iežos un agregātu veidi	Pārbaudes reakcijas ar kausējamo caurīti, sālsskābi u. c.	Ķīmiskais sastāvs	Nosaukums un sastopamība Latvijā
3—4			
metallisku spīdumu			
Atsevišķi ieslēgumi magm. un metamorfos iežos, konkrēcijas, kā arī lielākas agregātu masas, sevišķi rūdu dzīslās	Kausējamās caurītes liesmā sakūst par magnētisku lodīti, atdalot SO_2, kas jūtams pēc smakas; ar HCl krāso liesmu zilu	$CuFeS_2$	**Chalkopirīts** Mazas konkrēcijas cechšteina un silūra vaginātu kaļķakmenī. Sīki ieslēgumi magmatisko iežu laukakmeņos
Atsevišķi kristallu ieslēgumi un radiāli staraini, retāk graudaini agregāti	Kausējamās caurītes liesmā nekūst, ir Mn reakcija; karsējot atdala ūdeni	$Mn_2O_3H_2O$	**Manganīts** Devona mālos — cēlies no bruņu zivju skeleta daļām
metalliska spīduma			
Parallēlšķiedraini, plātņaini vai sīkgraudaini agregāti	Viegli kūst; liesmu krāso karmīna sarkanumā; hēparreakcija	$SrSO_4$	**Celestīns** Nelieli kōnveidīgi agregāti šķiedru ģipsī
Atsevišķi kristallu ieslēgumi, vai arī graudaini, plātņaini un šķiedraini agregāti	Kausējamās caurītes liesmā grūti kūst, liesmu krāso dzeltenzaļu. Uz ogles hēparreakcija	$BaSO_4$	**Barīts jeb smagais spats** Devona dolomītos kopā ar kalcīta kristallu drūzām, kā arī silūra kaļķakmeņos
Metamorfos iežos kā šķiedraini, plātņaini vai blīvi agregāti	Karsējot atdala ūdeni; kausējamās caurītes liesmā grūti kūst	$H_4(Mg,Fe)_3 Si_2O_9$	**Serpentīns** Sastopams dažos metam. iežu laukakmeņos, it īpaši serpentīnītos
Atsevišķi labi veidoti kristalli reti, parasti dažāda graudu lieluma iežu masas	Kausējamās caurītes liesmā nekūst	$CaCO_3.MgCO_3$	**Dolomīts** Plašās iežu masās augšdevonā, kā arī vietām permas formācijā (ap Paplaku u. c.)

Cietība	Spīdums	Krāsa	Svītra	Skaldnība, lūzums	Īpatn. svars	Kristallu forma
3,5—4	Stiklains	Bezkrāsas, vai arī krāsa balta, iedzeltena, iesārta	Balta	Neskaidra skaldnība, gliemežnīcas lūzums	2,9—3	Rombiskā singonija, prizmatiski kristalli, bieži dvīņu saaugumi
3,5—4	Stiklains	Dzeltena, brūna	Dzeltena, brūna	Skaidra pa romboedra plāksnēm	3,8—3,9	Trigonālā singonija, romboedriski kristalli
3,5—4	Dimantspīdumā	Dzeltena, brūna, melna	Dzeltena, brūna	Skaidra skaldnība sešos virzienos	3,9—4,2	Kubiskā singonija, kubiski, oktaedriski, tetraedriski kristalli
3,5—4	Stiklains vai zīda spīdumā	Zaļa	Zaļa	Vidēja skaldnība vienā virzienā, gliemežnīcas lūzums	3,9—4,1	Monoklīnā singonija, adatveidīgi kristalli
						Cietība
						Minerāli bez
4—4,5	Stiklains,	Dzeltena, brūna	Dzeltena, brūna	Skaidra skaldnība pa romboedra plāksnēm	3,8—3,9	Trigonālā singonija, romboedriski kristalli
5	Stiklains, taukains	Bezkrāsas, vai arī krāsa dzeltena, zaļa u. c.	Balta	Neskaidra skaldnība gliemežnīcas lūzums	3,2	Heksagonālā singonija, prizmatiski, arī plātņaini kristalli

Vispārīgā sastopamība iežos un agregātu veidi	Pārbaudes reakcijas ar kausējamo caurīti, sālsskābi u. c.	Ķīmiskais sastāvs	Nosaukums un sastopamība Latvijā
Atsevišķi kristallu ieslēgumi vai arī šķiedraini vai ōolītiski agregāti	Kausējamās caurītes liesmā nekūst; intensīvi reaģē ar aukstu 10% HCl, izdalot CO_2; vārot $Co(NO_3)_2$ šķīdumā, krāso to violetu (atšķirībā no kalcīta)	$CaCO_3$	**Aragonīts** Fosilo gliemju čaulās prizmatiskā kārtā
Atsevišķi kristallu ieslēgumi, vai arī graudaini agregāti, blīvas konkrēcijas	Kausējamās caurītes liesmā nekūst; reducējošā liesmā kļūst melns un magnētisks	$FeCO_3$	**Siderīts** Kūdrā kopā ar vivianītu, zemjainās masās, piem., Tomes pag., arī juras formācijas nogulumos
Atsevišķi kristalli vai arī graudaini agregāti	Kausējamās caurītes liesmā grūti kūst; hēparreakcija uz ogles; ar HCl izdala H_2S	ZnS	**Cinka māns** Devona b dolomītos kopā ar galenītu, reti
Šķiedraini vai arī zemjaini agregāti	Reducējot uz ogles, kausējamās caurītes liesmā dod Cu sārņus vai graudu; karsējot atdala H_2O	$CuCO_3 . Cu(OH)_2$	**Malachīts** Devona b dolomītos un silūra laukakmeņos

4—5

metalliska spīduma

Atsevišķi kristallu ieslēgumi, blīvas konkrēcijas, kā arī graudaini agregāti	Kausējamās caurītes liesmā nekūst, reducējošā liesmā kļūst melns un magnētisks	$FeCO_3$	**Siderīts** Kūdrā kopā ar vivianītu, zemjainās masās, piem., Tomes pag., arī juras formācijas nogulumos
Atsevišķi ieslēgumi graudaini, blīvi un zemjaini agregāti	Kausējamās caurītes liesmā grūti kūst; šķīst skābēs	$Ca_5(F,Cl) . (PO_4)_3$	**Apatīts** Sīki ieslēgumi magmat. iežu laukakmeņos, silūra vaginātu un glaukonīta kaļķakmeņos, kā arī bruņu zivju atliekās

Cietība	Spīdums	Krāsa	Svītra	Skaldnība, lūzums	Īpatr. svars	Kristallu forma
						Cietība
						Minerāli ar
5—6	Metallisks	Melna	Melna	Gliemežnīcas lūzums	4,5—5	Trigonālā singon., romboedriski un plātņaini kristalli
5,5—6	Metallisks, arī bez spīduma	Melna, tēraudpelēkumā	Sarkana	Nelīdzens vai arī gliemežnīcas lūzums	5,1—5,2	Trigonālā singon., plātņains vai arī romboedrisks kristallu apveids
5,5—6	Metallisks	Melna	Melna	Neskaidra skaldnība, gliemežnīcas lūzums	4,9—5,2	Kubiskā singonija, bieži oktaedrisks kristallu apveids
						Minerāli bez
5—5,5	Stiklains, taukains, arī dimanta	Dzeltena, zaļgana, brūna, melna	Balta	Neskaidra skaldnība, gliemežnīcas lūzums	3,4—3,6	Monoklīnā singonija, plātņaini vai stabiņveida kristalli
5—5,5	Stiklains, taukains, arī bez spīduma	Okerdzeltenumā, brūna, tumšbrūna, melna	Brūna, dzeltenbrūna	Nelīdzens vai zemjains lūzums	3,3—4	Kriptokristallisks vai amorfs

Vispārīgā sastopamība iežos un agregātu veidi	Pārbaudes reakcijas ar kausējamo caurīti, sālsskābi u. c.	Ķīmiskais sastāvs	Nosaukums un sastopamība Latvijā
5—6			
metallisku spīdumu			
Kristallu ieslēgumi magmatiskos iežos, arī drupu iežos; graudainas agregātu masas	Kausējamās caurītes liesmā nekūst. Ar fosfātiem reducējošā liesmā sarkana pērle	$FeTiO_3$	**Ilmenīts** Kristallu ieslēgumi magmatisko iežu laukakmeņos, kā arī smilšu smagā frakcijā
Plāksnīšu vai graudiņu ieslēgumi morfos iežos, kā arī graudaini, šķiedraini vai blīvi agregāti	Kausējamās caurītes liesmā nekūst. Reduc. liesmā kļūst magnētisks	Fe_2O_3	**Haimatīts, dzelzs spīde** Ieslēgumi magmat. un metamorfo iežu laukakmeņos; devona dolomītu stilolitos
Atsevišķi kristallu ieslēgumi magmamagmat. un metatiskos, metamorfos vai drupu iežos, kā arī graudainas vai blīvas agregātu masas	Šķīst sālsskābē; Fe reakcija; ietekmē magnēta adatu kā mīksta dzelzs vai arī iedarbojas kā dabisks magnēts	$FeO \cdot Fe_2O_3$	**Magnētits** Magmatisko un metamorfo iežu laukakmeņos, sīku ieslēgumu veidā, arī drupu iežos (smiltīs). Iespējams atsevišķos masīvos lielākā dziļumā (kristalliskā pamatklintājā) kur rada magnetiskās anomālijas (Subatē, Gārsenē)
metalliska spīduma			
Ieslēgumi daudzos magmatiskos un metamorfos iežos, arī drupu iežos	Kausējamās caurītes liesmā grūti kūst; ar fosfātiem reduc. liesmā violeta pērle	$CaTiSiO_5$	**Titānīts** Ieslēgumi magmatisko un metamorfo iežu laukakmeņos, arī drupu iežos (smiltīs)
Konkrēcijas, geōdas, ōolitiskas, šķiedrainas, blīvas un zemjainas agregātu masas. Kā piemaisījums daudzos zemes virsas iežos, jo no ārējo faktoru iedarbības Fe savienojumu vairums pārveidojas par limonītu	Karsējot stobriņā atdala ūdeni; kausējamās caurītes liesmā nekūst; reducējošā liesmā kļūst magnētisks	$Fe_2O_3 \cdot H_2O$ ar mainīgu daudzumu adsorbcijas ūdens	**Limonīts** Irdenās un blīvās masās pa lielākai daļai kūdrā purvu rajonos (purvu rūda, velēnu rūda). Irdenās, zemjainās pasugas — okers

Cietība	Spīdums	Krāsa	Svītra	Skaldnība, lūzums	Īpatn. svars	Kristallu forma
5—6	Stiklains, taukains	Zaļgan-melna, brūni melna, melna	Pelēka, iezaļgana	Vidēja skaldnība, leņķis starp skaldnības plāksnēm 87° resp. 93°	3,2—3,4	Monoklīnā singonija, kristallu apveids parasti īsprizmatisks, retāk plātņveidīgs; kristalla šķērsgriezumam parasti astoņstūŗa veids; piroksenu grupā ir arī rombiski minerāli
5—6	Stiklains,	Zaļgan-melna, brūni melna, melna	Pelēka, iezaļgana, brūngana	Skaidra skaldnība, leņķis starp skaldnības virzieniem 124° resp 56°	2,9—3,4	Monoklīnā singonija, apveids — prizmatisks, salīdzinot ar augītu, vairāk izstiepts gaŗumā. Kristalla šķērsgriezumam parasti 6-stūŗa veids; amfibolu grupā ir arī rombiski minerāli
5,5—6	Taukains, stiklains	Bezkrāsas, vai arī krāsa balta, zaļgana, iesārta	Balta	Lūzums nelīdzens vai gliemežnīcas	2,6—2,65	Heksagonālā singonija, īsprizmatisks apveids
5,5—6	Stiklains, taukains	Balta, dzeltena, brūna, sarkana u. c.	Balta	Gliemežnīcas lūzums	1,9—2,3	Amorfs

Vispārīgā sastopamība iežos un agregātu veidi	Pārbaudes reakcijas ar kausējamo caurīti, sālsskābi u. c.	Ķīmiskais sastāvs	Nosaukums un sastopamība Latvijā
Daudzu magmatisko un metamorfo iežu sastāvdaļa, ietilpst arī drupu iežos	Kausējamās caurītes liesmā kūst	(Ca,Na) (Mg,Fe,Al) $[(Si,Al)_2O_6]$	**Augīts** Parastākais no piroksenu grupas minerāliem. Diallags—augītam radniecīgs minerāls, parasti plātņveidīgs; ietilpst gabro iežos. Magmatisko un metamorfo iežu (sevišķi bazisko, tumšo) sastāvdaļa; arī drupu iežos — mālos, smiltīs u. c.
Daudzu magmatisko un metamorfo iežu sastāvdaļa, ietilpst arī drupu iežos	Kausējamās caurītes liesmā kūst. pie kam, paaugstinoties Fe daudzumam saturā, kušana notiek vieglāk	$(OH)_2$ $(Ca,Na)_{2-3}$ $(Al,Fe,Mg)_5$ $[(Si,Al)_4 O_{11}]_2$	**Ragmānis** Parastākais no amfibolu grupas minerāliem. Ragmāņa pasugas, kas rodas uralītizācijas procesā, sauc par uralītiem. Magmatisko un metamorfo iežu laukakmeņos, kā arī drupu iežos (smiltīs, mālos)
Magmatisko iežu sastāvdaļa (nefelīnsienītos, bazaltos u. c.)	Kausējamās caurītes liesmā kūst	$NaAlSiO_4$	**Nefelīns** Dažu magmat. iežu laukakmeņu sastāvdaļa
Konkrēcijas iežu tukšumos un plaisās, t. s. krama lāsenis karsto avotu nogulumos, kā arī irdena masa, veidota no diatomeju un radiolāriju skeletiem, t. s. infuzoriju zeme (Kieselgur), arī kā pārakmeņojumu materiāls (koksnes opals)	Karsējot atdala ūdeni, šķīst fluorskābē un karstā KOH šķīdumā	$SiO_2 . n . H_2O$	**Opals** Konkrēcijas devona dolomītos u. c.

Cietība	Spīdums	Krāsa	Svītra	Skaldnība, lūzums	Īpatn svars	Kristallu forma
6	Stiklains, arī perlmutra	Balta, pelēka, iedzeltena, iesārta, zaļgana	Balta	Skaidra skaldnība divos virzienos (tie krustojas taisnā leņķī, kāpēc nosaukums ortoklazs — „taisnskaldīgais“.	2,5	Monoklīnā singonija, apveids prizmatisks vai plātņains. Nereti dvīņkristallu saaugumi
6	Stiklains, arī perlmutra	Balta, pelēka, iesārta, zaļgana	Balta	Skaidra skaldnība divos virzienos, to krustošanās leņķis tuvs 90°, kāpēc nosaukums mikroklīns — „mazliet slīpais“	2,5	Triklīnā singonija, makroskopiski līdzīgs ortoklazam; atšķirami viens no otra optiski polarizācijas mikroskopā
6	Stiklains, arī perlmutra	Balta, dzeltena, pelēka, iesārta, zaļgana brūna, melna, Labradoram bieži zaigojošas krāsas zilos un zaļos toņos	Balta	Skaidra skaldnība divos virzienos	2,62—2,75; Pieaugot anortīta daudzumam, paaugstinās arī īpatn. svars	Trinklīnā singonija, prizmatisks apveids. Bieži veido polisintetisko dvīņu saaugumus; uz skaldnības pläksnēm arī redzamas polisintetisko dvīņkristallu saauguma švīkas, ar ko plagioklazi atšķiras no kalija laukspatiem. Dažādie plagioklazi visvienkāršāk atšķirami viens no otra ar optiskām metodēm.

Vispārīgā sastopamība iežos un agregātu veidi	Pārbaudes reakcijas ar kausējamo caurīti, sālsskābi u. c.	Ķīmiskais sastāvs	Nosaukums un sastopamība Latvijā
Ļoti izplatīts minerāls, daudzu magmatisko iežu sastāvdaļa; ietilpst arī daudzos drupu iežos	Kausējamās caurītes liesmā grūti kūst; šķīst fluorskābē	$KAlSi_3O_8$	**Laukspati** **Ortoklazs** Magmatisko un metamorfo iežu laukakmeņos (granītos, pegmatītos, porfīros, gneisos u. c.), kā arī drupu iežos (smiltīs, grantī, mālos)
Ļoti izplatīts minerāls, daudzu magmatisko un metamorfo iežu sastāvdaļa; ietilpst arī daudzos drupu iežos	Kausējamās caurītes liesmā grūti kūst; šķīst fluorskābē	$KAlSi_3O_8$	**Mikroklīns** Magmatisko un metamorfo iežu laukakmeņos, granītos, pegmatītos, gneisos; arī drupu iežos (smiltīs, grantī, mālos)
Daudzu magmatisko, metamorfo iežu sastāvdaļa; ietilpst arī klastiskos iežos	Kausējamās caurītes liesmā grūti kūst; pie kam saturā pieaugot Ca daudzumam, paaugstinās arī minerāla kušanas t^0	Albīta (Ab) — $NaAlSi_3O_8$ un anorīta (An) $CaAl_2Si_2O_8$ izomorfi maisījumi. Ab90—100% An 0—10% Ab70—90% An10—30% Ab50—70% An30—50% Ab30—50% An50—70% Ab10—30% An70—90% Ab0—10% An90—100%	**Plagioklazi, Ca, Na laukspati** Magmatisko un metamorfo iežu laukakmeņos, kā arī drupu iežos (smiltīs, grantī, mālos) **Albīts** Oligoklazs Andezīns Labradors Bitovnīts Anortīts Skābie plagioklazi Bazīskie plagioklazi

Cietība	Spīdums	Krāsa	Svītra	Skaldnība lūzums	Īpatn. svars	Kristallu forma
						Cietība
						Minerāli ar
6—6,5	Metallisks	Misiņdzeltenumā	Melna	Neskaidra skalnība, gliemežnīcas vai nelīdzens lūzums	4,7—4,9	Rombiskā singonija, prizmatisks vai plātņains apveids
6—6,5	Metallisks	Misiņdzeltenumā	Melna	Neskaidra skaldnība, gliemežnīcas vai nelīdzens lūzums	4,9—5,2	Kubiskā singonija, kubiski, oktaedriski, pentagondōdekaedriski kristalli
						Minerāli bez
6—6,5	Stiklains, vaska vai perlmutra	Balta, zaļa, gaišzaļa	Balta	Vidējā skaldnība	2,8—2,9	Rombiskā singonija, plātņaini vai prizmatiski kristalli
6—6,5	Dimanta, līdzīgs metalla spīdumam	Brūna, dzeltenamelna	Dzeltenbrūna	Vidējā skaldnība	4,2—4,3	Tetragonālā singonija, prizmatiski, gari stiepti kristalli
6—7	Stiklains,	Balta dzeltena, brūna, sarkana, zaļa, melna	Balta,	Neskaidra skaldnība, gliemežnīcas lūzums	3,4—4,3	Kubiskā singonija, rombodōdekaedriski un ikositetraedriski kristalli

Vispārīgā sastopamība iežos un agregātu veidi	Pārbaudes reakcijas ar kausējamo caurīti, sālsskābi u. c.	Ķīmiskais sastāvs	Nosaukums un sastopamība Latvijā
6—7			
metallisku spīdumu			
Dažādas formas konkrēcijas sedimentiežos ar radiāli starainu uzbūvi	Karsējot atdala S; kausējamās caurītes liesmā izdala SO_2 un sakūst par magnētisku lodīti	FeS_2	**Markazīts** Konkrēcijas juras formācijas fluviātilā serijā kopā ar pirītu
Ieslēgumi iežos, drūzas, konkrēcijas, graudainas agregātu masas	Kausējot atdala S; kausējamās caurītes liesmā izdala SO_2 un sakūst par magnētisku lodīti	FeS_2	**Pirīts** Drūzas un nelielas konkrēcijas devona dolomītos, lielākas konkrēcijas kopā ar markazītu juras formācijas melnajos mālos, brūnoglē, fluviātilās smiltīs, sev. Nīgrandes un Nīkrāces pag. gar Ventu, Zaņu u. c.
metalliska spīduma			
Bazisko magmatisko iežu tukšumos un plaisās	Kausējamās caurītes liesmā kūst (stipri putojot)	$H_2Ca_2Al_2Si_3O_{12}$	**Prēnīts** Mandeļiežu laukakmeņos
Ieslēgumi magmatiskos un metamorfos iežos; ietilpst arī drupu iežos	Kausējamās caurītes liesmā nekūst. Fosfātu pērle — violēta	TiO_2	**Rutīls** Magmatisko un metamorfo iežu laukakmeņos, arī drupu iežos — smiltīs, mālos
Ieslēgumi daudzos magmatiskos un metamorfos iežos; ietilpst arī drupu iežos	Kausējamās caurītes liesmā kūst; kūstamības pakāpe dažāda	$Fe_3Al_2Si_3O_{12}$ $Ca_3Al_2Si_3O_{12}$ $Ca_3Al_2SI_3O_{12}$ $Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$	**Granāti** 1. Almandīns — (brūni sarkans) 2. Pirops — (sarkans) 3. Grosulārs — (dzeltenzaļš) 4. Andradīts — (brūns), melanīts (melns)

Cietība	Spīdums	Krāsa	Svītra	Skaldnība, lūzums	Īpatn. svars	Kristallu forma
6—7	Stiklains	Zaļa, brūna, dzeltena	Pelēka	Skaidra skaldnība	3,2—3,5	Monoklīnā singonija, prizmatiski kristalli
6,5—7	Stiklains,	Zaļa, brūna	Balta	Vidēja skaldnība vienā virzienā, gliemežnīcas lūzums	3,3—3,4	Rombiskā singonija, prizmatisks vai plātņains apveids
7	Stiklains, taukains	Bezkrāsas, vai arī krāsa — balta, dzeltena, violeta, melna	Balta	Nemanāma skaldnība, gliemežnīcas vai nelīdzens lūzums	2,5—2,8	Trigonālā singonija, bieži prizmas un romboedra kombinācijas. 573°—870° C temperātūrā heksagonālā modifikācija

Vispārīgā sastopamība iežos un agregātu veidi	Pārbaudes reakcijas ar kausējamo caurīti, sālsskābi u. c.	Ķīmiskais sastāvs	Nosaukums un sastopamība Latvijā
		$Mn_3Al_2Si_3O_{12}$	5. Spesartīns — (sarkanbrūns) Granāti Latvijā sastopami magmatisko un metamorfo iežu laukakmeņos, aplītos, pegmatītos u. c., kā arī drupu iežos, sevišķi granātu smiltīs
Sastāvdaļa vairākos magmatiskos un metamorfos iežos	Kausējamās caurītes liesmā sakūst brūnos magnētiskos sārņos	$HCa_2(Al,Fe)_3Si_3O_{13}$	**Epidots** Magmatisko un metamorfo iežu laukakmeņos, sevišķi helsinkītos
Ieslēgumi magmatiskos iežos (baziskajos) vai arī graudainas agregātu masas	Kausējamās caurītes liesmā nekūst, izņemot ar Fe bagātās varietātes	$(Mg,Fe)_2SiO_4$	**Olivīns** Baziskajos magmatisko iežu laukakmeņos, arī drupu iežos (smiltīs, mālos)
Ļoti izplatīts un parasts minerāls. Atsevišķi kristalli, vai drūzas, geōdas, konkrēcijas, kā arī svarīga sastāvdaļa daudzos magmatiskos, metamorfos un sedimentu iežos	Kausējamās caurītes liesmā nekūst, šķīst fluorskābē	SiO_2	**Kvarcs** (Līdz 573° C — parastais β kvarcs, 573° — 870° C t^0 — α kvarcs) Varietātes: kalnu kristalls — dzidrs, caurspīdīgs Ametists — violets Dūmu kvarcs — brūns Morions — melns Citrīns — dzeltens Rožu kvarcs — iesārts Piena kvarcs — balts Safīrkvarcs — zils Chalcedons — blīvs, sīkšķiedrains

Cietība	Spīdums	Krāsa	Svītra	Skaldnība, lūzums	Īpatn. svars	Kristallu forma
7	Taukains, arī bez spīduma	Pelēka, brūngana, melna	Balta	Gliemežnīcas lūzums	2,7	Blīvs sīkšķiedrains SiO_2 (chalcedons) ar amorfā SiO_2nH_2O (opala) piejaukumu
						Cietība
						Minerāli bez
7,—7,5	Stiklains	Brūna, zaļa, sarkana, melna	Balta	Nelīdzens vai gliemežnīcas lūzums	3—3,2	Trigonālā singonija, parasti gaļu prizmu apveids
7,5	Stiklains, arī dimanta	Brūna, brūnī sarkana, dzeltena, zaļa	Balta	Neskaidra skaldnība, gliemežnīcas lūzums	4,6—4,7	Tetragonālā singonija, prizmatisks un piramidāls kristallu apveids

Vispārīgā sastopamība iežos un agregātu veidi	Pārbaudes reakcijas ar kausējamo caurīti, sālsskābi u. c.	Ķīmiskais sastāvs	Nosaukums un sastopamība Latvijā
			Achats — blīvs, ar zonāru uzbūvi. Parastais kvarcs un dažas tā varietātes Latvijā — magmatisko un metamorfo iežu laukakmeņos (granītos, gneisos, pegmatītos), kā arī nogulumu iežos, visvairāk smiltīs, grantī, mālos u. c.
Dažādas formas konkrēcijas, parasti klātas ar baltu SiO_2 kārtiņu, ietilpst arī dažos sedimentiežos, tāpat dažādos pārakmeņojumos kā fosilizācijas materiāls	Kausējamās caurītes liesmā nekūst	$SiO_2 . nH_2O$	**Krams** Konkrēcijas devona dolomītos, kā arī morēnu materiālos (reti)

7—8

metalliska spīduma

Ieslēgumi magmatiskos un metamorfos iežos; ietilpst arī drupu iežos	Kausējamās caurītes liesmā tumšās pasugas kūst viegli, gaišās — grūti.	Komplicēti B. Al silikāti	**Turmalīns** Magmatisko un metamorfo iežu laukakmeņos (sevišķi pegmatītos), kā arī to sairšanas materiālos (smiltīs)
Ieslēgumi magmatiskos un metamorfos iežos; ietilpst arī drupu iežos	Kausējamās caurītes liesmā nekūst, skābēs nešķīst, izņemot H_2SO_4, kas sadala smalku minerāla pulveri	$ZrSiO_4$	**Cirkons** Magmatisko un metamorfo iežu laukakmeņos, arī morēnu materiālos un smiltīs (smagā frakcijā)

II daļa

Ieži

Iežu klasifikācija un struktūra

Iežu sastāvs, veids un īpatnības ir atkarīgas it sevišķi no to rašanās un arī vēlākās pārveidošanās apstākļiem. Tādēļ iežus vislabāk klasificēt pēc to izcelšanās šādās trīs lielās grupās:

1. magmatiskie ieži,
2. nogulumu ieži jeb sedimentieži,
3. metamorfie ieži.

Protams, iespējamas arī citādas klasifikācijas, ņemot vērā citus principus, piem., ķīmisko sastāvu u. c.

Pirms sīkāka atsevišķu iežu grupu apskata jāmin dažas to uzbūves īpatnības, kas attiecas uz visām trim grupām.

A. Viena no tām ir iežu vairumam piemītošā kristalliskā struktūra. Tā, neatkarīgi no iežu izcelšanās, var būt šāda (pēc Pustovalova, 1940. g.):

1) makrokristalliska — minerālu kristallu graudi iezī > 1 mm;

2) mezokristalliska — minerālu kristallu graudi iezī 0,1—1 mm;

3) kriptokristalliska jeb slēptkristalliska — minerālu kristallu graudi iezī < 0,1 mm, iezis izskatās blīvs, kristalliskā struktūra konstatējama tikai mikroskopā;

4) pelitomorfa jeb zemjaina — minerālu kristallu graudi iezī < 0,01 mm; makroskopiski iezis izskatās zemjains, un mikroskopā normālos plānslīpējumos nav saskatāmi atsevišķi kristallu graudi, jo tie viens otru pārsedz.

B. Nogulumu iežu un metamorfo iežu vairums, kā arī izņēmuma kārtā daži magmatiskie ieži ir slāņoti. Šeit atšķirami divi apzīmējumi: slāņojums un slāniskums (resp. slāņains un slānisks). Ar vārdu slāņojums *(Sichtung,* сланцеватость) apzīmēsim nogulumu iežu vai magmatisko iežu izveidošanās gaitā prīmāri radušos slāņoto uzbūvi, bet ar vārdu slāniskums *(Schieferung,* слоистость) — iežu metamorfōzes gaitā, it īpaši no spiediena iedarbības radušos sekundāri slāņoto uzbūvi. Sekundārais slāniskums ir pilnīgi neatkarīgs no prīmārā slāņojuma un parasti šķeļ to, veidojot leņķi. (Metamorfos iežos prīmārais slāņojums vispāri reti vairs saskatāms — tas izzudis metamorfōzes gaitā, un redzams tikai sekundāraís slāniskumś, piem. gneisos.)

Citas iežu uzbūves īpatnības un to raksturojumi minēti gan iežu grupu, gan arī atsevišķu iežu aprakstos.

Magmatiskie ieži

Magmatiskie ieži radušies, atdziestot zemes iekšienes kvēli karstajam šķidrajam silikātu kausējumam, kuŗā ir arī gāzes, — magmai. Pēdējā atrodas zemes garozas dziļākās kārtās un virspusē var izplūst vulkānu izvirdumos — lavas veidā. Atkarībā no magmas sastingšanas apstākļiem, no tās radušos iežus var iedalīt vairākās apakšgrupās:

1) dziļumiežos jeb plūtonītos,

2) dzīslu iežos jeb schizolitos,

3) izvirdumiežos jeb vulkānītos.

Katras šīs apakšgrupas iežus vēl var klasificēt tālāk pēc minerāloģiskā sastāva, sevišķi pēc SiO_2 satura:

a) no skābas magmas radušies ieži, t. i. tādi, kuŗos SiO_2 kopējais daudzums (nevien kvarcs, bet arī visos silikātos ietilpstošais SiO_2) ir lielāks par 65%, piem., granīti;

b) no neitrālas — kur SiO_2 ir 52—65%, piem., diorīti;

c) no baziskas — kur SiO_2 ir 45—52%, piem., gabro, bazalts;

d) no ultrabaziskas — kur SiO_2 ir mazāk par 45%, piem., peridotīti.

1. Dziļumieži jeb plūtonīti

Dziļumieži jeb plūtonīti *(Plūtons* — sengrieķu apakšzemes dievs) radušies zemes garozā lielākā dziļumā, zem virsū gulošo iežu un pašas magmas gāzu spiediena un samērā augstā temperātūrā, magmai lēni atdziestot. Sakarā ar to varējuši izveidoties makroskopiski labi atšķirami un visumā vienmērīga lieluma kristalli, kas rada tā saucamo pilnkristallisko jeb holokristallisko graudaino struktūru, kāda raksturīga, piem., granītiem (13. att.). Atsevišķi kristalli var būt arī lielāki (porfiriskos granītos), reizēm īpatnēji veidoti (piem., rapakivi granītu ovoīdi u. c.), tomēr arī pārējās pamatmasas kristalli ir parasti arvien makroskopiski atšķirami.

Dažas dziļumiežu īpatnējās struktūras, kas atšķiras no vienmērīgi pilnkristalliskās, ir:

a) porfirveida struktūra, piem., porfiriskiem granītiem, diorītiem u. t. t. un granītporfiriem, diorītporfiriem u. t. t. — makrokristalliskā pamatmasā atsevišķu minerālu kristalli stipri lielāki, tā ka visumā iezis pa gabalu atgādina porfiru (sk. izvirdumiežus);

b) rapakivi struktūra — rapakivi granītiem — makrokristalliskā granītiskā pamatmasā (kuŗā ietilpst kvarcs un laukspati) ir lieli apaļi vai olveidīgi, sarkani vai brūni mikroklīna kristalli (t. s. ovoīdi), bieži ar zaļganu plagioklaza apvalku (sk. 15. att.); ovoīdos ieslēgti un pamatmasā parasti sastopami arī ragmāņa un biotīta kristalli;

c) l o ž u granītu struktūra — ložu granītiem, diorītiem u. t. t. — pilnkristalliskā pamatmasā lodes veida sastāvdaļas (sk. 14. att.), reizēm deformētas, veidotas no koncentriski sakārtotiem minerāliem (kvarca, laukspatiem, vizlām, ragmāņa).

2. D z ī s l u i e ž i j e b s c h i z o l i t i

Dzīslu ieži jeb schizoliti (no gr. *schizo* — šķelties, *lithos* — akmens) pēc izcelšanās radnieciski dziļumiežiem, jo radušies no magmas diferenciācijas produktiem — skābas, baziskas magmas, vai arī magmas pēdējā šķidrā, gāzēm bagātā atlikuma. Šķidrais, gāzēm bagātais magmas atlikums ir kustīgs un cenšas it sevišķi iespiesties jau sacietējušo iežu plaisās; tā tas veido iežu dzīslas (piem., pegmatītu dzīslas, sk. 17. att.); tomēr ne vienmēr schizoliti sastopami dzīslu veidā, piem., aplīti reizēm veido dziļumiežu masīvu malu zōnas.

Pegmatītiem raksturīga īpatnēja, t. s. p e g m a t ī t i s k ā s t r u k t ū r a (sk. 16. att.) — lielu laukspata un kvarca kristallu saaugumi, reizēm veidojot griezumā it kā rakstu zīmes („rakstu granīti").

Citiem dzīslu iežiem var būt kā holokristalliska, tā arī porfiriska vai smalkgraudaina un blīva struktūra. Bieži dzīslu iežos sastop rūdu minerālus, pusdārgakmeņus (topazu, turmalīnu u. c.) un retos minerālus (berillu u. c.); daži to minerāli radušies sakarā ar dzīslas veidotājas karstās magmas iedarbību uz blakus iežiem (piem., granāti u. c.).

3. Izvirdumieži jeb vulkānīti

Izvirdumieži jeb vulkānīti (*Vulkāns* — romiešu uguns dievs) radušies, magmai izlaužoties zemes virspusē vai arī tuvu tai un ātri sastingstot sakarā ar temperātūras straujo pazeminināšanos. Tāpēc arī izveidojas īpatnēji struktūras veidi:

a) stiklveida struktūra, pilnīgi bez kristalliskas uzbūves — kā sakusušiem stikla gabaliem;

b) porfiriska struktūra — stiklveidīgā vai kriptokristalliskā pamatmasā ieslēgti jau agrāk, pirms magmas sastingšanas izveidojušies un makroskopiski labi saskatāmi minerālu kristalli (sk. 18. att.); tā raksturīga porfiriem un porfirītiem; ja pamatmasa stiklaina, iezi sauc par vitrofiru (lat. *vitrum* — stikls);

c) poraina struktūra — stiklveidīgā vai kriptokristalliskā pamatmasā redzamas poras, kas radušās no magmā ieslēgtām gāzēm; tā raksturīga, piem., daudziem bazaltiem;

d) mandeļiežu struktūra — izveidojas, ja iepriekš minētās porās cirkulējošie šķīdumi sekundāri aizpildījuši tās ar jauniem minerāliem, piem., kalcītu, prēnītu vai citiem (sk. 22. att.);

e) ofītiskā struktūra — tumši zaļganā pamatmasā, kas lielāko tiesu sastāv no augīta, dažādos virzienos ieauguši, bieži krustojoties, stabiņveidīgi plagioklaza kristalli; šī struktūra raksturīga diabaziem (sk. 21. att.).

Magmatisko iežu pārskata tabula

I Vulkāniti jeb izvirdumieži	Amorfa struktūra	Vulkāniskie stikli								
Kainotipie	Bliva, sīkgraudaina, porfiriska struktūra	Liparīti	Dacīti	Trachīti	Daciti	Andezīti	Bazalti	Bazalti	Augitīti	Limburgīti
Palaiotipie		Kvarcporfīri	Kvarca porfīriti	Bezkvarca porfīri, ortofīri	Kvarca porfīriti	Porfīriti	Melafīri, olivīndiabazi	Melafīri, olivīndiabazi		Pikrīti, pikrītporfīriti
II Schizoliti jeb dzīslu ieži	Rupj-un sīkgraudaina, pegmatītiska vai porfīrveida struktūra	Granīt-	Grano diorīt-	Sienīt-	Kvarca diorīt-	Diorīt-	Gabro-	Olivīngabro-		
		pegmatīti, aplīti, lamprofīri								
III Plūtonīti jeb dziļumieži	Porfīrveida struktūra	Granītporfīri	Granodiorītporfīriti	Sienītporfīri	Kvarca diorītporfīriti	Diorītporfīriti	Gabroporfīriti	Olivīngabro porfīriti		
	Pilnkristāliski graudaina struktūra	Granīti	Granodioriti	Sienīti	Kvarca dioriti	Dioriti	Gabro	Olivīngabro	Pirokseniti, hornblenditi	Peridotīti, duniti
Minerāloģiskais sastāvs		Ieži, kuros ir laukspati							Bez laukspatiem, vai arī ar mazu laukspatu daudzumu	
		Pārsvarā kalija laukspati			Pārsvarā plagioklazi					
		Kvarcs	Kvarcs	Bez kvarca	Kvarcs	Bez kvarca	Bez kvarca	Olivīni	Bez kvarca	Olivīni
		Tumšie minerāli: biotits, amfiboli, pirokseni							Piroks., amfiboli	
Vidējais SiO_2 daudzums, I un III grupai		72	66	60	63	58	49	47	52	40
		Skābie, neitrālie, baziskie ieži								

Nogulumu ieži

Nogulumu ieži jeb sedimentieži (no lat. *sedēre* — gulties, nosēsties) radušies no citu — magmatisku, metamorfu vai arī attiecīgi vecāku nogulumu iežu sairšanas produktiem. Saule, vējš, ūdens, ledus un organismi nevien sairdina jau esošos iežus, bet no sairšanas produktiem nogulsnē arī jaunus (sk. nogulumu iežu izveidošanās tabulu 97. lpp.).

Visiem tabulā aplūkotajiem nogulumu iežu veidiem ir kopēja raksturīga pazīme: tie radušies nogulsnēšanās ceļā.

Tā ilgākā laika posmā, sakarā ar mainīgiem nogulsnēšanās apstākļiem (meteoroloģiskām, klimata, zemes garozas u. c. svārstībām), iezis izveidojas slāņains, un katra atsevišķa kārtiņa atbilst tās veidotāju apstākļu summējumam. Protams, vienmērīgos nogulsnēšanās apstākļos (piem., dziļjūras nogulumos) slāņojums mazāk redzams, turpretim mainīgos — ļoti skaidrs (piem., vasaras un ziemas kārtas slokšņu mālos, sk. 37. att.). Reizēm slāņojumu var traucēt vai arī iznīcināt kādi sekundāri apstākļi (piem., ūdens viļņošanās, minerālu pārkristallizēšanās u. c.). Ir arī ieži, kuros īpatnējo nogulsnēšanās apstākļu dēļ nemaz slāņojuma nav vai tas vāji izveidots, piem., šļūdoņa nogulumiem — morēnām (sk. 38. un 39. att.).

Savas veidošanās sākumā gandrīz ikkatrs nogulumu iezis ir mazāk kompakts, bieži pat pilnīgi irdens, sevišķi drupu ieži. Ar laiku gan virsū gulošo iežu spiediens, gan arī ūdeņu izgulsnētās cementētājas vielas, kā arī citi apstākļi veicina iežu sablī-

Nogulumu iežu izveidošanās

Iežu sairšanas produkti

ūdenī nešķīstoši, gan smalkāki, gan rupjāki, it sevišķi mechaniskās sairšanas produkti — no tiem veidojas drupu ieži, piem. smilts, grants, morēnas u. c.

ūdenī vai tanī esošās skābēs šķīstoši, no šķīduma fizikāli ķīmiskos procesos izveidojas jauni ieži:

neorganiskā ceļā, izkristallizējoties no šķīduma, piem., vārāmā sāls.

sakarā ar organismu darbību

organismi tikai veicina ūdenī izšķīdināto sāļu izgulsnēšanos, piem. šūnakmens izveidošanos.

organismi paši veido iežus

ieži rodas, organismiem aktīvi darbojoties līdzi savā dzīves laikā, piem., koraļļu rifi.

ieži rodas no mirušu organismu atliekām

ieži izveidojas no organiskām augu un dzīvnieku atliekām, piem. kūdra, ogles, nafta.

ieži izveidojas no skeletiem un čaulām resp. organiskās izcelšanās neorganiskiem minerāliem, piem. marīnie kaļķakmeņi.

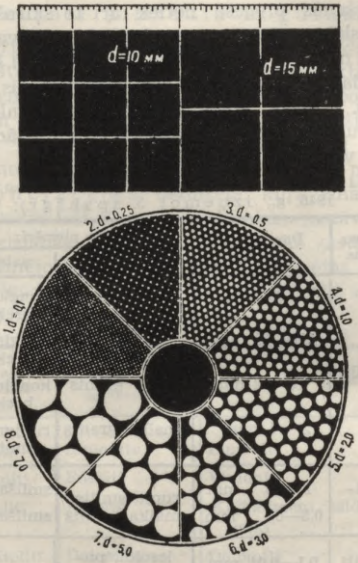
vēšanos un sacietēšanu, piem., no smilts, tai sacementējoties, izveidojas smilšakmens, no kaļķa duļķēm vai kaļķa čaulu un skeletu nogulumiem — kaļķakmeņi. Bet ieža izveidošanās gaitā var mainīties arī tā minerāloģiskais sastāvs, piem., no kaļķa dūņām, ja ar tām reaģē Mg sālis, zināmos apstākļos var izveidoties dolomīts. — Visas šīs minētās iežu pārvērtības, kas tātad norit normālos temperātūras apstākļos ārējo ģeoloģisko spēku darbības rezultātā, sauc par diaģenetiskām, un tās nekad nav tik krasas kā iežu metamorfōze, kas notiek, jau iedarbojoties endogeniem spēkiem (sk. metamorfos iežus). Tomēr dabā iespējamas arī pārejas stadijas, piem., māla slānekļi, kas veidjušies no māla iežiem zem spiediena, pa daļai pieskaitāmi diaģenetiski pārveidotiem, pa daļai (stiprāk pārveidotie) metamorfiem iežiem.

Nogulumu iežus pēc to izveidošanās mēdz dažādi klasificēt, pie kam diaģenetiski pārveidotos un tiem atbilstošos vēl nesaistītos iežus parasti ietilpina kopīgās grupās. Ņemot pamatā iepriekš aplūkotos nogulumu iežu veidotājus elementus un veidošanās norises, tos var iedalīt divās lielās apakšgrupās:

1) drupu iežos, mechaniskos jeb klastiskos sedimentos (klastolitos),
2) fizakāliķīmiskos nogulumu iežos.

1. Drupu ieži jeb klastoliti

Drupu ieži (klastoliti), mechaniskie jeb klastiskie (gr. *klastos* — salūzis) sedimenti



12. att. Drupu iežu graudu rupjuma noteikšanas tabula

Pēc M. Vasiļevska

radušies no ūdenī neizšķīdušiem un ķīmiski nepārveidotiem vai tikai pa daļai pārveidotiem — lielāko tiesu mechaniskās sadēdēšanas produktiem. Tā kā

nogulsnēšanās procesā notiek arī to šķirošana pēc mechaniskā sastāva — graudu lieluma, svara (t. s. mechaniskā diferenciācija), tad šo grupu sīkāk iedala pēc attiecīgā iezī dominējošās graudu frakcijas. Vienīgi šļūdoņa nogulumi izdalīti atsevišķā grupā, jo tur mechaniskā diferenciācija nav notikusi vai arī tā ir ļoti vāja.

Drupu iežu klasifikācija (pēc Pustovalova, 1940. g., izņemot 5. apakšgr.):

Apakšgrupas nosaukums	Dominējošā frakcija	Iežu piemēri:	
		nesaistīti ieži	saistīti ieži
1. Psefitoliti	> 100 mm	akmeņi	konglomerāti, brekcijas
	100—10 mm	oļi	konglomerāti, brekcijas
	10— 2 mm	rupja grants	konglomerāti, brekcijas
	2— 1 mm	smalka grants	rupjgraud. smilšakm.
2. Psammitoliti	1—0,5 mm	rupja smilts	smilšakmeņi
	0,5—0,1 mm	smalka smilts	smilšakmeņi
3. Aleuroliti	0,1—0,01 mm	lesoīdi, putekļu smilts	
4. Pelitoliti	< 0,01 mm	māli	māla slānekļi
5. Morēnas	šļūd. nogulumi ar nešķirotu materiālu — dažādu frakciju maisījumu	morēnu māli, morēnu merģeļi	morēnu konglomerāti

2. Fizikāli ķīmiskie nogulumu ieži

Šie ieži radušies no ūdens un tanī esošo skābju izšķīdinātiem citu iežu sairšanas produktiem. No šķīdumiem tie izgulsnējušies gan tīri neorganiskā ceļā, gan ar organismu starpniecību, sevišķi kā to atliekas. Fizikāli ķīmiskie nogulumu ieži veidojas lielāko tiesu ķīmiskos procesos — t. s. ķīmiskās diferenciācijas rezultātā, kuŗā zināmos apstākļos rodas ieži ar noteiktu ķīmisko sastāvu. Tādēļ arī tos vislabāk iedalīt pēc to ķīmiskā sastāva resp. pēc dominējošiem minerāliem. Še minētas tikai tās grupas (nedaudz pārveidotas pēc Pustovalova, 1940. g.),kas sastopamas Latvijā:

Grupas nosaukums	Dominējošie minerāli resp. ķīm. savienojumi	Iežu piemēri
1. Ferroliti	Limonīts	Limonīti
2. Fosforoliti	Fosfāti	Vivianīts
3. Kalcītoliti	Kalcīts	Kaļķakmeņi, saldūdens kaļķi
4. Dolomītoliti	Dolomīts	Dolomīti
5. Sulfātoliti	Sulfāti	Ģipšakmens
6. Kaustobioliti	Ogleklis	Kūdra, brūnogle, sapropelis, bitūminōzi slānekļi

Bieži dabā sastopamas dažādu nogulumu iežu tipu kombinācijas, it īpaši kalcītolitu, dolomītu un mālu. To klasifikācijas tad ir dažādas. Tālāk sniegtas ta-

bulas, kuŗās apvienoti šai grāmatā lietotie apzīmējumi.

I. Kalcīta un dolomīta kombinācijas

Nosaukums		Kalcīta ($CaCO_3$) daudzums %	Dolomīta ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$) daudzums %	$\frac{CaO}{MgO}$ svara attieksme
Kalcītoliti	kaļķakmens	95—100	0— 5	∞—50,1
	dolomītisks kaļķakmens	50— 95	5— 50	50,1—4,0
Dolomītoliti	kaļķains dolomīts	5— 50	50— 95	4,0—1,5
	dolomīts	0— 5	95—100	1,5—1,4

II. Karbonātu un mālu maisījumi

Māla daudzums %	Kaļķainie ieži	Dolomītiskie ieži
0— 5	Kaļķakmens	Dolomīts
5— 10	Merģeļains kaļķakmens	Merģeļains dolomīts
10— 25	Kaļķains merģelis	Dolomītisks merģelis
25— 75	Merģelis (Kaļķa merģelis)	Dolomītmerģelis
75— 90	Māla merģelis	
90— 95	Merģeļains māls (merģeļa māls)	
95—100	Māls	

Metamorfie ieži

Metamorfie (gr. *metamorphosis* — pārveidošanās) ieži radušies no magmatiskiem vai nogulumu iežiem, tiem pārveidojoties kā temperātūras maiņās (lielāko tiesu no tās stipras palielināšanās), tā arī spiediena un apkārtnes ķīmisko apstākļu maiņu rezultātā. Iežu metamorfōzi var radīt tajos pašos esošie cēloņi (a u t o m e t a m o r f ō z e) vai arī ārējie (a l l o m e t a m o r f ō z e).

A u t o m e t a m o r f i e ieži radušies it īpaši no magmatiskajiem iežiem, pēdējiem pārveidojoties atdzišanas laikā un to karsto gāzu, tvaiku un šķīdumu iedarbības rezultātā, kas izplūduši no tās pašas magmas, no kuŗas veidojušies šie ieži. Zināmā mērā autometamorfi ir magmatisko iežu lielais vairums, un šādus maz metamorfizētus iežus nemaz neietilpina šai grupā. Tanī parasti ietveŗ tikai stiprāk metamorfizētos, piem., no peridotītiem vai piroksenītiem izveidojušos serpentīnītus u. c.

A l l o m e t a m o r f o s iežos to pārveidošanos var ierosināt tuvumā esošas svešas magmas augstā temperātūra un no šīs magmas izdalījušās gāzes, tvaiki un šķīdumi, bieži pat līdz 12 km radijā (k o n t a k t a m e t a m o r f ō z e), bez tam kalnu veidošanās procesu radīts spiediens (d i n a m o m e t a m o r f ō z e) vai arī virsū gulošo iežu spiediens (s t a t i s k ā m e t a m o r f ō z e). Tieša karstās, šķidrās magmas iedarbība, tās injekcijas iežos lielā dziļumā (t. s. i n j e k c i j a s m e t a m o r f ō z e s process) rada īpatnēju iežu veidu — m i g m a t ī t u s (gr.

migma — maisījums), kas ir it kā magmatisko un metamorfo iežu maisījumi.

Kombinējoties virsū gulošo masu lielajam spiedienam ar temperātūras paaugstināšanos, sakarā ar iežu iegrimšanu kalnu veidošanās procesos lielā dziļumā, veidojas dziļummetamorfie jeb reģionālmetamorfie ieži; tiem parasta ir liela izplatība (lat. *regio* — apgabals). Spiediena un augstas temperātūras iedarbības rezultātā dziļummetamorfo iežu vairumam izveidojusies slāniska uzbūve,(sk. 71. att.), kādēļ tos dēvē arī par kristalliskiem slānekļiem, piem., gneisi, vizlas, chlōrīta u. c. slānekļi, filliti u. d. c. Iežu prīmārais slāņojums tajos uzglabājies tikai reti, piem., dažos fillitos slokšņu māliem līdzīgs slokšņojums. Parasti redzams tikai sekundārais slāniskums. Dziļummetamorfos iežus, kas radušies no magmatiskiem, sauc par orto-iežiem, bet tos, kas radušies no sedimentiem — par para-iežiem, piem., ortogneiss var būt izveidojies no granīta, paragneiss no kāda mālu ieža.

Metamorfōzes gaitā minerāli pārveidojas, būdami visumā cietā agregātstāvoklī, un rodas tādi minerāli, kas atbilst attiecīgai temperātūrai un spiedienam, pie kam šai procesā liela nozīme ir arī karsto gāzu, tvaiku un šķīdumu klātpienestām sastāvdaļām. Bez tam, kā jau minēts, mainās arī ieža uzbūve resp. minerālu sakārtojums.

Metamorfiem iežiem raksturīga zināmā mērā magmatiskiem iežiem līdzīga kristalliskā uzbūve, tomēr tā pēc savas izveidošanās ir citāda; tādēļ to,

lai atšķirtu, sauc par kristalloblastisku (gr. *blaste* — asns). Vispāri, lai metamorfo iežu uzbūves veidus atšķirtu no līdzīgiem magmatiskos iežos, to nosaukumiem pievieno vārdu blasto- vai -blastisks; piem., blastoporfiriska vai porfiroblastiska struktūra — ir līdzīga porfiriskai, grānoblastiska (lat. *granum* — grauds) — līdzīga pilnkristalliskai u. c.

Visbiežāk konstatējami šādi metamorfo iežu uzbūves veidi:

1) jau minētā slāniskā uzbūve dažādās variācijās atkarībā no slāniskuma paveida (zvīņaina, slokšņaina, lēcveidīga u. c.), it īpaši dziļummetamorfiem iežiem (sk. 71. att.);
2) bez slāniskuma — blīva vai graudaina, it īpaši kontaktmetamorfiem iežiem, piem., kvarcītiem, marmoriem;
3) kataklastiskā uzbūve — kalnu rašanās spiediena radīta, kuŗā kvarca un zem stiprāka spiediena arī citu minerālu kristalli deformēti, sadrupināti, un tad bieži izveidojas kvarca un laukspatu sīkgraudains pildījums starp pārējām ieža sastāvdaļām vai arī citādi spiediena radīti sadrupinājumi.

Metamorfos iežus klasificēt noteiktās norobežotās grupās ir daudz grūtāk nekā pārējos, jo to veidošanā parasti darbojas līdzi vairāki metamorfōzes faktori ļoti dažādās kombinācijās, bez tam katrs metamorfais iezis, piem. jau minētais gneiss,

var būt izveidojies arī no dažādiem izejmateriāliem — gan magmatiskiem, gan nogulumu, gan arī no vecākiem metamorfiem iežiem. Tādēļ pastāv ļoti dažādas to klasifikācijas, kuras diemžēl vēl neviena pilnīgi neapmierina.

Iežu saguluma veidi

Saguluma veidi ir atkarīgi no pašu iežu izveidošanās. Tā magmatiskie ieži, kas radušies no karstās šķidrās magmas, tai vai nu iespiežoties zemes garozas cietajos iežos, vai pat izlaužoties tiem cauri un izplūstot zemes virspusē, veido lielākus vai mazākus masīvus un dzīslas (sk. 17. att.), kuru bazālā jeb saknes daļa vienmēr meklējama lielākā dziļumā. To forma un lielums atkarīgi kā no pašas magmas īpašībām — tās sastāva, temperātūras u. c., tā arī no to iežu pretestības, kas atradušies magmas ceļā. Tādēļ var izveidoties, piem., pavisam sīkas dzīslas, kas redzamas pat no pamatmasīva atrautos gabalos — laukakmeņos un uzskatāmas drīzāk par minerālu agregātu, nevis iezi, un pretstatā — milzu masīvi ar lielu horizontālu un vertikālu izplatību, piem. Dekānā t. s. trapu segas ar 500.000 km² lielu virsu un pāri par 1000 m biezas; Somijā Vīpuru rapakivi granītu masīvs ir ar 12.000 km² lielu platību. Šo masīvu un citu magmatisko iežu iegulu veidus še sīkāk neaplūkosim, jo Latvijā tie sastopami pārāk lielā dziļumā.

Nogulumu iežiem to izveidošanās atkal nosaka īpatnēju saguluma veidu — visbiežāk slā-

ņ a i n u (sk. 27. un 37. att.). Dažāds materiāls, tā nogulsnēšanās apstākļi un šo apstākļu maiņas savukārt rada nevien dažādus slāņu resp. slāņaino nogulumu iežu veidus, bet arī vienu un to pašu slāni var izveidot dažādās vietās dažādu; piem., smilšu nogulumi jūrā upes grīvas tuvumā var būt biezāki nekā tālāk no tās, pie tam — jo tālāk, jo materiāls arī būs smalkāks, mālaināks; vēl tālāk, dziļāk jūrā šis pats slānis var pamazām pāriet māla un kaļķu duļķu nogulumos, no kuŗiem ar laiku izveidosies merģelis un kaļķakmens. Šos v i e n a v e c u m a slāņa dažādos veidus, kas radušies atkarībā no dažādiem izveidošanās apstākļiem, sauc par f a c i j ā m (lat. *facies* — seja).

Kāds slānis var zināmā joslā nevien kļūt plānāks, bet arī pilnīgi izbeigties, i z ķ ī l ē j o t i e s (tas novērojams bieži ģipšakmeņos un vispāri seklu baseinu nogulumos); ja šāda izķīlēšanās notiek uz visām pusēm, izveidojas l ē c v e i d ī g a iegula (sk. 75. att.), piem., lēcveidīgas māla iegulas ir vidusdevona smilšakmenī.

Ja zemes vēstures gaitā ilgākā laika periodā kādā apvidū nepārtraukti norisinās nogulsnēšanās process, parasti gan ar mainīgu intensitāti un dažādu iežu sastāvu, tad tomēr visas šīs iežu serijas atsevišķi slāņi sagul savā starpā saskanīgi, vairāk vai mazāk parallēli. Tādu saguluma veidu sauc par k o n k o r d a n t u (lat. *concors* — saskanīgs). Turpretim, ja nogulsnēšanās gaitā rodas pārtraukums un pēc tā atkal virsū uzgulsnētie ieži vairs negul

saskanīgi ar iepriekšējiem, tad starp abām serijām rodas d i s k o r d a n c e (lat. *discors* — nesaskanīgs), un šādu sagulumu sauc par par d i s k o r d a n t u. Nogulsnēšanās pārtraukuma laikā jau agrāk izveidotos iežus var deformēt zemes iekšējie spēki, piem., tos sakrokot vai sasliet, un bez tam uz to virsu parasti vienmēr iedarbojas ārējie spēki, piem., upes var tanī iegrauzt savas ielejas, jūra — izveidot savā piekrastē abrāzijas līdzenumu u. t. l. Šādas diskordances virsas rodas it sevišķi kalnu veidošanās periodu beigās un vispāri pēc kāda apvidus pacelšanās virs jūras līmeņa. Spilgta diskordance Latvijas pamatnē ir lielā dziļumā starp prekembrija pamatklintāju — senu nodeldētu kalnāju virsu, un tai uzgulošiem palaiozōja iežiem; tāpat diskordance ir starp silūra slāņiem un vidusdevonu, starp devonu un permu, starp pēdējo un mezozōja formācijām u. t. l. Beidzot kvartārie nogulumi uzgul diskordanti virs dažādiem mūsu pamatiežiem, kuŗu virsa, pacēlusies virs jūras līmeņa, ilgus gadu miljonus bija pakļauta ārējo spēku iedarbībai (sk. Latvijas ģeoloģisko kopprofilu grāmatas beigās).

M e t a m o r f i e ieži — kā jau agrāk minēts — radušies kā no magmatiskiem, tā nogulumu iežiem; tādēļ arī to saguluma veidos, gan mazāk skaidri un reizēm pat pavisam grūti atšifrējami, atspoguļojas iepriekš minēto iežu grupu saguluma tipi.

Iežu ģeoloģiskais vecums

Ieži sākuši veidoties jau tad, kad, ugunīgi karstai zemes lodei atdziestot, radās pirmais tās cietais apvalks. Kopš tā laika gadu miljonos un miljardos risinājušies zemes vēstures notikumi, atspoguļodamies tās iežu uzbūvē un sakārtā kā grāmatas lapās.

Zemes vēsturi un tās gaitā radušos iežu kompleksus iedala lielos posmos — ērās, tās savukārt — periodos jeb formācijās un pēdējās vēl sīkāk — nodaļās, stāvos, horizontos u. t. t. Katru posmu apzīmē gan sevišķiem nosaukumiem, gan burtiem (sk. tabulu 110.—111. lpp.). Šie iedalījumi dažādās zemēs var būt atšķirīgi, jo tie viscauri vēl nav saskaņoti, it īpaši zemes vēstures vecākos posmos un atsevišķu periodu sīkākā sadalījumā, piem., proterozōja iedalījums Fennoskandijā ir citāds nekā N-Amerikā, silūru tagad arvien biežāk sadala divās patstāvīgās formācijās — ordovicijā (ap. sil.) un silūrā (augš. sil.), devona sīkākais iedalījums Latvijā ir citāds nekā, piem., Vācijā u. t. t.

Vislabāk zemes vēstures gaita atspoguļojas nogulumu iežos, sevišķi tādos, kuŗos atrod to rašanās laikā dzīvojušo augu un dzīvnieku atliekas jeb f o s i l i j a s (lat. *fossilis* — izrakts). It sevišķi svarīgas nogulumu iežu relātīvā vecuma noteikšanā ir t. s. vadfosilijas — tādu dzīvnieku un augu pārakmeņojumi vai vispāri atliekas, kas dzīvojuši tikai zināmā zemes vēstures posmā, bet ļoti plašos reģionos; piem., mūsu silūra laukakmeņos bieži atrodamie

Ēras, formāciju grupas		apzīm.	Periodi, formācijas		apzīm.
Kainozōjs . . .		Kz	Kvartārs		Q
			Terciārs		Tr
Mezozōjs . . .		Mz	Krīts		Cr
			Jura		J
			Triass		T
Palaiozōjs . . .		Pz	Perms		P
			Karbons		C
			Devons		D
			Silūrs		S
			Kembrijs		Cm
Prekembrijs	Proterozōjs . . .	Pt	Algonkijs	Jotnijs Jatūlijs Kalevijs	Alg
	Archajs: Archaiozōjs . . .	Ar		Botnijs Svionijs	
	Eozōjs . . .	Ez			
	Azōjs . . .	Az			

* — Latvijā nav sastopami, + sastopami zemes virspusē vai atsegumos.

iedalījums:

Nodaļas un stāvi	apzīm.	Per. ilgums milj. gados (pēc Holmsa 1937. g.)	Sastopamība Latvijā*
Holocēns	Q_2	0,8	+
Pleistocēns	Q_1		
Neogens: Pliocēns	N	63	—
Neogens: Miocēns			
Palaiogens: Oligocēns	Pg		
Palaiogens: Eocēns			
Palaiocēns			
Augšējais	Cr_2	43	—
Apakšējais	Cr_1		
Augšējais (malms)	J_3	45	—
Vidējais (dogers)	J_2		+
Apakšējais (liass)	J_1		—
Augšējais (keupers)	T_3	36	—
Vidējais (gliemju kaļķis)	T_2		—
Apakšējais (raib. smilšakm.)	T_1		+
Augšējais (cechšteins)	P_2	38	+
Apakšējais	P_1		—
Augšējais (Urala stāvs)	C_3	52	—
Vidējais (Maskavas „)	C_2		
Apakšējais (Dinanas „)	C_1		
Augšējais	D_3	36	+
Vidējais	D_2		+
Apakšējais	D_1		—
Augšējais (silūrs, gotlandijs)	S_2	34	(+)
Apakšējais (ordovicijs)	S_1	50	(+)
Augšējais	Cm_3	88	—
Vidējais	Cm_2		—
Apakšējais	Cm_1		(+)
	—		(+)

(+) konstatēti vai sagaidāmi urbumos lielākā dziļumā

galvkāji *Endoceras sp.* (sk. 42. att.), kas ap. silūrā (ordovicijā) dzīvojuši nevien N-Eiropā, bet arī N-Amerikā un Ķīnā. Ja kādā jaunatrastā slānī atrodam šādu vadfosiliju, tad pēc tās var noteikt ieža vecumu resp. tā piederību pie noteiktas ģeoloģiskas formācijas, nodaļas vai stāva.

Ir arī mēģinājumi pēc nogulumu iežu petrografiskā sastāva noteikt to vecumu, piem., savā laikā domāja, ka Latvijas brūnogles radušās terciārā, tāpat kā Vācijā, un senāk bija parasts uzskats, ka visas akmeņogles izveidojušās karbonā. Bet fosiliju atradumi ir pierādījuši, ka Latvijas brūnoglei ir lielāks vecums, tāpat dažu akmeņogļu rašanās notikusi arī citos periodos u. t. l.

Izrādās, ka tāpat kā dažādos laikmetos var izveidoties līdzīgi ieži, tā arī vienā un tai pašā laikā dažādos apstākļos rodas ļoti dažādi ieži resp. dažādas to facijas, reizēm pat nelielā attālumā, piem., Latvijas augšdevona c horizontā Salaspils tuvumā ir ģipšakmeņi — bet turpat blakus Doles salā šai pašā horizontā — glūdas un merģeļi. Ir gan tādi zemes vēstures posmi, kad kādā plašā apvidū vai pat vairākos atsevišķos rajonos bieži sastopams kāds viens iežu tips, piem., karbonā — akmeņogles, pleistocēnā — šļūdoņa nogulumi; tomēr galvenie nogulumu iežu vecuma noteicēji ir fosilijas. Tikai tad, ja tajos fosiliju nevar atrast, vecumu noteicot, jāņem vērā to saguluma veids (ja slāņi nav stipri deformēti, jaunākie pārsedz vecākos), tanīs esošie minerāli, citu

iežu gabali (šļūdoņa nogulumos, mālos) un citas pazīmes.

Magmatiskos iežos fosiliju nav; tādēļ arī to vecums jānosaka pēc to ieguluma veida un attiecīgās magmas iedarbības uz blakus iežiem, piem., kāds izvirdumieža masīvs ir jaunāks par nogulumu iežiem, kuŗus tas šķērso vai pārklāj, bet vecāks par virsū uzgulsnētiem nemetamorfizētiem iežiem. Šeit izveidojušies daudz īpatnēju noteikšanas paņēmienu, kuŗus neaplūkosim, jo Latvijā magmatisko iežu masīviem varam uzdurties tikai sevišķi dziļos urbumos.

Tas pats attiecas arī uz metamorfiem iežiem, jo arī tajos, kas radušies no nogulumu iežiem, fosiliju kontūras parasti metamorfōzes procesā iznīcinātas vai kļuvušas neskaidras. Tādēļ arī šeit vecuma noteikšanā sevišķa vērība jāpiegriež sagulumam un kontakta parādībām.

Magmatiskie un metamorfie ieži radušies lielāko tiesu tais zemes vēstures posmos un tādos apvidos, kur norisinājušies kalnu veidošanās procesi, piem. t. s. Baltijas vairogā, tātad arī Latvijā — prekembrijā, bet citur, sevišķi kroku kalnu rajonos, arī samērā jaunākā laikā, piem., Norveģijā, Skotijā — Kaledonijas kalnu veidošanās periodā (silūrā, devonā), Vidusvācijā, Uralos — varisku kalnu veidošanās periodā (karbonā, permā), Alpos, Karpatos — mezozōjā un kainozōjā, un ir vietas, kur šie procesi turpinās arī tagad (Vidusjūras rajonā, ap Kluso okeanu u. c.).

Latvijā sastopamie šļūdoņa atnestie magmatiskie un metamorfie ieži nākuši no Baltijas vairoga ziemeļu apgabaliem, un tādēļ gandrīz visi ir prekembrija vecuma.

Lai varētu labāk orientēties par iežu relātīvo vecumu, 110.—111. lpp. tabulas veidā sniegts zemes vēstures vispārējais iedalījums ar pieņemtajiem formāciju apzīmējumiem. Latvijā sastopamo formāciju sīkāks stratigrafiskais iedalījums un svarīgāko iežu sakārtojums pēc vecuma pārskatāmi parādīts Latvijas ģeoloģiskā kopprofilā grāmatas beigās.

Norādījumi iežu noteikšanai pēc to ārējā izskata

Pirms iežu noteikšanas ieteicams:

1) iepazīties ar galveniem iežos sastopamiem minerāliem, sevišķi kvarcu, laukspatiem, vizlām, ragmāni, augītu, kalcītu, dolomītu, ģipsi, mālu minerāliem u. c., — pēc noteicējā un minerāloģijas mācības grāmatās minētiem datiem vai, vislabāk, pēc iepriekš pareizi noteiktiem minerālu paraugiem;
2) iepazīties pēc šā noteicēja vai arī kādas petrografijas mācības grāmatas ar iežu vispārējo iedalījumu un galvenām to struktūras īpatnībām;
3) cik iespējams, iepazīties mūzejos, kollekcijās un citur ar pareizi noteiktiem iežu paraugiem, salīdzināt tos arī ar noteicēja aprakstiem, cenšoties atrast ieža raksturīgākos minerālus un

uzbūves īpatnības; pie tam jāiegaumē, ka ar kādu nosaukumu apzīmēts iezis, piem., gneiss, nebūt nav pilnīgi noteikts savā sastāvā un ārējā izskatā, jo dabā iespējamas dažādas variācijas, un katrs nosaukums īstenībā atbilst vairāku savā starpā līdzīgu iežu grupai, kuŗas daži individi var veidot it kā pāreju uz kādu kaimiņu grupu ar pavisam citu nosaukumu, piem., starp kaļķakmeņiem un dolomītu vai gneisu un vizlas slānekli iespējamas visdažādākās pārejas.

Tādēļ precīzi noteikt iežus resp. to minerāloģisko sastāvu var tikai ar polārizācijas mikroskopa, ķīmisku analižu u. c. precīzu petrografisku metožu palīdzību. Pēc ārējā izskata iespējams droši noteikt un pazīt tikai sevišķi raksturīgus iežus, bet pārējos tikai aptuveni, it īpaši daudzus magmatiskos un metamorfos iežus. Tādēļ arī šīs grāmatas iežu noteicējā gala rezultātā minēti reizēm kopā vairāki ieži vai vesela to grupa; tālākai noteikšanai tad jāizmanto grāmatas beigu daļā sniegtie sīkākie iežu apraksti, uz kuŗiem arī attiecas noteicējā blakus iežu nosaukumiem atzīmētie numuri.

Noteicot kādu iezi, neņemt pārāk sīku tā paraugu. Jo lielāks paraugs, jo vieglāk iespējams konstatēt ieža uzbūves īpatnības. Parasti lieto gabalus plaukstas lielumā. Cietiem iežiem, sevišķi laukakmeņiem, vismaz vienā pusē jāatskalda ar veseri svaiga lūzuma virsa, lai varētu noteikt minerālus un to graudu rupjumu. Turpretim citas uzbūves īpatnības, piem., slāniskums, rapakivi struktūra u. c., bieži

vien vislabāk vērojamas dabiski nogludinātā un pa daļai apdēdējušā akmens virsā.

Mūsu noteicējā galvenā vērība vispirms pievērsta iežu spilgtākām ārējām īpatnībām — iežu uzbūvei, kas konstatējama gan ar tausti (drupanums), gan redzi (ja nepieciešams, jāņem palīgā arī lupa, piem., lai saskatītu kvarcītā drupu ieža struktūru). Tālāk bieži jākonstatē ar sālssābes palīdzību minerāli dolomīts vai kalcīts. Tādēļ ekskursijās jāņem līdzi atšķaidīta (5—10%) sālsskābe. Par dolomīta un kalcīta (resp. kaļķakmens) noteikšanu norādījumi ir jau minerālu noteicējā; vēl jāatzīmē — lai no dolomīta ieža gabala ar atšķaidītu sālsskābi izdalītos CO_2, tā virsa jānobrāž ar veseļa uzsitienu (tā dabūjam dolomīta pulveri!). Ieteicams iepriekš ievingrināties k v a n t i t ā t ī v i pēc CO_2 izdalīšanās spēcīguma atšķirt kaļķakmeni no dolomīta un kaļķaina dolomīta ar atšķaidītas sālsskābes palīdzību, jo ekskursijās nav iespējams lietot koncentrēto sālsskābi.

Noteicējā izlietots arī i e ž u c i e t ī b a s jēdziens, kas gan nav tik precīzs kā minerālu cietība, jo iezis sastāv no vairākiem minerāliem vai arī viena minerāla daudziem graudiem. Tomēr cietība ir zināmā mērā raksturīga iezīme tiem smalkgraudainiem, kriptokristalliskiem vai zemjainiem iežiem, kas sastāv gandrīz tikai no viena minerāla, piem., kvarcītam, vai arī no vairākiem minerāliem ar līdzīgu cietību, piem., leptītam. Tādēļ, cietību pārbaudot, nevajag skrāpēt parallēli ieža slāņojumam vai slāniskumam, bet izvēlēties gludu un cik iespējams

viendabīgu virsu bez lielākiem minerālu graudiem. Jāievēro vēl, ka apdēdējis vai sadēdējis iezis ir parasti drupanāks, mazāk izturīgs pret skrāpēšanu — tātad ar mazāku cietību. Var izšķirt šādas trīs aptuvenas iežu cietības pakāpes:

1) mīksts — ieskrāpējams ar nagu;
2) vidēji ciets — viegli ieskrāpējams ar nazi, bet neieskrāpējams ar nagu;
3) ciets — nav vai grūti ieskrāpējams ar nazi.

Drupu iežu graudu rupjumu noteicot, ieteicams iepriekš ievingrināties atsevišķu frakciju atšķiršanā. Frakcijām, lielākām par 0,1 mm, var izmantot pielikumā esošo tabulu, ņemot palīgā arī lupu (10—12×); 0,1—0,01 mm frakciju var noteikt, paberžot pirkstos: sajūtams it kā ļoti smalkas smilts un māla daļu maisījums, un pirksti kļūst putekļaini; māla daļas (< 0,01 mm), saberzētas pirkstos, pilnīgi atgādina miltus.

Nogulumu iežu precīzai vecuma noteikšanai svarīgi pazīt tanīs sastopamās fosilijas. Šai grāmatā iežu aprakstos minētas tikai dažas raksturīgākās un noteikšanā nepieciešamās līdz ar to zīmējumiem. Fosiliju precīzai noteikšanai nepieciešams vispirms tās rūpīgi izpreparēt no ieža un tad lietot kādu speciālu noteicēju, fosiliju aprakstus vai arī salīdzināt ar pareizi noteiktiem paraugiem kollekcijās. Bet viss tas ietilpst jau palaiontoloģijas sfērā — mācībā par senāko ģeoloģisko laikmetu dzīvniekiem un augiem.

Latvijā biežāk sastopamo iežu noteicējs pēc ārējā izskata

1. Iezī dominē vai vismaz apmēram puse ir organisko augu atlieku, organiskās masas vai ogles 67

— Iezī organisko atlieku nav vai maz, tas sastāv lielāko tiesu no neorganiskiem minerāliem (viena vai vairākiem) 2

2. Iezis vairāk vai mazāk kompakts, izkaltis uzglabā savu formu 3

— Iezis sausā veidā irdens vai viegli drūpošs 63

3. Makroskopiski saskatāma drupu ieža struktūra — iezis sastāv no savā starpā vairāk vai mazāk sacementētiem minerālu vai iežu gabaliem vai graudiem 4

— Iezim citāda uzbūve — rupjkristalliska, sīkkristalliska, porfiriska vai arī pilnīgi blīva, kur atsevišķi kristalli nav saskatāmi (reizēm tikai pēc ārējā izskata atgādina kristallisku uzbūvi, piem., kvarcītos) 16

4. Iezis sastāv no mēchaniski ļoti nevienmērīga materiāla — sākot ar māla frakciju līdz oļiem vai pat akmeņiem, parasti nav slāņots 5

— Graudu rupjums samērā vienmērīgs . . . 6

5. Iezis ūdenī sairst vai atmiekšķējas . . . *Morēnu māla merģeļi un māli (51.)*

— Iezis ūdenī nesairst, tā atsevišķie graudi sacementēti ar kaļķi vai dzelzs savienojumiem . . . *Kvartārie konglomerāti (30.)*

6. Graudi rupjāki par 1 mm 7

— Graudi smalkāki par 1 mm 10

7. Iezis sastāv no sacementētiem noapaļotiem iežu vai minerālu gabaliem, reizēm ar niecīgu smilšu piejaukumu 8

— Iezis sastāv no sacementētiem šķautnainiem gabaliem 9

8. Iezis ciets, cementētāja viela kvarcs vai citi minerāli, no kuŗiem ar sālsskābi CO_2 neizdalās; laukakmens . . . *Prekembrija konglomerāti (86.)*

— Iezis mīkstāks, cementētāja viela un vairums oļu viegli ieskrāpējami ar nazi; ar atšķ. sālsskābi izdalās CO_2 kā no cementētājas vielas, tā arī no oļu lielākās daļas . . . *Kvartārais grants konglomerāts (30.)*

9. Iezis ciets, ar nazi neieskrāpējams vai grūti ieskrāpējams; no cementētājas vielas ar sālsskābi CO_2 neizdalās; laukakmens . . . *Prekembrija brekcijas (87.)*

— Iezis mīkstāks, viegli ieskrāpējams ar nazi; ar atšķ. sālsskābi izdalās CO_2 kā no sace-

mentētiem gabaliem, tā arī no cementētājas vielas . . . . . *Brekciōzie dolomīti (66d.) vai kalķakmeņi (56.)*

10. Iezis ciets, nav ieskrāpējams ar nazi, nesairst skābēs, cementētāja viela — SiO_2; kvarca graudi it kā sakusuši kopā; laukakmens . . . . . *Kvarcīti (85.)*

— Iezis mīkstāks, ieskrāpējams ar nazi, sairst skābēs vai pat ūdenī 11

11. Ar sālsskābi izdalās CO_2 14

— CO_2 neizdalās; iezī smilšu graudi sacementēti ar mālu vai dzelzs hidroksidu (tad iezis rūsgans vai sarkans) 12

12. Iezis balts, zilgans vai iedzeltens, viegli sadrupināms, cementētāja viela māls, reizēm ļoti niecīgā daudzumā . . . *Devona baltais, zilganais vai dzeltenais smilšakmens (32.—33.)*

— Iezis rūsgans, cietāks par iepriekšējo, cementētāja viela māls un dzelzs hidroksids, reizēm lielāko tiesu tikai pēdējais 13

13. Iezis plānā slānī (parasti 5—35 cm) sastopams zem izskalotām gaišām kvartārām smiltīm apm. 0,5—1 m dziļumā . . . *Rūsakmens (41.)*

— Iezis ļoti biezs, samērā viegli sairdināms . . . *Devona sarkanie smilšakmeņi (31., 33.)*

14. Iezis parasti sastāv no atsevišķām vai savā starpā saistītām, ar kaļķi sacementētām

smilšakmens lodītēm, kuŗu starpā irdenāks materiāls . . . . *Lodīšu smilšakmens (34.)*

— Iezis ar samērā vienmērīgu uzbūvi 15

15. CO_2 ar atšķ. sālsskābi izdalās spēcīgi . . . *Kalķainie smilšakmeņi (34.)*

— CO_2 ar atšķ. sālsskābi izdalās vāji . . . *Devona dolomītiskie smilšakmeņi (35.)*

16. Iezis slāņots 17

— Iezis nav slāņos 34

17. Iezis sastāv no vairākiem makroskopiski atšķiŗamiem un noteicamiem minerāliem; laukakmens 18

— Iezis sastāv gandrīz tikai no viena minerāla vai arī no tik smalkiem vairāku minerālu graudiem, ka grūti tos atšķirt 21

18. Kvarcs ir 19

— Kvarca nav, iezis tumšs, sastāv no laukspatiem un amfiboliem, laukakmens. . . . *Amfibolīts (82.)*

19. Sastopami laukspati un vizlas, bieži arī ragmānis, augīts u. c. tumšie minerāli . . . *Gneisi (77.), granītgneisi (1g.), migmatīti (78.), leptīti (79.)*

— Laukspatu nav vai ļoti maz 20

20. Iezis sastāv no kvarca un vizlas . . . *Vizlas slānekļi (80.)*

— Iezis sastāv no kvarca un ragmāņa . . . *Ragmāņa slāneklis (83.)*

— Iezis sastāv no kvarca un chlōrīta . . . *Kvarca chlōrīta slāneklis (84.)*

— Iezis grūti ieskrāpējams ar nazi, sīkgraudains, lielāko tiesu tumši pelēks . . . *Leptīti (79.)*

34. Iezis mīksts, ieskrāpējams ar nagu 35

— Iezis cietāks, nav ieskrāpējams ar nagu . 37

35. Ar sālsskābi izdalās CO_2 . . . *Merģeļa māli un māla merģeļi (44.—45., 48.—49.)*

— CO_2 neizdalās 36

36. Iezis sastāv no šķiedru ģipša kristalliem . . . *Šķiedru ģipsis*, sk. *ģipšakm. (70.)*

— Iezis mālains, ar naga virsu paberžot, kļūst spīdīgs . . . . *Māli (43.—46., 48.—49.)*

37. Iezis sastāv no makroskopiski saskatāmiem kristalliem, vai arī homogenā pamatmasā redzami atsevišķi kristalli vai noapaļoti mandeļveidīgi ieslēgumi 40

— Minerālu kristalli makroskopiski nav skaidri saskatāmi un noteicami, iezis blīvs vai porains 38

38. Ar sālsskābi izdalās CO_2 28

— CO_2 neizdalās 39

39. Iezis tumšs vai melns, blīvs vai sīkgraudains, retāk porains, sastopams tikai kā laukakmens . . . *Bazalti (26.), sīkgraudains diabazs (24.)* un citi *sīkgraudaini* vai *blīvi baziski ieži* (sk. magmatisko iežu tabulu 95. lpp.).

— Iezis ar rūsganu apdēdējušo virsu, parasti stipri porains vai pat ložains; purvos zem

velēnu kārtas un dolomītu tukšumos; rada brūnu svītru uz raupjas porcelāna virsas *Blīvie limonīti (53.)*

— Iezis balts vai gaiši sārts, smalkgraudains; laukakmens . . . . . *Aplīts (13.)*

40. Pilnkristalliska struktūra — iezī viscauri kristalli makroskopiski saskatāmi 41

— Porfiriska vai mandeļiežu struktūra — blīvā vai sīkkristalliskā pamatmasā atsevišķi labi saskatāmi kristalli vai ieslēgumi; laukakmeņi 57

41. Minerālu sakārtojums bez sevišķas likumības 44

— Minerālu sakārtojumā redzama pegmatītiska, rapakivi, ložu granītu, porfirveidīga vai ofītiska struktūra; laukakmeņi 42

42. Pegmatītiska struktūra . . . *Pegmatīti (12.), pegmatītiski granīti (1i.)*

— Rapakivi struktūra . . . *Rapakivi granīti (1k.)*

— Ložu granītu struktūra . . . *Ložu granīti (1h.), ložu diorīti (5.) u. c.*

— Porfirveidīga struktūra 43

— Ofītiska struktūra, iezis tumšs, bieži zaļgans . . . *Diabazi (24.), ofītiskie gabro (6.)*

43. Kvarcs ir . . . *Granītporfiri* un *porfiriski granīti (1e.)*

— Kvarca nav . . . *Sienītporfirs, porfirisks sienīts (4.); diorītporfirīts un porfirisks diorīts (5.), gabro porfirīti (6.)*

44. Iezis sastāv no vairākiem minerāliem; laukakmens 45

— Iezis sastāv gandrīz tikai no viena minerāla 52

45. Kvarcs ir 46

— Kvarca nav 48

46. Iezis gaišs, tumšo minerālu nav vai ļoti maz 47

— Tumšie minerāli un vizlas vienmēr iezī sastopami, kaut arī nelielā daudzumā; galvenās sastāvdaļas — kvarcs, laukspati un vizlas vai ragmānis . . . *Granīti (1.), kvarca sienīts, grānosienīts, kvarca diorīts, grānodiorīts (2.)*

47. Parasti sīkgraudains, gaišs, lielāko tiesu balts iezis, sastāv no kvarca un laukspatiem; bieži tanī sastopami arī granātu kristalli vai to agregāti . . . . . *Aplīti (13.)*

— Iezis balti brūns vai sārti zaļš; galvenie minerāli — laukspati un epidots, ir arī chlōrīts un kvarcs; parasti gaišs, lielāko tiesu balts laukspats kopā ar sarkanbrūnu epidotu un brūnu chlōrītu vai iesarkans laukspats ar zaļu epidotu un zaļu chlōrītu . . . *Helsinkīts (3.)*

48. Laukspati ir 49

— Laukspatu nav, iezis tumši zaļgans, sastāv lielāko tiesu no olivīna un pirokseniem vai citiem tumšiem minerāliem, kas atšķiras no olivīna ar savām skaldnības plāksnēm un tādēļ atgādina it kā ieslēgumus tanī . . . *Peridotīts (10.)*

49. Tumšo minerālu maz vai vidēji daudz, bet ne vairāk par $^1/_3$ 50

— Tumšo minerālu daudz — vairāk par $^1/_3$ . . . *Gabro (6.), amfibola sienīti (4b.), piroksena sienīti (4c.), biotīta sienīti (4d.)*

50. Iezis sastāv no laukspatiem un tumšiem minerāliem 51

— Iezī iepriekš minētie minerāli un nefelīns . . . *Nefelīna sienīts (4e.)*

— Iezis sastāv no laukspatiem un epidota, arī chlōrīta; tumšo minerālu ļoti maz vai nav nemaz; iezis balti brūns vai sārti zaļš . . . *Helsinkīts (3.)*

51. Iezis gaišs, lielāko tiesu pelēks vai iesārts, dominē ortoklazs vai mikroklīns . . . *Sienīti (4.)*

— Iezis parasti zaļgans, reizēm tumšs, pat zaļgani melns; dominē plagioklazi . . . *Diorīti (5.)*

52. Iezis ciets, neieskrāpējams vai grūti ieskrāpējams ar nazi; laukakmens 55

— Iezis vidēji ciets, viegli ieskrāpējams ar nazi 53

53. Ar sālsskābi izdalās CO_2, iezis lielāko tiesu gaišs 54

— CO_2 neizdalās, iezis tumšs, zaļgans; laukakmens . . . . . *Serpentīnīts (88.)*

54. CO_2 ar atšķaidītu sālsskābi izdalās spēcīgi . . . *Rupjgraudains kristallisks kalķakmens (56.), marmors (89.)*

— CO_2 ar atšķaidītu sālsskābi izdalās vāji . . . *Rupjgraudains kristallisks dolomīts (65., (66a.), marmors (89.)*

55. Iezis sastāv no savā starpā sakusušiem kvarca graudiem, parasti iesarkans . . . *Kvarcīti (85.)*

— Kvarca nav, iezis pelēks, zaļganpelēks vai melns 56

56. Iezis zaļganpelēks, rupjgraudains, sastāv no plagioklaza ar niecīgu tumšo minerālu piejaukumu; redzamas labas skaldnības plāksnes . . . . . *Anortozīts, labradorīts (7.)*

— Iezis tumši zaļš, sīkgraudains, apdēdējušā virsā iedzeltens, sastāv no olivīna; skaldnības plākšņu neredz . . . . *Dunīts (11.)*

— Iezis melns vai zaļgani melns, sastāv no pirokseniem vai ragmāņa; minerālu graudos redzamas skaldnības plāksnes . . . *Piroksenīti (8.), hornblendīts (9.)*

57. Pamatmasa blīva vai sīkgraudaina; ieslēgumi tanī prīmāri, vairāk vai mazāk skaidru kristallu formā 58

— Tumšā blīvā pamatmasā poras un mandeļveidīgi sekundāru minerālu ieslēgumi . . . *Mandelieži (25.)*

58. Ieslēgumos lielāko tiesu kvarcs un laukspati 59

— Ieslēgumos nav kvarca 60

59. Pamatmasa sarkana . . . *Baltijas jūras sar-*

kanais kvarcporfirs (14.), Ölandes kvarcporfiri (16.), Sernas kvarcporfirs (19a.), Sjögelö porfirs (20.)

— Pamatmasa brūna, pelēkbrūna, pelēka vai pat melna . . . *Baltijas jūras brūnais kvarcporfirs (15.), Ölandes kvarcporfiri (16.), Hoglandes kvarcporfirs (17.), Botnijas porfiri (18.), Sernas kvarcporfirs (19a.)*

60. Tumši pelēkā vai melnā pamatmasā līdz 2 cm lieli plagioklazu kristalli, kas parasti ieža virsā izskatās stabiņveidīgi . . . *Plagioklazu porfirīti (21.), labradorporfirīts (22.)*

— Laukspatu kristalli sīki, parasti līdz dažu mm lieli, bez tam pamatmasā var būt arī citu minerālu graudu ieslēgumi 61

61. Pelēkzaļā vai tumši zaļā pamatmasā 3—8 mm lieli tumši zaļi uralīta un par tiem sīkāki iezaļganu plagioklazu ieslēgumi; bieži sastopams arī biotīts . . . *Uralītporfirīts (23.)*

— Pamatmasā nav labi saskatāmu uralīta ieslēgumu 62

62. Sarkanā vai brūnā pamatmasā sīki laukspatu kristalli un tumši zaļi chlōrīta ieslēgumi . . . . . *Bredvadporfirs (19b.)*

— Tumši pelēkā, brūnā vai melnā pamatmasā sīki laukspatu kristalli, reizēm korrōdēti vai noapaļoti . . . . . *Botnijas porfiri (18.)*

— Tumšā vai melnā, arī zaļgani melnā pamat-

masā ļoti sīku kristallu ieslēgumi . . . *Bazalti (26.)*

63. Iezis miltveidīgs vai drupatains 64

— Iezis smilšains vai oļains 66

64. Ar atšķaidītu sālsskābi spēcīgi izdalās CO_2; iezis lielāko tiesu balts, mitrs — iepelēks . . . *Irdenie saldūdeņu kalķi (61.)*

— CO_2 neizdalās vai izdalās tikai atsevišķiem graudiem 65

65. Iezis rūsgans, dzeltens vai brūns . . . *Irdenie limonīti (54.)*

— Iezis zilgans . . . . . *Vivianīts (55.)*

66. Iezī dominē graudu rupjums 0,01—0,1 mm; iezi paberžot pirkstos, sajūtams it kā māla daļu maisījums ar ļoti smalku smilti . . . *Putekļu smilts, lesoīdi (42.)*

— dominē graudu rupjums 0,1—1 mm . . . *Smiltis, irdenie smilšakmeņi (31.—33., 37.—39.)*

— Dominē graudu rupjums 1—10 mm . . . *Grants (29.)*

— Dominē graudu rupjums 10—100 mm . . . *Oļi (28.)*

— Iezī visu iepriekš minēto frakciju maisījums . . . *Morēnu smilts (52.), smilšains morēnu māls (51.)*

67. Iezis ūdenī atmiekšķējas vai maina savu formu 69

— Iezis ūdenī neatmiekšķējas 68

68. Iezis melns, sastāv no pilnīgi ieogļotiem koksnes gabaliem — ksillitiem un sablīvētām sīkākām ogļainām daļām; tanī bieži sastopams pirīts un markazīts; SW-Latvijā . . . *Kurzemes brūnogle (72.)*

— Iezis brūns, bitūminōzs, izraibināts baltiem pārakmeņojumiem; laukakmens . . . *Igaunijas degakmens (71.)*

69. Iezis mālains vai arī gļotains (mitrā veidā) 70

— Iezis nav mālains, nedz arī gļotains . . . 72

70. Iezis melns, ogļains un vairāk vai mazāk mālains, krāso ūdeni tumšu; tanī parasti atrod pirīta vai markazīta konkrēcijas; SW-Latvijā . . . *Kurzemes mālainā brūnogle (72.) un melnais ogļainais māls (46.)*

— Iezis parasti tumši pelēks vai iedzeltens, mitrā veidā vairāk vai mazāk gļotains un ūdeni nekrāso tumšu, sakaltis — ciets; sastopams kvartāros nogulumos, parasti ezeros vai zem kūdras 71

71. Neorganisko minerālu mazāk par 50%, iezis tumšs . . . . . *Sapropelis (75.)*

— Neorganisko minerālu vairāk par 50%, iezis gaišāks . . . . . *Sapropelīts (76.)*

72. Iezis dzelteni brūns līdz brūni melnam, sastāv no vairāk vai mazāk ieogļotām, vismaz pa daļai noteicamām augu atliekām; kvartāros nogulumos, it sevišķi purvos . . . *In-*

terglaciālā kūdra (73.), pēcleduslaikmeta kūdra (74.)

— Iezis melns, sastāv no pilnīgi ieogļotiem koksnes gabaliem un smalkas organiskas masas; tanī bieži sastopams pirīts un markazīts, lielāko tiesu konkrēciju veidā; SW-Latvijā *Kurzemes brūnogle (72.)*

Iežu apraksti

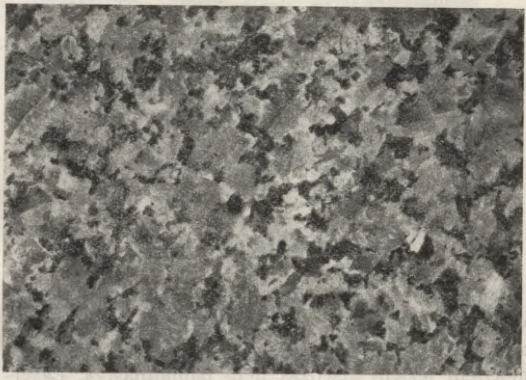
Magmatiskie ieži

Šie ieži Latvijā pazīstami vienīgi laukakmeņu veidā. Tos atsevišķos gabalos šļūdoņi ledus laikmetā atnesuši no Fennoskandijas, kur tie kopā ar metamorfiem iežiem atsedzas lielā pamatmasīvā. Latvijas territorijā šo iežu pamatatrastuve, t. s. prekembrija kristalliskais pamatklintājs atrodas lielā dziļumā un nav vēl līdz šim sasniegts visdziļākos urbumos.

A. DZIĻUMIEŽI JEB PLŪTONĪTI

1. Granīti.

Sastāvs, izskats, pasugas. Granīti ir dziļumieži, kuŗu galvenie minerāli ir kvarcs (20—35%), alkaliju laukspati un plagioklazi (40—60%), bez tam vēl viens vai vairāki no vizlu, amfibolu vai piroksenu (retāk) minerāliem (5—15%). Kā akcesoriskie minerāli minami: granāti, apatīts, turmalīns, magnētīts, ilmenīts,



13. att. Granīta pilnkristalliski graudainā struktūra
Pēc H. Hedströma 1908. g.

titānīts, cirkons, chlōrīts, epidots u. c. Pa lielākai daļai tie saskatāmi tikai mikroskopā. No laukspatiem granītos visvairāk ir ortoklaza un mikroklīna. Parasti tie ir gaišās krāsās — baltā, pelēkā, iezaļganā, bet visvairāk sarkanā (gałas krāsā). Parastajos granītos ietilpst, gan mazākos daudzumos nekā kalija laukspats, arī plagioklazi, visbiežāk oligoklazs. To krāsa ir balta, iedzeltena vai zaļgana, graudu apjoms mazāks nekā kalija laukspatiem, bet apveids vairāk idiomorfs. Laukspatu un kvarca krāsa parasti nosaka visa ieža kopkrāsu, kādēļ granīti ir vis-

vairāk gaišās krāsās: gaišpelēki, pelēki vai iesārti ar labi saskatāmiem tumšo minerālu ieslēgumiem. Granīti, kuŗos daudz tumšo minerālu vai arī dzelzs un titāna oksidu, ir tumšākās krāsās.

Atkarībā no dažādībām minerālu sastāvā, it sevišķi pēc tumšiem minerāliem, izšķiŗ vairākas granītu pasugas:

1a. V i z l u g r a n ī t i — galvenie minerāli: kvarcs, laukspati un vizlas. Pēc vizlām izšķiŗ biotītgranītu, muskovītgranītu un divvizlu granītu.

1b. A m f i b o l u granīti: kvarcs, laukspati, amfiboli (visbiežāk ragmāņa granīts).

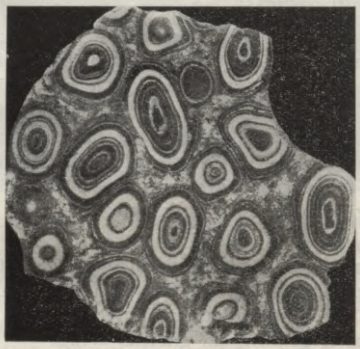
1c. P i r o k s e n u granīti: kvarcs, laukspati, pirokseni (visbiežāk augīta granīts). Bez šīm formām ir arī pārejas formas, kā biotītragmāņa granīts, augītragmāņa granīts u. c.

1d. G r a n u l i t i: sīkgraudaini, gaiši granīti, kuŗos ietilpst granāti (vācu un somu petrografu apzīmējums sīkgraudainiem metamorfiem iežiem, kuŗos ir granīti, sk. gneisus 77.).

1e. A l k a l i j u g r a n ī t i: no laukspatiem tanīs ir tikai alkaliju laukspati, kā arī alkaliju amfiboli un pirokseni. Sastopami retāk.

Struktūra un ar to saistītie granītu paveidi. Struktūra granītiem pilnkristalliski graudaina (granīts no lat. *granum* — grauds), visbiežāk ar vidēju un vienmērīgu graudu lielumu.

1f. Sakarā ar atsevišķu lielāku laukspatu izveidošanos granītiem var būt porfirveidīga struktūra. Tie ir t. s. porfiriskie granīti vai — ja tanīs pamatmasa ir sīkgraudaina — granīt-porfiri. Pēdējie veido arī pārejas formas uz porfiriem (sk. izvirdumiežus.).



14. att. Ložu granīts

Pēc J. J. Sederholma 1928. g.

1g. Ja plākšņainie un prizmatiskie minerāli, piem., vizlas, chlōrīts u. c., ir vairāk vai mazāk vienādi orientēti (kas vedams sakarā ar spiediena iedarbībā plūstošas magmas kristallizāciju vai pat zināmos gadījumos ar dinamometamorfōzi), tad

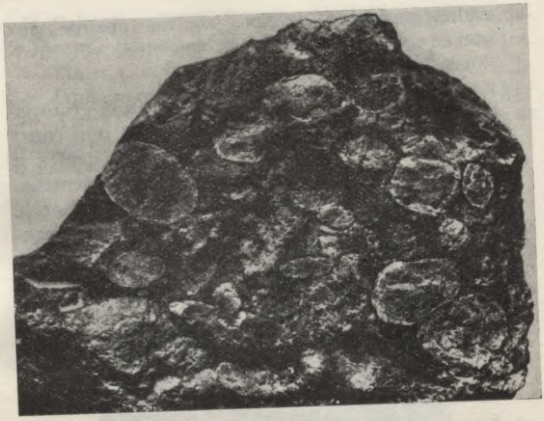
šādus gneisiem līdzīgus granītus apzīmē par gneisgranītiem, bet gneisiem vēl tuvākus par granītgneisiem.

1h. Ložu granītus raksturo parastajā granītiskajā masā ieslēgtas «lodes» (20—200 mm caurmērā) ar koncentrisku uzbūvi. «Ložu» centrā ir kristalliski graudaina masa, bieži vien identiska ar starpmasu; ap to vairākas granītisko minerālu koncentriskas zōnas. Ložu struktūra rodas, magmai reaģējot uz vecāko iežu drumslām vai uz agrāk izveidotiem minerālu graudu sakopojumiem.

1i. Granītiem ir arī pārejas formas caur pegmatītiskiem granītiem uz granītpegmatītiem, no kuŗiem tie grūti atšķiŗami (sk. schizolitus, 12.).

1k. Īpatnējs ir ragmāņa granīta paveids — rapakivi (somu vārds = sapuvušais akmens). Tas pie mums bieži sastopams laukakmeņu veidā, bet lielos masīvos Vīpuru apkārtnē, Rietumsomijā, Ōlandu salās un Zviedrijā. Rapakivi granītiem ir raksturīgi granītiskā pamatmasā ieslēgti kalija laukspatu apaļi izveidojumi — ovoīdi ar zaļganas vai citādas krāsas oligoklaza apvalku.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās, sastopamība. Granīti ir visplašāk izplatītie plūtonīti. Lielākos masīvos tie sastopami kroku kalnu centrālajās



15. att. Rapakivi granīta laukakmens, 2× pamaz.
A. Dreimaņa uzņ.

daļās vai arī kopā ar citiem magmatiskiem un metamorfiem iežiem veido t. s. vairogus un kontinentu platformu pamatus — kristallisko pamatklintāju. Veidojušies tie, lēni atdziestot un kristallizējoties skābajai (ar SiO_2 bagātai) magmai. Šī skābā magma radusies, diferencējoties vāji alkaliskai olivīnbazaltiskajai pirmmagmai un izkausējot — asimilējot jau radušos vecākus iežus resp. to granītiskos komponentus. Ģeoloģiskais vecums — no prekembrija līdz kai-

nozōjam. Austrumeiropas platformas pamatos ir granītu masīvi, kas veidojušies prekembrijā. Tie atsedzas tikai Fennoskandijā, Kolas pussalā, Uralos, Podolijas masīvā u. c., bet platformas pārējā daļā aizsegti ar vēlāko formāciju sedimentiežiem.

Arī Latvijā granītu pamatmasīvi nekur neatsedzas, tāpat tie nav sasniegti dziļurbumos. Ņemot vērā līdzšinējo dziļurbumu datus un ģeofizikālos pētījumus, var secināt, ka granītu, kā arī citu magmatisko un metamorfo iežu pamatklintāju pie mums varētu sasniegt 700—1000 m dziļumā. Granīti tomēr Latvijā labi pazīstami laukakmeņu veidā, kuŗus šļūdoņi atnesuši pleistocēnā no Fennoskandijas. Tie sastopami morēnā, visvairāk gala morēnu joslās un morēnu pārskalošanas atlikumos. Morēnu māla merģelī ieslēgtie akmeņu bluķi pēc morēnas izskalošanas paliek uz vietas un bieži vien veido lielākus akmeņu laukus, kur zeme it kā nosēta dažāda lieluma «eratiskiem bluķiem». Par tiem tuvāk sk. laukakmeņus *(27.)*.

Jāpiezīmē, ka tautā par granītiem sauc ne tikai granītus un tiem līdzīgus iežus, bet arī citus diezgan atšķirīgus magmatiskus iežus, piem., diorītus u. c. Tā akmeņkaļi tumšos gabro iežus dēvē par «melno granītu» u. t. l.

Fizikāli techniskās īpašības un izlietošana. Granītu pretestība spiedei svārstās starp 500 un 3500 kg/cm², bet vidēji tā ir ap 1500 kg/cm²;

pretestība stiepei 0.059 × P, kur ar P apzīmēta granīta pretestība spiedei.

Izturīgāki vienmēr ir svaigi, neapdēdējuši akmeņi. Sīk- un vidējgraudaini ieža gabali ir izturīgāki par rupjgraudainiem, tāpat vienmērīgi graudaini — par porfirveidīgiem. Negātīvi granītu izturību ietekmē liels vizlas saturs, sevišķi, ja vizla nav sīki un vienmērīgi sadalīta, tāpat negātīva ir arī pirīta ietekme. Arī granītiem ar nerēgulāri poliedrisku atskaldnību ir vājāka izturība.

Granītiem ir samērā laba klimatiska izturība, pie kam polējums šo izturību vēl pastiprina. Mazāk izturīgi granīti ir pret uguni, jo no straujām temperātūras maiņām tie plaisā.

Granīta īpatnējais svars svārstās no 2,59 līdz 2,73, tilpuma svars 2,262—2,671. Sakarā ar granītu lielo izplatību un izturību pret spiedienu un klimatiskām ietekmēm, tie praktiskajā dzīvē tiek jo plaši lietoti. Labākās šķirnes noder par dekorātīv- un ietērpakmeņiem, tāpat arī skulptūru, krustu un pieminekļu kalšanai. It sevišķi plaši tos lieto par būvakmeņiem: tiltiem, dambjiem, kā arī ēku un citu celtņu pamatiem. Granītus izmanto arī ielu un ceļu bruģēšanai, mazākus gabalus un šķembas — dzelzceļu līniju pārklāšanai vai ceļu un šoseju būvei. Izlietošanas apmērus un statistiku sk. laukakmeņu aprakstā *(27.)*.

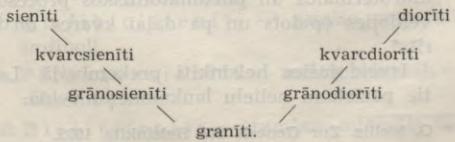
2. Grāno- un kvarcdiorīti, grāno- un kvarcsienīti.

Sastāvs, izskats. Dažāda veida iežu tipi ir saistīti savā starpā ar pārejas formām. Ja šādas iežu rindas galējie locekļi samērā labi viens no otra atšķiņami, tad to nevar teikt par blakus vai tuvu stāvošiem iežiem. Tā granīti ar lielāku plagioklazu un mazāku kalija laukspatu daudzumu rada pārejas formas uz grānodiorītiem, kuŗos abas šīs laukspatu grupas ir vienādā daudzumā. Ja turpretim ortoklazs ir mazākumā vai arī sastopams tikai kā piemaisījums, tad šādu iezi sauc par kvarcdiorītu.

Minerālu maiņai notiekot citā virzienā, t. i samazinoties kvarca daudzumam un nedaudz palielinoties tumšo minerālu sastāvam, granītiem ir arī pārejas formas uz sienītiem. Šādas pārejas formas uz sienītiem ir grānosienīti un kvarcsienīti.

Visi augšā minētie ieži ir stipri līdzīgi granītiem un grūti identificējami. Tāpēc arī visus šos granīta izskata iežus bieži vien apzīmē ar vienu termīnu — granītoīdi.

Granīti un pārējie granītoīdi veido šādu pārejas rindu:



Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās, techniskās īpašības un izlietošana — kā granītiem.

3. Helsinkīti.

Sastāvs, izskats. Ārēji pa daļai granītiem līdzīgi ieži. Sastāv no baltiem, iesārtiem vai dzelteniem laukspatiem (mikroklīna, albīta), kas ietverti brūngana vai zaļgana epidota un arī haimatīta graudu masā (kvarca helsinkītos ietilpst arī kvarcs). Dažreiz sastāvā atrodami vēl granāti, chlōrīts un kalcīts.

Struktūra pilnkristalliski graudaina vai porfirveidīga.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās, sastopamība. Par helsinkītu izcelšanos ir bijuši dažādi uzskati. Helsinkītu pētnieku vairums tos uzskatīja par iežiem ar prīmāri magmatisku izcelšanos. Tagad pierādījies, ka helsinkītos ar sarkanbrūno epidotu (Dienvidsomijas) tā veidojušies tikai daži minerāli (laukspati, biotīts, kas vēlāk pārveidojies chlōrītā, un pa daļai kvarcs) — tie ietilpuši kādā magmatiskā iezī — granītā vai sienītā. Pēdējie dinamiski deformēti, un deformācijas radītās plaisās un tukšumos, domājams, hidrotermālos un pneumatolitiskos procesos izveidojies epidots un pa daļai kvarcs un chlōrīts*.

Izveidojušies helsinkīti prekembrijā. Latvijā tie pazīstami nelielu laukakmeņu veidā.

* O. Mellis. Zur Genesis des Helsinkits, 1932.

4. Sienīti.

Nosaukums cēlies no Sienas pilsētas Ēģiptē.

Sastāvs, izskats, pasugas. Sienīti ietilpst neitrālo plūtonītu grupā. Galvenie sastāva minerāli — alkaliju laukspati (ortoklazs, mikroklīns) un tumšie minerāli — amfiboli vai arī to vietā vai kopā ar tiem biotīts un pirokseni. Tumšo minerālu ir relātīvi vairāk nekā granītos, bet mazāk par 30%. Sienītos parasti ietilpst arī plagioklazi, turpretim kvarca nav nemaz vai arī tā ir nedaudz (kvarcsienītos, kas pāriet granītos).

Akcesoriskie minerāli: ilmenīts, magnētīts, apatīts, cirkons u. c., kas pa lielākai daļai saskatāmi tikai mikroskopā.

Kopējais SiO_2 daudzums ir apm. 60%. Vispārējo ieža krāsu, tāpat kā granītiem, nosaka laukspatu krāsa, kādēļ sienīti visbiežāk ir gaišās krāsās.

Sakarā ar dažādībām laukspatu un tumšo minerālu sastāvā, izšķiramas vairākas sienītu pasugas:

4a. Alkalijsienīti — no laukspatiem tanīs ir tikai alkaliju laukspati.

4b. Amfibiolsienīti — tumšie minerāli — amfiboli.

4c. Piroksensienīti — tumšie minerāli — pirokseni.

4d. Biotītsienīti — tumšais minerāls biotīts.

4e. Atsevišķu grupu veido nefelīnsienīti, kuŗos galvenie minerāli ir alkaliju laukspati un nefelīns.

Struktūra sienītiem parasti pilnkristalliski graudaina. Ja iezis izveidojies ar porfirveida struktūru, tad tādu sauc par sienītporfiru. Nefelīnsienītos struktūra parasti rupjgraudaina.

Līdzīgi granītiem arī sienītos var izveidoties gneisveida struktūras.

Ģeoloģiskais vecums, sastopamība. Sastopami Latvijā laukakmeņu veidā, gan daudz retāk par granītiem; izveidojušies prekembrijā.

Techniskās īpašības un izlietošana. Vidējā pretestība spiedei svārstās no 1500—2000 kg/cm². Īpatnējais svars 2,7—2,9. Izlietošana kā granītiem; par pēdējiem vieglāk apstrādājami.

5. Diorīti.

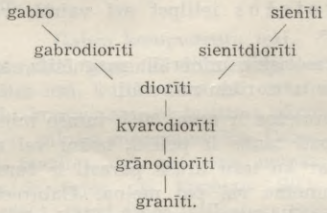
Nosaukumu šai iežu grupai devis *Aiji (Haüy,* 1822. g.), ņemot par pamatu grieķu vārdu *diorizein* — atšķirties.

Sastāvs, izskats. Diorīti ir neitrālo dziļumiežu grupa, kuŗu galvenie minerāli ir skābie plagioklazi (oligoklazs, andezīns) un no tumšajiem minerāliem amfiboli vai pirokseni un biotīts. Kvarca nav vai arī tā ir nedaudz (kvarcdiorītos, kas pāriet granītos). Akcesoriskie minerāli: apatīts, cirkons, titānīts u. c.

Diorītos tumšo minerālu ir visbiežāk 15—20%

(nepārsniedzot 30%), arī laukspatu krāsa tanīs bieži ir pelēka, zaļgana (retāk balta), sakarā ar ko kopējā ieža krāsa ir tumši pelēka vai raiba.

Ir pārejas formas starp diorītiem un gabro iežiem (gabrodiorīti), diorītiem un sienītiem (sienītdiorīti) un, kā jau minēts, starp diorītiem un granītiem (kvarc- un grānodiorīti). Minētās attiecības raksturo šāda schēma:



Struktūra — pilnkristalliski graudaina, tomēr ir arī paveidi ar porfirveida (d i o r ī t p o r f i r ī t i) un gneisveida struktūru (diorītgneisi); sastopama arī ložu granītiem līdzīga struktūra (l o ž u d i o r ī t i) u. c.

Ģeoloģiskais vecums, sastopamība, techniskās īpašības un izlietošana. Sastopami Latvijā laukakmeņu veidā, gan retāk par granītiem. Izveidojusies prekembrijā. Pretestība spiedei tiem lielāka nekā granītiem: vidēji 1800—2400 kg/cm². Tilpuma svars 2,75—2,95. Izlietošana tāda pati kā granītiem.

6. Gabro.

Sastāvs, izskats. Gabroiežu grupā ietilpst baziskie dziļumieži, kas sastāv no baziskajiem plagioklaziem (no labradora līdz anortītam) un tumšajiem minerāliem — pirokseniem vai amfiboliem. No tumšajiem minerāliem raksturīgākais ir diallags (monoklīnais piroksens), bet var būt arī citi pirokseni vai to kombinācijas ar amfiboliem. Blakus šiem minerāliem olivīngabroiežos ietilpst arī vairāk vai mazāk olivīns.

Akcesoriskie minerāli: magnētīts, apatīts, ilmenīts u. c. rūdu minerāli.

Gabroiežos ir apm. 50% tumšo minerālu, arī laukspati tanīs ir pelēki, brūni vai melni, sakarā ar ko iežu krāsa parasti ir tumši brūna, zaļganmelna vai pat melna. Gabroiežu atšķirība no diorītiem pamatojas it īpaši uz plagioklazu dažādības tajos, kas makroskopiski nav nosakāma. Arī minerālu daudzumu attieksmēs ir lielas svārstības, tomēr pa lielākai daļai gabroiežos tumšo minerālu ir vairāk un tie ir tumšāki nekā diorīti. No tumšajiem minerāliem biotīts biežāk ietilpst diorītos, kamēr gabro grupai raksturīgāki ir pirokseni.

Struktūra gabroiežiem ir pilnkristalliski graudaina; ir arī gabroieži ar ofītisku struktūru, t. s. ofītiskie gabro, kuŗus grūti atšķirt no diabaziem. Retāk gabroiežos sastopama porfir-

veida struktūra; šādus iežus sauc par gabro porfirītiem.

Ģeoloģiskais vecums, sastopamība, techniskās īpašības un izlietošana. Sastopami Latvijā laukakmeņu veidā, gan retāk par granītiem. Izveidojušies prekembrijā. Pretestība spiedei lielāka nekā granītiem, sevišķi sīkgraudainām pasugām. Vidēji tā svārstās no 2000—2800 kg/cm². Tilpuma svars 2,8—3,1. Izlietošana tāda pati kā granītiem.

Gabro komponentu ieži.

Gabroīdai magmai diferencējoties*, ir izveidojušies ieži, kuŗos viens vai otrs no gabro minerālu komponentiem ir stipri pārsvarā vai pat iezis ir pilnīgi monominerāls. Dažos no tiem ir tikai mazliet vai pat nav nemaz laukspatu, mazs ir tajos arī kopējais SiO_2 daudzums ($< 45\%$), tāpat tajos ietilpst ar SiO_2 nepiesātināti minerāli (olivīns). Šādus iežus sauc par ultrabaziskiem (peridotīti, dunīti).

Šīs grupas ieži pa retam sastopami Latvijā laukakmeņu veidā, to pamatatrastuves ir vai nu Fennoskandija vai arī Baltijas jūras dibenā.

---

* Nav pilnīgas skaidrības par šādas diferenciācijas gaitu. Ir uzskats, ka dažiem šīs grupas iežiem nav bijis attiecīgas magmas, bet tie radušies no gabroīdās magmas kristalliem, pēdējiem gravitātīvās diferenciācijas ceļā koncentrējoties magmas baseina atsevišķās vietās. Pret šādu uzskatu runā šo iežu kontaktmetamorfā iedarbība un arī tas, ka tie sastopami dzīslu veidā.

Svarīgākie grupas ieži ir šādi:

7. Anortozīti, labradorīti.

Sastāvs, izskats. Parasti rupjgraudaini dziļumieži, kuŗi lielāko tiesu sastāv no baziskiem plagioklaziem, visbiežāk labradora, kas nereti vizuļo zilos un zaļos toņos. Anortozītos bez pilnkristalliski graudainas var izveidoties arī porfirveida struktūra.

8. Piroksenīti.

Sastāvs, izskats. Pilnkristalliski graudaini tumši ieži, sastāv no pirokseniem. Dažreiz tiem ir nelieli laukspatu vai olivīna piemaisījumi.

9. Hornblendīti.

Sastāvs, izskats. Pilnkristalliski graudaini tumši ieži, sastāv no ragmāņa. Dažreiz tajos ir nelieli laukspatu vai olivīna piemaisījumi.

10. Peridotīti.

Sastāvs, izskats. Pilnkristalliski graudaini tumši zaļgani vai zaļganmelni ieži, sastāv no olivīna un pirokseniem vai arī amfiboliem, retāk biotīta. Olivīns, dažreiz arī pirokseni, ir nereti stipri serpentīnizēti; tad no peridotīta ir izveidojies serpentīnīts (skat. *88.*).

11. Dunīti.

Sastāvs, izskats. Tumšzaļi, apdēdējušā virsā dzelteni, sīkgraudaini ieži, sastāv no olivīna. Mazākos daudzumos tanīs ietilpst arī chrōmīts un serpentīns.

B. DZĪSLU IEŽI JEB SCHIZOLITI

12. Pegmatīti.

Magmatiskie ieži, parasti ar liela apmēra kristalliem, izveidojušies no gāzēm bagātiem magmas atlikumiem. Bez gāzēm šādos magmas atlikumos uzkrājas arī retie elementi, kas, magmai kristallizējoties, veicina dažādu minerālu izveidošanos, piem., berilla, turmalīna, torīta, korunda, spodumena, kolumbīta u. d. c. Katrai

16. att. Pegmatits, 2× pamaz.
A. Dreimaņa uzņ.

dziļumiežu grupai atbilst savi pegmatīti; tā, piem., ir granītpegmatīti, sienītpegmatīti, gabropegmatīti u. c.

12a. Granītpegmatīti.

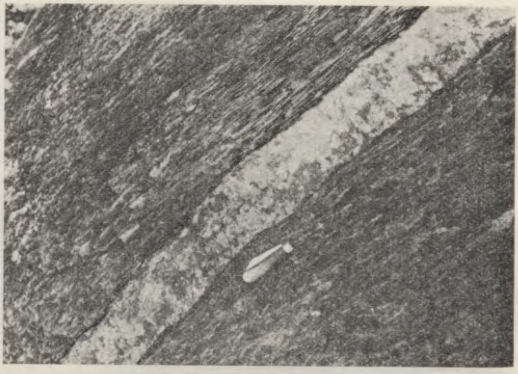
Sastāvs, izskats, struktūra. Visparastākie un visizplatītākie pegmatīti ir granītpegmatīti, kas izveidojušies no gāzēm bagātas granītiskas atlikuma magmas. Tie sastāv no lielu kvarca kristallu saaugumiem ar laukspatiem un vizlām, kuŗiem var pievienoties dažādi citi iepriekš nosauktie minerāli. Kristallu lielums reizēm sasniedz pat dažus metrus.

Pegmatītisko struktūru raksturo laukspatā parallēli ieaugušie kvarca kristalli, kas parasti ir šķautnaini norobežoti. Šķērsgriezumā šāda pegmatīta virsa atgādina austrumnieku rakstus, sakarā ar ko tos sauc par «*raķstu granītiem*».

Šāda veida struktūra izveidojusies, izkristallizējoties eutektiskam maisījumam (kristallizācijas paliekām, kuŗām ir noteikts un pastāvīgs sastāvs, atkarīgs no maisījuma komponentiem, piem., 75% kalija laukspatu un 25% kvarca; eutektiskā punktā notiek šo abu komponentu vienlaicīga kristallizācija).

Ģeoloģiskais vecums. Prekembrijs.

Sastopamība, izlietošana. Pegmatīti Latvijā pazīstami laukakmeņu veidā, it īpaši kā dzīslas granīta bluķos. Izmanto tos kopā ar granītiem un citiem magmatiskiem iežiem, kaut gan



17. att. Pegmatīta dzīsla gneisā; laukakmens
A. Dreimaņa uzņ.

lielo kristallu dēļ to izturība ir mazāka nekā granītiem un arī stipri nevienāda. Var izmantot arī pegmatītu atsevišķos minerālus, piem., laukspatus porcelāna un fajansa rūpniecībā, lielākas muskovīta plates par izolācijas materiālu elektrotechnikā un kausējamo krāšņu lodziņiem, vizlas pulveri — papīrrūpniecībā utt.

13. Aplīti.

Magmas atlikumi, kuŗiem gaistošās sastāvdaļas izdalījušās, aizplūdušas, var izveidot sīkgraudainus vai pat blīvus iežus — aplītus (gr. *aploos* — vienkāršs) un lamprofirus (gr.

lampros — spīdošs). Aplītos ir vairāk SiO_2 un alkaliju, mazāk Fe un Mg oksidu nekā tiem atbilstošam plūtonītam; lamprofiriem tas ir otrādi. Sakarā ar to aplītos ir maz vai pat nav nemaz tumšo minerālu, lamprofiros to ir daudz.

No šiem iežiem Latvijā visbiežāk sastopami

13a. Granītaplīti.

Sastāvs, izskats, struktūra. Gaišas vai iesārtas krāsas ieži, sastāv no kvarca un laukspatiem. Nereti tajos ietilpst arī turmalīns, granāti, muskovīts.

Struktūra lielāko tiesu sīkgraudaina vai pat blīva; kvarcs un laukspati graudu veidā, kuŗiem pa lielākai daļai redzamas kristallizācijas plāksnes.

Ģeoloģiskais vecums. Prekembrijs.

Sastopamība, izlietošana. Granītaplīti sastopami Latvijas laukakmeņu vidū. Fizikāli tehniskās īpašības un izlietošana — kā granītiem.

C. IZVIRDUMIEŽI JEB VULKĀNĪTI

Porfiri, porfirīti

Granītiem un sienītiem sastāva ziņā ekvivalentos palaiotipos* vulkānītus ar porfirisku struktūru sauc par porfiriem (gr. *porphyros* —

* Vairāk vai mazāk pārveidojušies, ar atstiklojušos pamatmasu un dažiem sekundāri izveidotiem minerāliem; parasti tie ir arī vecāki par kainotipiem iežiem.

18. att. Porfīriskā struktūra kādā plagioklazu porfīrā; $^{2}/_{3}$ dab. lieluma

A. Dreimaņa uzņ.

sarkans). Porfīrus, kuŗos ieslēgumu veidā ietilpst kvarcs, sauc par kvarcporfīriem (atbilst granītiem) atšķirībā no bezkvarca jeb ortoklazu porfīriem vai ortofīriem, kuŗos kvarca nav un kuŗi atbilst sienītiem. Diorītu, kā arī gabroiežu palaiotipiem porfīriskiem izvirdumu analogiem lieto terminu porfīrīti.

Tālākā šo iežu iedalījuma pamatā ir to reģionālās īpatnības.

14. Sarkanais Baltijas jūras kvarcporfirs.

Sastāvs, izskats. Ķieģeļa krāsas pamatmasā sarkanu laukspatu un pelēku, apdēdējušā virsā zilganbaltu vai iepelēku kvarca graudu ieslēgumi. Laukspatu un kvarca graudu skaits apmēram vienāds, to lielums nepārsniedz dažus mm.

19. att. Sarkanā Baltijas jūras kvarcporfira laukakmens; $^{2}/_{3}$ dab. lieluma

A. Dreimaņa uzņ.

Pamatmasa blīva, mikroskopā redzams, ka tā sastāv no sīkiem kvarca un laukspatu graudiņiem un muskovīta plāksnītēm.

Ģeoloģiskais vecums, sastopamība, izlietošana. Izveidojušies prekembrijā. Latvijā sastopami

laukakmeņu veidā, atsevišķu akmeņu lielums parasti nepārsniedz cilvēka galvas lielumu.

Nozīmīgs glaciālģeoloģijā kā vadlaukakmens, kā arī Baltijas jūras dibena ģeoloģiskās uzbūves pētīšanā. Tā pamatatrastuve ir Baltijas jūras dibenā, rajonā uz S no Ōlandu salām.

Techniskās īpašības un izlietošana — kā granītiem. Bez tam vēl noderīgs dažādu sīkāku izstrādājumu, piem., rakstāmgalda piederumu, rotas lietu u. c. priekšmetu pagatavošanai.

15. Brūnais Baltijas jūras kvarcporfirs.

Sastāvs, izskats. Sarkan- vai pelēkbrūnas krāsas pamatmasā ir laukspatu, kvarca un chlōrīta ieslēgumi. Ieslēgumi ir mazi, parasti nepārsniedz 4—5 mm. Laukspata kristallu ir vairāk, un tie arī lielāki par kvarca ieslēgumiem Kvarcs vienmēr noapaļotu graudu veidā, parasti korrōdēts, pelēkā krāsā. Laukspati pa daļai idiomorfi, krāsa tiem sarkana, līdz dzeltenzaļai. Pamatmasa sīkgraudaina un pat blīva, sastāv no kvarca un laukspatiem, kuriem vēl pievienojas chlōrīts, cirkons u. c. minerāli.

Ģeoloģiskais vecums, sastopamība. Izveidojušies prekembrijā. Latvijā pazīstami nelielu laukakmeņu veidā. Nozīmīgs kā vadlaukakmens. Pamatatrastuve Baltijas jūras dibenā uz S no Ōlandu salām un, pēc P. E s k o l a s pētījumiem, arī Botnijas jūras līča dibenā.

16. Ōlandu (Ahvenanmaa) kvarcporfiri.

Sastāvs, izskats. Sarkanā vai brūnā blīvā pamatmasā ieslēgti kvarca un laukspatu kristalli. Kvarca graudi vienmēr noapaļoti, līdz 10 mm caurmērā, pelēkā krāsā, bieži ar zaļganu ragmāņa apmali, kas var sasniegt 1 mm platumu. Laukspati parasti pamatmasas krāsā, mēdz būt arī pelēki, izveidoti idiomorfu kristallu veidā. Lielākiem laukspatu kristalliem dažreiz plagioklazu apvalks. Nereti iezī ir arī graudaini, pat blīvi, asi norobežoti tumšo bazisko minerālu ieslēgumi.

Ģeoloģiskais vecums, sastopamība. Latvijā nelielu laukakmeņu veidā kopā ar citiem Ōlandu iežiem (Ōlandu rapakivi u. c.). Pamatatrastuve — Ōlandu salas un apkārtne. Pieskaitāmi prekembrija jotnija formācijai.

17. Hoglandes (Suursaari) kvarcporfirs.

Sastāvs, izskats. Tumš-, brūn- vai violetpelēkā vai arī melnā blīvā pamatmasā ieslēgti sarkani vai balti, vietām epidotizēti un vairāk vai mazāk korrōdēti laukspati (parasti 2—15 mm lieli) un pelēki vai bezkrāsas noapaļoti kvarca kristalli (1—7 mm). Ar plagioklaziem bagātās pasugās ir arī biotīta un rāgmaņa ieslēgumi. Blīvā pamatmasa lielāko tiesu sastāv no kvarca un laukspatiem. Viscaur pamatmasā ietilpst magnētīts, kā sīkā sadalījumā, tā arī atsevišķu graudiņu veidā.

Ģeoloģiskais vecums, sastopamība. — Prekembrijs, jotnijs. Latvijā pa retam sastopami laukakmeņu veidā, lielāko tiesu austrumu daļā. Nozīmīgs kā vadlaukakmens. Pamatatrastuve Hoglandes (Suursaari) sala Somu jūras līcī.

18. Botnijas porfiri.

Sastāvs, izskats. Blīvā vai sīkgraudainā tumšpelēkā, brūnā vai melnā pamatmasā dažādu kristallu ieslēgumi. Pēdējie var komplektēties gan no sīkiem, retiem, baltiem vai iesārtiem albīta kristalliņiem ar nerēgulāru apveidu, gan no noapaļotiem un korrōdētiem ortoklaziem un albītiem, gan arī tiem var pievienoties vēl kvarcs.

Dažus Botnijas porfiru paveidus grūti atšķirt no brūnajiem Baltijas jūras kvarcporfiriem. Galvenās atšķirīgās pazīmes starp tiem ir šādas: Botnijas porfiri parasti sastopami oļu veidā, kamēr brūnajiem Baltijas jūras kvarcporfiriem bieži izveidojušās platņ- vai stabveida atskaldnības plāksnes; laukspatu krāsa brūnajam Baltijas jūras kvarcporfiram nav tik intensīvi sarkana kā tam līdzīgajam Botnijas porfiram.

Pamatmasā, aplūkojot to mikroskopā, redzams kvarcs un laukspati, kuŗiem pievienojas magnētīts, chlōrīts un epidots sīkā sadalījumā.

Ģeoloģiskais vecums, sastopamība. Izveidojušies prekembrijā; Latvijā sastopami laukakmeņu

veidā, samērā reti. Pamatatrastuve — Botnijas jūras līča dibenā.

19. Dalarnes porfiri.

Plaša porfiru grupa, kuŗas pamatatrastuve ir Dalarnes province Zviedrijā. Iedalāmi pēc ieslēgumu veida 2 apakšgrupās:

1) ar makroskopiski saskatāmu kvarcu un
2) bez makroskopiski saskatāma kvarca, kaut gan kvarcs ietilpst to pamatmasā.

No šīs grupas iežiem Latvijā laukakmeņu veidā parastākie ir Sernas kvarcporfiri un Bredvadporfiri.

19a. Sernas kvarcporfiri.

Sastāvs, izskats. Blīvā brūnā, violetbrūnā vai sarkanā pamatmasā daudz baltu un iesārtu, 0,5—3 mm gaŗu ortoklazu kristallu ieslēgumu; blakus tiem, mazākā skaitā, bet drusku lielāki, zaļganbalti plagioklazi un daudzi apaļi bezkrāsas kvarca graudi, 0,5—2 mm caurmērā.

Sastopamība. Latvijā kā laukakmens, samērā reti. Pamatatrastuve Dalarnes provincē Zviedrijā Sernas apkārtnē.

19b. Bredvadporfiri.

Sastāvs, izskats. Sīkgraudainā vai blīvā sarkanā, brūnā vai violetbrūnā pamatmasā mazi laukspatu, kā arī tumšzaļi chlōrīta ieslēgumi. Laukspatu krāsa līdzīga pamatmasas krāsai, vie-

nīgi retajiem oligoklazu ieslēgumiem krāsa dzeltenbalta.

Makroskopiski saskatāma kvarca nav, kaut gan tas ietilpst pamatmasā.

Sastopamība. Latvijā laukakmeņu veidā, reti. Pamatatrastuve Dalarnes provincē Zviedrijā, kur no līdzīga nosaukuma porfira lauztuvēm arī cēlies ieža nosaukums.

20. Sjögelö porfiri.

Sastāvs, izskats. Sīkgraudainā sarkanā pamatmasā kvarca un laukspatu ieslēgumi. Laukspatu lielums var sasniegt 20 mm, to krāsa sarkana vai gaišsārta; parasti tie noapaļoti vai arī korrōdēti. Nereti laukspatiem izveidojusies zōnāla uzbūve: centrā ir kalija laukspats, apvalkā oligoklazs, kam vēl var sekot kalija laukspata zōna. Minētais gan pa lielākai daļai konstatējams tikai mikroskopā. Kvarca graudi mazāki un arī pēc skaita to ir mazāk nekā laukspatu; parasti tie bāli zilganā krāsā un bieži korrōdēti. Bez jau minētajiem vēl vietām ligzdveidīgi biotīta ieslēgumi.

Līdzīgs Sjögelö porfiram ir Poskallavikporfirs.

Ģeoloģiskais vecums, sastopamība. Izveidojušies prekembrijā; Latvijā laukakmeņu veidā, reti. Pamatatrastuve Zviedrijā — Smolandes provincē.

21. Plagioklazu porfirīti.

Sastāvs, izskats. Tumšpelēkā sīkgraudainā pamatmasā ieslēgti plātņaini vai gandrīz izometriski (līdz 1 cm caurmērā) plagioklazu (albīta) kristalli.

Pamatmasa sastāv no fluidāli sakārtotiem plagioklazu, dzelzsrūdu un chlōrīta kristalliņiem, kuŗiem var pievienoties diezgan rupjgraudains epidots.

Ģeoloģiskais vecums. Prekembrijs.

Sastopamība. Laukakmeņu veidā, reti. Pamatatrastuve Baltijas jūras dibenā uz N no Gotlandes.

20. att. Labradorporfirīta laukakmens, atrasts Kuldīgā; $^{2}/_{3}$ dab. lieluma

A. Dreimaņa uzņ.

22. Labradorporfirīti.

Sastāvs, izskats. Blīvā vai sīkgraudainā tumšā pamatmasā redzami izstiepti stabiņveida plagioklazu (anortīta un labradora) kristalli.

Ģeoloģiskais vecums. Prekembrijs.

Sastopamība. Latvijā laukakmeņu veidā, reti. Pamatatrastuves — Somijā, vairākās vietās.

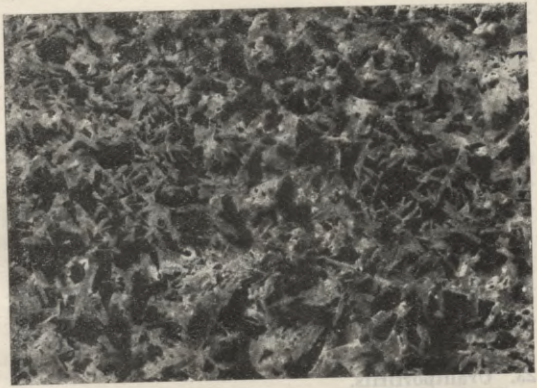
Jāpiezīmē, ka P. Eskola ar līdzīgu nosaukumu apraksta kādu Latvijā atrastu laukakmeni ar vidēji graudainu pamatmasu un 1×2 cm lieliem labradora ieslēgumiem; šo iezi uzskata par anortozītu (plūtonītu, skat. 7.) ar pamatatrastuvi, domājams, Baltijas jūras dibenā.

23. Uralītporfirīts.

Sastāvs, izskats. Sīkgraudainā zaļmelnā vai zaļgani pelēkā pamatmasā ieslēgti 3—8 cm caurmērā zaļganmelni uralīta kristalli. Uralīts izveidojies no augīta, piepaturot tā ārējo formu. Bez tam pamatmasā vēl ieslēgti daudzi tikpat lieli vai mazāki zaļgani plagioklazi un, retāk, arī biotīta sakopojumi.

Pamatmasā mikroskopiskā analizē konstatējami plagioklazi, ragmāņi, biotīts, arī magnētīts, titānīts u. c. minerāli.

Ģeoloģiskais vecums, sastopamība. Prekembrijs, botnijs. Latvijā sastopams laukakmeņu veidā, diezgan bieži. Pamatatrastuves Somijā vairākās vietās, sevišķi Tavastehus apkaimē; arī



21. att. Diabaza ofītiskā struktūra.
Pēc H. Hedströma, 1908. g.

Zviedrijā pie Upsalas. Iezis tika uzskatīts par vadlaukakmeni, bet izrādījās, ka tam nav drošu pazīmju par piederību pie vienas vai otras no atsevišķām atrastuvēm.

24. Diabazi.

Sastāvs, izskats, struktūra. Gabroiežiem ekvivalenti palaiotipie vulkānīti ar diabazu jeb ofītisku struktūru. Galvenie minerāli: baziskie plagioklazi (parasti labradors) — balti vai zaļgani — un tumšie minerāli, visbiežāk pirokseni. Pēdējie nereti uralītizēti (uralītdiabazi) vai arī

chlōrītizēti, kāpēc vispārējā ieža krāsa zaļgana Olivīndiabazu sastāvā bez tam vēl ietilpst arī olivīns. Bez minētajiem minerāliem sīku graudiņu veidā diabazos ir vēl magnētīts, titānīts, ilmenīts u. c.

Diabazu struktūra izveidojusies dziļākos izvirduma horizontos, pie kam pirmie ir kristallizējušies plagioklazi un izveidojuši prizmatiskos idiomorfos kristallus, kas bieži vien ir sakārtoti diverģentstaraini, kamēr starpas starp tiem piepilda ksenomorfie pirokseni u. c. minerāli. Rupjgraudainiem iežiem struktūra labi konstatējama apdēdējušā virsā, kad uz tumšā fona skaidri saskatāmi plagioklazi. Minerālu kombinējums tad nereti atgādina starainu rakstu, kas ļauj viegli pazīt diabazus.

Ģeoloģiskais vecums. Sastopamība. Prekembrijs, it īpaši jotnijs. Latvijā kā laukakmeņi.

25. Mandeļieži.

Sastāvs, izskats, paveidi. Vulkānītos nereti ir izveidojušās poras, kas sekundāri var aizpildīties ar dažādiem minerāliem, piem., kalcītu, chalcedonu, prēnītu u. c. Pildījumi parasti citādā krāsā nekā pamatmasa, to forma apaļa vai elipsoīdāla, mandelēm līdzīga, kāpēc arī šādus iežus sauc par mandeļiežiem.

Latvijā laukakmeņu veidā paretam atrodami melafira mandeļieži. To nosaukums cēlies no melafira iežiem — tumšiem vai pat melniem

sīkgraudainiem vai blīviem izvirdumiežiem, kas sastāv no plagioklaziem, pirokseniem un citiem tumšiem minerāliem, kuŗi veido mandeļieža pamatmasu. Minerāloģiskais sastāvs tajos var būt sekundāri dažādi vairāk vai mazāk pārveidots, arī mandeļu sastāvs var būt dažāds.

P. Eskola apraksta šādus mandeļiežu paveidus Latvijā:

25a. Spilītmandeļieži. Par spilītiem apzīmē albītiskas vai albītizētas diabazu sastāva lavas. Spilīta mandeļiežos tumšā blīvā pamatmasā gaišākas krāsas (0,2—1,5 cm caurmērā) mandeles, kas veidotas no kalcīta, epidota, chalcedona un kvarca. Mandelēm dažreiz zonāla uzbūve. Bez mandelēm tajos ietilpst arī balti albīta un nereti tumši ragmāņa ieslēgumi.

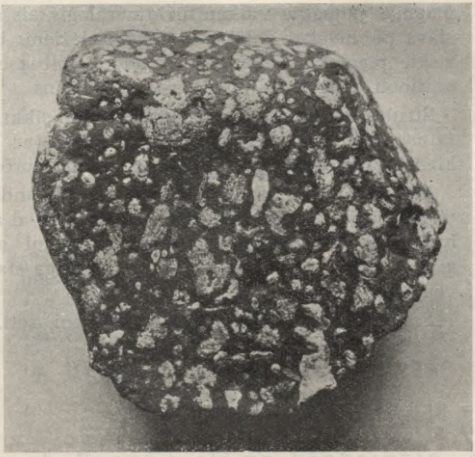
(Varētu būt identisks ar *Hedströma* aprakstīto Baltijas jūras diabaza mandeļiezi.)

25b. Prēnīta mandeļieži. Brūnā vai melnvioletā blīvā pamatmasā ieslēgti mandeļformas prēnīta agregāti. Prēnītam bieži pievienojas kalcīts un kvarcs. Daudzos gadījumos prēnīta agregātiem laukspatu kristallu forma, kāpēc tie uzskatāmi par prēnītizētiem laukspatiem un pats iezis par prēnītizētu plagioklazu porfirītu.

Prēnītizēta ir arī pamatmasa, tikai vietu vietām tanī redzams nepārveidojies plagioklazs.

Ģeoloģiskais vecums. Prekembrijs.

Sastopamība. Laukakmeņu veidā, samērā reti, visvairāk Kurzemes rietumu piekrastē (Pāvil-



22. att. Prēnīta mandeļieža laukakmens, atrasts Pāvilostā; 2× pamaz.
A. Dreimaņa uzņ.

ostā, Užavā). Pamatatrastuve, domājams, ir Baltijas jūras dibenā uz N no Gotlandes.

26. Bazalti.

Nosaukums cēlies Abesinijā no vārda «basal» — akmens, kuŗā ir. dzelzs.

Sastāvs, izskats, struktūra. Tumši, dažreiz gluži melni, blīvi vai sīkgraudaini gabroīdas

magmas jaunākie vulkāniti. Minerāloģiskais sastāvs pa lielākai daļai atbilst gabroiežiem: baziskie plagioklazi (parasti labradors), pirokseni, amfiboli, magnētīts un parasti arī olivīns.

Struktūras ziņā lielas dažādības — no sīkkristalliskas līdz stiklainai, bieži porfiriska ar sīkiem minerālu ieslēgumiem, dažreiz arī porōza.

Makroskopiska sastāvdaļu atšķiršana gandrīz neiespējama. Dažreiz ar neapbruņotu aci vai arī lupā saskatāmi zaļgani olivīna un melni augīta graudiņi. Lielākām masām raksturīga stabveida atskaldnība.

Sastopamība. Latvijā kā laukakmeņi, reti.

Nogulumu ieži

A. DRUPU IEŽI JEB KLASTOLITI

Psefitoliti

Nosaukums: no gr. *psēphis* — akmentiņš, olis un *lithos* — akmens.

Sastāvs: dominē iežu un minerālu gabali, lielāki par 1 mm.

a. Prekembrija konglomerāti un brekcijas.

Sk. metamorfos iežus *(86.—87.)*

b. Devona oļi un brekciōzie dolomīti.

Sk. devona smilšakmeņus *(31.)* un dolomītus *(66 d.)*

c. Juras oļi.

Sk. juras balto smilti *(37.)*

d. Kvartārie psefitoliti.

27. Laukakmeņi.

Izskats, ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Šļūdoņa nodrāzti un nogludināti dažādu iežu gabali, lielāki par 10 cm diametrā. Šļūdonis tos at-

23. att. Laukakmens (silūra kaļķakmens) ar šļūdoņa skrambām.

A. Dreimaņa uzņ.

nesis kopā ar pārējo morēnu materiālu (sk. *51.*) kvartārā perioda pleistocēnā jeb diluvijā no apgabaliem, kas atrodas N, NW vai NE no pašreizējām laukakmeņu atradnēm. Tuvāk aplūkojot šļūdoņa transportētos laukakmeņus, sevišķi duļas acīs to raksturīgais virsas nodrāzums vai noslīpējums, reizēm pat ar vairākām gludām plāksnēm (t. s. fasešu laukakmeņiem); visai raksturīgas akmeņu virspusē ir skrambas, kas visbiežāk redzamas vidēji cietos iežos (kaļķakmeņos, dolomītos u. c.).

Ja laukakmeņus pēc tam vēl transportējuši arī tekoši ūdeņi — šļūdoņa straumes un pēcledus-laikmeta upes un strauti, kā arī jūras un ezeru viļņi, tad skrambas izdzēstas, slīpējums kļuvis nespodrs, un tie noapaļoti līdzīgi oļiem.

Laukakmeņus mēdz iedalīt:

1) «kristalliskos», ar šo nosaukumu apzīmējot magmatisko un metamorfo iežu laukakmeņus,
2) nogulumu iežu jeb sedimentlaukakakmeņos.

Pie mums sastopami kristalliskie laukakmeņi, kuru pamatatradnes var būt plašā rajonā Zviedrijā, Somijā, N-Krievijā vai Baltijas jūras dibenā, piem. vairums granītu: turpretim ir arī tādi īpatnēji magmatiski ieži, kuru pamatatradnes ir tikai vienā vietā vai arī vienā noteiktā apgabalā, piem. Ōlandes ieži, Dalarnes porfiri, Baltijas jūras porfiri u. c. Tādu iežu laukakmeņus šļūdonis izkaisījis vēdekļveidīgās platībās, kuru šaurie gali ir pie pamatatradnēm, bet platie — šļūdoņa plūsmas virzienā. Izsekojot šādu t. s. vadlaukakmeņu izplatības vēdekļus, var spriest par šļūdoņa kustības virzienu.

Nogulumu iežu laukakmeņus šļūdonis attransportējis pie mums kā no Igaunijas, NW-Krievijas, Baltijas jūras un tās salām, tā arī iejaucis morēnā no pašas Latvijas

24. att. No morēnas izskaloti laukakmeņi Embūtes pag.
A. Dreimaņa uzņ.

pamatnes. Tādēļ Latvijas kvartāros nogulumos kā laukakmeņus atrod visu to formāciju iežu gabalus, kas sastopami pamatiežos minētajos apgabalos, pie kam biežāk sastopami izturīgāko iežu laukakmeņi, kamēr mīkstākie un irdenākie, piem. D_2a smilšakmeņi, parasti saberzti un sadrupināti. Nogulumu iežu laukakmeņos dominē silūra kaļķakmeņi, ļoti bieži sastopami arī devona un silūra dolomīti un lodīšu smilšakmeņi; E-Latvijā atrod arī devona kaļķakmeņus, bet Latvijas dienvidrietumos — perma cechšteina kaļķakmeņus un vietām arī juras smilšainos kaļķakmeņus. Dažās vietās sastopami veseli no-

25. att. Laukakmeņu krāvumi Vidzemes jūrmalā pie Ķurmes raga.

N. Delles uzņ.

gulumu iežu blāķi vai arī bluķi, kuŗus šļūdonis lielākās masās atrāvis no pamatnes, bet nav sadrupinājis un sajaucis ar pārējo līdznesto materiālu. Ja šādi vietēja materiāla blāķi ir jau vairāk sairdināti un pa daļai sajaukti ar pārējo morēnu, tad to sauc par lokālmorēnu; Latvijā samērā bieži atrod mūsu vietējo pamatiežu lokālmorēnas, piem., devona dolomītu, perma cechšteina kaļķakmeņu u. c.

Sastopamība. Lielāko tiesu morēnu apgabalos, sevišķi gala morēnu joslās, daudzās vietās jūrmalā un piejūras līdzenumā, kur ūdeņi aizskalojuši irdenāko materiālu un, lielākiem akmeņiem paliekot uz vietas, izveidojušies t. s. akmeņu lauki un akmeņu grēdas — «kalves» jeb «rēves»

(sevišķi NW-Vidzemē ap Vitrupi, Skulti un N- un W-Kurzemes jūrmalā), senlejās un tagadējo upju ielejās, vietām upēs veidojot krāces (piem., Gaujā pie Strenčiem u. c.). Nogulumu iežu blāķus un lokālmorēnas atrod visbiežāk netālu no tām vietām, kuŗās tie atrauti no pamatiežiem. Liels silūra kaļķakmeņu un dolomītu blāķis pie mums konstatēts Rīgas jūras līča S daļā, devona dolomītu un dolomītmerģeļu blāķi un lokālmorēnas veido pat veselus paugurus, piem., ap Viesīti, Siliņu staciju u. c., tie sastopami arī ōsu pamatnēs, piem., Ruļļu kalnā pie Jelgavas; perma cechšteina kaļķakmens un juras nogulumu blāķi un lokālmorēnas sastopamas Latvijas dienvidrietumos.

Lielākie viengabalainie magmatisko un metamorfo iežu laukakmeņi — granītu, migmatītu u. c. «eratiskie bluķi», piem., «Muldas akmens» Aizkraukles pag. Meļķītārēs — vairāk par 100 m³: 6,3 m gaŗš, 4,7 m plats, 4,0 m augsts, «Velna akmens» 1 km NW no Baldones Pladu mājām — apm. 90 m³: 6,1 m gaŗš un 4,9 m plats, «Dižakmens» pie Kapsēdas — apm. 80 m³ u. c.

Ar Latvijas zemes bagātību pētīšanas institūta iniciātīvu 1939. g. izdarīta Rīgas apriņķa lielāko laukakmeņu reģistrācija (lielāku par 3 m³). Šīs reģistrācijas nolūks bija nevien konstatēt to daudzumu un atradnes, bet arī ierosināt taupīt lielākos bluķus gan kā dābas un vēsturiskus pieminekļus, gan arī celtniecībai,

ēku apdarei un tēlniecībai, jo agrāk daudz vērtīgu lielu laukakmeņu bieži izmantoti tādiem nolūkiem, kur var iztikt ar mazākiem, piem., saspridzināti un saskaldīti šķembās šoseju vajadzībām u. t. l.

Visā Rīgas apriņķī šai skaitīšanā konstatēti 1222 lieli laukakmeņi, lielāko tiesu Vidzemes jūrmalā ap Skulti un Vidzemes centrālā augstienē (sevišķi ap Nītauri)

Izlietošana. Kristalliskos laukakmeņus lieto celtniecībā, šosejām, bruģiem, dzelzceļiem; piem., 1938. g. valsts ceļu būvniecībā izlietoti 119.000 m³ un dzelzceļu līniju balastēšanā 13.000 m³, kopā 132.000 m³ laukakmeņu par 792.000 latiem, bez tam vēl liels vairums celtniecībā, par ko trūkst precīzu datu, un lielāki bluķi arī pieminekļiem (lielākās darbnīcās 737 m³ par 83.000 latiem). Celtniecībā tos parasti izmanto ēku pamatos un sienās, lielākus monolitus arī kolonnām, apdarei u. t. l., piem., Tiesu pils apdarē un pamatos. Lielākām celtnēm un pieminekļiem tomēr grūti atrast pietiekošā daudzumā vienveidīgu materiālu.

Nogulumu iežu laukakmeņus arī izlieto celtniecībā, sevišķi laukos. Silūra kaļķakmeņus, kur tie biežāk sastopami, salasa un izmanto kaļķu izdedzināšanai, sevišķi tur, kur citu karbonātiežu nav, piem., N-Vidzemē, S-Latgalē, Kurzemes jūrmalā u. c.

Sīkāk par atsevišķiem laukakmeņiem, to petrografisko sastāvu un praktisko izlietošanu sk. attiecīgo iežu aprakstos.

28. Oļi.

Nosaukums, sastāvs. Noapaļoti dažādu iežu, it īpaši kaļķakmeņu, gabali, 1—10 cm diametrā.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Strauju ūdeņu nogulumi, radušies it īpaši leduslaikmeta beigās, ledāja kušanas ūdeņiem pārskalojot morēnu, arī pēcleduslaikmetā strautos, upēs un jūras un ezeru piekrastēs — viļņu darbības joslā; sk. arī granti *(29.)*.

Sastopamība. Pleistocēna nogulumos līdzīgi grantij — it īpaši ōsos, izskalotās gala morēnās un citās vietās, kur leduslaikmeta beigās darbojušies strauji kušanas ūdeņi; holocēna nogulumos — upēs, sevišķi to vidustecē un augšgalā, strautos, jūras un ezeru krastos.

Izlietošana. Celtniecībā, it īpaši betona darbos, ceļiem (sk. granti, *29.*).

29. Grants.

Sastāvs, izskats, ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Technoloģijā un ikdienišķā dzīvē par granti sauc smilšu, grants un oļu frakciju (sk. 100. lpp.) maisījumu. Ģeoloģiskā klasifikācijās tā ir mechaniska frakcija ar graudu rupjumu šaurākās robežās — pēc mūsu skālas 1—10 mm: smalkā jeb mūrnieku

26. att. Tukuma ōsa griezums.
A. Dreimaņa uzņ.

grants 1—2 mm, rupjā jeb ceļu grants 2—10 mm.

Grants sastāv no dažādu minerālu un iežu vairāk vai mazāk noapaļotiem graudiem; tā ir tekošu ūdeņu nogulums, radies gan pleistocēnā, sevišķi tā beigās, gan arī holocēnā. Granti (arī oļus) bieži sastop garenos vaļņveidīgos uzkalnos — ōsos, kas izveidojušies kā ledus kušanas ūdeņu nogulumi šļūdoņa plaisās, tuneļos vai to vārtos šļūdoņa malā. Bez tam granti, sevišķi smalko, holocēnā nogulsnējušas upes savās gultnēs un līčos. Holocēna smalkajā grantī ir vairāk kvarca graudu nekā pleistocēna grantī, bet

27. att. Atsegums grantsbedrēs Bātas pag.; redzama slāņota grants un oļi; 15× pamazin.
A. Dreimaņa uzņ.

mazāk laukspatu un karbonātu, kas izskaidrojams ar aktīvāku ķīmisku sadēdēšanu holocēna siltākā klimatā. Jo rupjāka grants, jo tanī vairāk karbonātu, sevišķi kaļķakmeņu, pleistocēna nogulumos pat līdz 80%, pārējie lielāko tiesu magmatisko un metamorfo iežu un to sairumu minerālu graudi. Tikai zemes virskārtas tuvumā kaļķakmeņu grantī daudz mazāk vai pat nav nemaz sakarā ar augsnes veidošanās procesiem.

Sastopamība. Daudzās vietās Latvijā, sevišķi ōsos, piem., Kangaru kalnos, Tukuma ōsos, Jelgavas Ruļļu kalnā u. c., gala morēnu paugurai-

nēs, upju gultnēs un līčos, jūras un ezeru krastos.

Izlietošana. Smalkā grants: betonam, mūrnieku darbiem, apmetumiem, asfalta darbiem; rupjā grants: it īpaši ceļiem, betonam.

1938. g. visā Latvijā bija 5751 grantsbedre kopplatībā 2996 ha, un tajās iegūts grants un oļu:

valsts uzturētiem ceļiem	150.000 m^3
klaušu kārtā uzturētiem ceļiem	1.000.000 m^3
māju (IV šķ.) ceļiem	100.000 m^3
dz.-c. līniju balastēšanai	200.000 m^3
būvniecībai (javās)	1.000.000 m^3
Kopā	2.450.000 m^3

par apm. 2.450.000 latiem.

Var atzīmēt, ka 25 pagastos grantsbedru nav.

30. Kvartārie konglomerāti.

Nosaukums. No lat. *conglomerāre* — velt pikā.

Sastāvs, izskats. Gaiši pelēcīgi, retāk rūsgani, ar kalcītu vai limonītu sacementēti dažādu iežu (it īpaši kaļķakmeņu) un minerālu noapaļoti gabali resp. sacementēta grants, oļi vai izskalota morēna; pēc ārējā izskata atgādina betona bluķus.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Izveidojušies pleistocēna starpleduslaikmetos un pēcleduslaikmetā, ūdeņiem, kuros izšķīdināts $Ca(HCO_3)_2$, izgulsnējot kaļķi vai dzelžainiem

ūdeņiem — limonītu grants un oļu slāņos, retāk morēnā (reizēm tās bazālajā daļā).

Sastopamība, atradnes. Grantsbedrēs (piem., Bātā), upju ielejās (avotainās vietās) u. c.

II. Psammitoliti jeb smiltsieži

Nosaukums no gr. *psammos* — smilts un *lithos* — akmens.

Sastāvs: dominē dažādu minerālu un iežu graudi, 0,1—1 mm rupjumā; irdeni vai arī sacementēti ieži.

a. Prekembrija smilšakmeņi

Sk. metamorfos iežus *(85.)*.

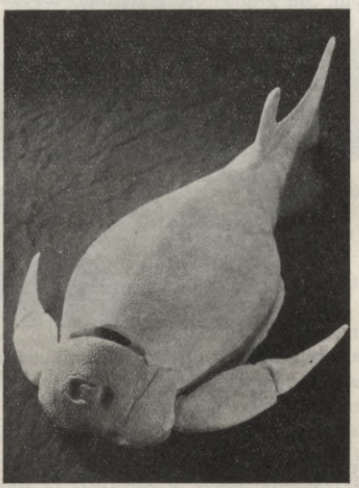
b. Devona smiltsieži

31. Vidusdevona sarkanais smilšakmens.

Sastāvs, izskats. Samērā irdens, dzelteni sarkans, rūsgans vai brūni sarkans iezis, sastāv lielāko tiesu no kvarca graudiem un dažiem procentiem laukspatu un vizlu; visi tie sacementēti ar mālu un dzelzs hidroksidu. Parasti dominē smalkā smilts (0,5—0,1 mm) — apm. 90%. No fosilijām smilšakmenī diezgan bieži atrodamas bruņu zivju atliekas, parasti bruņu plākšņu fragmenti, zvīņas, zobi, piem., *Asterolepis ornata, Dipterus tuberculatus* u. c.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Izveidojies sauszemē vai lielu upju deltās, vidusdevonā

(D_2a, it sevišķi D_2a_2 un D_2a_3), pustuksneša apvidū no vēja un tekošu ūdeņu nogulsnētām smilšu masām; par vēja darbību liecina kāpām raksturīgais slīpslāņojums, kas redzams sarkanā smilšakmens klintīs. Līdzīgs ir arī deltas



28. att. Bruņu zivs *Asterolepis ornata* Eichw. modelis pēc Grosa *(W. Gross)* rekonstrukcijas; modeļa garums apm. 75 cm.

N. Delles uzņ.

nogulumu slīpslāņojums. Tipiski ūdeņu nogulumi sarkanā smilšakmenī ir pelitolitu (glūdas resp. mālu) ieslēgumi pat lielākās ligzdās un slāņos, kā arī oļu (glūdas, merģeļu un dolomītu, retāk kvarca) starpslānīši ar bruņu zivju gabaliem. Šie glūdas oļu starpslāņi izveidojušies pēc

29. att. Bruņu zivs *Dipterus tuberculatus* Pand. zobs D_2a_4 smilšakmenī, atrasts pie Vaidavas Grūbes dzirnavām; $^3/_4$ dabiskā lieluma.
A. Dreimaņa uzņ.

lietus gāzēm pārplūstošos periodiski izžūstošos strautos un upēs.

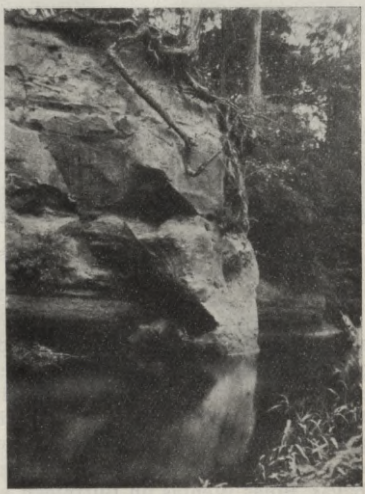
Sastopamība, atradnes. D_2a sarkanais smilšakmens — apm. 300—400 m biezā kompleksā kopā ar māliem (sk. *44.*) un D_2a_4 baltā smilšakmens (sk. *32.*) slāņiem — atrodas visas

30. att. D_2a_4 smilšakmens slīpslāņojums — deltas slāņojums Vintera gravas alas sienā.

N. Delles uzņ.

Latvijas pamatā un iznāk tieši zem pleistocēna nogulumiem N-Vidzemē un N-Kurzemē, uz N un NW no augšdevona dolomītu un citu marīno slāņu ziemeļu robežas (sk. karti), veidodams it īpaši upju, ezeru un jūras krastos stāvas sarkanas klintis, piem., Salacas, Gaujas, Amatas, Abavas, Rojas, Ventas un Burtnieku ezera krastos, Vidzemes jūrmalā ap Ķurmes ragu, Zilo kalnu nogāzē N-Kurzemē u. c. Latvijas vidienē D_2a smilšakmeni pārsedz jaunāki augšdevona pamatieži, un tas atkal parādās tieši zem kvartāriem nogulumiem lielākā platībā S-Latgalē un tai piegulošā Augšzemgales daļā, atsegdamies Dau-

gavas krastos ap Krāslavu un lejpus tās gandrīz līdz Daugavpilij. Pa plaisām cirkulējošie ūdeņi viegli izskalo samērā irdenos smilšakmeņus un,



31. att. Vidusdevona (D_{2a_3}) smilšakmens klints Rojas krastā.
S. Bucharta uzņ.

sevišķi avotu iznākšanas vietās, izveido alas; tā radušās mūsu lielākās alas — Gūtmaņa un Velna ala Gaujas krastos pie Siguldas, Ellīte

un Velna ala Salacas krastos, Dāvīda ala Kurzemes Zilajos kalnos u. c.

Izlietošana. D_2a sarkanais smilšakmens sava irdenuma dēļ celtniecībā nav praktiski izmantojams, bet tā irdenās daļas te izmanto kā smilti. Sarkanajam smilšakmenim gan svarīga nozīme tai ziņā, ka tanī ir bagāti arteziskā ūdens krājumi. Liela daļa dziļāko urbto aku, sevišķi Zemgales līdzenumā, kur arteziskais spiediens ir liels, iegūst labu dzeramo ūdeni no šā vidusdevona smilšakmens.

32. Vidusdevona baltais un dzeltenais smilšakmens resp. smiltis.

Sastāvs, izskats. Balts vai iedzeltens ļoti irdens iezis, vāji sacementēts ar māla daļām vai pilnīgi irdens. Sastāv gandrīz tikai no kvarca graudiem ar niecīgu vizlu un laukspatu piejaukumu; parasti dominē smalkās smilts frakcija — 0,1—0,5 mm — apm. 95%. Irdenajā smilšakmenī ir arī māla un lodīšu smilšakmens (sk. *34.*) iegulas. Pārakmeņojumu vidū dominē bruņu zivju atliekas, piem. *Dipterus tuberculatus* (sk. *29.* att.).

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Radies vidusdevona beigās un veido vidusdevona sarkanā smilšakmens kompleksa (šā apzīmējuma plašākā nozīmē) — D_2a — augšējo daļu — D_2a_4. Atšķirībā no tipiskā sarkanā smilšakmens baltais un

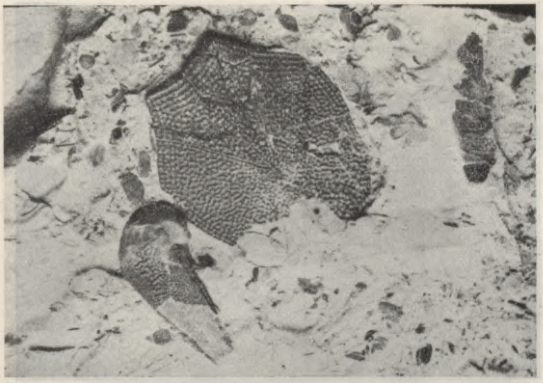
iedzeltenais izveidojušies piekrastes joslās, lielāko tiesu kā upju deltu nogulumi.

Sastopamība, atradnes. D_2a smilšakmeņu atsegumu joslā (sk. ģeol. karti un vidusdevona sarkano smilšakmeni, *31.*), tuvāk augšdevona robežai, piem., Sietiņiezī Gaujas krastos ap Lodi, Ventas krastos pie Kuldīgas, Daugavas krastos augšpus Daugavpils u. c. Arī tanī, līdzīgi kā vidusdevona sarkanā smilšakmenī, vietām izveidojušās alas, piem., Vinterala pie Cēsīm, Lodes Ellīte, Māņas kambaņi Abavas krastos u. c.

Izlietošana. Tīrākos baltos smilšakmeņus resp. smiltis, kuŗās kvarcam citu piemaisījumu, it sevišķi Fe un Ti savienojumu, ļoti maz, var izmantot stikla rūpniecībā — zaļā, zaļganā un logu stikla (Fe_2O_3 0,06—0,15%) un pusbaltā stikla (Fe_2O_3 0,03—0,06%) ražošanai; šim nolūkam savā laikā izmantotas Rēžupes alu smiltis (N no Kuldīgas), izveidojot tur veselu alu labirintu; par tām vēl tīrākas smiltis ir Ropažu Valmieras rajonā (par smilšu izmantošanu stikla rūpniecībā sk. arī *37.*, juras baltās smiltis); bez tam šo smilti izlieto arī mājsaimniecībā.

33. Augšdevona sarkanie, baltie un zilganie irdenie smilšakmeņi resp. smiltis.

Sastāvs, izskats. Līdzīgi vidusdevona analogiem smilšakmeņiem; zilganos smilšakmeņos daudz vairāk vizlas nekā pārējos. Parasti dominē smalkās smilts frakcija (līdz 94%), bet diezgan



32. att. Bruņu sivs *Bothriolepis cellulosa* Pand. plāksnes augšdevona merģelī, $^2/_3$ dab. lieluma; Pļaviņās.
A. Dreimaņa uzņ.

bieži arī rupjās smilts, retumis smalkās grants frakcijas, piem., Lielvārdē (D_3e) un Vilcē (D_3h) dažos starpslāņos. Smiltīs atrod arī bruņuzivju bruņu fragmentus, piem., dažādas *Bothriolepis* sugas u. c.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Radušies augšdevonā (D_3), it īpaši D_3e, D_3f_2 un D_3h_2 horizontos, jūrai no Latvijas devona līča atkāpjoties jeb regresējot un izveidojoties sauszemei un lagūnām, tātad līdzīgos apstākļos kā D_2a smilšakmeņu veidošanās laikā.

33. att. Bruņu zivs *Bothriolepis maxima* Gross plāksnes augšdevona (D_3e) smilšakmenī, 3× pamazinātas; Abavas Velna alā.

A. Dreimaņa uzņ.

Sastopamība, atradnes. It īpaši D_3e, D_3f_2 un D_3h_2 horizontu atsegumos upju krastos (sk. ģeol. karti), piem., Imulas un Amulas ielejās, Ventas krastos augšpus Skrundas, Daugavas krastos pie Lielvārdes un Daugmalē, Ogres krastos u. c.

Izlietošana. Tīrākie baltie smilšakmeņi, resp. smiltis, kuŗās Fe un Ti oksidu ir mazāk, izmantojami zaļā, zaļganā un logu stikla ražošanai; bez tam šos irdenos smilšakmeņus izlieto arī dažādās saimniecības nozarēs kā smiltis.

34. Lodīšu u. c. kaļķainie smilšakmeņi.

Sastāvs, izskats. Atsevišķu lodīšu vai ķekaru veidā ar kaļķi sacementēta tāda pati smilts kā irdenos, gaišos devona smilšakmeņos; krāsa

34. att. Lodīšu smilšakmens.
A. Dreimaņa uzņ.

balta, zilgana vai iepelēka; retāk sastop rūsgani brūnas lodītes, sacementētas ar limonītu. Ap lodītēm un starp tām irdena vai tikai ar māla

daļām sacementēta smilts, kuŗu tekošs ūdens vietām izskalojis. Reizēm atsevišķas lodītes tā saplūdušas, ka viss smilšakmens kļuvis blīvs, vienmērīgi sacementēts (t. s. kaļķainais smilšakmens). Daugmales pag. Bramberģes kaļķainā smilšakmenī ir apm. 57% smilts, pārējais gandrīz viss $CaCO_3$ (apm. 42,5%) *. Tipiskos lodīšu smilšakmeņos $CaCO_3$ mazāk.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Radies kā vidus, tā augšējā devona irdenos smilšakmeņos, tajos iesūcoties kaļķainiem vai dzelžainiem ūdeņiem; kaļķim resp. limonītam izkristallizējoties, izveidojas lodes veida krastalli, kas reizē sacementē kā smilšu graudus, tā arī smiltīs esošos bruņuzivju fragmentus u. c.

Sastopamība, atradnes. Daudz vietās Latvijā, it sevišķi devona smilšakmeņu horizontos tieši zem dolomītiem, piem., Amatas, Abavas krastos (Māŗas kambaŗos), Daugavas krastos (kr. krastā augšpus Doles salas) u. c.; bieži atrod atsevišķas lodītes vai arī to sakopojumus ķekaru veidā, sekundāri iejauktus kvartāra nogulumos. Kaļķainie blīvie smilšakmeņi sastopami, piem., zem Rembates dolomītiskā smilšakmens, Daugmales pag. pie Bramberģes u. c.

35. Dolomītiskie smilšakmeņi.

Sastāvs, izskats. Ar dolomītu visumā vienmērīgi sacementēta smalka smilts. No šīs

* Pēc K. Bamberga, 1940. g.

smilšakmeņu grupas vislabāk pazīstamais ir Rembates dolomītiskais smilšakmens — gaiši iesārts vai iesarkani pelēks, arī zaļgans, slāņains, porains iezis, vietām ar tukšumiem pat 3—5 cm diametrā.

Sastāvs*:

	iesārtos paraugos	zaļganos paraugos
kvarcs	37%	44%
laukspati	1%	1%
dolomīts	58%	45%
glaukonīts	4%	10%

Smilšu graudu rupjums 0,1—0,2 mm (85% no visa graudu daudzuma, pārējie lielāko tiesu vēl smalkāki).

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Augšdevonā D_3e horizontā, izveidojies seklā jūrā no upju sanestām smiltīm, tām sacementējoties ar dolomītu u. c. minerāliem.

Sastopamība, atradnes, izlietošana. Līdz šim pazīstami lielāki krājumi Ogres krastos Rembates pag., sevišķi pie Kalna Rēžām, kur dolomītiskais smilšakmens sastopams apm. 1,7 m biezā, diezgan vienādā slānī zem 5—6 m segkārtas, bez tam arī citur. Lietojams celtniecībā kā ietērpakmens, arī tēlniecībā: viegli apstrādājams, kaļams, izdevīgs krāsas ziņā; izturība pret spiedienu vidēji 270 kg/cm²; negātīva īpašība — liels poru daudzums (17,6—20,2%), kas reizēm pildītas ar izdrūpošu irdenu smilti.

* O. Mellis un J. Mellis, 1942. g.

Rembates dolomītiskais smilšakmens izlietots portāla kolonnām bij. Rīgas pils. Olava komercskolas, tag. Mākslas akadēmijas ēkai un Finanču ministrijas ēkas apdarei. Laužr Rembates pag., Ogres kreisajā krastā pie Kalna Rēžām.

c. Mezozōja smiltsieži

36. Triasa zilganais smilšakmens.

Sastāvs, izskats. Zilgans, smalkgraudains, ar mālu un kaļķi sacementēts smilšakmens, reizēm ar glūdas oļu ieslēgumiem.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Apakš. triasā; starpslāņi mālā un merģelī (t. s. Purmaļu merģelī, *45.*), it īpaši augšējā un apakšējā daļā, sekla ūdens baseina nogulums.

Sastopamība, atradnes. Ventas krastā pie Losas upes, Losas, Šķerveles gultnē u. c. S-Kurzemē; sīkas atradnes, 5—20 cm biezos slānīšos; biezāki uzurbti Rucavā.

37. Juras baltā smilts.

Sastāvs, izskats. Balta vai iepelēka, lielāko tiesu smalka kvarca smilts, vietām ar humōzām un melnām ogļainu augu atlieku iegulām, kā arī putekļu smilts starpkārtām; reizēm tanī atrod veselus pārogļojušos juras laikmeta koku stumbrus, kā arī māla un kvarca oļus. Vietām šī smilts, piem., Nīkrāces pag. Dzeldas un Šķerveles upes krastos, ir ļoti tīra, balta (t. s. baltā smilts) un sastāv gandrīz tikai no kvarca grau-

35. att. Juras baltā smilts ar ogļainiem starpslāņiem Šķerveles labajā krastā; attēla labajā stūrī smilti pārsedz augšējās morēnas māla merģelis.
V. Zāna uzņ.

diem. (Par «baltām smiltīm» technologi parasti apzīmē smiltis, kuŗās Fe_2O_3 mazāk par 0,2%.)

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Fluviātila smilts, radusies juras laikmetā kā tekošu ūdeņu nogulums toreizējo piejūras deltu un upju rajonā.

Sastopama arī marīna juras smilts, jūras piekrastes nogulums; tā ir iepelēka, ar jūras dzīvnieku čaulām vai to fragmentiem, kā arī kaļķakmens konkrēcijām (sk. *60.*).

Sastopamība, atradnes. S-Kurzemē, it īpaši virs brūnogles; sevišķi bieza tā ir Dzeldas un

Šķerveles satekas rajonā (vairāk par 15 m, zem 5—12 m biezas kvartāra segas).

Izlietošana. Tīrākās kvarca smiltis Dzeldas un Šķerveles satekas rajonā iespējams izmantot labāko stikla šķirņu un smalkkeramikas ražojumu pagatavošanai, jo šais smiltīs ir maz Fe_2O_3 un TiO_2.

Minētajā rajonā ir šādas smiltis*:

	Fe_2O_3
kristallstikla un opt. stikla ražošanai (viens paraugs)	< 0,02% (0,013%)
baltā stikla ražošanai	0,02 — 0,03%
pusbaltā stikla ražošanai . .	0,03 — 0,06%
zaļganā un logu stikla ražošanai . .	0,06 — 0,15%

Šai rajonā izmantojamo smilšu ir ap 700.000 m^3. Izmantošanai nelabvēlīgs apstāklis ir samērā biezā kvartāra segkārta; tādēļ var izmantot tikai atsegumos upju krastos.

d. Kvartārie smiltsieži

38. Pleistocēna jeb diluviālās smiltis

Sastāvs, izskats. Sastāv no kvarca, laukspatu, karbonātiežu un neliela daudzuma citu minerālu: ragmāņa, augīta, rūdu minerālu, vizlu, u. c. graudiem. No laukspatu graudu un trīsvērtīgu dzelzs savienojumu piejaukuma smiltij parasti iedzeltena krāsa.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Pleistocēna šļūdoņa kušanas ūdeņu sanesumi; uz šo nogu-

* J. Eiduks un F. Rikards, 1941. g.

lumu izveidošanos aukstā klimatā norāda samērā lielais laukspatu graudu daudzums (līdz 20%) — atšķirībā no holocēna smiltīm (sk. *39.*)

Sastopamība, atradnes. Ļoti daudzās vietās — gan zem morēnu merģeļa, gan grantī kā starpslāņi, gan arī zemes virspusē; tad gan virsējā kārtā izskalota — bez karbonātu un arī laukspatu graudiem.

Izlietošana. Celtniecībā, it sevišķi apmetumos, tecīlu akmeņu pagatavošanai, podniecībā un ķieģeļu rūpniecībā mālu liesināšanai.

39. Holocēna jeb alluviālās smiltis (kāpu, jūrmalas, upju smiltis).

Sastāvs, izskats. Sastāv lielāko tiesu no kvarca graudiem ar niecīgu citu minerālu (vizlu, laukspatu, ragmāņa u. c.) piejaukumu. No trīsvērtīgu dzelzs savienojumu piejaukuma smilšu krāsa iedzeltena. Ja augsnes veidošanās procesā no virsējām kārtām (50—100 cm) dzelzs savienojumi izskaloti (priežu mežos senu kāpu un smiltāju rajonos), smilts ir pilnīgi balta, un tad to sauc par podzola smilti jeb pelnzemi. Ūdeņu transportētie smilšu graudi spoži noapaļoti, bet vēja nestās kāpu smiltis ir ar vairāk vai mazāk nespodru, matētu virsu. Graudu rupjums caurmērā 0,1—0,2 mm.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Upju, jūras viļņu un straumju un vēja nogulsnētas holocēnā jeb alluvijā, mērenā klimatā, kādēļ mazāk iztu-

36. att. Kāpu smilts.

rīgākie minerāli vairāk sadēdējuši nekā aukstā klimatā; palikuši lielāko tiesu ķīmiski un mechaniski izturīgākie kvarca graudi.

Sastopamība, atradnes. It īpaši jūrmalā un piejūras zemienēs, sevišķi lielāko upju grīvu apkārtnē kāpu veidā; arī iekšzemes kāpu rajonos (ap Strenčiem, Lejasciemu, Daugavpili, Taurkalni, starp Baldoni un Tomi u. c.), kur tās veidojušās lielāko tiesu no vecākām pleistocēna smiltīm. Vaļējo kāpu un puteņsmilšu Latvijā ir ap 1300 ha, kopā ar pusapaugušām — 3800 ha.

Izlietošana. Podniecībā, ķieģeļu un cementa rūpniecībā mālu liesināšanai, smilškaļķu un bitūmināto ķieģeļu rūpniecībā, apmetumiem; podzola smiltis — zaļā stikla ražošanai (Lilastes, Ropažu u. c.), smalkkeramikā (Ropažu smiltis).

Latvijas vietējo smilšu kopējais patēriņš 1938. gadā (lielāko tiesu holocēna smiltis, nedaudz pleistocēna — podniecībā un ķieģeļu rūpniecībā un devona — stikla rūpniecībā):

	tonnu	Ls
Stikla rūpniecībā	6.622	38.000
Podniecībā un ķieģeļu rūpniecībā .	19.500	26.000
Smilškaļķu ķieģeļu rūpniecībā . .	15.000	26.000
Smalkkeramikā	908	5.500
Cementa rūpniecībā	3.000	4.000
Kopā	45.030	99.500

40. Holocēna (alluviālie) smilšakmeņi.

Sastāvs, izskats. Gaiši — balti, iedzelteni vai iepelēki nenoteiktas formas smilšakmeņu stabi, bluķi vai atsevišķas lielākas konkrēcijas, kuŗās smilts sacementēta ar kaļķi. Šajos smilšakmeņos bieži redzams smilts agrākais slāņojums.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Izveidojušies holocēnā, ūdeņiem, kuŗos izšķīdināts $Ca(HCO_3)_2$, izgulsnējot kaļķi smilts iežos, it sevišķi avotu iztekās, uz smilšu un māla robežas u. c.

Sastopamība. Lielāko tiesu upju ielejās, piem., pie Krāslavas, Daugmalē u. c.

Izlietošana. Lielākos smilšakmens bluķus to izrobotās formas dēļ novieto kā dekorātīvus dabas pieminekļus parkos (piem. Krāslavā).

41. Rūsakmens jeb ortšteins.

Sastāvs, izskats. Rūsas krāsas, retāk rūsgani melns smilšakmens vai smiltis u. c. drupu ieži, vairāk vai mazāk sacementēti, lielāko tiesu ar dzelzs hidroksidu un arī ar ieskalotām māla daļām. Rūsganā krāsa ir no trīsvērtīgiem dzelzs savienojumiem, bet melnā no humus vielām; rūsakmenī var būt arī mangāna savienojumi, kas dod zilganmelnu nokrāsu.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Radies holocēnā, augsnes veidošanās process. No skābu augšņu virsējām kārtām izskalotos dzelzs savienojumus un māla daļas, kas ir kolloīdālā stāvoklī, ūdeņi ieskalo dziļākās kārtās; tur, saskaroties ar neitrāliem vai baziskiem vēl neizskalotiem iežiem, kolloīdālās vielas sarecē un uzkrājas, ar laiku sacementējot irdenos graudus.

Sastopamība. Visbiežāk rūsakmens izveidojas smilšainās zemēs, jo tās vieglāk izskalojas; parasti 10—50 cm dziļumā, 5—35 cm biezumā. Nelabvēlīgs augu segai, jo tanī ir augiem kaitīgas vielas; tāpat sava cietuma dēļ tas nelaiž cauri saknes. Rūsakmens jāizlauž vai jāsadrupina. Lai novērstu tā rašanos, zeme jākaļķo.

III Aleuroliti

Nosaukums: no gr. *aleuron* — milti un *lithos* akmens.

Sastāvs: dominē 0,01—0,1 mm lieli dažādu minerālu graudi, irdeni vai arī sacementēti.

a. Juras aleuroliti.

Putekļu smilšu lēcas vai nelieli starpslāņiši juras smiltīs (sk. *37.*) vai melnajos mālos (sk. *46.*).

b. Kvartārie aleuroliti.

42. Kvartārās putekļu smiltis, lesoīdi.

Sastāvs, izskats. Liesam bezakmeņu mālam līdzīgs gaišs iezis, mitrs formējams. Tipiskos lesoīdos dominē 0,01—0,05 mm frakcija, piem., Kaucmindē un Mežotnē 63—74% *. Atkarībā no smalkāku vai rupjāku frakciju piejaukuma savās īpašībās līdzinās vai nu smalkai smiltij, vai arī liesam mālam. Sastāv lielāko tiesu no kvarca, laukspatiem, karbonātiem. Karbonātu parasti 21—33% *.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Pleistocēnā, sevišķi tā beigās, šļūdonim atkāpjoties; kušanas ūdens baseinu nogulumi.

Sastopamība, izlietošana. Lielāku bezakmeņu mālu baseinu apmales joslās, piem., S-Zemgalē, kā arī mazāku baseinu nogulumos starp morē-

---

* Pēc K. Krūmiņa, 1937. g.

nām. Uz putekļu smilts, tā kā tā ir ar karbonātiem bagāta, izveidojas labas augsnes. Dažas putekļu smiltis lietojamas kā t. s. veidņu smiltis metallietuvēs veidņu pagatavošanai. Šim nolūkam vislabāk noder kaļķiem nabags putekļu frakcijas rupjāko daļu dabisks maisījums ar smalku smilti.

IV. Politoliti

Nosaukums no gr. *pēlos* — māls, dūņas un *lithos* — akmens.

Sastāvs: dominē minerālu graudi, mazāki par 0,01 mm. Iezis ūdenī atmiekšķējams un dod plastisku masu (māli) vai arī vispāri neatmiekšķējams (māla slānekļi).

MĀLI, MERĢEĻA MĀLI UN MĀLA MERĢEĻI

Sastāvs. Māli ir pelitomorfi jeb zemjaini drupu ieži, dažādu minerālu maisījums, kas dod ar ūdeni plastisku mīklu, kuŗa pēc izžūšanas uzglabā izveidoto formu un pēc apdedzināšanas kļūst akmenim līdzīga — cieta. Jo lielāka ir pelitolitu frakcija (< 0,01 mm, t. s. techniskais māls), jo māli ir treknāki, sīkstāki, un tādus mēdz saukt par glūdu; treknu mālu pazīme — sausa parauga virsa, paberžot ar nagu, kļūst spīdīga; mitri tie ir glumi, it kā ziepjaini.

Mālus, kuŗos daudz putekļu un smilts frakciju, sauc par liesiem, un, pirkstos paberžot, tie ir asāki par treknajiem.

Mālos minerālu vidū parasti dominē t. s. mālu minerāli — kaolinīts u. c.; ja karbonātu mālos ir 5—10%, tad tādus sauc par merģeļa māliem, bet ja 10—25%, tad par māla merģeļiem.

43. Kembrija zilais māls (glūda).

Sastāvs, izskats. Gaiši zils, sīksts, stipri sablīvēts, trekns māls; tanī pārakmeņojumu maz (piem., *Hyolithes,* algas u. c.).

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Apakšējā kembrija nogulums, radies seklā jūrā.

Sastopamība. Latvijā sastopams tikai lielākā dziļumā; Daugavpilī uzurbts 558—567 m dziļumā, bet nav tam izurbts cauri; Igaunijā līdz 100 m biezs. Pie mums iejaukts arī morēnu mālā (sk. *51.*) kā tā sastāvdaļa. Igaunijā, kur kembrija zilais māls atsedzas gar Somu jūras līča krastu, to izmanto cementrūpniecībā.

44. Devona māli (glūdas), merģeļainie māli un māla merģeļi.

Sastāvs, izskats. Zaļgani, zilgani, sarkani, brūni, violeti, pelēki vai raibi dažāda treknuma māli. Sarkanā nokrāsa ir no trīsvērtīgiem dzelzs savienojumiem (sastop līdz 10% Fe_2O_3), zilganā un zaļganā — it īpaši no divvērtīgiem; violetā krāsa — pa daļai no Mn savienojumiem. Parasti D_2a mālos nav karbonātu, bet D_3c u. c. tie ir sastopami. Dažādu devona mālu īpašības atzīmētas tabulā.

Latvijas devona

Paraugs	Ģeol. vecums	CO_2 %
Tūja { trekns koši sarkans māls . . .	D_2a	—
Tūja { trekns zaļš māls	D_2a	—
Tūja { liess zaļš māls	D_2a	—
Tūja { vidēji liess violets māls	D_2a	—
Dundaga, trekns violets māls	D_2a	2,1—2,4
Cēsu Glūdas muiža, trekns zaļš māls .	D_2a	—
Nāvessala, trekns zaļš māla merģelis	D_3c	9,5
Salaspils, trekns zilg. zaļš merģeļa māls	D_3c	4,7

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Saldūdens baseinu, periodiski izžūstošu upju līču vai seklas jūras un lagūnu nogulumi. Saldūdeņu mālu iegulas devona smilšakmeņos ir bieži ļoti nevienmērīgas formas; par strauju tekošu ūdeņu pēkšņiem uzplūdiem liecina smilšakmeņos vietām sastopamie mālu oļu horizonti.

Veidojušies gan vidusdevonā (D_2a) kā smilšakmeņu starpslāņi, vietām sasniedzot ievērojamu biezumu, gan arī augšdevonā, it sevišķi D_3c, D_3e, D_3f_2, D_3h horizontos, kad devona jūra atkāpdamās izveidoja daudz seklu baseinu (lagūnu); tajos nogulsnējās upju atnestās māla duļķes.

Sastopamība, atradnes, izlietošana. It īpaši rajonā, kur iznāk zemes virspusē vai tuvu tai D_2a un D_3c nodaļas — N-Vidzemē, N-Kurzemē,

mālu īpašības: *

Klinkerēšanas (saķepēšanas) t° C°	Deformēšanās t° C°	Intervalls starp klinker. un deformēšanās t° C°	Māla daļu, <0,02 mm, daudzums %	Al_2O_3 %	K_2O+Na_2O %
1075	1180	100	69	16	5,8+0,1
1060	1230	170	65	17	4,8
—	1230	nesaķep	40	12	4,6+0,1
1170	1230	60	55	13	3,6
1050—1070	—	70—80	64	13,9—16,4	4,2+0,2
960	—	160	91	24,6	6,3
—	—	—	88	14,2	5,7+0,6
—	—	—	90	17,8	6,8

Latvijas centrālajā daļā, piem., Tūjas, Cēsu ķieģeļnīcās, ap Rūjienu, Salacu, Salaspili, Dundagu u. c. Mālu izmanto ķieģeļu, drenu cauruļu, kārniņu un klinkera izstrādājumu pagatavošanai. Tiem noder D_2a bezkarbonātu māli. — Klinkeri ir stipri apdedzināta māla izstrādājumi ar blīvu, bet ne stiklainu drumstalu. Tos apdedzina pāri saķepēšanas temperātūrai, bet ne līdz deformēšanās temperātūrai; tādēļ to pagatavošanai praktiski izmantojamas tikai tādas mālu šķirnes, kuŗām intervalls starp saķepēšanas un deformēšanās temperātūru ir ne mazāks par 80° C. Klinkera izstrādājumos poru ir mazāk par 5%, un tie ir izturīgi kā pret mechanisko, tā arī ķīmisko (skābju) iedarbību; tos tādēļ lieto bruģiem, šoseju segai, piem., mēģinā-

* J. Eiduks, 1937. g., 1939. g., 1940. g.

juma posmā Rīgas Bauskas šosejas 9,480.—9,500. km, grīdu un sienu flīzēm pienotavās, fasādēm u. c. Klinkeru ražošanai derīgi māli sastopami pie mums diezgan lielos daudzumos (Tūjas, Cēsu, Dundagas raj. u. c.), un to izstrādājumu pretestība spiedei atsevišķos gadījumos pat pārsniedz 2000 kg/cm².

Nelielā daudzumā devona mālus izlieto veidņu pagatavošanai, ūdenlaidīgu vietu noblīvēšanai pagrabos u. t. l., gaiši zilos mālus arī sienu balsināšanai.

Salaspils un Doles zilgani zaļo un balto D_3c horizonta merģeļa mālu lieto arī krāsns podiņu pagatavošanai. Ierosināta arī doma par K sāļu un Al iegūšanu no mālu pasugām, kuŗās šo elementu vairāk (sk. tabulu).

45. Triasa māli, merģeļa māli un māla merģeļi (Purmaļu merģelis).

Izskats. Dziļākos horizontos sarkani, sarkanbrūni un raibi, augšdaļā arī zilgani, zaļgani un iepelēki trekni, lielāko tiesu merģeļaini māli; pārakmeņojumi līdz šim tanīs nav atrasti.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Apakšējā triasa nogulumi; radušies jūras piekrastes lagūnu vai saldūdens baseinu režīmā.

Sastopamība, atradnes. S-Kurzemē, gar Lietuvas pierobežu, virs perma cechšteina kaļķakmens, atsedzas Ventas un tās pieteku — Losas,

Zaņas, Lētižas, Šķerveles krastos, arī gar Vadaksti; urbumos līdz 80 m biezumā (Rucavā), pie Losas ap 25 m. Uz S Lietuvā slāņu biezums pieņemas.

46. Juras melnie māli.

Sastāvs, izskats. Melni ogļaini vai tumši pelēki māli, bieži kopā ar brūnogli. Organisko vielu analizētos paraugos ir ap 10%. Mālos sastopams pirīts un markazīts (FeS_2) atsevišķu konkrēciju veidā. Al_2O_3 ir ap 20% *. Dažos mālos (marīnos) sastopamas kaļķainas, pārakmeņojumiem bagātas konkrēcijas (sk. *60.*), kā arī pelēkas putekļu smilts lēcas.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Juras laikmetā, kopā ar organismu atliekām nogulsnēti upju deltu rajonā rāmākās vietās, attekās, lagūnveidīgos baseinos vai seklā jūrā.

Sastopamība, atradnes, izlietošana. S-Kurzemē, sevišķi Ventas un tās pieteku Losas, Zaņas, Dūmiķa, Lētižas, Šķerveles krastos nelielās atradnēs, bieži kopā ar brūnogli, it īpaši zem tās 1—3 metru biezumā. Daži melno mālu paraugi ietilpināmi ugunturīgo mālu grupā ar kušanas temperātūru ap 1580° (robeža starp ugunturīgiem un ugunneturīgiem māliem); ja tos atrastu lielākā daudzumā, tad varētu izmantot ugunturīgo krāsns ķieģeļu un t. s. akmenspreces ražošanai.

---

* Pēc J. Eiduka, 1937. g.

37. att. Slokšņainie māla merģeļi.
V. Zāna uzņ.

Kvartārie bezakmeņu māli

47. Slokšņu māli resp. slokšņainie māla merģeļi.

Sastāvs, izskats. Bezakmeņu māla merģeļi ar raksturīgu slāņojumu jeb slokšņojumu, kur trekna māla tumšākas kārtas mainās ar gaišākām, liesākām — smilšainām vai ar putekļu frakciju bagātām. Māla daļu (< 0,01 mm) daudzums var būt diezgan svārstīgs; dažos Jelgavas apkārtnes paraugos tas ir 65—80%*. Al_2O_3 ir ap 15%. Karbonātu parasti 15—30%; tomēr tos parasti sauc par māliem, nevis par māla merģe-

* Pēc K. Krūmiņa, 1937. g.

ļiem vai merģeļiem. Šie vispāri ir tipiski bezakmeņu māli resp. māla merģeļi, un tikai retumis tanīs sastopami atsevišķi akmeņi vai oļi, kas iekrituši no peldošiem leduskalniem mālu veidotājā ūdens baseinā. Apm. 0,5—1 m dziļumā (vietām seklāk vai arī dziļāk) sastopamas kaļķa konkrēcijas, kas radušās sekundāri — jaunākā laikā sakarā ar kaļķu izskalošanos.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Radušies pleistocēnā, sevišķi tā beigās, nogulsnēdamies šļūdoņa priekšā esošos ūdens baseinos — sprostezeros, kuŗos vasarās nogulsnējās straujāku kušanas ūdeņu ienestās rupjākās daļiņas, bet ziemās — smalkākas māla duļķes. Tā divas slokšņu māla kārtiņas (viena gaiša, smilšaina, un viena tumša, mālaina) atbilst viena gada nogulumam. Reizēm, sevišķi Latvijas slokšņu mālos, ir vēl sīkāks slāņojums, kas atbilst atsevišķām lietus gāzēm, siltākām dienām u. tml. Pie mums virs morēnas plašāk sastopamie slokšņu māli ir leduslaikmeta beigu posma nogulumi, bet zem tās sastopamie, bieži atsegumos un urbumos konstatētie — interstadiāli vai interglaciāli.

Sastopamība, atradnes. It īpaši pēcleduslaikmeta lielāko sprostezeru rajonos — Zemgales līdzenumā (līdz 7 m biezi), Lubānas līdzenumā, vairākās vietās Gaujas baseinā, Ventas ieplakā, ap Saldu u. c., visumā līdz 12 m biezumā.

Izlietošana. Ķieģeļu un drenu cauruļu pagatavošanai, podniecībā, cementa rūpniecībā (lie-

lākās raktuvēs Ozolniekos, pie Iecavas upes 1939. g. iegūta 36.641 tonna mālu).

Bez tam slokšņu māliem ir svarīga teorētiska nozīme. Saskaitot kādā atsegumā, piem., mālu bedres sienā gadu kārtas, iespējams konstatēt mālu nogulsnēšanās ilgumu; tālāk — salīdzinot gadu kārtas vairākos dienvidu-ziemeļu virzienā esošu mālu bedru profilos, iespējams izsekot visu šļūdoņa atkāpšanās gaitu, jo krasākas klimatiskas svārstības ietekmējušas visu tai laikā radušos slokšņu mālu gadu kārtu biezumu un izveidojumu, un pēc šīm maiņām iespējams saistīt atsevišķu mālu baseinu kārtu skaitījumus. Šādā veidā zviedru ģeologs De-Geers izstrādājis visa pēcleduslaikmeta absolūto ģeochronoloģisko skālu, slokšņu mālu skaitījumus N-Zviedrijā piesaistot jaunākiem slokšņotiem ezeru nogulumiem.

48. Treknie bezakmeņu māli bez slokšņojuma.

Sastāvs, izskats. Brūngani vai pelēcīgi, arī zilgani, trekni bezakmeņu māli bez slokšņojuma vai ar neskaidru slokšņojumu, parasti merģeļaini.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Līdzīgi slokšņu māliem *(47.)*, radušies, domājams, dziļāku baseinu malās vai seklos baseinos, kur ūdens kustība, sevišķi viļņu darbība, nav ļāvusi izveidoties skaidram slokšņojumam.

Sastopamība, atradnes. Daudz vietās Latvijā, gan plašu sprostezeru nogulumu veidā (Augšzemgalē, pat > 10 m biezumā, u. c.), gan arī, visbiežāk, nelielos vai pat pavisam sīkos krājumos (sevišķi gala morēnu paugurainēs).

Izlietošana. Ķieģeļu un drenu cauruļu rūpniecībā, podniecībā.

49. Liesi pēcleduslaikmeta bezakmeņu māli un merģeļa māli bez slokšņojuma.

Sastāvs, izskats. Gaiši brūnganpelēki, arī zilgan- vai zaļganpelēki, vairāk vai mazāk liesi, parasti merģeļaini bezakmeņu māli, vietām pāriet mālainā putekļu smiltī (sk. *42.*); karbonātu līdz 30%, bet virskārtā tie var būt arī pilnīgi atkaļķoti. Mechaniskais sastāvs, piem., Valguntes Kalnciema māliem:

smalka smilts	0,1—0,5 mm . . .	1— 8%;
putekļu smilts	0,01—0,1 mm . . .	45—59%;
māls	< 0,01 mm . . .	35—52%.

Vietām šais mālos atrod arī augu un zivju atliekas, piem., pie Valguntes.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Jaunāki par slokšņu māliem, nogulsnējušies ūdens baseinos pēc šļūdoņa atkāpšanās, it īpaši no materiāla, ko tajos ienesušas ietekošās upes. Zemgales līdzenumā N no Jelgavas tie pārsedz slokšņu mālus un ir, domājams, Baltijas ledus ezera vai arī vairāku nelielu baseinu nogulumi.

Sastopamība, atradnes. Lielākās atradnes Zemgales līdzenumā Kalnciema un Valguntes rajonā, Ventspils apkārtnē un arī citur — it īpaši kā nelielu baseinu (ezeru) nogulumi.

Izlietošana. Lielāko tiesu ķieģeļu un drenu cauruļu rūpniecībā (t. s. balto resp. gaiši dzelteno ķieģeļu pagatavošanai).

Mālu izmantošana rūpniecībā 1938. g. (nešķirojot pēc ģeoloģiskā vecuma):

	tonnu	Ls
Portlandcementa rūpniecībā . . .	51.000	109.000
Ķieģeļrūpniecībā: ķieģeļiem, drenu caurulēm, kārniņiem u. t. t. . .	455.000	911.000
Podniecībā	9.000	39.000
Kopā	515.000	1.059.000

1939. g. darbojās pavisam 244 ķieģeļnīcas, no tām 34 lielas (puse Jelgavas apr.) un 210 sīkākas (gandrīz puse Vidzemē).

MĀLA SLĀNEKĻI

50. Prekembrija māla slānekļi.

Sastāvs, izskats. Kriptokristalliski vai zemjaini, kā slāņoti, tā arī blīvi, nespodri ieži, parasti pelēki, brūnganpelēki, tumši vai gandrīz melni. Viegli ieskrāpējami ar nazi. Sastāv no sīkām, mikroskopiskām metamorfizētām mālu minerālu plāksnītēm un kvarca u. c. minerālu graudiņiem.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Prekembrijā radušies no māla iežiem, tiem vāji metamorfizējoties (lielāko tiesu zem spiediena), un tādēļ it kā veido pārejas grupu starp diaģenētiski pārveidotiem un metamorfiem iežiem.

Sastopamība. Latvijā kā nelieli laukakmeņi, samērā reti.

V. Morēnas

Nosaukums, veidi. Vārds morēna pārņemts no franču valodas *(moraine),* un ar to W-Šveicē apzīmē šļūdoņa nogulumus tā priekšpusē un sānos. Morēnas ir pēc frakcijām nešķirotu iežu un minerālu gabalu un graudu maisījums, parasti neslāņots. Tā kā pie mums tajās ir daudz pelitolitu un aleurolitu frakciju, tad šādas morēnas savās īpašībās atgādina mālus (sk. 198. lpp.), un tās sauc par m o r ē n u m ā l u, m e r ģ e ļ a i n u m o r ē n u m ā l u (ja karbonātu saturs ir 5—10%) vai m o r ē n u m ā l a m e r ģ e l i (ar karbonātu saturu 10—25%). Turpretim, ja dominē psammītiskās un psefītiskās frakcijas, tad runā par m o r ē n u s m i l t i. Pāreja no viena uz otru ir s m i l š a i n s m o r ē n u m ā l s.

51. Akmeņainie morēnu māli, merģeļa māli un māla merģeļi.

Sastāvs. Dažādu frakciju maisījums — sākot ar mālu līdz lieliem akmeņu bluķiem, pie kam rupjākās (psefītiskās) frakcijās parasti do-

38. att. Augšējās morēnas māla merģeļa atsegums Daugavas kreisajā krastā augšpus Doles salas.
A. Dreimaņa uzņ.

minē kaļķakmeņi, dolomīti, dažādi magmatiski un metamorfi ieži, lodīšu smilšakmeņi, bet smalkākās — šo pašu iežu vai to minerālu graudi un mālu minerāli. Morēnu merģeļa mālu un māla merģeļu virsējās kārtas (apm. 0,5—2 m) augsnes veidošanās procesos parasti ir atkaļķotas, un tur tad karbonātu ļoti maz vai nav nemaz (morēnu māli).

Latvijas morēnu mālu resp. merģeļa mālu un smilšaino morēnu mālu mechaniskais sastāvs ir šāds (35 analižu rezultāti):

39. att. Apakšējās morēnas māla merģeļa atsegums Kurzemes jūrmalas stāvkrastā pie Strantes.

A. Dreimaņa uzņ.

> 1,0 mm frakc.	(grants, oļi)	— 2—15%,	visbież. 5—10%
1,0—0,1 mm „	(smilts)	— 9—47%	ap 30%
0,1—0,01 mm „	(put. smilts)	— 10—40%	25—30%
< 0,01 mm „	(māla daļas)	— 18—63%	ap 30%

Karbonātu daudzums (apm. 60 analižu rezultāti) — 3—26%, visbiežāk 12—25%.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Morēnu māli resp. merģeļa māli ir tipiskākie šļūdoņa nogulumi. Šļūdonis pleistocēnā vairākkārt 1—2 km biezā segā apklāja visu N-Eiropu, nākdams no Fennoskandijas kalnājiem un savā kustībā raudams līdzi visus tos irdenos iežus, kuŗus sastapa ceļā, vai pat atlauza

no pamatnes lielāku pamatiežu blāķu veidā. Visu šo materiālu tas transportēja uz dienvidiem, iesaldētu savā bazālajā daļā. Atsevišķi iežu gabali tur tika berzti viens gar otru un arī pret pamatiežu virsu — slīpēti, skrambāti, sadrupināti un savā starpā pilnīgi sajaukti. Kad šļūdonis nokusa, viss šis nešķirotais materiāls ar skrambām klātiem laukakmeņiem palika gan lēzenu un viļņotu pamatmorēnu, gan arī vaļņveidīgi sabīdītu vai paugurainu gala morēnu veidā.

Morēnu stratigrafiskais iedalījums un paveidi. Pēc ārējā izskata un ģeoloģiskā vecuma Latvijā izšķiŗ vismaz divu apledojumu atstātas morēnas — augšējo (pēdējā apledojuma) un apakšējo (vienu vai vairāku senāku apledojumu). To atšķirības atzīmētas tabulā 213. lpp.

Starp augšējo un apakšējo morēnu sastopami interglaciālie jeb starpleduslaikmetu nogulumi — smiltis, grants, slokšņu māli, merģeļi vai, retāk, organisko atlieku nogulumi, piem., kūdra Embūtes Tiltiņos (Dēseles Lejniekos) un Krāslavas tuvumā — sk. *73.*

Augšējo morēnu atstājis t. s. Virmas apledojums, bet apakšējo — kāds no vecākiem (domājams Risas). Iespējams arī, ka apakšējās morēnas dažādie paveidi ir vairāku apledojumu nogulumi.

Sastopamība, atradnes. Augšējā morēna sedz apm. $^2/_3$ Latvijas zemes virsas — pamatmorēnu līdzenumos tikai dažu metru biezumā, bet gala

Atšķirība starp augšējo un apakšējo morēnu

	51a. Augšējās morēnas merģeļa māli	51a. Apakšējās morēnas merģeļa māli
Krāsa	rūsgana, sarkanbrūna, pelēkbrūna	pelēka, zilganpelēka, zaļganpelēka, brūnganpelēka
Vispārējais habitus	parasti mazāk sablīvēta par ap. mor.; atsegumos sadrūp nevienādos gabalos	parasti blīvāka par augš. mor.; atsegumos sadrūp prizmveidīgos sīkos gabaliņos
Laukakmeņi —		
a) daudzums, lielums	daudz, dažāda lieluma	vidēji daudz; lielu maz; ļoti labi nogludināti
b) magm. ieži	dažādi	tumšo, bazisko — vairāk nekā augš. mor.
c) kaļķakmeņi	mazāk nekā apakš. mor.; balti, gaiši pelēki, iedzelteni	vairāk nekā augš. mor.; (izņemot apakš. mor. apakšējo horizontu Kurzemē); pelēki, tumši pelēki
d) dolomīti	vairāk nekā apakš. mor.; lielāko tiesu iedzelteni, gaiši pelēki	mazāk nekā augš. mor.; lielāko tiesu pelēki
e) smilšakmeņi	vairāk nekā apakš. morēnā	mazāk nekā augš. morēnā
Minerāli —		
a) kvarcs	parasti vairāk nekā apakš. mor.	parasti mazāk nekā augš. mor. (izņemot apakš. mor. apakšējo horizontu Kurzemē)
b) laukspati	mazāk nekā apakš. mor.	vairāk nekā augš. mor.
c) tumšie minerāli	„ „ „ „	„ „ „ „
Ķīmiskais sastāvs —		
a) karbonātu daudz.	vidēji 15%	vidēji 18%
b) CaO/MgO svara attiecība *	„ 3,3	„ 4,9

* Pēc K. Bamberga, 1940. g.

morēnu paugurainēs un vaļņos — lielākā biezumā. Vietām tā sastopama zem smilšu, slokšņu mālu un bezakmeņu mālu segas.

Apakšējā morēna nav uzglabājusies visā Latvijā, jo pēdējā apledojuma laikā tā daudz vietās nodrāzta. Zemes virspusē vai tuvu tai tā atsedzas piejūras abrāzijas līdzenumā, piem., W-Kurzemē, sevišķi tās stāvkrasta joslā N no Pāvilostas; lielās platībās zem augšējās morēnas un interglaciālo nogulumu segas tā sastopama S- un W-Kurzemē un NW-Vidzemē, kur atsedzas upju ielejās. (Šajos apvidos tā ar savu lielo blīvumu, piem., sagādā grūtības aku racējiem.) Bez tam apakšējo morēnu sastop zem augšējās nelielā izplatībā arī citur Latvijā.

Izlietošana. Kleķa būvēs, krāšņu mūrēšanai un maz apdedzinātu krāsns ķieģeļu pagatavošanai (labus ķieģeļus grūti iegūt morēnu mālā esošo karbonātiežu graudu dēļ, kādēļ šeit, kā arī krāšņu mūrēšanai izmanto it īpaši augsnes veidošanās procesā atkaļķoto morēnu mālu). Karbonātu graudus samaļot, tos var lietot arī stiprāk apdedzinātu būvķieģeļu izgatavošanai, sev. mazakmeņaino apakšējo morēnu (piem., kopā ar bezakmeņu māliem Sakas ķieģeļnīcā). Stipri merģeļainās pasugas lietojamas skābo zemju kaļķošanai.

52. Morēnu smilts.

Sastāvs, izskats. Morēnu mālam līdzīgs *(51.)* dažādu frakciju neslāņots maisījums, kuŗā do-

minē rupjākās frakcijas — psefītiskās un psammītiskās, sevišķi smiltis, kas iejauktas it īpaši no D_2a sārkanā smilšakmens, kādēļ arī krāsa vēl rūsganāka. Karbonātu maz, parasti līdz 8%.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Līdzīga morēnu mālam, pie kam morēnu smilts sastopama lielāko tiesu augšējās morēnas horizontos.

Sastopamība. It īpaši D_2a smilšakmens apvidos (sk. karti); tā ir zināmā mērā lokālmorēna, t. i. D_2a smilšakmens vai citu smilšu lielākas masas iejaukums morēnā.

Morēnu konglomerāti.

Sk. kvartāros konglomerātus *(30.)*

B. FIZIKĀLI ĶĪMISKIE NOGULUMU IEŽI

I. Ferroliti

Limonīti

Sastāvs, izcelšanās. Dominē minerāls limonīts ($Fe_2O_3.H_2O$) ar nelielu citu minerālu (kalcīta, silikātu) un biežī arī organisku vielu piejaukumu. Netīros, sevišķi irdenos limonītos, piejaukumi var pārsniegt 50%. Radušies lielāko tiesu no avotu ūdeņiem, kuŗos ir ogļskābā dzelzs, sakarā ar dzelzs baktēriju bioloģisko darbību zemes virspuses tuvumā.

53. Blīvie limonīti (purvu, velēnu, ezeru rūda).

Sastāvs, izskats. Brūngani, vairāk vai mazāk poraini ieži, kas reizēm sastāv no atsevišķiem

gabaliem vai lodīšveidīgām un ķekarainām konkrēcijām; īpatnējais svars, piem., Sārnātes blīvajiem limonītiem, ap 3 ; Fe_2O_3. visbiežāk ap 70—80%.

Ģeoloģiskais vecums. Lielāko tiesu pēcledus-laikmeta veidojumi, arī agregāti devona dolomītu dobumos.

40. att. Blīvā limonīta gabals, 2× pamaz.; Baldones Dzelzsāmurā.
A. Dreimaņa uzņ.

Sastopamība, atradnes. Parasti purvos vai mitrās pļavās zem velēnas virskārtas (t. s. purvu rūda); bez tam devona dolomītu tukšumos (piem. Ābeļu pagastā), kā arī dažos ezeros (t. s. ezeru rūda) un Rīgas jūras līča dibenā. Atrodami visā Latvijā daudz vietās (līdz šim zināmas pāri par 80 atradnēm), parasti 0,2—0,3 m

biezos slāņos. Atradņu platība 20 m²—5000 m², parasti 1000 m² — 2000 m². Lielāki krājumi ir līdz 3000 tonnu (Ulmales pag. Sārnates purvā)*.

Izlietošana. Gāzes rūpniecībā deggāzes attīrīšanai — 1939. g. ap 100 tonnu. Senāk, hercoga Jēkaba laikā izmantoti ķeta un dzelzs iegūšanai. Tagadējos apstākļos ķeta iegūšana vairs neatmaksājas, jo krājumi ir par maziem, lai ierīkotu kausētavas.

54. **Irdenie limonīti** (okers, krāsu zeme).

Sastāvs, izskats. Brūngana, sarkanbrūna (izdegušos purvos), retāk iedzeltena (no citronam līdzīgās dzeltenās krāsas cēlies nosaukums — limonīts — pers. *limūn,* citrons), miltveidīga masa. Reizēm kopā ar irdeniem saldūdeņu kaļķiem, sevišķi drupatainiem *(61.).*

Ģeoloģiskais vecums. Lielāko tiesu pēcledus-laikmeta veidojumi.

Sastopamība, atradnes. Purvainās un avotainās vietās, starp irdeniem saldūdeņu kaļķiem, zem velēnu kārtas vai tieši zemes virspusē, daudz vietās Latvijā. Līdz šim konstatētas pāri par 130 atradņu; slāņi parasti 0,2—0,3 m, retāk līdz 1 m biezumā. Atradņu platība 10 m²—20.000 m², pat 80.000 m², parasti 1000 m²—2000 m²; lielākie krājumi ap 1000 tonnu (Rozēnu pag. Rēciemā, Vandzenes pag. u. c.)*.

* Pēc O. Meļļa, 1938. g.

Izlietošana. Krāsu rūpniecībā, iegūstot dažādu krāsu toņus. Vislabāk izmantojami lielākie krājumi satiksmes ceļu tuvumā, piem., Staiceles, Rītupes un Mežāres stac. apkaimē. 1939. g. izlietots ap 500 tonnu irdeno limonītu.

II. Fosforoliti

55. Vivianīts.

Sastāvs, izskats. Irdena zemjaina vai graudaina masa kur dominē minerāls vivianīts $Fe_3(PO_4)_2 . 8H_2O$. Mitra tā ir gaišpelēki vai iedzelteni zilgana, izžavēta — spilgti zila, ilgāk stāvot, kļūst pelēki zila; bieži, sevišķi virsējās kārtās, ir vivianīta sadēdēšanas produktu, piem., bāli dzeltenā beraunīta un brūnganā limonīta, piejaukumi, jo vivianīts, gaisam piekļūstot, nav sevišķi pastāvīgs minerāls. Tīrā minerālā vivianītā ir 43% FeO, 28% P_2O_5 un 27% H_2O. Latvijas vivianītos P_2O_5 ir apm. 10—23% *.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Radies pēcleduslaikmetā purvainās vietās (zāļu purvos), dzelžainiem ūdeņiem iedarbojoties uz augu atliekām (kuŗās ir fosfora savienojumi).

Sastopamība, atradnes. Zāļu purvos un mitrās pļavās kā ieslēgums kūdrā nelielu lēcveidīgu iegulu vai starpslāņu veidā, piem., Tomes pag. Buku pļaviņā 0,28—0,43 m un 0,65—0,85 metru dziļumā, Kazdangas pag. Lielbeltēs u. c.

* Pēc K. Bamberga, 1940. g.

Izlietošana. Izžāvēts un sasmalcināts izmantojams kā fosforskābes mēslojums, it īpaši skābās augsnēs kopā ar sērskābo amoniju; iedarbībā nedaudz vājāks par superfosfātu un tomasmiltiem (jāsēj apm. 5—10 kvintālu uz ha). Lietojams arī krāsu rūpniecībā.

III. Kalcītoliti

Kaļķakmeņi, merģeļaini un dolomītiski kaļķakmeņi

Sastāvs. Kalcīts ($CaCO_3$) ar mālu piejaukumiem (HCl neizšķīstošā atlikuma) līdz 10% un dolomīta piejaukumu līdz 5%, dolomītiskos kaļķakmeņos līdz 50%.

a. MARĪNIE KAĻĶAKMEŅI

Izcelšanās. No kaļķa dūņām un dzīvnieku un augu skeletiem vai to fragmentiem, kas nogulsnējušies jūrā vidējā dziļumā vai arī izveidojuši jau savas dzīves laikā jūras dibenā veselus rifus vai sēdošas kolōnijas (koraļļi, briozōji u. c.).

56. Silūra kaļķakmeņi.

Izskats, paveidi, ģeoloģiskais vecums. Balti un pelēki, retāk iedzelteni un brūngani, lielāko tiesu kriptokristalliski kaļķakmeņi. Pēc petrografiskā rakstura un pārakmeņojumiem izšķir vairākus īpatnējus paveidus.

56a. Glaukonīta kaļķakmens — zaļgans, punktains vai lāsumains; tanī ir minerāls glaukonīts; apakš. silūrs.

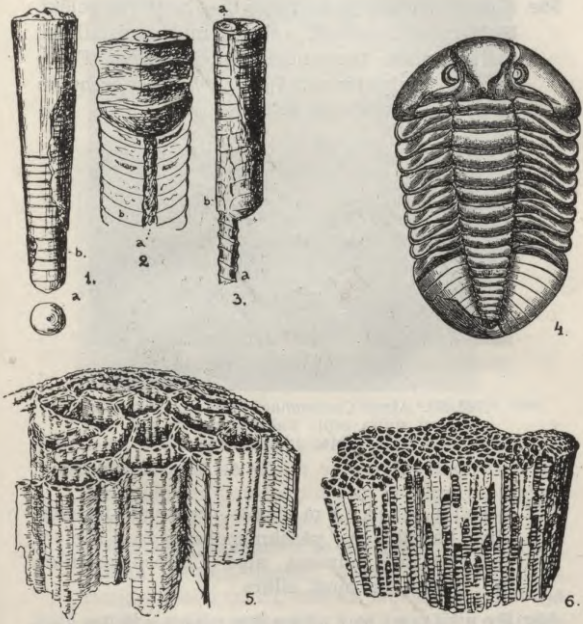
41. att. Krionīdu kaļķakmens ar trochītiem, $^{2}/_{3}$ dab. lieluma, laukakmens.

A. Dreimaņa uzņ.

56b. Vaginātu kaļķakmens — balts vai pelēks, ar galvkājiem *(Endoceras vaginatum, Orthoceras sp.)*, trilobītiem *(Asaphus sp.* u. c.), kā arī citiem pārakmeņojumiem; apakš. silūrs.

56c. Krinoīdu kaļķakmens — lielāko tiesu pelēks, retāk balts, sastāv it īpaši no jūras līliju (krinoīdeju) kātu posmiem — t. s. trochītiem; apakš. silūrs.

56d. Briozōju kaļķakmens — balts vai pelēks, sastāv lielāko tiesu no briozōjiem; apakš. un augš. silūrs.



42. att. Apakš. silūra (ordovicija) pārakmeņojumi: 1.—2. *Orthoceras sp.*, 3. *Endoceras sp.* (a — sifons, b — kameras), 4. *Halysites sp.* (ķēžu korallis), 5. *Favosites sp.* (šūnu korallis). 1. un 3. 2—3× pamazin., pārējie dabiskā lielumā.

Pēc N. Delles, 1937. g.

56e. K o r a ļ ļ u k a ļ ķ a k m e ņ i — balti vai pelēki, bieži mezokristalliski vai pat makrokristalliski; sastāv lielāko tiesu no koraļļiem, piem., *Favosites sp., Halysites sp., Syringophyllum organum* u. c.; apakš. un augš. silūrs.

43. att. Algas *Coelosphaeridium sp.* pārakmeņojumi silūra cepļu kaļķakmenī, $^{2}/_{3}$ dab. lieluma; laukakmens.

A. D r e i m a ņ a uzņ.

56f. C e p ļ u k a ļ ķ a k m e n s — balts vai iepelēks blīvs kaļķakmens, pārakmeņojumu tanī samērā maz, no tiem minama alga *Coelosphaeridium sp.;* apakš. un augš. silūrs.

56g. P e n t a m e r u k a ļ ķ a k m e n s — balts, gaiši pelēks vai iedzeltens, bieži dolomītisks, pārejot kaļķainā dolomītā; sastāv lielāko tiesu no pleckājiem *Pentamerus borealis* vai *P. estonus;* augš. silūrs.

44. att. Pentameru kaļķakmens, 10× pamazināts; laukakmens.

A. Dreimaņa uzņ.

56h. Beirichiju kaļķakmens — pelēks vai tumši pelēks ar sīkām vēžveidīgo *Beyrichia sp.* čauliņām un daudziem citiem pārakmeņojumiem (pleckājiem, trilobītiem u. c.); augš. silūrs.

Bez šiem paveidiem ir arī vēl citi, vairāk vai mazāk īpatnēji (piem., šuvu, lēcu, brekciōzi, rupjgraudaini u. c.), bet kā laukakmeņi Latvijā samērā retāk sastopami; bez tam liels vairums silūra laukakmeņu ir bez sevišķām īpatnībām, lai tos atšķirtu vienu no otra.

Sastopamība, atradnes. Latvijā kā pamatieži silūra kaļķakmeņi un merģeļi uzurbti Rūjie-

nas tuvumā (95 m dziļumā), Valmierā (158 m dziļumā), Daugavpilī (apm. 216—536 m dziļmā), Ventspilī (apm. 270 m dziļumā). Zemes virsū tos atrod visā Latvijā leduslaikmeta nogulumos un upju ielejās kā labi noslīpētus laukakmeņus un oļus, ko atnesuši šļūdoņi no Igaunijas un Baltijas jūras dibena.

45. att. Augš. silūra (silūra) pārakmeņojumi: 1. *Pentamerus borealis;* 2. *Pentamerus estonus*; 3. briozōjs; 4. *Beyrichia sp.*
1.—3. dabiskā lielumā, 4. 2 × palielināts.
Pirmie divi pēc K. R. Kupfera, 1911. g.

Izlietošana. Apdedzina kaļķu iegūšanai nelielos primitīvos, t. s. bedŗu cepļos tais apvidos, kur nav sastopami vai grūti sasniedzami kaļķak-

46. att. Pleckāja *Spirifer sp.* pārakmeņojumi augšdevona (D_3d) kaļķakmenī, $^2/_3$ dab. lieluma; atrasti Kuchvas krastā pie Linavas.

A. Dreimaņa uzņ.

meņu vai dolomītu pamatieži, piem., S-Latgalē, NW-Kurzemē u. c. Būvakmens lauku celtnēs.

57. Devona kaļķakmeņi.

Sastāvs, izskats. Parasti gaiši pelēki vai iesarkani, bieži dolomītiski. Pārakmeņojumu vidū dažos starpslāņos daudz pleckāju, piem., *Spirifer sp.*, algu — *Girvanella sp.* u. c. Sastopamas arī pārejas uz dolomītiem.

Ģeoloģiskais vecums — D_3d.

Sastopamība, atradnes. Kā pamatiezis NE-Latgalē, Abrenes apr. Kuchvas, Kiras un Vjadas baseinā. Laukakmeņu vidū Latgalē un Augšzemgalē.

47. att. Algu *Girvanella amplefurcata* Pia pārakmeņojumi augšdevona (D_3d) dolomītu atsegumā pie Smārdes Katlāpju dzirnavām. Redzamas trīs algu lodītes virs veseŗa.

A. Dreimaņa uzņ.

Izlietošana. Šoseju būvēs, celtniecībā; tīrākie slāņi derīgi baltkaļķu iegūšanai apdedzinot.

58. Karbona kaļķakmeņi.

Latvijā atrasti tikai pāris vietās. Vispār tie ir reti sastopami laukakmeņi ar tipiskiem koraļļa

Chaetetes radians pārakmeņojumiem. Grevings *(C. Grewingk)* tos pagājušā gadu simteņa vidū atradis Vecķeipenē, pie Vites muižas, Vērenē un Meņģelē. Atbilstoši pamatieži sastopami Krievijā, tādēļ to laukakmeņi iespējami it īpaši E-Latvijā.

48. att. Korallis *Chaetetes radians* Fischer; dab. lielumā.
Pēc K. Citeļa (Zittel), 1924. g.

59. Perma cechšteina kaļķakmens, Kursas kaļķakmens.

Sastāvs, izskats. Lielāko tiesu gaiši pelēks (nedaudz bitūminōzs), arī balts vai iedzeltens, reizēm ōolitisks, samērā tīrs kaļķakmens, mīkstāks par silūra kaļķakmeni; pārakmeņojumi uzglabājušies samērā vāji, lielāko tiesu iekšējo no-

spiedumu — akmeņkodolu veidā; to vidū biežāk sastop pleckāji *Schizodus schlotheimi,* gliemeni *Bakewellia ceratophaga,* retāk zivju zvīņas un skeleta daļas (piem., *Janassa bituminosa)* u. c. Bieži atrod stabiņveidīgus stilolitus (sk. 50. att.) un arī sīku kalcīta kristallu drūzas. Ap Cieceres ezeru kaļķakmens slāņos sastop klaipa veida sevišķi tīra kaļķakmens, t. s. «kukuļus» ($CaCO_3$

49. att. Pārakmeņojumi perma cechšteina kaļķakmenī: 1) *Schizodus schlotheimi* un 2) *Bakewellia ceratophaga;* dabiskā lielumā.

Pēc N. Delles, 1937. g.

90—94%, retāk līdz 97,7%, pārējais — māls, $MgCO_3$, Fe_2O_3). Bet ir arī smilšainas un mālainas kaļķakmens kārtas.

Ģeoloģiskais vecums. Perma cechšteina nodaļas apakšējā, t. s. Kursas stāvā.

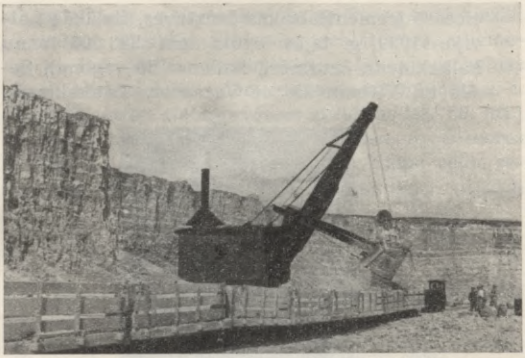
Sastopamība, atradnes. S-Kurzemē un SW-Zemgalē, līdz 26 m biezumā (W daļā arī dolomīti, sk. *67.).* Praktiski izmantojamais slānis Cieceres ezera apkārtnē ir pāri par 9 m biezs. Lauztuves: Ventas krastos — Nīgrandas Alšos un Pampaļu Lukās, Cieceres ezera tuvumā — Maz-

ciecerē (cementfabrikas lauztuves, lielākās Latvijā, 1939. g. tajās iegūts apm. 230.000 tonnu kaļķakmens, caurmērā ikdienas 50 vagonu), Sesilē un Vītiņmuižā pie Vecauces. Laukakmeņu

50. att. Stilolits cechšteina kaļķakmenī.
Pēc N. Delles, 1937. g.

vidū S-Kurzemē un SW-Zemgalē, mīkstāki, stūraināki un mazāk noslīpēti par silūra kaļķakmeņiem.

Izlietošana. Portlandcementa rūpniecībā (izejvielas: kaļķakmens, māls, ģipsis), baltkaļķu ie-



51. att. Perma cechšteina kaļķakmens lauztuves Mazciecerē pie Cieceres ezera.

V. Zāna uzņ.

gūšanai (MgO nedrīkst pārsniegt 5%), sukura rūpniecībā (sevišķi tīrie «kukuļi» jeb «galvas»), metallrūpniecībā. Iespējams izmantot vēl citās ķīmiskās rūpniecības nozarēs (stikla rūpniecībā, kalcija karbida iegūšanai u. c.). Par būvakmeni nav sevišķi derīgs, jo ir mīksts.

1938. g. izmantots:

	tonnu	Ls
portlandcementa rūpn. . .	217.000	694.000
baltkaļķu rūpniecībā . . .	20.000	80.000
sukura rūpniecībā	7.000	68.000
metallrūpniecībā	1.600	21.000
Kopā	246.600	863.000

60. Juras kaļķakmens.

Sastāvs, izskats. Brūnganpelēks smilšains kaļķakmens vai arī lielas, tumši pelēkas, bieži smilšainas un ōolitiskas kaļķa konkrēcijas, kas pārpildītas ļoti daudziem un dažādiem pārakmeņojumiem un ieogļotiem koksnes gabaliem. Pārakmeņojumu vidū ir dažādi ammonīti *(Quenstedtoceras Lamberti* u. c.), pleckāji *(Rhinchonella varians* u. c.*)*, gliemeži *(Pleuratomaria sp., Cerithium sp.* u. c.*)*, gliemenes *(Anisocardia balinensis Laube, Pleuromya sp.* u. c.), belemnīti u. d. c.

Kaļķa daudzums ap 70%, pārējais — lielāko tiesu smilts un māla daļas, bez tam Fe_2O_3, nedaudz $MgCO_3$, fosfāti u. c.

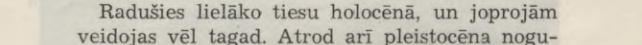
Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Vidējās juras beigās (kellovejā), jūras piekrastes vai seklas jūras nogulums atsevišķā nelielā slānī, vai arī kā ieslēgumi konkrēciju veidā citos juras iežos.

Sastopamība, atradnes. S-Kurzemē, Ventas un tās pieteku Zaņas, Losas, Lētižas un Šķerveles krastos gan kopā ar citiem juras nogulumiem, it īpaši melnajiem māliem *(46.)*, gan kā laukakmeņi kvartāros nogulumos; urbumā konstatēti arī Rucavā. Atsevišķi laukakmeņi atrasti vēl citur S-Kurzemē, piem., ap Grobiņu, Embūti. Praktiskas nozīmes nav.

52. att. Jūras formācijas pārakmeņojumi: 1. *Quenstedtoceras Lamberti* Sow., 2. *Rhynchonella varians* Schloth., 3. *Anisocardia balinensis* Laube, 4. *Goniomya marginata* Agassiz, 5. *Belemnites Beaumontanius* d' Orb., 6. *Pleuratomaria Buvignieri* d'Orb., 7. *Cerithium sp.*

b. SALDŪDEŅU KAĻĶI

Izcelšanās, sastāvs, ģeoloģiskais vecums. Radušies no kaļķainiem — $Ca(HCO_3)_2$ piesātinātiem ūdeņiem. Tiem izplūstot dienas gaismā, izdalās daļa CO_2, ko it sevišķi asimilē tie augi, kuŗiem ūdens plūst pāri, piem., sūnas un algas. Sakarā ar to no $Ca(HCO_3)_2$ izgulsnējas $CaCO_3$.



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

Saldūdeņu kaļķu veidošanā darbojas līdzi arī $CaCO_3$ uzkrājējas algas (*Chara sp.* u. c.) un gliemeži (veidojot čaulas).

Radušies lielāko tiesu holocēnā, un joprojām veidojas vēl tagad. Atrod arī pleistocēna nogulumos, starp morēnām.

Parasti saldūdeņu kaļķi ir ļoti tīri, sastāv gandrīz tikai no kalcīta. Kā niecīgi piejaukumi konstatētas organiskās vielas, $MgCO_3$, Fe un Al oksidi un reizēm arī nedaudz ģipša.

61. Irdenie saldūdeņu kaļķi.

Sastāvs, izskats, izcelšanās. Irdeni, miltveidīgi, putraimaini vai graudaini; mitri — pelēki ar trūdvielu piejaukumu (3—5%, retāk līdz 10%), izkaltuši — balti; reizēm tanīs ir ģipsis (līdz 5%).

Miltveidīgajos bieži atrod daudz gliemežu un gliemju čaulu; tie nogulsnējušies stāvošos ūdeņos — ezeros (t. s. ezeru kaļķi), lielāko tiesu no kaļķa algu atliekām. Reizēm tie ir merģeļaini, pārejot pat kaļķainā merģelī (sk. *64.*).

53. att. Mēreni saistīts un irdens (atseguma augšdaļā) saldūdeņu kaļķis ar irdeno limonītu starpkārtām Sāruma ezera krastā.

V. Zāna uzņ.

Putraimainie un graudainie, domājams, izveidojušies periodiski izsīkstošos stāvošos ūdeņos, kur ieplūst avoti, vai vispāri mitrās vietās (t. s. pļavu kaļķi), sakarā ar augu CO_2 asimilāciju; reizēm tie ir dzeltenbrūni, kopā ar irdeno limonītu (sk. *54.*), ja avota ūdenī šķīdumā bijuši arī dzelzs savienojumi.

Sastopamība, atradnes. Pļavās un purvos zem kūdras, daudzās vietās, sevišķi tur, kur avoti izplūst no kaļķakmeņiem bagātas morēnas, grants

vai arī sekli gulošiem kaļķainiem vai dolomītiskiem pamatiežiem. Lielākais krājums — Zentenes Liekņā — pāri par 1.000.000 m³.

Izlietošana. Ļoti vērtīgi skābo zemju kaļķšanai; bez tam lieto stikla rūpniecībā, agrāk lietoti arī cementa rūpniecībā.

1938. g. stikla rūpniecībā izmantotas 317 tonnas par 3000 latiem.

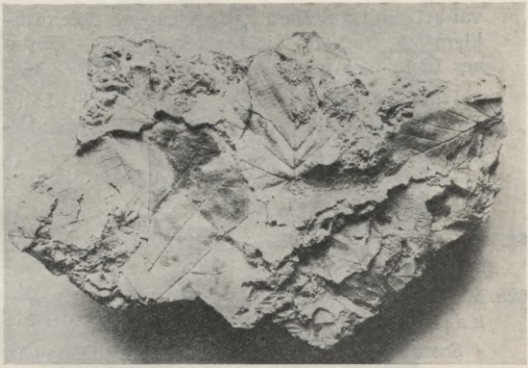
62. Saistījušies saldūdeņu kaļķi (a v o t k a ļ ķ i, š ū n a k m e n s).

62a. M ē r e n i s a i s t ī j u š i e s s a l d ū d e ņ u k a ļ ķ i.

Sastāvs, izskats. Balti, ar daudziem tukšumiem un porām un blāvu lūzumu, samērā mīksti (var atlauzt pirkstiem atsevišķus gabaliņus), ar labi saskatāmiem augu nospiedumiem, arī gliemežu čauliņām un, retāk, dzīvnieku skeletu daļām. Tīrākie Latvijas kaļķakmeņi ($CaCO_3$ 95—99%).

Sastopamība, atradnes. Senāko un arī tagadējo avotu izteku vietās, parasti ieleju nogāzēs, arī pļavās, pārejot reizēm graudainos. Sastopami retāk par irdeniem. Lielākais krājums — Priekuļu pag. Lībānos (kopā ar stipri saistītiem ap 200.000 m³).

Izlietošana. Tā kā šie saldūdeņu kaļķi parasti ļoti tīri, tos apdedzinot, iegūst baltkaļķus, kuŗus lieto sienu balsināšanai; ķīmiskā rūpniecībā tos izmanto gulsnētā krīta ražošanai, stikla fabri-



54. att. Lapu nospiedumi mēreni saistītā saldūdeņu kaļķakmenī, 2 × pamazin.

A. Dreimaņa uzņ.

kās, Krustpils sukurfabrikā (Lībānu lauztuvēs tās vajadzībām 1939. g. iegūts 3740 tonnu saldūdeņu kaļķu) un nelielā daudzumā citās rūpniecības nozarēs.

62b. Stipri saistījušies saldūdeņu kaļķi (šūnakmens).

Sastāvs, izskats. Gaiši pelēki, retāk balti, blīvāki un cietāki par iepriekšējiem, poru un tukšumu mazāk (tajos reizēm sīku kalcīta kristallu drūzas), ar taukainu lūzuma virsu; augu nospiedumi neskaidri vai nav saskatāmi, jo daļa

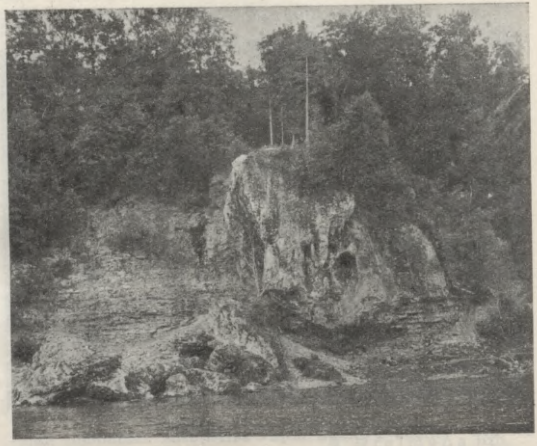
55. att. Allažu Pullānu stipri saistījušos saldūdeņu kaļķakmeņu lauztuve.

V. Zāna uzņ.

$CaCO_3$ te vēlāk izšķīdusi un, no jauna izkristallizējoties, aizpildījusi daudz tukšumu un poru.

Sastopamība, atradnes. Līdzīgi iepriekšējiem, bet vēl retāk, reizēm kopā ar tiem, vērtīgākie — Allažos (līdz 2 m biezi), arī Priekuļu pag. Lībānos, Staburagā, Zentenes Dorēs u. c.

Izlietošana. Ļoti vērtīgs kā dekorātīvs ietērpa akmens un pieminekļiem. No Allažu šūnakmens veidoti Rīgas Brāļu kapi un daudz citu piemi-



56. att. Staburags.
J. Zaikova uzņ.

nekļu. Diemžēl to izmanto arī baltkaļķu dedzināšanai, kādēļ vēl atlikušie krājumi ir niecīgi.

Saistījušies saldūdeņu kaļķi izmantoti 1938. g.:

kaļķu rūpniecībā . . .	4.359 m³ par	.	30.946 latiem
stikla rūpniecībā . . .	1.308 tonnas par		17.000 „
		Kopā par	47.946 latiem

1939. gadā iegūtas visās saistījušos saldūdeņu kaļķu lauztuvēs rūpniecības vajadzībām 6894 tonnas, lielāko tiesu Cēsu apkārtnē.

Merģeļi un kaļķainie merģeļi

Sastāvs. 25—90% kalcīta, pārējais māls, tā tad fizikāli ķīmisko un drupu iežu kombinācija.

63. Silūra un devona merģeļi un kaļķainie merģeļi.

Izskats. Parasti pelēcīgi vai zilganpelēki, bieži plīst plānās plāksnēs, mīkstāki par attiecīgiem kaļķakmeņiem. Iespējami dažādi pārejas veidi.

Izcelšanās. Seklas jūras nogulumi.

Sastopamība. Turpat, kur attiecīgie kaļķakmeņi (sk. *56.* un *57),* devona nogulumos reti; arī laukakmeņu vidū retāk, jo ir mīkstāki, mazāk izturīgi.

64. Kvartārie saldūdeņu merģeļi un kaļķainie merģeļi.

Sastāvs, izskats, izcelšanās. Pelēki, līdzīgi irdeniem merģeļainiem saldūdeņu kaļķiem, kaļķainam sapropelītam vai liesiem bezakmeņu māliem (sk. *47., 49., 61., 76.*); arī izcelšanās līdzīga, lielāko tiesu ezeros; māla un smalkās smilts daļas ieskalojuši tekošie ūdeņi.

Ģeoloģiskais vecums. Kvartāra nogulumos, kā holocēnā, tā arī pleistocēnā (interglaciālos slāņos).

Sastopamība. Līdzīga irdeniem saldūdeņu kaļķiem; arī interglaciālos nogulumos, piem., Nīgrandas pag.

Izlietošana. Ar kaļķi bagātākie merģeļi lietojami skābo zemju uzlabošanai.

IV. Dolomītoliti

Dolomīti, merģeļaini un kaļķaini dolomīti

Nosaukums — franču ģeologa un minerāloga Dolomjè *(Dolomieu)* vārdā.

Sastāvs. Minerāls dolomīts ar niecīgu mālu vai citu minerālu piejaukumu. Ja māla daļu 5—10% — merģeļains dolomīts. T. s. normāldolomītā ir 54,2% $CaCO_3$ un 46,8% $MgCO_3$ jeb 30,4% CaO, 21,9% MgO un 47,7% CO_2; molekulārā attiecība starp $CaCO_3$ un $MgCO_3$ ir — 1:1; svara attiecība CaO/MgO = 1,4.

Iezi, kam minerāla dolomīta ir 50—95% un bez tam vēl kalcīta 5—50%, sauc par kaļķainu dolomītu; svara attiecība:

$$\frac{CaO}{MgO} = 1{,}5—4{,}0.$$

Izcelšanās. Jūras nogulumi, radušies vai nu dolomītam izgulsnējoties no jūras ūdens, vai drīzāk no kaļķakmens slāņiem, kuros daļa Ca tiek aizstāta ar jūras ūdens sāļos esošo Mg; šādā

diaģenetiskā pārveidošanās procesā kaļķakmenī esošie pārakmeņojumi bieži kļūst neskaidri vai pat to kontūras izzūd. Tādēļ arī dolomītos labus pārakmeņojumus parasti atrod samērā maz.

65. Silūra dolomīti, merģeļainie un kaļķainie dolomīti.

Sastāvs, izskats. Balti, pelēki, iedzelteni, reizēm līdzīgi attiecīga vecuma kaļķakmeņiem. Sastopami, piem., kā ar *Pentamerus sp.* bagāti kaļķakmeņi (*56g.*), tā arī kaļķaini dolomīti un tīri dolomīti.

Ģeoloģiskais vecums. Augšējā un arī apakšējā silūrā.

Sastopamība, izlietošana. Latvijā līdzīga silūra kaļķakmeņiem (sk. *56.*), tikai sastopami mazākā daudzumā; bieži pārakmeņojumu trūkuma dēļ to laukakmeņus nevar atšķirt no devona dolomītu laukakmeņiem.

66. Devona dolomīti, merģeļainie un kaļķainie dolomīti.

Sastāvs. $CaCO_3$ parasti vairāk nekā normāldolomītā — uz 1 mol. $CaCO_3$ ir 0,90—0,99 mol. $MgCO_3$.

Izskats. Tīrākie dolomīti ir parasti mezokristalliski vai arī kriptokristalliski, gaiši dzelteni, pelēki vai sārti, reizēm lāsumaini no dzelzs savienojumiem u. c. piejaukumiem. Lūzuma virsa taukaini spīdīga, skaldās nenoteiktos virzienos.

Retāk sastopami arī makrokristalliski dolomīti. Dobumos un tukšumos bieži kalcīta kristallu drūzas vai geōdas.

57. att. Augšdevona dolomītu atsegums Mūsas krastā pie Bauskas; 25×pamaz.

P. Liepiņa uzņ.

Merģeļainie dolomīti ir parasti kriptokristalliski, blāvāki, skaldās parallēlās plāksnēs. Izska-

58. att. Augšdevona dolomīti Daugavas krastā augšpus Pļaviņām.

E. Zariņa uzņ.

loti, sadēdējuši dolomīti — šūnaini, irdeni, parasti gaiši, reizēm pilnīgi pulveļa veidā.

Vairums D_3 dolomītu ir pārakmeņojumiem nabagi vai pat pilnīgi bez tiem un tādēļ grūti viens no otra atšķirami.

Pēc ārējā izskata un pārakmeņojumiem tomēr izšķir dažus īpatnējus devona dolomītu paveidus (sk. tālāk).

Ģeoloģiskais vecums. It īpaši D_3b, D_3d, D_3f_1, D_3g, D_3h stāvos.

Sastopamība atradnes. Kā pamatiezis iepriekš minētajos horizontos, t. s. Latvijas devona mul-

dā, kuŗas N robeža velkama pie Baltijas jūras apm. N no Liepājas, tad uz Kuldīgu — Stendi, Rīgas jūras līča dienvidus galu — Cēsīm — Api, bet dienvidus — no Stubates uz Jersiku, tad pagriežas uz dienvidaustrumiem virzienā uz Rušāniem un Dagdu (sk. karti). Atsedzas it īpaši upju ielejās, kur veido lielākās krāces (Ventā Kuldīgas Rumbu, Daugavā — Doles, Ķeguma u. c. krāces, Abavā, Aiviekstē, Gaujas augšgalā u. c.). Kur kvartāra sega virs dolomītiem plāna, ļoti daudzās vietās ierīkotas lauztuves. Devona dolomīta gabali sastopami ļoti bieži arī kvartāros nogulumos uz dienvidiem no to pamatiežu N robežas kā laukakmeņi, gan mazāk noslīpēti par silūra laukakmeņiem. Vietām leduslaikmeta morēnas sastāv gandrīz tikai no šādu salauzītu devona dolomītu un dolomītmerģeļu gabaliem, t. s. dolomītu lokālmorēnas, piem. Ruļļu kalna pamatnē pie Jelgavas, Viesītes apkārtnē, pie Ikšķiles, Baldones tuvumā un dažās citās vietās.

Izlietošana. Lauž ēku un šoseju būvēm, ar šķembām noklāj dzelzceļu līnijas. Apdedzinot līdz 1000°, iegūst pelēkos jeb mūŗa kaļķus. Lielākie cepļi ir ap Salaspili, Katlakalnā u. c. gar Daugavu, tad vēl Kalnciemā, Cēsīs u. c. No tīrākiem dolomītiem, apdedzinot tos līdz 1600°, iegūst saķepu dolomītu tērauda rūpnīcu vajadzībām. Tādi tīri dolomīti ar 99% dolomīta sastopami ap Pļaviņām un Jēkabpili. Pirms pasaules kaŗa ar Pļaviņu saķepu dolomītu apgādāja lielā-

kās Krievijas tērauda rūpnīcas. Pēdējos gados to izlieto Liepājas drāšu fabrika.

Tīrāko dolomītu, ar mazāk par 0,3% dzelzs oksida, var lietot arī stikla rūpniecībā.

No dolomīta, kam 5—10% mālu piemaisījuma, iegūst hidrauliskos kaļķus, kas grūti veldzējas. Latvijā tos aizstāj ar romāncementu, ko iegūst no dolomītiska mergeļa (ar 10—20% mālu — sk. *69.*).

Devona dolomītu izmantošana 1938. g.:

	tonnu	Ls
šoseju un zemes ceļu būvēs	70.700	212.100
kaļķu cepļos	67.000	201.000
dzelzceļu būvēs un balastēšanai . .	8.000	24.000
cellulōzas fabrikās	5.700	24.000
metallrūpniecībā	3.900	41.000
Kopā	154.300	502.100

Lielākās lauztuves ir Kalnciemā, kur 1939. g. iegūtas 29.132 tonnas dolomīta, to visvairāk izlietojot šoseju un dzelzceļu vajadzībām.

Daži īpatnēji devona dolomītu paveidi:

66a. Apes rupjgraudainais dolomīts

Izskats. Balts, pelēks vai sārts, stipri rupjgraudains iezis, sastāv no makrokristalliskiem dolomīta kristalliem ar sīkiem tukšumiem starp tiem.

59. att. Saulkalnes gliemežu dolomīts ar gliemežu *Platyschisma kirchholmiensis* Keys. (1.), *Natica kirchholmiensis* Keys. (2.) un pleckāju *Spirifer sp.* (3.) pārakmeņojumiem; $^2/_3$ dab. lieluma.

A. Dreimaņa uzņ.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. D_3b; domājams, izkristallizējies no jūras ūdens, kas bijis piesātināts ar $MgCO_3$ un $CaCO_3$.

Sastopamība, atradnes. Apes apkārtnē līdz 1 m biezumā.

66b. Pļaviņu normāldolomīts.

Izskats. Pelēks vai iesarkans mezokristallisks, retāk makrokristallisks dolomīts ar spīdīgu lūzuma virsu; reizēm ar atsevišķiem tukšumiem, kuŗos atrod kalcītu vai limonītu.

Ģeoloģiskais vecums. D_3d.

Sastopamība, atradnes. It īpaši Pļaviņu un Jēkabpils rajonā.

Izlietošana. Saķepu dolomīta iegūšanai, celtniecībā, šosejām.

66c. Saulkalnes gliemežu *(Platyschisma)* dolomīts.

Izskats. Porains, gaišs, rožaini pelēks iezis, sastāv it īpaši no *Platyschisma kirchholmiensis* un *Natica kirchholmiensis* pārakmeņojumiem.

Ģeoloģiskais vecums. D_3d.

Sastopamība, atradnes. Lielākā atradne ir Daugavas labajā krastā pie Saulkalnes, līdz 2 m biezumā. Nelielā daudzumā arī Doles, Lielvārdes, Skrīveņu un Krustpils apvidū.

60. att. Gliemezis *Platyschisma kirchholmiensis* Keys.
Pēc N. Delles, 1937. g.

Izlietošana. Vērtīgs ietērpakmens celtniecībā (Pēteņa baznīcas fasadē, Rīgas kanāļa tiltu margās u. c.). Šim nolūkam lietojami tikai lielāki nesaplaisājuši slāņu gabali. Agrākos gados nelietderīgi izmantoti Rīgas ielu un šoseju būvēs, tā ka atlikušie krājumi nav lieli.

66d. Brekciōzie dolomīti.

Izskats. Cieti, blīvi, lielāko tiesu pelēkbalti dolomīti ar dobumotu virsu, reizēm ar melniem bitūminōziem ieslēgumiem; virsējā daļā sastāv

61. att. Iecavas briozōju rifu dolomīts; $^{2}/_{3}$ dab. lieluma.
A. Dreimaņa uzņ.

no šķautnainiem, retāk vāji noapaļotiem dolomīta gabaliem, kas sacementēti ar dolomītisku starpmasu.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. It īpaši D_3d virsējā daļā; izveidojušies seklā jūras piekrastē viļņu darbības joslā.

Sastopamība, atradnes. Daugavas krastos, līdz 0,3 m biezumā, pie Lielvārdes, Daugmales un Doles pag.

Izlietošana. Lielās cietības dēļ labi izmantojami celtniecībā un šosejām; lauž upes gultnē un tās krastos.

66e. Briozōju rifu dolomīti (Iecavas dolomīti).

Izskats. Sārts iezis ar sīkiem iegareniem līkumotiem tukšumiem, veidojies no briozōju rifiem.

Ģeoloģiskais vecums. D_3f_1.

Sastopamība, atradnes. Iecavas apkārtnē, līdz 1,8 m biezumā.

Izlietošana. Līdzīgi Saulkalnes gliemežu dolomītam.

66f. Linavas dolomīts.

Sastāvs, izskats. Sārti raibs, balti lāsumots, blīvs vai sīkkristallisks kaļķains dolomīts, slīpējumā līdzīgs marmoram, labi pieņem politūru.

Ģeoloģiskais vecums. D_3d.

Sastopamība, atradnes. NE-Latgalē ap Linavu u. c. šai rajonā, apm. 0,4 m biezumā.

Izlietošana. Labs dekorātīvs ietērpakmens celtniecībā, sevišķi ēku iekšarchitektūrā un dažādiem sīkiem izstrādājumiem (polētām plātnēm, rakstāmgaldu piederumiem u. c.).

66g. Kapsēdes smilšainais dolomīts.

Sastāvs, izskats. Pelēcīgi balts smilšains dolomīts.

Ģeoloģiskais vecums. D_3h.

Sastopamība, atradnes. SW-Kurzemē, lielākas lauztuves Kapsēdē, līdz 4 m biezumā.

Izlietošana. Šosejām, celtniecībā.

67. Perma cechšteina dolomīts.

Sastāvs, izskats. Tās pašas formācijas kaļķakmenim līdzīgs, kriptokristallisks, samērā mīksts, gaišs iezis, vietām ōolitisks, dziļākos horizontos smilšains (0—38,5% smilšu).

Ģeoloģiskais vecums. Perma cechšteina nodaļā, vecāki vai arī vienāda vecuma ar Kursas kaļķakmeni (sk. 59.).

Sastopamība; atradnes, izlietošana. S, sevišķi SW-Kurzemē; lauztuves Paplakā, kur izmantojamais slānis ir 3—6 m biezs; tā kā šai dolomītā ir mazs Fe_2O_3 daudzums (labākos paraugos 0,14—0,28%) *, tas lietojams stikla rūpniecībā. 1938. g. izlietots gan tikai 40 tonnu 500 latu vērtībā.

---

* Pēc K. Bamberga, 1941. g.

Dolomītmerģeļi un dolomītiski merģeļi

75—90% dolomīta (dolomītiskos merģeļos) vai 25—75% dolomīta (dolomītmerģeļos), pārējais māls, tātad fizikāli ķīmisko un drupu iežu kombinācija. Seklas jūras nogulumi, radušies tuvāk piekrastei nekā dolomīti.

68. Silūra dolomītmerģeļi.

Izskats. Dažādās, lielāko tiesu pelēcīgās nokrāsās, parasti skaldās plāksnēs, mīkstāki par attiecīgiem dolomītiem.

Sastopamība. Līdzīgi silūra merģeļiem (sk. *63.*).

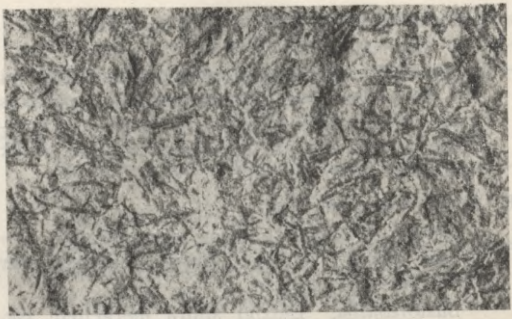
69. Devona dolomītmerģeļi un dolomītiskie merģeļi.

Izskats. Dažādās, lielāko tiesu pelēcīgās nokrāsās, it īpaši violetpelēki, zilganpelēki, bieži skaldās parallelās plāksnēs. Ir arī graudaini vai pat pilnīgi irdeni vai mālam līdzīgi, it īpaši mālainākie dolomītmerģeļi.

Daži īpatnēji paveidi:

69a. Plātņu dolomītiskais merģelis jeb cementmerģelis — pelēcīgi ieži, skaldās plānās parallēlās plāksnītēs. Sastāv no minerāla dolomīta ar 10—25% smilšainu mālu piejaukuma.

69b. Fukoīdu merģeļi — lielāko tiesu pelēki vai violetpelēki dolomītiski merģeļi vai dolomīt-



62. att. Algu nospiedumi augšdevona fukoīdu merģeļa virsā, $^{2}/_{3}$ dab. lieluma; Augšzemgalē.
A. Dreimaņa uzņ.

63. att. Sālskristallu pseudomorfōzas dolomītmerģeļa virsā, $^{2}/_{3}$ dab. lieluma.
A. Dreimaņa uzņ.

merģeļi, līdzīgi iepriekšējiem skaldās parallēlās plāksnēs, uz kuŗām redzami algu nospiedumi.

69c. Raibie dolomītmerģeļi — dažādās spilgtās krāsās, raibi dolomītmerģeļi, bieži ar lielu māla daļu piejaukumu, skaldās ar izliektām, nevienmērīgām lūzuma virsām.

69d. Dolomītmerģeļi ar sāls kristallu pseudomorfōzām — plātņaini dolomītmerģeļi ar sāls kristallu formu nolējumiem (pseudomorfōzām) to virsā (sk. *63.* att.). Sāls kristallu nolējumi izveidojušies, merģeļainām duļķēm aizpildot iezī nogulsnēto, bet vēlāk izšķīdušo akmenssāls kristallu vietas. Sastopami it īpaši kārtaino ģipšakmeņu *(70.)* merģeļainās starpkārtās un citos lagūnāros nogulumos, kur no devona jūras ūdens varēja izkristallizēties sāls.

Ģeoloģiskais vecums — augšdevonā, it sevišķi kā starpkārtas dažādos horizontos; arī vidusdevona mālos.

Sastopamība, atradnes, izlietošana. Tais pašos rajonos, kur devona dolomīti un māli; cementmerģeļa lauztuvēs — Salaspils Lipšos, kur tie atrodas zem gliemežu dolomītiem 2—2,5 m biezumā, Doles salā, Stopiņu Zeltiņos, Slokas rajonā u. c. Izmanto romāncementa iegūšanai (dolomītisko plātņu merģeli no Salaspils Lipšiem) un balto krāsns podiņu, kā arī vispāri ordinārā fajansa izstrādājumu rūpniecībā (dolomītmer-

ģeli no Stopiņiem un Doles salas). Romāncementa rūpniecībā 1938. g. izlietots 11.000 tonnu 35.000 latu vērtībā, 1939. g — 12.434 tonnas, iegūstot šo materiālu Salaspils pag.

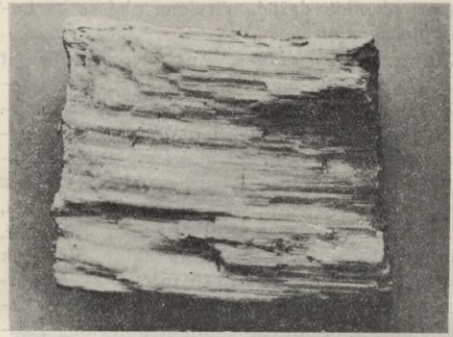
V. Sulfātoliti

70. Ģipšakmens, kārtainais.

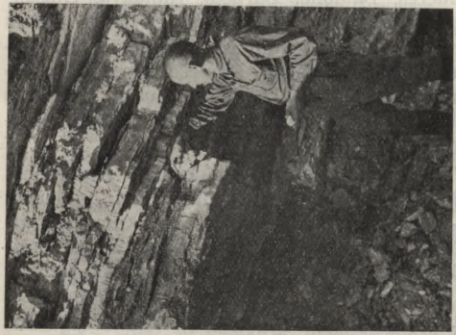
Sastāvs, izskats. Pelēcīgs vai tumšs slāņots iezis, kuŗā bitūminōzas spata ģipša kārtas mainās ar sekundāri veidotām baltām, dzeltenām vai sārtām šķiedru ģipša starpkārtām; bez tam ir arī dolomītmerģeļa, dolomīta, to brekciju un zilgana māla starpslāņi, kuŗos arī ir ģipsis. Ģipšakmenī ir 75—99% $CaSO_4 . 2H_2O$. Šķiedru ģipsī redzami arī zaļgani celestīna ($SrSO_4$) kōni. Merģeļainos starpslāņos bieži atrodamas sāls kristallu pseudomorfōzas (sk. *69d.*)

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Augšdevonā, it īpaši D_3c horizontā*; izgulsnējies seklās lagūnās vai līčos no jūras ūdens, kas bijis piesātināts ar $CaSO_4$. Daļa kalcija sulfāta izkristallizējusies anchidrīta ($CaSO_4$ — bez H_2O) veidā, uz ko norāda tā izveidošanās apstākļiem atbilstošais celestīna daudzums šķiedru ģipsī. Anchidrīts vēlāk, uzņemot ūdeni un tilpumam palielinoties, pārveidojies ģipsī ($CaSO_4 . 2H_2O$); tā sekundāri izveidojušies šķiedru ģipša starpslāņi,

* Daugavpils dziļurbumā ģipšakmeņi uzurbti arī augšsilūra iežos.



65. att. Šķiedru ģipsis, $^{2}/_{3}$ dab. lieluma.
A. Dreimaņa uzņ.



64. att. Kārtainais ģipšakmens Nāvessalas lauztuvēs.
A. Dreimaņa uzņ.

kas arī aizpilda dažāda virziena plaisas kārtainajā ģipšakmenī.

Sastopamība, atradnes. Augšdevona iežos, it īpaši D_3c, dažādā biezumā (līdz 22 m biezās serijās kopā ar dolomītmerģeļu un glūdas starpkārtām), atsevišķās joslās vai laukumos. Nelielā dziļumā un vietām praktiski labi izmantojamā biezumā tie ir Salaspils — Sauriešu — Nāves salas rajonā, Allažos, Palsmanes apkārtnē, Gaujienā, Kalnciemā, Slokas un Ķemeļu apk., Smārdē, Kuldīgā, Tebras krastos, Skaistkalnē. Vislabāk izpētīts ir Salaspils Sauriešu rajons, kuŗā ģipšakmens daudzums ir pāri par 6 milj. kbm; izmantojamo ģipšakmens slāņu kopbiezums Sauriešu lauztuvēs ir ap 3 m.

Ar ģipšakmens atradnēm saistīti arī sēravoti Ķemerēs, Baldonē, Bārbelē, Kandavā. Ģipšakmens rajonu pazīme ir piltuvveidīgi zemes iegruvumi, kas izveidojušies, gruntsūdeņiem izskalojot samērā viegli šķīstošo ģipsi un virsējiem slāņiem iebrūkot tā radušos tukšumos (Baldones, Bārbeles, Skaistkalnes, Allažu apkārtnē).

Izlietošana. Nekarsētu kārtaino ģipšakmeni lieto visvairāk cementa rūpniecībā, piejaucot 2—3% cementam tā saistīšanās sākuma pagarināšanai; samaltu šķiedru ģipsi izlieto minerālkrāsu rūpniecībā kā t. s. «vieglo spatu»; samalts netīrs ģipšakmens (ar dolomīta un dolomītmerģeļa piejaukumiem) labi izmantojams āboliņa

66. att. Sauriešu ģipšakmens lauztuves.
A. Dreimaņa uzņ.

lauku mēslošanai. Kausējot jeb sautējot ģipsi 120—170° C. t°, iegūst tā pushidrātu ($CaSO_4 . \frac{1}{2}H_2O$); tādu, pagatavotu no ģipšakmens, izlieto iekštelpu apmetumiem un arī apmetuma plātņu ražošanai, bet no karsēta šķiedru ģipša iegūst t. s. alabastru, ko lieto tēlu, bareljefu u. c. atlējumiem, keramiskā rūpniecībā modeļu un veidņu pagatavošanai, kā arī medicīnā. Apdedzinot ģipšakmeni 900—1200° C. t°, iegūst t. s. klona ģipsi, ko izlieto vannas istabu kloniem. Lielā daudzumā (apm. $^3/_4$ Latvijas ģipšakmens ieguvuma) to eksportē nepārstrādātu uz ārze-

mēm, it sevišķi uz Skandinavijas valstīm, kuŗām pašām šā izrakteņa nav. Lielākās lauztuves ir Sauriešos (vienas no lielākām ģipšakmens lauztuvēm Eiropā, tajās iegūst vasarā dienā ap 60 vagonu). Bez tam ģipšakmeni laužarī Zeltiņos pie Salaspils, Nāvessalā, Palsmanes pagasta Vizlā un Pavasaŗa muižā pie Slokas.

1938. g. izlietots:

	tonnu	Ls
eksportam uz ārzemēm	162.000	1.162.000
ģipšu fabrikās	53.000	177.000
cementa fabrikās	7.000	30.000
Kopā	222.000	1.369.000

VI. Kaustobioliti

Nosaukums radies no gr. *kaustos* — degošs, *bios* — dzīvība, *lithos* — akmens.

Šo iežu sastāvā dominē vai vismaz lielā daudzumā sastopams ogleklis vai tā organiski savienojumi.

71. Igaunijas degakmens, degslāneklis, kukersits.

Sastāvs, izskats, īpašības. Dzelteni brūns līdz tumši brūnam vai rūsgans, samērā mīksts merģeļa slāneklis jeb merģeļa sapropelīts ar organiskās masas (bitūmena) saturu 35—50%, atsevišķos gadījumos pat līdz 62%; pārējais — kaļķis (ap 35%) un māls (15%). Ļoti bagāts fosilijām — vietām pilnīgi raibs no baltām kaļķainām pleckāju (brachiopodu), briozōju, trilobītu

u. c. atliekām. Sauss aizdedzināms ar sērkociņu un deg ar kvēpainu liesmu, radīdams īpatnēju nepatīkamu, naftai līdzīgu smaku. Izmantojamo slāņu siltumspēja 2400—3500 kcal/kg.

Ģeologiskais vecums, izcelšanās. Apakšējā silūra Kukruses (Kukersas) stāvā (C_2), radies kā seklas jūras nogulums attālāk no krasta rāmā

67. att. Igaunijas degakmens ar briozōju un citiem pārakmeņojumiem; $^2/_3$ dabiskā lieluma.

A. Dreimaņa uzņ.

ūdenī, kur kopā ar kaļķaini merģeļainu materiālu nogulsnējušās lielā daudzumā planktona algu (*Gloeocapsomorpha prisca* Zaļ.), kā arī dzīvnieku atliekas.

Sastopamība, atradnes, krājumi. Degakmens slāņi atsedzas N-Igaunijā un Pēterpils apgabalā joslā, kas W-O virzienā ir parallēla Somu jūras līča krastam un sākas rietumos pie Paldiski (Baltijas porta) un Tallinas. Kaļķainā un merģeļainā slāņu serijā degakmens sastopams vairākos (5—6) atsevišķos slāņos, kuŗu kopbiezums sasniedz 2,2—3 m. Uz S slāņi nolaižas dziļumā ar vispārēju slīpumu 3,2 m/km. Igaunijā konstatēts, ka S virzienā derīgie slāņi kļūst plānāki.

Saimnieciski izmantojamie degakmens slāņi Igaunijā sastopami joslā, kas stiepjas 5—15 km attālumā no Somu jūras līča krasta un sniedzas līdz līnijai apm. 30 km uz S no Tallinas Narvas dzelzceļa. Šo slāņu platība aplēsta apm. 2500 kv. km. No šīs platības apm. 10% var izmantot ar vaļējām raktuvēm, bet pārējā platībā — tikai ar dziļbūvēm, t. i. apakšzemes raktuvēm. No katras 1 kv. m platības vidēji var iegūt 1,5—2,0 t degakmens jeb no 1 ha 15.000—20.000 tonnu, kas, aplēšot uz visu platību, dod 3750—5000 milj. t lielu krājumu. Ievērojot to, ka uz S slāņi plānāki un to organiskās masas saturs mazāks, praktiski izmantojamos degakmens krājumus Igaunijā vērtē ap 3500 milj. t. Līdzīga apmēra krājumi sastopami arī Krievijas daļā — Pēterpils apgabalā Gdovas un Veimarnas rajonā, kur izmantošana gan grūtāka.

Latvijas territorijā dziļurbumos līdz šim nav atrasts, piem., tā nebija Daugavpils dziļurbumā

(567 m). Tomēr iespējams, ka nelielās kārtās tas varētu būt sastopams NO-Vidzemes un N-Latgales dziļākā pamatnē. Pie mums retumis to atrod laukakmeņu veidā (pie Pļaviņām u. c., arī kādā prāvākā blāķī Stelpes pag.). Gar dzelzceļiem degakmens gabali izbārstīti sakarā ar tā lietošanu lokomotīvju kurināšanai.

Izlietošana. Degakmens ir viens no vērtīgākiem Baltijas zemju derīgiem izrakteņiem. Igaunijā pēdējos gados iegūts vaļējās un apakšzemes raktuvēs līdz 1,7 milj. tonnu gadā (1939. g.). Pēdējos gados produkcija stipri kāpināta. Degakmeni plaši izlieto kurināšanai un eļļu, benzīna, deggāzes u. c. produktu iegūšanai. Importēts arī pie mums. Izlietojot degakmeni kurināšanai, neērtības sagādā samērā lielais pelnu daudzums, kas rodas, tam sadegot. Pelnus tomēr var izlietot cementrūpniecībā un citur (klinkeriem). Daudz svarīgāka ir degakmens pārstrādāšana eļļās un benzīnā, kas pēdējā laikā Igaunijā tiek izvērsta arvien plašāk. Igaunijas degakmens rūpniecības apmērus raksturo šādi skaitļi: 1939. g. pavisam iegūts 1,7 milj. tonnu degakmens, no šā kvantuma 42% izlietoti kurināšanai, 58% — pārstrādāti eļļas u. t. l. Iegūts 178.890 t degakmens jēleļļas, no tās savukārt 22.624 t benzīna (2,3% no pārstrādātā degakmens jeb 12,7% no iegūtās jēleļļas).

72. Kurzemes brūnogle.

Sastāvs, izskats. Melna drupana vai kompakta zemjaina humus ogle, sastāv no ieogļotām augu atliekām ar minerālvielu, it īpaši māla, un putekļu frakciju piejaukumu. Tā ir irdena, ja augu atliekas sīkas un lielāks putekļu frakcijas piejaukums, blīva — ja tanī ir vairāk māla daļu vai ja tā sastāv no sablīvētas ieogļojušās sveķainas koksnes gabaliem. Drupanā ogle izkaltēta parasti pilnīgi sairst («sodrēju ogle»). No makroskopiskām augu atliekām brūnoglē bieži sastopamie stipri pārogļotie koku gabali t. s. ksilliti («lignīti») — ir juras laikmeta kailsēkļu koku stumbru, celmu un zaru fragmenti, parasti cieti, melni vai brūnganmelni, lūzumā nereti ar piķa spīdumu un skaidrām gadu kārtām. Mikroskopisko augu atlieku vidū daudz kailsēkļu putekšņu, paparžaugu, staipekņu u. c. sporas, kutikulas, koksnes u. c. augu daļu fragmenti. Ksilliti bieži piritizēti, un vispār ogles masā bieži atrodamas sērdzelzs (pirīta un markazīta, FeS_2) konkrēcijas līdz dūres lielumam vai daudzkārt arī vēl lielākos gabalos (pat līdz 40—50 kg smagumā).

Svaigi izraktas brūnogles kopējais mitrums (ūdens saturs) svārstās no 42 līdz 60%.

Gaissausuma paraugu sastāvs*:

---

* Pēc M. Prīmaņa, 1936. g.

	Dažādi paraugi no Lētižas rajona pie Pulvernieekiem	Pauraugs A no slāņa augšējās daļas pie Pulvernieekiem	Paraugs B no slāņa apakšējās mālainākās daļas pie Pulvernieekiem
Higroskopiskais mitrums	6,6—11%	11,36%	8,08%
Minerālvielas („pelni")	22—50%	24,64%	39,90%
Tīrogle (organiskā masa)	42—68%	64,0 %	52,02%
Tīrkokss	10—35%	35,6 %	27,22%
Degošas, gaistošas vielas	21—33%	28,4 %	24,80%
Sērs (kopējais)	0,4—8,6%	6,34%	3,06%

Tīrogles elementārsastāvs 2 Lētižas rajona paraugiem:

	Par. A	Par. B
C	64,59%	62,67%
H	4,70%	5,21%
O+S (org.) +N	30,71%	32,12%

Siltumspēja gaissausuma paraugiem S_v = 2520—4480 kcal/kg.

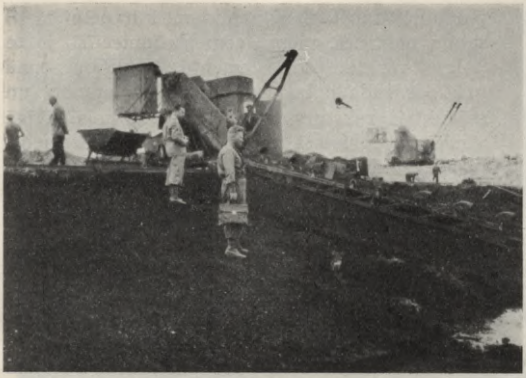
Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Kurzemes brūnogle ilgu laiku nepareizi dēvēta par terciāro ogli (pēc analoģijas ar Vācijas brūnoglēm). Izpētījot augu atliekas un slāņu saguluma apstākļus, tagad noskaidrots, ka tā noteikti ir juras formācijas — vidējās juras jeb dogera ogle (V. Z ā n s, 1939. g.). Tā radusies ieogļošanas procesā no upju deltu rajonā jūras piekrastē saskalotām un sanestām augu atliekām (allochtona ogle). Brūnogles iegulas, kas kopā ar melno ogļaino mālu (sk. *46.*) radušās deltas atzarojumos, sastopamas kopā ar gaišām un pelēkām hu-

mōzām smiltīm un putekļu smiltīm (fluviātili nogulumi).

Sastopamība, atradnes. Cik līdz šim zināms, brūnogle sastopama Dienvidkurzemē atsevišķu nelielu iegulu jeb lēcu veidā starp juras formācijas fluviātiliem (deltas) nogulumiem, kas parasti gul tieši zem kvartāriem nogulumiem. Iegulas parasti iegarenas, 100—150 m platas, bieži vien pārtrauktas, jo tās diezgan stipri ir ledāju darbības skartas ledus laikmetā, vietām pavisam nobrāztas, vietām sastumtas un citādi dislocētas. Atsevišķas iegulas līdz šim pazīstamas Dienvidkurzemē 3 rajonos:

1. Lētižas krastos pie Nīkrāces pag. Pulverniekiem un Cepļu (Čakstes) mežsarga mājām (Lētižas, saukts arī Meldzeres rajons);
2. Losas krastos un starp Ventu un Losu Nīgrandas pag. Griezes Strēļu, Bandzeņu, Lubenieku un Kalnenieku māju robežās (Losas rajons);
3. Šķerveles un Dzeldas satekas rajonā pie Nīkrāces pag. Zoslēniem.

Līdz šim tuvāk izpētīti pirmie 2 rajoni. Brūnogles iegulu biezums te sasniedz 2—2,4 m, uz apakšu ogle mālaināka un pakāpeniski pāriet melnā ogļainā mālā (sk. *46.*). Iegulu apmēri nav lieli. Līdz šim izpētītie un aplēstie krājumi Losas rajonā ir 200.000 m^3 jeb 260.000 t dabiski mitras ogles, Lētižas rajonā — apm. tikpat daudz



68. att. Brūnogļu raktuves Nīgrandas Griezes Strēļos. V. Z ā n a uzņ.

V. Z ā n s, 1939. g.). Šķerveles un Dzeldas rajonā iegula vēl mazāka, slāņa biezums līdz 1 m. — Virskārtu veido smilts, morēnu māls, grants. Tās biezums svārstās no 2 m upju ielejās līdz 11 m un vairāk (Losas rajona Strēļu-Bandzeļu laukumā virskārtas vidējais biezums 6,5 m, Lubenieku laukumā 10,4 m.).

Izlietošana. Samērā lielā pelnu un sēra satura dēļ Kurzemes brūnogle pieskaitāma zemas kvalitātes oglēm. Siltumspējas ziņā tā pielīdzināma kūdrai. Tomēr, izdarot zināmus uzlabojumus (atlasot sērdzelzs konkrēcijas), to var izmantot

par kurināmo tādiem nolūkiem, kur pelni un S saturs netraucē, piem., cementrūpniecībā, jo te pelnus var ietilpināt cementā. Izrakšanas ziņā grūtības rada ogles iegulu nelielie apmēri un sajauktais raksturs, kā arī vietām nelabvēlīgā virskārta («plūstošā smilts»). Izdevīgākās vietās rakšana tomēr iespējama, un 1940. gada vasarā a/s. «C. Ch. Schmidt» cementfabrika iesāka rakt brūnogli Losas rajonā pie Nīgrandas pag Griezes Strēļiem. Svaigi izrakto irdeno ogli žāvēja brīvā dabā uz dēļu platformām, atlasot lielākos sērdzelzs gabalus. Ogli izlietoja, piejaucot to importētām akmeņoglēm Brocēnu un Rīgas cementfabrikā. Dabiskās žaudēšanas grūtību dēļ rakšanu vasaras otrā pusē pārtrauca. Pavisam 1940. g. vasarā iegūts 3700 t gaissausuma brūnogles. — Brūnoglē un melnajā ogļainajā mālā sastopamās sērdzelzs (pirīta un markazīta) konkrēcijas var noderēt par izejvielu sēra dioksida (cellulōzas fabrikās) un sērskābes iegūšanai.

73. Interglaciālā kūdra, „kūdras ogle“ jeb „kūdras slāneklis“.

Sastāvs, izskats. Brūna, līdz melnai, slāņaina blīva kūdra, kuŗā augu atliekas vairāk pārkūdrojušās un ieogļojušās nekā pēcleduslaikmeta kūdrā (sk. *74.*). Makroskopiski nenoteicamā organiskajā pamatmasā atrod arī lielākas, bet plakani saspiestas augu atliekas — zariņus, ciekurus u. c. Tumšākās un blīvākās starpkārtas pa

69. att. Embūtes Tiltiņu (Dēseles Lejnieku) interglaciālās kūdras atsegums.

A. Dreimaņa uzņ.

daļai atgādina brūnogli. Gaissausuma interglaciālā kūdrā oglekļa ir ap 66% (Embūtes Tiltiņos), siltumspēja — 4.360 kcal/kg.*

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Radusies pleistocēnā, starpleduslaikmetos kā purvu un seklu aizaugošu ezeriņu veidojums, līdzīgi pēcleduslaikmeta kūdrai (sk. 74.).

---

* Pēc A. Lielauša, Kurzemes brūnās ogles, 1933. g. Ekonomistā.

Sastopamība, atradnes. Līdz šim zināmās galvenās atradnes ir S-Kurzemē — Embūtes Tiltiņos (Dēseles Lejniekos) un S-Latgalē — Krāslavas tuvumā pie Adamovas, abās vietās līdz 0,4 biezumā; niecīgo krājumu dēļ nav praktiski izmantojama.

74. Pēcleduslaikmeta kūdra jeb torfs.

Sastāvs, izskats, izcelšanās. Dzelteni brūns, līdz brūngani melnam, augu atlieku sakopojums, radies purvā vai purvainā vietā, sakrājoties augu atliekām, kas vairāk vai mazāk sadalījušās. Neorganisko minerālvielu maz, 1—8%. Ūdens uzsūkšanas spēja ļoti liela (purvā kūdrā ir 86—96% ūdens). Ūdenī vai vispāri vidē, kur nepiekļūst gaiss, augu atliekas nesadalās savās minerālsastāvdaļās, bet gan pārkūdrojas, ar laiku arvien vairāk ieogļojoties; tā kā pārkūdrošanās un ieogļošanās process šeit ildzis īsāku laiku nekā brūnoglē, tad oglekļa daudzums un līdz ar to arī siltumspēja jeb kurināmā vērtība ir mazāka, sevišķi jaunākā kūdrā. Gaissausuma kūdrā oglekļa daudzums svārstās no 50 līdz 65% un ūdens — 20—40%; tās siltumspēja ir apm. 3000—3500 kcal/kg*.

Paveidi. Atkarībā no kūdras veidotājiem augiem resp. to sabiedrībām dažādos purvu tipos izšķir divus galvenos kūdras paveidus.

---

* Dati pēc P. Nomaļa, 1936. un 1939. g.

74a. Zemo jeb zāļu purvu kūdra.

Tā radusies t. s. zemajos jeb zāļu purvos, aizaugot ūdeņiem vai pārpurvojoties mitrām, no gruntsūdens atkarīgām vietām ar bagātīgu minerālvielu pieplūdumu. Purva forma raksturīga ar ieliektu virsu. Kūdra te veidojas lielāko tiesu no ziedaugu atliekām (grīšļu — *Carex sp.*, niedru u. c.), brūnajām sūnām — *Hypnum sp.*, kā arī koku un krūmu: pelēkā alkšņa — *Alnus incana*, bērza u. c. atliekām. Sakarā ar to izšķir vairākus zemo jeb zāļu purvu kūdras veidus — grīšļu kūdru, niedru kūdru, hipnu kūdru, koku kūdru. Tās gan retāk sastopamas tīrā veidā, bet parasti kombinācijās, piem., hipnu grīšļu, niedru grīšļu, koku grīšļu u. c. kūdras. Biežāk sastopamo grīšļu kūdru var pazīt pēc gaišajām radicellām, grīšļu saknītēm; koku kūdrā labi uzglabājas bērzu tāsis. Sadalījusies kūdra ir tumšā krāsā, izkaltusi tā stipri saraujas un kļūst cieta, — ja ir liels koku kūdras piejaukums, tad drūpoša. Pelnu daudzums lielāks nekā augsto jeb sūnu purvu kūdrā, parasti 5—10%

74b. Augsto jeb sūnu purvu kūdra.

Tā radusies t. s. augstajos jeb sūnu purvos, lielāko tiesu no *Sphagnum sp.* sūnām, veidojusies ar minerālvielām nabagā un skābā vidē, kur zāļu purvu augi nespēj augt. Sūnu purvi izaug ar uzvelvējumu, it kā ar kalnu, jo to vidus daļa, kas atkarīga tikai no atmosfairas ūdeņiem, ar

savu skābo reakciju ir labvēlīgāka sfagnu augšanai par malas joslām, kur pieplūst arī ūdeņi, kuŗos ir vairāk sāļu. Sūnu purvos aug vēl atsevišķas priedītes, virši, spilvas, vaivarāji, kuŗu atliekas arī atrod kūdrā.

Maz sadalījušos sfagnu kūdru var pazīt pēc gaišās dzeltenbrūnās krāsas un makroskopiski labi saskatāmām šo sūnu lapiņām; šāda kūdra sastopama purva virskārtā 1—3 m biezumā. Sadalījusies sfagnu kūdra ir lipīga melna masa, kuŗā nevar atšķirt noteiktas augu atliekas; izkalstot tā stipri saraujas un kļūst cieta.

Ir arī t. s. p ā r e j a s p u r v i, kur sastop abu iepriekš minēto purvu tipu augus; tie parasti apauguši ar krūmiem vai mežu.

Ģeoloģiskais vecums. Holocēns; vecāko purvu veidošanās sākusies jau preboreālā laikmetā, jaunākie sūnu purvi sevišķi strauji pieauguši subatlantiskā periodā.

Sastopamība, atradnes. Tā kā Latvijas mitrais klimats un reljefs ir labvēlīgs purvu augšanai, lielāku purvu pie mums ir ap 10% no visas zemes platības — visvairāk Latgalē (14,1%), vismazāk Zemgalē (7%). Lielākie kūdras purvu kompleksi ir Lubānas ezera — Aiviekstes — Dubnas baseinā, Rīgas — Jelgavas — Tukuma ieplakā, N-Vidzemē un N-Kurzemē. Purvu caurmēra dziļums 2—8 m, dziļākie ir augstienēs — maksimāli līdz 12 m dziļi. Vienā gadā kūdra purvā pieaug caurmērā par 1 mm. Latvijas purvu vidū

dominē augstie jeb sūnu purvi, bet bieži tie izveidojušies virs zemā jeb zāļu purva vai arī virs sapropeļa vai sapropelīta *(75., 76.)*.

Izlietošana. Vairāk sadalījušos kūdru lieto kurināšanai, bet maz sadalījušos — pakaišiem, zemes mēslošanai un uzlabošanai, iesaiņošanai (t. s. smeltni — sev. augļu uzglabāšanai), izolācijas plāksnēm celtniecībā, ārstniecībā u. c. Kūdru iespējams izmantot arī termiskai un ķīmiskai pārstrādāšanai (elektriskās enerģijas, koksa, deggāzes, darvas, šķidro degvielu, spirta, skābju u. c. produktu iegūšanai). Latvijas kurināmās kūdras kopdaudzums (gaissausuma) ir apm. 2,4 miljardu tonnu, kas līdzinās apm. 1,2 miljardu tonnām akmeņogļu, un ar to iespējams aizstāt lielu daļu pašreiz kurināšanai izlietojamās malkas u. c. kurināmo materiālu.

1938. g. Latvijā iegūts*:

dedzināmās kūdras — 124.000 tonnu,
pakaišu kūdras un smeltnes — 28.000 tonnu un
pagatavots kūdras izolācijas plākšņu — 80.000 m².

Minētajā gadā valsts kūdras fabrikās iegūta un pārstrādāta kūdra par 1.383.000 latiem. Tomēr kūdras izmantošana vēl stipri paplašināma, un 1942. g. paredzēts iegūt vismaz 400.000 tonnu kūdras.

---

* P. Nomaļa dati pēc J. Eiduka, 1940. g.

70. att. Sapropeļa slānis pie Melsila, N-Kurzemē.
V. Zāna uzņ.

75. Sapropelis (dūņas).

Sastāvs, izskats. Dabiskā veidā mīksta, recekļaina, tumši pelēka vai pat melna organisko dūņu masa (gr. *sapros* — pūstošs, *pēlos* — dūņas). No kūdras atšķiras ar to, ka nekrāso ūdeni brūnu (nav humusvielu). Minerālvielu piejaukuma dēļ krāsa var būt iesārta vai iezaļgana. No māliem tā ir iedzeltena, no kaļķa vai no smilts — gaiši pelēka. Reizēm ir kopā ar niedru kūdru un ieskalotām sauszemes augu atliekām, tā veidojot pārejas uz kūdru. Izkaltis sapropelis ir melns, raga cietumā, ar spīdīgu griezuma virsu;

tipiskos gadījumos sašķeļas grāmatu lapām līdzīgās plānās plāksnītēs. Sapropeļa sastāvā ir daudz taukvielu, proteīnu, slāpekļa, vasku, bet maz ogļhidrātu. (Sk. arī piezīmi 274. lpp.).

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Holocēnā, rodas stāvošos vai lēnos ūdeņos no sīkorganismu (it īpaši planktona) atliekām, kas nogulstas ūdens baseinu dibenā, sevišķi rudeņos, kad aiziet bojā to lielākā daļa. Nepilnīgi sadaloties, šie nogulumi ar laiku izveido degslānekļiem līdzīgus slāņus*.

Sastopamība, izcelšanās. Daudzos purvos zem kūdras, ezeros, dažu cm līdz vairāku metru biezumā. Dažas pasugas izlietojamas dziedniecībā (Ķemeļu un Liepājas dūņas), ķīmiskā rūpniecībā — deggāzes un eļļas produktu iegūšanai.

76. Sapropelīts (arī g i t i j a).

Sastāvs, izskats. Sapropelis ar neorganisku vielu piejaukumu pāri par 50%; krāsa variē atkarībā no piemaisījuma (sk. sapropeli, 75.). Citādi līdzīgs sapropelim vai, ja ir liels neorganisko vielu piejaukums, attiecīgam iezim, kuŗā dominē šīs vielas, piem., kaļķains sapropelīts — irdeniem saldūdeņu kaļķiem. (Sk. arī piezīmi 274. lpp.)

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Holocēnā*; nogulsnējies ūdens baseinos no organiskām at-

* Sīki fosilā sapropeļa un sapropelīta slāniši Latvijā sastopami arī vecākos (interglaciālos un devona) nogulumos, kur tie gan ir blīvāki un vairāk pārveidoti.

liekām, kaļķa duļķēm un tekošo ūdeņu ienestām neorganiskām vielām.

Sastopamība. Līdzīgi sapropelim, līdz 10 m biezumā, piem., Velna purvā pie Rendas.

Izlietošana. Atkarībā no sastāva — kā sapropelim vai attiecīgiem neorganiskiem iežiem (ird. saldūd. kaļķiem, mālam u. t. l.).

*

Piezīme: Zem stāvoša ūdens nogulsnējušos organiskos dūņu nogulumus (saprolitus) jaunākā laikā iedala un definē šādi:

1) gitija (no zviedru *gyttja* — dūņas) organiskas dūņas, kas radušās zem ūdens, kuŗā ir vairāk vai mazāk brīvs skābeklis. Virsējā daļā tās ir oksidētas vai arī pa daļai pārveidotas ar dūņu organismu darbību, un tanīs maz ir labilu organisku vielu. Slāpekļa saturs parasti mazāks nekā sapropeļos, nelielos daudzumos sastopams Br, P un S. Augu daļu formelementi, kā audu fragmenti, putekšņi, sporas u. c. gitijā uzglabājas labi. Pie gitijām pieder lielākā daļa mūsu ezeru dibenos un purvos zem kūdras sastopamo organisko duņu, bet tās atrodamas arī jūras piekrastēs zem jaunākajiem smilšu nogulumiem (piem. Ģipkā un citur).

2) Sapropelis — organiskas dūņas, kas nogulsnējušās zem ūdens, kuŗā ir H_2S, bet nav slāpekļa. Tās ir pakļautas tikai anaerobi bakteriālām pārvērtībām, un tanīs ir vairāk labilu organisku vielu, kā arī vairāk slāpekļa nekā gitijā. Vecākiem sapropeļiem ir raksturīga Cu, Ni, V, Mo uzkrāšanās, kaut arī nelielos daudzumos. Īstā sapropelī no baktēriju darbības organiskie formelementi un struktūras sairst un nesaglabājas, vai

saglabājas vāji. — Marīnie sapropeļi ir svarīgs naftas rašanās izejmateriāls.

Kā gitijā, tā sapropelī var būt dažādu minerālvielu piemaisījumi dažādā daudzumā, no kam rodas pakāpeniska pāreja uz dažādiem neorganiskiem (akaustobiolitu) nogulumiem.

VI a. Liptobioliti

Dažas augos sastopamās vielas, piem. sveķi, vasks, kutīns, sporonīns u. c., dabiskos sadalīšanās procesos zemes garozā uzglabājas labāk par citām vielām un koncentrējoties dod īpatnējus organogenus veidojumus, kuŗus sauc par liptobiolitiem (no gr. *leiptos* — pārpalicis, *bios* — dzīvība, *lithos* — akmens). Tā kā tie paparasti nav sastopami lielākās masās, bet kā piejaukumi vai ieslēgumi citos iežos, tad tos nevar saukt par iežiem, bet gan labāk par organogeniem minerāliem. Svarīgākais Latvijā sastopamais liptobiolits ir dzintars.

Dzintars.

Sastāvs, izskats. Tīrs dzintars ir amorfi fosili sveķi (sk. minerālu tabulu 69. lpp.). Pie mums sastopams parastākais Baltijas dzintara veids t. s. sukcinīts (no lat. *succinum* — dzintars). Tā krāsa ir no gaiši dzeltenas (balti dzeltenas) pāri oranžai un tumši dzeltenai līdz sārti brūnai; apdēdējušu dzintara gabalu virsa var būt pat iesarkana. Dzintara dzidrums resp. duļķai-

nums atkarīgs no tanī esošo sīko, lielāko tiesu mikroskopisko, poru un ieslēgumu daudzuma un lieluma; izšķir pavisam piecas dzintara dzidruma resp. duļķojuma pakāpes:

d z i d r s — parasti dzeltens,

d ū k a i n s — ar vieglu duļķojumu,

b a s t a r d s — stipri duļķains,

k a u l a d z i n t a r s — pilnīgi duļķains, necaurspīdīgs, atgādina kaulu vai ziloņkaulu,

p u t u d z i n t a r s — stipri porains, pat šūnains, mīksts; tanī bieži ir sīki pirīta kristalliņi; nav polējams.

Dzintaram raksturīgs gliemežnīcas lūzums, pie kam dzidrākām varietātēm lūzuma virsa ir spīdīga, bet duļķainākām var būt arī nespodra. Dzintara īpatnējais svars svārstās starp 1,0 un 1,1 arī atkarībā no poru daudzuma, un dažiem putu dzintariem tas ir pat nedaudz zem 1,0. Tā kā īpatnējais svars dzintariem ir apm. tāds pats kā jūras ūdenim, tad jūras straumes un viļņi to var viegli pārvietot līdz ar jūras algu masām. Dzintara cietība arī atkarībā no poru daudzuma svārstās starp 2—3.

Berzējot dzintaru ar vilnas drēbi, tas elektrizējas un pievelk sīkus papīriņus; tā iespējams atšķirt dabisko dzintaru no mākslīgā.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās, ieslēgumi. Dzintars izveidojies no terciārā laikmeta priežu *Pinus succinifera* C o n w. sveķiem, kas bagātīgi izplūduši gan no dažādu sēnīšu, kukaiņu un citu

dzīvnieku, gan arī zibens spērienu un vētru radītām rētām šo koku stumbros. Dzintara sveķu pilieni apslīcinājuši un sevī ieslēguši daudz kukaiņu un citu sīku dzīvnieku, kā arī augu atliekas, kas, noslēgtas no gaisa, ļoti labi uzglabājušās. Pēc šiem ieslēgumiem var nevien spriest par dzintara priežu mežu flōru un faunu, bet arī par tā laika klimatu — gada vidējā temperātūra tad bijusi ap 20° C.

Sastopamība, atradnes, izlietošana. Dzintara pamatatradnes ir oligocēna, t. s. «zilās zemes» slānis Austrumprūsijā un Baltijas jūras dibenā. Latvijā dzintaru atrod jūras izskalotu no minētās «zilās zemes» un no jauna pārgulsnētu it īpaši pēcleduslaikmeta nogulumos, gan senos krasta vaļņos (Litorīnas jūras u. c.), gan arī citos piekrastes veidojumos, piem., kopā ar gliemju vāciņiem u. c. Vietām šīs atradnes ir diezgan tālu no tagadējā jūras krasta, piem., Allažu apkārtnē, Salas pag., Kaņieļa un Engures ezera rajonā, Rojā, ap Kolkas ragu, Ventspili, Liepājas un Papes ezera apkārtnē u. c. Dzintaru jūra izskalo arī vēl tagad, sevišķi rudens vētrās, visbiežāk joslā starp Liepāju un Lietuvas robežu, bet nelielos gabaliņos to atrod arī citās vietās mūsu piekrastē.

Jau kopš akmens laikmeta Latvijā dzintaru izlieto rotas lietu pagatavošanai, tomēr daudz mazākā mērā nekā Austrumprūsijā, uz kuŗu īstenībā attiecināms tautas dziesmās minētais Dzin-

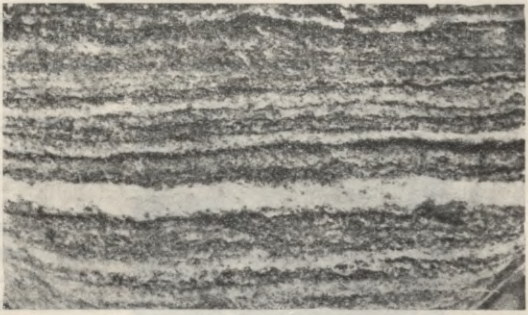
tarzemes nosaukums. Pie mums dzintaru visbiežāk savāc jūrmalā, sevišķi S-Kurzemē, pēc vētrām izlasot to no jūras algām, saskalojumiem un smiltīm. Bez tam, it īpaši agrākos laikos, dzintars iegūts arī Baltijas jūras senākos nogulumos — pie Kaņieŗa, Engures, Babītes ezera un citur. Tomēr šis meklēšanas veids nav sevišķi atmaksājies. Tagad dzintaru kā blakus atradumu nelielā daudzumā iegūst, rokot gliemju vāciņus Engures un Kaņieŗa ezera apkaimē.

Dzintaru izmanto vēl par elektrības izolātoru precīzos instrumentos. No sīkiem dzintara gabaliņiem, tos karsējot līdz apm. 200° un saspiežot zem augsta spiediena vienā gabalā, iegūst presēto dzintaru jeb ambroīdu; sīkos gabaliņus var arī samalt pulverī un lietot kvēpināšanai. No dzintara dabū t. s. dzintara kolofōniju, dzintarskābi un dzintara eļļu.

Par Latvijas dzintara gadskārtējo ieguvumu pilnīgu un noteiktu datu nav; zināms tikai, ka četri lielākie Liepājas dzintara pārstrādāšanas uzņēmumi 1938. gadā izlietojuši 200 kg vietējā dzintara.

Metamorfie ieži

Šie ieži, tāpat kā magmatiskie, Latvijā zemes virspusē vai tās tuvumā sastopami tikai laukakmeņu veidā.



71. att. Slokšņotais gneiss; laukakmens, dab. lielumā.
A. Dreimaņa uzņ.

77. Gneisi.

Nosaukums pārņemts no vācu valodas, kuŗā tas savukārt cēlies no slavu *gnus*.

Sastāvs, izskats. Pilnkristalliski, samērā gaiši, slāņoti ieži. Galvenie minerāli: laukspati, kvarcs, vizlas. Atkarībā no tā, kuŗa vizla dominē, izšķiŗ biotīta, muskovīta vai arī divvizlu gneisu. Ja vizlas vai laukspati veido atsevišķus slānīšus — slokšņotais gneiss. Ja gneisā daudz ragmāņa vai augīta (ragmāņa un augīta gneisi), tad tanī parasti nav vai ir ļoti maz kvarca. Sīkgraudainu gneisu ar granātiem parasti sauc par granulitu, kaut gan ar šo nosaukumu apzīmē arī citus iežus, kuŗos ir granāti.

No vizlas slānekļiem gneisi atšķiras ar savu raibo, parasti gaišo nokrāsu, pie kam laukspati un arī citi minerāli bieži veido lēcveidīgu slāniskumu (ieža šķērsgriezumā).

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Prekembrijā, radušies dziļummetamorfōzes ceļā kā no magmatiskiem (ortogneisi), tā arī no nogulumu iežiem (paragneisi).

Sastopamība, izlietošana. Latvijas pamatnē sastopami, domājams, apm. 1 km dziļumā. Ļoti bieži atrodami kvartāros nogulumos kā laukakmeņi, kopā ar granītiem u. c. magmatiskiem un metamorfiem iežiem. Lietojami tāpat kā granīti celtniecībā, it sevišķi ēku pamatiem, ar vizlām nabadzīgākie gneisi arī šosejām. Pretestība spiedei ļoti dažāda, atkarībā no slāniskuma veida un vizlu daudzuma, labākiem paraugiem līdz 2000 kg/cm^2.

78. Migmatīti.

Sastāvs, izskats. Gneisiem līdzīgi, slāņoti pilnkristalliski ieži, kas lielāko tiesu sastāv no laukspatiem, kvarca un vizlas, ar gaišām, laukspatiem bagātām granītu dzīslām; slāņojums un slāniskums izlocīti, sevišķi granītiskām dzīslām. Ja tās šķērsgriezumā ir līdzīgas upes maiandriem, tad šādu migmatītu sauc par a r t e r ī t u (no gr. *arterion* — dzīsla), ja dzīslas tīklveidīgas — par d i k t i o n ī t u (no gr. *diktion* —

tīkls), ja gneisa kārtas mainās ar granītu, par slokšņoto gneisu (sk. gneisu), ja metamorfizētais iezis pilnīgi saskaldīts atsevišķos gaba-

72. att. Apdēdējis migmatīta laukakmens.
A. Ģreimaņa uzņ.

los, kas it kā peld granīta masā, par eruptīvbrekciju.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Prekembrijā, radušies no lielā dziļumā kalnu veidošanās pro-

cesā iegremdētiem nogulumu iežiem, kuŗus cauraudusi iespiestā karstā granītiskā masa. Reizē ar to agrākie nogulumu ieži arī metamorfizēti. Tātad migmatīts ir magmatisku un metamorfu iežu maisījums (gr. *migma* — maisījums).

Sastopamība, izlietošana. Tāda pati kā gneisiem; daudz migmatītu ir Latvijas lielāko laukakmeņu vidū; celtniecībā labi izmantojami ārsienu apšuvumiem, piem., Tiesu pils fasādē Rīgā. No virsas sadēdējušu migmatītu ārējā apveidā reljefi izdalās atsevišķas dzīslas, un tādus labprāt lieto kapu pieminekļiem u. c. dekorātīviem nolūkiem.

79. Leptīti.

Sastāvs, izskats. Smalkgraudaini (gr. *leptos* — sīks, plāns, smalks), lielāko tiesu tumši pelēki vai pelēki ar laukspatiem bagāti slāņoti ieži (smalkgraudaini gneisi); galvenie minerāli var būt tādi paši kā granītiem (laukspati, kvarcs, vizlas) vai arī kā baziskiem magmatiskiem iežiem (tad arī iezim tumšāka krāsa). Ja daudz vizlu, pāriet fillitos, ja daudz kvarca — kvarcītos; rupjgraudainākie leptīti veido pāreju uz gneisiem.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Prekembrijā, it sevišķi svionijā (t. s. leptītu formācijā), dziļummetamorfi ieži, radušies lielāko tiesu no vecākiem izvirdumu iežiem un it sevišķi to tufiem.

Sastopamība, izlietošana. Tāda pati kā gneisiem *(77.)*

80. Vizlas slānekļi.

Sastāvs, izskats. Tumši vai sidraboti spīdīgi pilnkristalliski ieži, bet smalkgraudaināki par gneisiem (parasti mezokristalliski), ar pilnīgi parallēlu slāniskumu. Galvenie minerāli — vizlas (biotīts rada tumšu, muskovīts sidrabotu nokrāsu) un kvarcs ir makroskopiski saskatāmi; laukspatu maz vai pavisam trūkst. Atkarībā no dominētājas vizlas veida izšķir muskovīta, biotīta vai arī divvizlu slānekli. Sastopamas pārejas uz gneisu (palielināts laukspatu daudzums), kvarcītu (samazinoties vizlai), fillitu (smalkgraudaināki). Ja biotīts sācis ķīmiski sadēdēt, slānekļa virsa kļūst sidrabota, vēlāk zeltaina („kaķu sidrabs" un „kaķu zelts").

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Prekembrijā, radušies dziļummetamorfōzes ceļā, gandrīz tikai no nogulumu iežiem.

Sastopamība, izlietošana. Tāda pati kā gneisiem (77.), tikai techniskām vajadzībām mazāk noderīgi, jo ir mazāk izturīgi.

81. Fillits.

Sastāvs, izskats. Ļoti smalkgraudains sīki slāņots (gr. *phyllon* — lapa) vai arī blīvs iezis ar zīda spīdumu, kas rodas no parallēli novietotām smalkām vizlas zvīniņām (muskovīta). Atseviš-

ķās vizlas plāksnītes parasti makroskopiski grūti konstatēt. Bieži iezī sastopams arī chlōrīts, kas dod zaļganu nokrāsu. Citus minerālus (kvarcu u. c.) iespējams noteikt tikai mikroskopā.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Prekembrijā, radies lielāko tiesu dziļummetamorfōzes ceļā, pie tam gandrīz vienīgi no mālainiem nogulumu iežiem.

Sastopamība, izlietošana. Latvijā kā nelieli laukakmeņi; celtniecībā lietojami tikai ar kvarcu bagātākie cietākie filliti.

Māla slānekļi

Sk. nogulumu iežus *(50)*.

82. Amfibolits.

Sastāvs, izskats. Tumšs, pelēki zaļš vai zaļganmelns — kā slāņots, tā arī neslāņots — blīvs iezis ar dažāda rupjuma minerālu graudiem; sastāv no amfiboliem un plagioklaza. Smalkgraudaini slāņoti amfiboliti grūti atšķiļami no ragmāņa slānekļiem.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Prekembrijā, lielāko tiesu radies dziļummetamorfōzes ceļā kā no magmatiskiem (ortoamfiboliti), tā arī no nogulumu iežiem (paraamfiboliti), vai arī jaukti — no abiem — mikstoamfiboliti.

Sastopamība, izlietošana. Latvijā kā nelieli laukakmeņi, labi lietojami celtniecībā un šose-

jām. Blīvo amfibolitu pretestība spiedei ir apm. 1000 kg/cm².

83. Ragmāņa slāneklis.

Sastāvs, izskats. Tumšs, zaļgans smalkgraudains slāņots iezis, sastāv no ragmāņa ar niecīgu citu minerālu piemaisījumu vai arī no ragmāņa un kvarca. Ļoti ciets.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās, sastopamība, izlietošana. Līdzīga kā amfibolitam *(82.)*.

84. Kvarca chlōrīta slāneklis.

Sastāvs, izskats. Zaļgans, lēcveidīgi slāņots iezis; sastāv lielāko tiesu no chlōrīta un kvarca.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Prekembrijā, dziļummetamorfs iezis, radies kā no magmatiskiem, tā arī nogulumu iežiem, it īpaši merģeļainiem.

Sastopamība. Latvijā kā nelieli laukakmeņi, samērā reti.

85. Kvarcīti (Jatūlijas, Jotnijas u. c.)

Sastāvs, izskats. Parasti sarkani, dzelteni vai violeti smilšakmeņi, kuŗu graudi (lielāko tiesu kvarcs) sacementēti vai savā starpā pat sakausēti ar SiO_2, tā kā neredz atsevišķu graudu robežas. Agrākais slāņojums bieži vēl uzglabājies (diagonālslāņojums, viļņu rievas u. t. t.). Lūzuma virsa nelīdzena, bet spīdīga.

Līdzīgus kvarcītiem atrod arī tādus smilšakmeņus, kuŗos sacementēto kvarca graudu vidū ir

daudz laukspatu; šādus iežus sauc par arkōzēm.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Prekembrijā, it īpaši proterozōiskā ērā, Jatūlijas un Jotnijas formācijās, radušies kontaktmetamorfōzes ceļā no smiltīm un smilšakmeņiem.

Sastopamība, izlietošana. Latvijā bieži kā nelieli laukakmeņi, visvairāk sarkanie Jotnijas kvarcīti. Savas cietības un izturības dēļ tie labi lietojami celtniecībā un ceļiem (pretestība spiedei parasti līdz 2500 kg/cm², blīvākiem paraugiem pat līdz 4000 kg/cm²).

86. Prekembrija konglomerāti un konglomerātu slānekļi.

Sastāvs, izskats. Lielāko tiesu pelēcīgi, raibi vai tumši konglomerāti un konglomerātu slānekļi, kuŗos noapaļotie magmatisko vai metamorfo iežu oļi sacementēti ar kvarcu vai citiem minerāliem, kas pēc ārējā izskata bieži nav noteicami.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Prekembrijā, it īpaši Botnijas formācijā, radušies kontaktmetamorfōzes ceļā no dažādi sacementētiem oļu nogulumiem.

Sastopamība. Latvijā kā laukakmeņi, samērā reti.

87. Prekembrija brekcijas.

Līdzīgas attiecīgiem konglomerātiem, tikai sastāv no sacementētiem šķautnainiem mag-

73. att. Botnijas konglomerāts, 2 × pamazin.; laukakmens. V. Zāna uzņ.

matisko un metamorfo iežu un to minerālu gabaliem.

88. Serpentīnīts.

Sastāvs, izskats. Blīvs, parasti pelēcīgi zaļš vai netīri tumši zaļgans, retāk tumši zilgans, zilganmelns vai brūngans iezis ar tumšiém vai vispāri citas krāsas plankumiem vai punktiem, reizēm atgādinot porfirveidīgu struktūru. Sastāv gandrīz tikai no serpentīna, kādēļ ieža lūzuma virsa nelīdzena, gliemežnīcveidīga un cietība vidēja — var ieskrāpēt ar nazi.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Prekembrijā, veidojies lielāko tiesu autometamorfōzes ceļā no iežiem, kuŗos ir olivīns, t. i. no peridotītiem vai piroksenītiem, tādēļ sastopami it sevišķi to masīvu apmales zōnās. Ar serpentīnītiem bieži saistās dārgmetallu un azbesta atradnes.

Sastopamība. Latvijā kā laukakmeņi, reti.

89. Metamorfie kaļķakmeņi un dolomīti (rupjgraudaini marmori).

Sastāvs, izskats. Lielāko tiesu makrokristalliski, parasti pat ļoti rupjgraudaini grānoblastiski balti vai vispāri gaiši ieži, reizēm arī krāsaini vai ar zaļganas vai citas krāsas dzīslojumiem un ieslēgumiem; galvenie minerāli — kalcīts vai dolomīts, bez tam sastopami dažādi silikāti u. c. Mīksts iezis, viegli ieskrāpējams ar nazi.

Ģeoloģiskais vecums, izcelšanās. Prekembrijā, radušies lielāko tiesu kontaktmetamorfōzes ceļā no nogulumu iežiem — kaļķakmeņiem vai dolomītiem.

Sastopamība. Latvijā kā laukakmeņi, samērā reti; šļūdoņa atnesti, piem., no Pargasa salas u. c.

*

Mūsu laukakmeņu vidū sastopami, gan retāk par aprakstītiem, vēl daudz citu metamorfo iežu, it īpaši kristalliskie slānekļi lielā dažādībā. Tie

ir metamorfizēti prekembrija nogulumu ieži, kā arī vulkānīti un plūtonīti.

Arī prekembrija kvarcporfiri, sienītporfiri, porfirīti u. c. ieži, kas aprakstīti šās grāmatas magmatisko iežu nodaļā, pa lielākai daļai ir vairāk vai mazāk metamorfizēti. To vidū stiprāk pārveidoti, kaut gan uzglabājuši savu struktūru, ir uralītporfirīti (sk. *23.*), kuŗus kopā ar citiem līdzīgi metamorfizētiem baziskiem iežiem dažkārt dēvē par zaļakmeņiem* (vācu *Grünsteine),* jo tiem no pirokseniem izveidotais uralīts dod zaļu krāsu. Īpatnējs, pa daļai metamorfōzes ceļā izveidojies, ir arī helsinkīts (sk. *3.*).

Arī normāli dziļumieži var būt vairāk vai mazāk metamorfizēti vai saaudušies ar kristalliskiem slānekļiem, piem., no tipiskiem granītiem pāri gneisgranītiem vērojamas pārejas uz gneisiem un migmatītiem, tā ka daudzkārt nemaz nav viegli novilkt robežas starp magmatiskiem un metamorfiem iežiem.

Tā kā metamorfōzes pakāpe var būt dažāda, tad iespējamas arī pārejas no nemetamorfizētiem nogulumu iežiem pāri vāji metamorfizētiem (piem., māla slānekļiem, dažiem kvarcītiem) uz pilnīgi metamorfiem.

---

* Jēdziens „zaļakmeņi" gan ir tik nenoteikts un dažādi autori ar to apzīmē tik ļoti dažādus iežus, ka petroloģijā tagad no tā vispāri cenšas izvairīties.

III daļa

Iežu un minerālu paraugu ievākšana

Dažu labu reizi ekskursijā atradīsim kādu laukakmeni vai upes krasta kraujā redzēsim īpatnēju iezi, kuŗa gabalu labprāt paņemtu līdzi un varbūt pievienotu savai vai arī kādas skolas vai pētniecības iestādes kollekcijai. Reizēm līdzņemšana nepieciešama tikai tādēļ, ka nevaram uz vietas noteikt attiecīgo iezi vai minerālu un gribam to parādīt kādam speciālistam.

Ja nebūsim sagatavojušies iežu un minerālu paraugu ievākšanai, tad vienu otru reizi to nemaz nevarēsim izdarīt vai arī sabojāsim labus eksemplārus. Piem., bez veseŗa no liela ieža gabala nevarēsim iegūt līdzņemamu paraugu vai arī, ar akmeni sitot, lai atšķeltu kādu šķembeli, sadauzīsim vērtīgus pārakmeņojumus.

Tādēļ iežu un minerālu paraugu ievākšanā nepieciešami daži vispārīgi aizrādījumi.

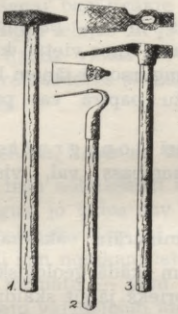
1. Ģeoloģiskās ekskursijās līdzņemamie piederumi

a) Veseris (sk. 74. att.) — visparocīgāk 0,4—0,5 kg smags ar apmēram 40 cm gaŗu kātu, vajadzīgā lieluma paraugu atskaldīšanai un šķembeļu atsišanai no ieža, lai redzētu tā nesadēdē-

jušu, svaigu virsu; vēlams arī kaplis (sk. 74. att.) atsegumu attīrīšanai;

b) lupa — ar 10× vai 12× palielinājumu, iežu un minerālu uzbūves sīkākai apskatei;

c) sālsskābe, atšķaidīta (5—10%), kaučuka, t. s. kabatas tintnīcā vai vienkāršā stikla pude-



74. att. Ģeoloģiskais veseris (1.), kaplis atsegumu notīrīšanai (2.), kombinētais kapļa veseris (3.).

līte ar gumijas aizbāzni (neglabāt somā kopā ar citām mantām, jo, pudelītei saplīstot, sālsskābe var tās saēst!);

d) nazis — cietības noteikšanai; šim pašam nolūkam vēlams arī stikla gabals un vara monēta;

e) centimetru mērs — vislabāk rulometrs, profilu mērīšanai; mazākos profilos var iztikt ar veseŗa kātā iegrieztām atzīmēm;

f) piezīmju grāmatiņa (visērtāk pusburtnīcas lielumā, cietos vākos), zīmulis, gumija un mazs izplēšamo lapu bloks — etiķetēm;

g) mugursoma — paraugu aiznešanai mājās vai līdz apmetnes vietai, kur tos var pārvietot kastēs; mugursomā jāņem līdzi arī krietns žūksnis avīžu papīra vai papīra maisiņi iesaiņošanai;

h) vēlama arī topografiskā karte un busole, kompass vai, vislabāk, ģeoloģiskais kompass.

2. Iežu un minerālu vākšanai izdevīgākās vietas

Pirms izejam kādā ģeoloģiskā vai minerāloģiskā ekskursijā, iepriekš jābūt skaidram, kādus iežus un minerālus gribam meklēt un kur tos varētu atrast.

Lai zinātu, kādi ieži ir apskatāmā apvidū, jāiepazīstas jau iepriekš ar attiecīgo ģeoloģisko literātūru. Citādi varam nezinot paiet gaŗām kādai jau pazīstamai un iežu paraugu vākšanai ļoti izdevīgai atradnei, vai arī sākt meklēt tādus iežus un minerālus, kas tur nav atrodami. Tādēļ ģeoloģiskos aprakstos jāiegūst arī ziņas, kur tie meklējami.

Neatkarīgi no lokālām īpatnībām, vēl varētu būt šādi vispārīgi aizrādījumi. — Ja vēlamies iegūt paraugus tieši no kāda slāņa, sevišķi pamatiežiem, tad

to dabiskie atsegumi visbiežāk atrodami upju ielejās, jūras un ezeru krastos, bet mākslīgie — lauztuvēs, raktuvēs, ceļu ierakumos, grāvju un kanāļu sienās u. c. rakumos (ēku pamatu, aku u. t. l.). Ja tuvumā izdarīts kāds jauns urbums, jāpainteresējas arī par to, lai gūtu pārskatu vai jaunus datus par attiecīgā apvidus slāņu sakārtojumu jeb stratigrafiju.

Laukakmeņu vākšanai bagātīgākie to krājumi un lielākā izvēlē ir arī upju ielejās un jūras akmeņainās piekrastēs, sevišķi daudz vietās W-Kurzemes jūrmalā, bez tam arī grantsbedrēs (sevišķi ōsos) un vispāri morēnu apvidos.

3. Paraugu lielums, veids un to iegūšana

Jau norādījumos iežu noteikšanai ieteikts neņemt pārāk mazus paraugus, jo tādos nav labi saskatāma ieža uzbūve. Tas pats jāievēro arī, vācot paraugus kollekcijām. Parasti šim nolūkam ieteic ne mazākus par t. s. plaukstas formātu — apm. 7×10 cm, 2—3 cm biezumā. Mūzeju vajadzībām un speciāliem nolūkiem, piem. iežu slāņojumu pētīšanai, jāņem vēl lielāki paraugi.

Ieža tipiskā uzbūve, piem. slāniskums, jāredz gabala lielākajā virsā. Tā kā slāņotie ieži plīst visvieglāk parallēli slāņojumam, tad ne vienmēr izdosies parādīt šo viņu uzbūves īpatnību plakanu paraugu lielākā virsā; tādēļ šādus paraugus izveido biezākus, piem. 6×7×10 cm formātā. Iežu gabalu izskaldīšanā jāievingrinās, jo bieži tie plīst visādos virzienos, bet ne tajos, kādus mēs vēlamies. Tādēļ neva-

jag censties uz reizi atskaldīt vēlamo lielumu, bet gan vispirms iegūt par to nedaudz lielāku gabalu un tikai tad, uzmanīgi atšķeļot šķembeli pēc šķembeles, galīgi pabeigt izveidošanu. Pie tam nebūt nav nepieciešams iegūt pilnīgi pareizu ģeometrisku formu. — Labāk ir atstāt lielāku gabalu, kaut gan tas līdznešanai ir smagāks, nekā ar pēdējo veseŗa sitienu sadauzīt jau gandrīz izveidotu paraugu. Tāpat arī jācenšas ar veseri pārāk nenoskrāpēt un nenoberzt mīkstāku iežu virsu.

Ievācot nogulumu iežu paraugus, kuŗos vairāk un labāk uzglabājušies pārakmeņojumi, sevišķi jāuzmanās, lai skaldot tos nesabojātu. Ja tomēr kāds šķietami vērtīgs pārakmeņojums pāršķelts pušu, jāuzglabā tā abas puses, ietītas atsevišķos papīros un pēc tam satītas vienā sainītī, un mājās tās jāsalīmē ar sindetiku. Mīkstu iežu paraugus parasti izgriež ar nazi ķieģelīša veidā.

Minerālu paraugi var būt un ir parasti mazāki par iepriekš minētajiem, sevišķi, ja gribam iegūt to atsevišķus kristallus, piem., kalcīta. Bieži jāapmierinās tikai ar kāda minerāla nelielu graudu, kas ieslēgts ieža pamatmasā, piem., granātu kristalliem aplītā. Ja minerālam ir labi izveidota ārējā kristalla forma, sevišķi jāuzmanās, lai tā virsu nesabojātu; tādēļ necensties to visādā ziņā izpreparēt no ieža. Tāpat nav vēlams sīkāk saskaldīt labi izveidojušos kristallu sakopojumus, piem., drūzas, geōdas u. c.

4. Paraugu apzīmēšana

Katram ievāktam ieža vai minerāla paraugam jāpievieno etiķete — visvienkāršāk izplēšamā bloka lapiņa ar datumu un piezīmju grāmatiņas attiecīgā apraksta numuru (jāraksta vairākās vietās uz lapiņas, jo uzraksta kāda daļa var noberzties vai izdzist!). Piezīmju grāmatiņā atbilstoši atzīmē datumu un atrašanas vietu (piem., pagastu, mājas u. t. l.), atradnes aprakstu, profilu u. c. ziņas.

Piemēri:

a) etiķetē — «10. VI. 40. g., Nr. 13.» — Piezīmju grāmatiņā:

«10. VI. 40. g. Nr. 13.

Zils smilšakmens; 5 cm biezs starpslānis zilganpelēkā merģeļa mālā Nīgrandas pagastā, Losas gultnē, 100 m augšpus tās ietekas Ventā, 0,5 m zem upes līmeņa.»

b) etiķetē — «17. VIII. 39. g., Nr. 63.»

Piezīmju grāmatiņā:

«17. VIII. 39. g. Nr. 63.

Laukakmens, 1,5×2×2,2 m, tīruma malā apm. 250 m S no Praviņu pag. Vecvagariem, topogr. karte 29—50—4*.»

Minerāliem jāatzīmē, kādā iezī tie atrasti, piem.:

---

* Pirmais skaitlis — topografiskās kartes nr., otrs un trešais — kvadranta apzīmējumi tanī.

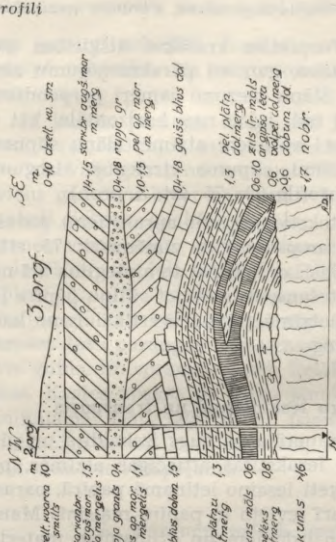
«19. VII. 38. g. Nr. 2.

Melni kalcīta kristalli D_3d brekciōzā dolomītā; Daugavas kr. krastā Daugmales pag. Sēliešos, 1,5 m virs upes līmeņa.»

5. Profila uzņemšana

Ievācot iežu paraugus, ir svarīgi zināt, kādā sakārtojumā un kādos atradnes apstākļos tie sastopami dabā. Tāpēc nogulumu iežu paraugiem vai arī laukakmeņiem, konkrēcijām u. t. l., kuŗus iegūst no kāda noteikta slāņa, precīzi jāatzīmē piezīmju grāmatiņā, kāds ir šā slāņa biezums, tā dziļums zem zemes virsas vai augstums virs upes līmeņa un, vēlams, arī citas ziņas par attiecīgā ieža ieguluma veidu, piem., atzīmes, ka slānis tuvumā izķīlējies vai stipri pabiezināts, ka tas sakrokots vai citādi deformēts u. t. l. Vislabāk to attēlot atseguma profila zīmējumā vai skālā, kas nepieciešams sevišķi tad, ja paraugi ņemti viena un tā paša atseguma vairākās vietās. Profilu var zīmēt dažādu: a) šaurai atsegumu joslai, it kā skālas veidā (sk. 75. att. 2. prof.); b) kā šauru atseguma griezumu (sk. 75. att. 1. prof.); c) kā platāku atseguma joslu, kuŗā attēlotas arī slāņu deformācijas un to biezumu maiņas (sk. 75. att. 3. prof.).

Profilu uzņemot, precīzi jāizmērī katrs slānis resp. to biezums. Petrografiski vienādos vai maz atšķirīgos slānīšus bez pārakmeņojumiem vai ar vienādiem pārakmeņojumiem var apvienot, piem., horizontālām plaisām atdalītus savā starpā līdzīgus do-



75. att. Kādas upes krasta atseguma profili: 1. — profila griezums perpendikulāri atsegumam, 2. — šaura skālas veida josla, 3. — platāka atseguma josla; teksts starp 1. un 2. prof. attiecas uz abiem. Zem 3. profila atseguma slāņu šķipuma apzīmējumi, skatoties no augšas.

lomītu slāņus. Turpretim krasākas atšķirības gan petrografiskā sastāvā, gan arī pārakmeņojumu ziņā profilā jāatzīmē. Slāņu biezumi jāmērī perpendikulāri to virsai, arī tad, ja tā nav horizontāla, bet ir slīpa. Ieteicams arī aptuveni atzīmēt slāņu slīpuma leņķi, norādot slāņu slīpuma virzienus atseguma plāna skicē zem profila (sk. 75. att. 3. prof.).

Profilā līdzās tekstam (slāņu aprakstiem) parasti iezīmē arī slāņus ar pieņemtām zīmēm (sk. 75. att.), kas atvieglina to lasīšanu. Tāpat to atvieglina arī noteikta mēroga lietošana, izmantojot rūtiņu papīra iedaļas; protams, jāatzīmē, kāds ir vertikālais un kāds horizontālais mērogs.

6. Paraugu iesaiņošana un transports

Kad ieža vai minerāla paraugs izskaldīts un piezīmju grāmatiņā ierakstītas attiecīgās atzīmes, paraugu līdz ar etiķeti iesaiņo ietinamā papīrā, parasti avīžu lapās, vai arī ievieto to papīra maisiņā. Maisiņus parasti izlieto irdeniem un drupaniem materiāliem. Mitrus iežus ieteicams ietīt vispirms pergamenta papīrā, virs tā novietot etiķeti un tad vēlreiz iesaiņot avīzē vai maisiņā. Drūpošus paraugus, kuŗu formu vēlams saglabāt, piem., kaulu fragmentus u. c. vārīgus pārakmeņojumus, vislabāk ievietot kastītēs, kas blīvi piepildītas ar smiltīm, vai arī ietītus staniolā ieliet ģipsī.

Paraugus iesaiņojot, nav jāžēlo papīrs, lai nesot vai vedot atsevišķu gabalu šķautnes nepārberztu to

un paraugi nebojātu viens otru. Lai paraugi savā starpā neberztos, tos mugursomā novieto cieši vienu pie otra.

Ja lielāks paraugu daudzums jāsūta tālāk kastē, tad, tanī iesaiņojot, arī jāievēro tādi paši noteikumi — atsevišķi gabali novietojami cieši un stingri, lai tie viens gar otru brīvi neberztos. Lielākie un cietākie gabali liekami apakšā, mazākie un vārīgākie virsū; tomēr vienā kastē nav vēlams likt kopā iežus vai minerālus ar ļoti atšķirīgu cietību vai blīvumu (piem., granītus kopā ar mēreni saistītiem saldūdeņu kaļķiem). Jo vārīgāki paraugi, jo mazākai jābūt kastei. Iežu paraugus ieteicams likt kastē stāvus, nevis gulus, un spraugās starp lielākiem iespiest sīkākus. Kastes apakša un virsa jānoklāj ar biezāku iesaiņojamā materiāla kārtu (sienu, salmiem, koka plūksnām u. c.); kasti aiztaisot, vāka dēļi jāuzspiež, cik cieši vien iespējams.

7. Paraugu galīgā apzīmēšana

Mājās vai laboratorijā paraugus izsaiņo, uzmanot, lai nesajauktu etiķetes, un ievieto katru paraugu lēzenā kastītē kopā ar etiķeti. Pēc ieža noteikšanas (vai arī pirms tās, ja precīzu noteikšanu atliek uz vēlāku laiku), tiem pieliek pastāvīgās etiķetes — attiecīga formāta kartona lapiņas, pārrakstot uz tām ziņas no pagaidu etiķetēm un piezīmju grāmatiņas (sk. 76. att.). Lai šīs etiķetes kādreiz nejauši nesajauktu, tanīs atzīmēto numuru uzraksta arī sīkiem

ciparіem ieža apakšpusē uz iepriekš uzkrāsota maza eļļas krāsas laukumiņa (sk. 63. att.).

Mājās vai laboratorijā var vēl ar dažādu instrumentu — uzsitņu, knaibļu, preparējamo adatu u. c. palīdzību izpreparēt no iežu gabaliem atsevišķus mi-

Nr. *465*	L. U. Ģeoloģijas institūts
Mālaina brūnogle	
Horizonts: *vidējā jura*	
Vieta: *Nīgrandas pagasta Griezes Strēļos 1,2 m zem zemes virsas*	
Ievācis: *V. Zāns*	Noteicis: *V. Zāns*
12. VII 39. g.	*1939. g.*

76. att. Ieža parauga etiķete dabiskā lielumā.

nerālus vai pārakmeņojumus, kā arī izskaldīt parauga vēlamo formu, ja tas nav jau izdarīts ekskursijas laikā. Ar šo darbu sīkāku metodiku var iepazīties praktiskās ģeoloģijas rokas grāmatās.

PASKAIDROJUMI KARTĒM UN PROFILAM PIELIKUMĀ

1. Latvijas pamatiežu ģeoloģiskā karte

Pamatiežu kartē parādīti tie ieži, kas gul tieši zem kvartāra segas — tātad tanī nav vis redzami pašreizējā zemes virspusē iznākošie slāņi, bet gan tādi, kas atsegtos zemes virspusē, ja noņemtu visus kvartāros nogulumus. Šādu pamatiežu virsu, kuŗu pārsedz kvartāra ieži, sauc par subkvartāro virsu.

Pēc dažāda vecuma slāņu sakārtojuma subkvartārajā virsā var secināt arī, kā šie ieži turpinās dziļumā zem minētās virsas, ja ņemam vērā pamatprincipu, ka Latvijā pamatiežu sakārta nav pārāk traucēta un tādēļ jaunākie slāņi vienmēr pārsedz vecākos, piem., zem D_3e atrodams D_3d horizonts u. t. t. Kombinējot Latvijas pamatiežu karti ar ģeoloģisko kopprofilu, iespējams jebkuŗā kartes punktā noteikt, kādi slāņi sagaidāmi zem kartē redzamās virsējās kārtas.

Jūras (it īpaši dziļākas) nogulumi pārskatāmības dēļ parādīti kartē ar tumšāku svītrojumu, piem., D_3b, D_3d u. c., bet sauszemes, piekrastes, lagūnārie un seklas jūras — ar punktējumu, aplīšiem, pārtrauktu svītrojumu vai taml.

2. Latvijas kvartārģeoloģiskā karte

Šai kartē redzams nevien kvartāra iežu horizontālais sadalījums Latvijas zemes virsū, bet arī raksturīgāko kvartāro nogulumu ārējo morfoloģisko formu apzīmējumi, piem., gala morēnas, drumlini, ōsi u. c. Kartes sīkā mēroga dēļ šie

apzīmējumi gan reizēm aizņem lielāku laukumu nekā atbilstoši veidojumi dabā. Tādēļ tie dažreiz norāda tikai attiecīgo formu novietojuma rajonu (drumliniem) vai vietu (ōsiem).

3. Latvijas svarīgāko derīgo izrakteņu izmantošanas karte

Šai kartē parādītas tikai galvenās mūsu nozīmīgāko derīgo izrakteņu izmantošanas vietas: lielākās raktuves, lauztuves, cepļi, fabrikas, avoti u. t. l., jo sīkākie (it īpaši cepļi un grantsbedres) tā saraibinātu karti, ka tā vairs nebūtu pārskatāma un vietām atsevišķi punkti pat pārsegtu viens otru. Dolomītu un kaļķakmeņu lauztuves, kuras atrodas pie kaļķu cepļiem un kuras lauž šos iežus tikai cepļu vajadzībām, nav īpaši kartē atzīmētas.

Ģipšakmenim parādīti arī tā izplatības galvenie rajoni.

4. Schēmatisks Latvijas ģeoloģiskais kopprofils

Kopprofils sniedz Latvijas iežu stratigrafisko sakārtojumu pēc ģeoloģiskām formācijām. Tas aptver visas Latvijas territorijā līdz šim pazīstamās nogulumiežu serijas no kvartāra līdz pat kristalliskam pamatklintājam (prekembrijam). Protams, šai schēmatiskajā profilā parādītie slāņi vai slāņu kompleksi ne katrā vietā ir sastopami visi un pilnīgā biezumā. Tā, piem., NW-Vidzemē, N-Kurzemē un S-Latgalē lielās platībās tieši zem kvartāra segas (Q) sastopama vidusdevona sarkano smilšakmeņu nodaļa (D_2a), bet trūkst visas jaunākās slāņu serijas (D_3b-h, P_2, T_1, J_2), kas še vai nu nemaz nav nogulsnējušās vai arī vēlākos ģeoloģiskos periodos nodeldētas. Zemgalē, Jelgavas apkārtnē, trūkst visas slāņu serijas, kas jaunākas par D_3f_1 un f_2, jo pēdējās te tieši atsedzas zem Q. Vispilnīgākais profils sastopams Kurzemes S un SW daļā, kur zem Q parādās mūsu visjaunākās pamatformācijas, resp. to atsevišķas nodaļas. Bet arī te dabiskā profilā trūkst pat veselas formācijas (karbons, krīts, terciārs) vai formāciju daļas (D_1, P_1, T_{2-3}, J_1 un J_3). Šādu iztrūkumu sekas ir diskordances virsas, kas profilā parādītas ar treknām viļņainām līnijām.

Noteicot dabā vai pēc pamatformāciju kartes, kādi horizonti atsedzas tieši zem Q, attiecīgai vietai pēc kopprofila var noteikt dziļāk sagaidāmo slāņu secību un arī aptuveni spriest par sagaidāmo slāņu biezumiem. Atsevišķu slāņu resp. slāņu seriju biezums gan dažādās vietās var svārstīties diezgan plašās robežās un atšķirties no profilā atzīmētā. Tāpat var būt mainīgs arī slāņu litoloģiskais sastāvs (faciālās maiņas). Tas sevišķi sakāms par kvartāru (Q) un devona (D) lagūnārām un kontinentālām slāņu serijām.

Kopprofilā kvartārie nogulumi (Q) parādīti pēc vairāku urbumu un atsegumu kombinētiem datiem W- un SW- Kurzemē, J_2 — pēc urbumiem un atsegumiem Nīgrandas, Nīkrāces, Ezeres un Rucavas pagastā, T_1 — pēc urbumiem Nīgrandā un Rucavā, P_2 — pēc Nīgrandas Alšu urbuma un citiem urbumiem SW-Kurzemē, D_3 — augšdaļa pēc Auces, Jelgavas u. c. Zemgales urbumiem, apakšdaļa — pēc atsegumiem un urbumiem gar Daugavu u. c., D_2 — lielāko tiesu pēc Ķemeļu dziļurbuma (302 m), S_1 un S_2 — pēc Daugavpils dziļurbuma (567 m), ar ņelieliem labojumiem pēc E. Krausa (1937. g.), Cm_1 — pēc urbumiem N-Igaunijā, augšdaļā ievērojot arī Daugavpils dziļurbuma datus, ciktāl tie attiecas uz kembriju.

Literātūra par Latvijas iežiem un minerāliem, kas izlietota grāmatas sarakstīšanā.

Darbā izlietotā par 1936. g. vecākā literātūra, kas jau minēta šai sarakstā atzīmētajās N. Delles, J. Eiduka un V. Zāna publikācijās, nav šeit atkārtota.

1. Bambergs K., 1939. g. — Dolomīts, kaļķakmens un ģipšakmens, Latv. zemes bag. pēt., Rīgā, 31.—37. lpp.
2. Bambergs K., 1940. g. — Daži dati par Latvijas iežu sastāvu, Jelg. Lauks. Akad. Raksti, I. sēj., 1. nr., Rīgā, 5.—14. lpp.
3. Bambergs K., 1941. g. — Paplakas dolomīts un tā nozīme stiklrūpniecībā, Z. B. P. I. raksti, II., Rīgā, 131.—136. lpp.
4. Bambergs K., 1942. g. — Cechšteina kaļķakmens krājumi rūpniecības vajadzībām Latvijā, Z. B. P. I. raksti, V.—1., Rīgā, 95.—143. lpp.
5. Bambergs K. un Eiduks J., 1941. g. — Irdeno saldūdens kaļķu izlietošana dedzinātu kaļķu ražošanai, Z. B. P. I. raksti, II., Rīgā, 1.—17. lpp.
6. Delle N., 1937. g. — Latvijas pamatformācijas, Latvijas zeme, daba, tauta, I., Rīgā, 5.—73. lpp. Šē atrodams arī to darbu saraksts par Latvijas pamatformācijām, kas publicēti līdz 1936. g.
7. Delle N., 1938. g. — Zemgales līdzenuma, Augšzemes un Lietuvas devona nogulumi, L. U. Raksti, Matem.-dabas zin. fak. sēr., II., 5., Rīgā, 105.—384. lpp.
8. Delle N., 1939. g — Latvijas pamatformācijas un to derīgie izrakteņi, Latv. zemes bag. pēt., Rīgā, 12.—17. lpp.

9. Dreimanis A., 1939. g. — Eine neue Methode der quantitativen Geschiebeforschung, Zeitschr. für Geschiebeforsch. u. Flachlandsgeol., B. 15., H. 1., Frankf./Oder, 17.—36. lpp.

10. Eiduks J., 1937. g. — Latvijas derīgie izrakteņi, Latvijas zeme, daba, tauta, I., Rīgā, 518.—605. lpp. Šē atrodams arī to darbu saraksts par Latvijas derīgiem izrakteņiem, kas publicēti līdz 1936. g.

11. Eiduks J., 1939. g. — a — Māli, to pētīšanas metodes, atradnes, šķirnes un izmantošana, Latv. zemes bag. pēt., Rīgā, 38.—46. lpp.

12. Eiduks J., 1939. g. — b — Baltās smiltis, Latv. zemes bag. pēt., Rīgā, 73.—77. lpp.

13. Eiduks J., 1940. g. — a — Latvijas ķieģeļrūpniecība skaitļos, Ekonomists, 12. nr., Rīgā, 2.—19. lpp.

14. Eiduks J., 1940. g. — b — Latvijas derīgie izrakteņi, to iegūšana un izmantošana, Technika un celtniecība, 1. nr., Rīgā, 3.—11. lpp.

15. Eiduks J., 1940. g. — c — Pētījumi par Cēsu, Siguldas, Dundagas un Tūjas apgab. devona mālu īpašībām, Technika un Celtniecība, 6. un 7./8. nr., Rīgā.

16. Eiduks J., Bambergs K. un Matisons H., 1942. g. — Latvijas būvkaļķu ķīmiskais sastāvs un techniskās īpašības, Z. B. P. I. raksti, V.—1., Rīgā, 5.—94. lpp.

17 Eiduks J. un Rikards F., 1941. g. — L. P. S. R. baltās stiklrūpniecības smiltis, to īpašības un izlietošana, Z. B. P. I. raksti, II., Rīgā, 18.—130. lpp.

18. Eskola P., 1934. g. — Prehnite Amygdaloid from the Bottom of the Baltic, Bull. de la Comm. géol. de Finl., Nr. 104., Helsinki, 132.—143. lpp.

19. Ganss O., 1936. g. — Über einige diabasische und gabbroide Geschiebe Lettlands, Zeitschr. f. Geschiebef. u. Flachsandsgeol., B. 12., Frankf./Oder, 126.—149. lpp.

20. Grewingk C., 1886. g. — Übersicht der Mineralien und Gesteine Liv-, Est- und Kurlands und ihrer Nutzbarkeit, Sitzungsber. d. Natur.-Ges. b. d. Univ. Dorpat, Bd. VIII, H. 1., 43.—59. lpp.

21. Kraus E., 1937. g. — Kambrium und Silur in der Tiefbohrung von Dünaburg (Daugavpils), Studien XXI. zur ostbalt. Geologie, Jahrb. d. Pr. Geol. Landesanst., B. 58., Berlin, 105.—134. lpp.

22. Krūmiņš K., 1937. g. — Latvijas augsnas, Latvijas zeme, daba, tauta, I., Rīgā, 417.—517. lpp.

23. Mellis O., 1932. g. — Zur Genesis des Helsinkits, Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, 54. sēj., 4. nr.

24. Mellis O., 1937. g. — Über den Tutencölestin von Nāvessala in Lettland, Compt. Rend. d. l. Soc. géol. de Finl., X., Helsinki, 21.—24. lpp.

25. Mellis O., 1938. g. — Limonita atradnes Latvijā, Latvijas Ģeogr. Raksti, VI., Rīgā, 103.—104. lpp.

26. Mellis O., 1939. g. — Purva rūda un krāsu zemes Latvijā, Latv. zemes bag. pēt., Rīgā, 66.—67. lpp.

27. Mellis O. un Mellis I., 1942. g. — Petroloģiskie pētījumi par Rembates dolomītsmilšakmeni, Z. B. P. I. raksti, V., Rīgā (iespiešanā).

28. Mutulis A., 1939. g. — Dabiskie būvakmeņi no mūsu pamatiežiem, Latv. zemes bag. pēt., Rīgā, 78.—83. lpp.

29. Nomals P., 1936. g. — Latvijas purvi, Latvijas zeme, daba, tauta, II., Rīgā, 259.—320. lpp.

30. Nomals P., 1939. g. — Purvi un kūdra, Latv. zemes bag. pēt., Rīgā, 51.—59. lpp.

31. Rade J., 1942. g. — Juras formācija Latvijā (manuskripts).

32. Senff Th., 1879. g. — Chemische Untersuchung altquartärer Geschiebelehm-Bildungen des Ostbalticum, Archiv f. d. Naturk., Ser. I, Bd. VIII, Dorpat, 1.—20. lpp.

33. Tramdachs A., 1939. g. — Būvakmeņi un to vērtējums, Latv. zemes bag. pēt., Rīgā, 84.—93. lpp.

34. Vītiņš J., 1925. g. — Pētījumi par Latvijas māliem, L. agron. II zinātn. kongr. darbi, I., Rīgā.

35. Vītiņš, J., 1939. g. — Saldūdeņu kaļķi, Latv. zemes bag. pēt., Rīgā, 47.—50. lpp.

36. Vītiņš J., 1940. g. — Baldones sēravota aizsargājamais apvidus. Vispārīga rakstura pētījumi un novērojumi, Z. B. P. I. raksti, I., Rīgā, 1.—42. lpp.

37. Vītiņš J., 1941. g. — Ķemeru sēravotu aizsargājamais apvidus. Vispārīga rakstura pētījumi, Z. B. P. I. raksti, III.—1., Rīgā, 3.—210. lpp.

38. Vītiņš J. un Cukermanis K., 1940. g. — Virsūdeņi un gruntsūdeņi Baldones apkārtnē, Z. B. P. I. raksti, I., Rīgā, 161.—236. lpp.

39. Zāns V., 1937. g. — Leduslaikmets un pēcleduslaikmets Latvijā, Latvijas zeme, daba, tauta, I., Rīgā, 74.—159. lpp. Se atrodams arī to darbu saraksts par Latvijas kvartāru, kas publicēti līdz 1936. g.

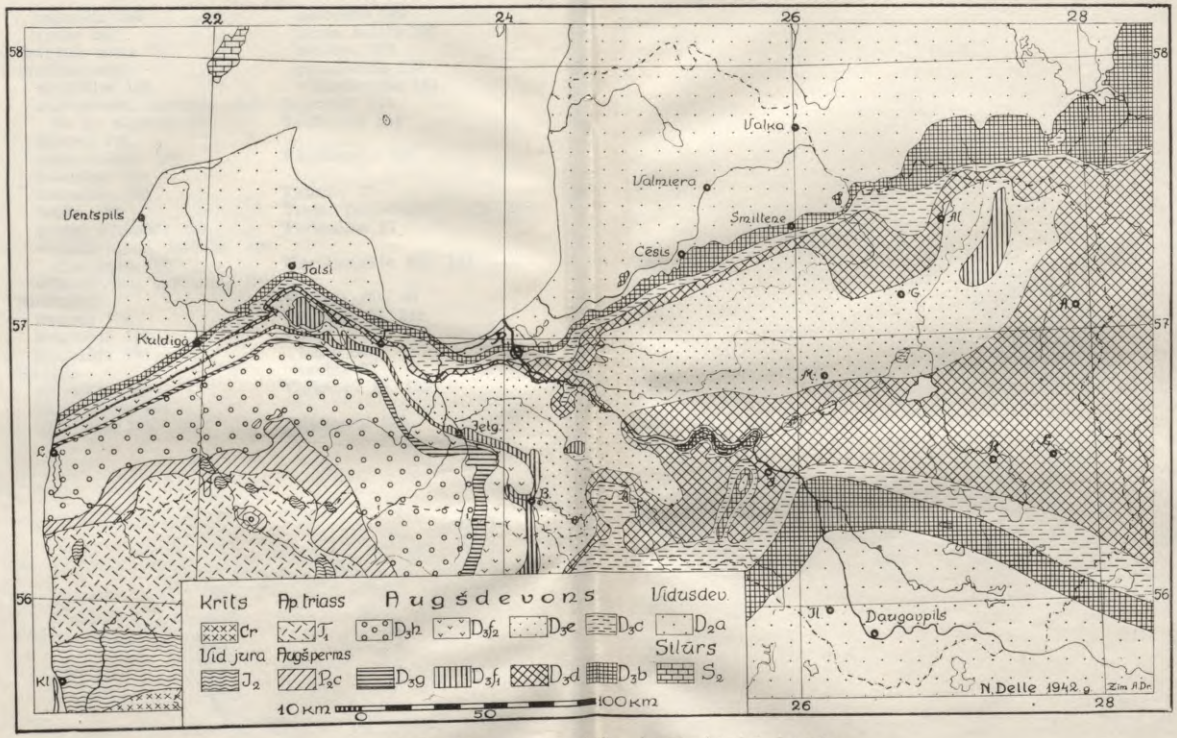
40. Zāns V., 1939. g. — a — Latvijas zemes virskārta un tās derīgie izrakteņi, Latv. zemes bag. pēt., Rīgā, 8.—11. lpp.

41. Zāns V., 1939. g. — b — Brūnogles un sērdzelzs, Latv. zemes bag. pēt., Rīgā, 60.—65. lpp.

42. Zāns V., 1940. g. — Baldones apkārtnes ģeoloģiskā uzbūve, Z. B. P. I. raksti, I., Rīgā, 84.—104. lpp.

43. Zāns V. un Mutulis A., 1942. g. — Ģeoloģiski pētījumi par Rembates dolomītsmilšakmeni, Z. B. P. I. raksti, V., Rīgā (iespiešanā).

MINERĀLU UN IEŽU ALFABĒTISKS RĀDĪTĀJS



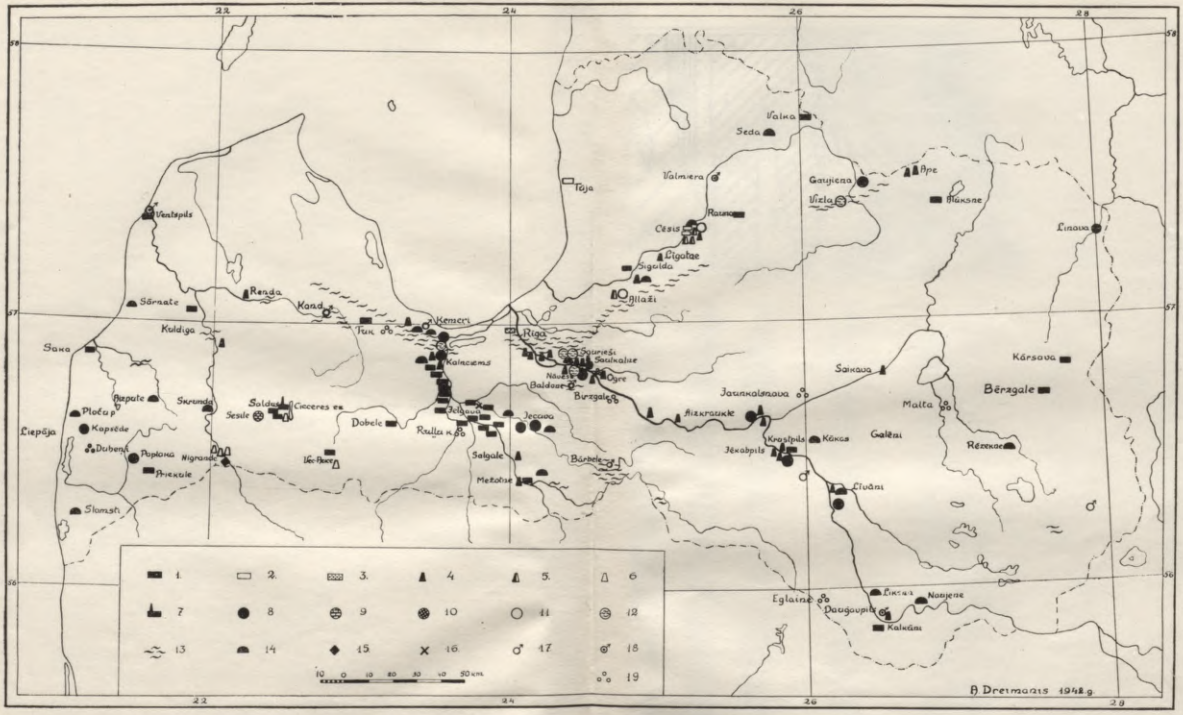
1. Latvijas pamatiežu ģeoloģiskā karte

Sastādījis N. Delle, 1942. g.

2. Latvijas kvartārģeoloģiskā karte

Apzīmējumi: 1. Gala morēnas. 2. Viļņainās gala morēnu pauguraines. 3. Pamatmorēna. 4. Drumlīni, 5. Ōsi. 6. Subglaciālās vagas (gultnes). 7. Glaciālās skrambas. 8. Senlejas. 9. Slokšņu māla merģelis, 10. Bezakmeņu māli bez slokšņojuma un citi baseinu nogulumi. 11. Smiltāji (pleistocēna un holocēna). 12. Baltijas ledus ezera krasta līnija.

Pēc V. Zāna, 1937. g.



3. Latvijas svarīgāko derīgo izrakteņu izmantošana

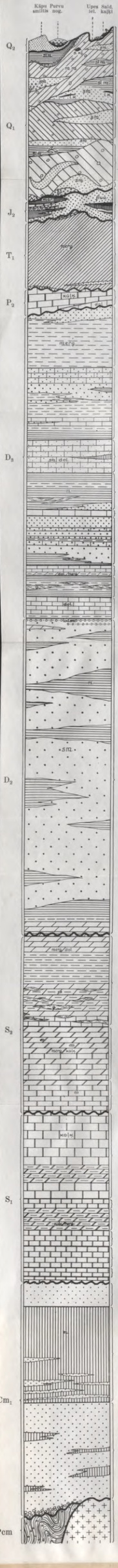
1.—3. Lielākās ķieģeļnīcas (1. — izmanto kvartāros mālus, 2. — izmanto devona mālus, 3. — smilšķaļķu ķieģeļu fabrika). **4.—6.** Lielākie kaļķu cepļi (4. — izmanto devona dolomītus, 5. — izmanto devona dolomītus un saldūdeņu kaļķus, 6. — izmanto perma cechšteina kaļķakmeni). **7.** Brocēnu cementfabrika ar perma cechšteina kaļķakmens lauztuvēm un kvartāro mālu raktuvēm. **8.** Lielākās augšdevona dolomītu lauztuves. **9.** Perma cechšteina kaļķakmens lauztuves **10.** Perma cechšteina dolomīta lauztuve. **11.** Lielākās saldūdens kaļķakmeņu lauztuves. **12.** Ģipšakmens lauztuves. **13.** Augšdevona ģipšakmens izplatības rajoni. **14.** Lielākās kūdras fabrikas un raktuves. **15.** Brūnogļu raktuve. **16.** Rīgas cementfabrikas slokšņu mālu merģeļu raktuve. **17.** Galvenās ģipšavotu un sēravotu vietas. **18.** Urbumi ar sālsūdeni. **19.** Lielākās grants karjēras.

Sastādījis A. Dreimanis, 1942. g.

4. SCHEMATISKS LATVIJAS ĢEOLOĢISKAIS KOPPROFILS

Sastādījis V. Zāns un A. Dreimanis

Mērogs: 1:2000



Holocēns jeb alluvija (Q_4):

kāpu u. c. smiltis, ezeru un purvu nogulumi (gitija, kūdra u. c.), upju nogulumi, saldūdeņu kaļķi u. c.

Pleistocēns jeb diluvijs (Q_1):

pēdējais apledojums — a) ledusā, beigu posma nogulumi: sl. māla merģ. (sl. m.), put. smiltis, smiltis, grants, oļi, akmeņu lauki u. c., b) ledusā, nogulumi: augš. mor. māla merģ. (m. m.) ar interstadiāla smilšu (sm.), grants (gr.), sl. māla merģ. (sl. m.), saldūd. kaļķu (s. kļ.) u. c. starpkārtām;

pēdējais starpleduslaikmets līdz ar ūjūdoņa regresijas un transgres. nogulumiem: smiltim (sm.), sl. māla merģ. (sl. m.), kūdru (t. k.) u. c.;

priekšpēdējais apledojums — apakš. morēnas augš. horizonts (mor. māla merģ.) ar smilšu (sm.) u. c. starpkārtām;

priekšpēdējais starpleduslaikmets līdz ar ūjūd. regr. un transgr. nog.: sl. māla merģ. (sl. m.) ar augu atliekām, smiltīs (sm.) u. c.;

vecākais apledojums — apakš. morēnas apakš. horizonts (mor. māla merģ.) ar smilšu u. c. starpkārtām;

preglaciāls un vecākā apled. transgres. nogulumi: pamatieža sairšanas produkti, grants (gr.), smiltis (sm.) u. c.

Vidēja jura (J_2) jeb dogers (dog.):

dog. a) marinā facija (mar.): melni vai pelēki māli, apakš. daļā ar smilts un put. smilts lēcām, pel. smilš. kaļķakmens, pel. smilts ar konkrēcijām; fauna bagātīga: ammoniti, belemniti, glie. menes u. d. c.;
b) fluviātila facija (fluv.): baltās smiltis ar brūngoles un melna māla iegulām un pelēkām un rūsganām humozām smiltīm apakšdaļā (28 m).

Apakšējais triass (T_1):

pm. Furmaļu merģeļi (pm.): augšdaļā lielāko tiesu zilganzaļi, dziļāk sarkani un raibi māli un māla merģeļi ar smilšu starpkārtām (63 m).

Augšējais perms (P_2):

cšt. cechšteina (cšt.) jeb Kursas kaļķakmens, dolomītisks kaļķakmens vai dolomīts; fauna: Bakewellia ceratophaga, Schizodus schlotheimi, Janassa sp. u. c. (25 m).

Augšdevons (D_3):

h_2 kontinentāli nogulumi: tumši pelēkas un gaišas smiltis, raibi krāsaini merģeļi (merģ.) un pelitoliti. Fauna: bruņu zivis Holoptychius sp. u. c. (54 m);

h_1 lagūnāri nogulumi: zili un zilganpelēki māli un dolomītmerģeļi un smilšakmeņi resp. smiltis; starp tiem augšdaļā smilšaini dolomīti un dolom. smilšakmeņi (šķērveles dolom.?), apakšdaļā Mērmuižas dolomīti — dolom. vai smilš. dolom. ar smilšu starpkārtām un Protoschizodus balticus brekēju dolom. (68 m).

g Inulas un Amulas dolomīti: smilšaini Productus dolomīti, zaļgan- vai zilganpelēki traipaini dolomīti ar māla starpslāņiem un bagātīgu faunu: Productella sp., Spirifer archiaci u. c. (32 m);

f_2 lagūnāri nogulumi: gaiši smilšakmeņi, zili māli, dolomītmerģeļi, vietām arī ģipšakmens iegulas; fauna: bruņu zivis Bothriolepis Panderi u. c. (45 m);

f_1 cieti dolomīti (Bauskas dol.) ar Spirifer semgalensis (6 m);

e lagūnāri nogulumi: zilganzaļi, sarkani un raibi māli, gaiši smilšakmeņi, dolom. smilšakmeņi (Rembates dolom. smilšakmens) un ģipša iegulas; fauna: Bothriolepis maxima, Holoptychius sp. u. c. (45 m);

d augšējie Daugavas krāču dolomīti (Ķeguma dol.): cieti dol., starp tiem Platyschisma dol.; apakšā plātņu dol. merģ. ar Spirifer tenticulum u. c. (11 m);

c lagūnāri nogulumi: zilganzaļi māli, merģeļi un ģipšakmens; fauna: Eurypterus sp. u. c. (21 m);

b apakšējie Daugavas krāču dolomīti: pel. dol. un merģ. dol., apakš. daļā dol. merģ. un māla merģ.; fauna: Atrypa reticularis, Spirifer murali, māla merģeļos Estheria membranacea u. c. (20 m).

Vidusdevons (D_2):

a Old red — sarkanais smilšakmens (aptuv. 500 m)

a_4 smalki balti vai iedzelteni smilšakmeņi ar lodīšu smilšakmens (lod. sm.) horizontiem, augšdaļā arī dolomītiski ieži, māla iegulas; fauna: Asterolepis radiata, Psammolepis undulata u. c.;

a_3 sarkani smilšakmeņi un māli (pelitoliti); fauna: Asterolepis ornata, Dendrodus biporcatus u. c.;

a_2 smalki sarkani vai iedzelteni smilšakmeņi, pa starpām arī rupjāki slīpslāņoti gaiši smilšakmeņi vai smiltis, sarkanu un zaļganu māļu iegulas; fauna: Heterostius sp., Homostius sp. u. c.;

a_1 smilšakmeņi, māli, merģeļi un merģel. dolomīti; fauna: Pterichthys concatenatus, Osteolepis fischeri; Aulacophycus sp. u. c.

Augšējais silūrs (Gotlandijs, S_2):

K_1 dolomītmerģeļi, raibi māli un māla merģeļi un dolomīti, pārmaiņus ar merģeļainiem slāņiem; ģipšu starpslāni un lēcas (85 m);

J(?) kaļķa merģeļi un kaļķakmeņi, nelielas ģipšakmens ligzdas (51 m);

G,H(?) koraļļu kaļķakmeņi un merģeļi (30 m).

Apakšējais silūrs (ordovicijs, S_1):

F_{1-2} kaļķakmeņi un merģeļi (81 m);

E kaļķa merģeļi un kaļķakmeņi (9 m);

D_{2-3} kaļķaini merģeļi (19 m);

D_1 kaļķakmeņi un kaļķa merģeļi (15 m);

C_1 echinosferītu kaļķakmens un krinoīdu kaļķakmens (20 m);

B_3 vaginātu kaļķakmens (8 m);

B_2 glaukonīta kaļķakmens (4 m).

Apakšējais kembrijs (Cm_1):

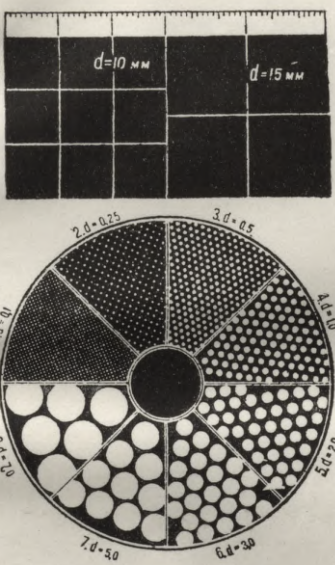
A_{1d+c} fukoīdu smilšakmens un eofītona smilšakmens (22 m);

A_{1b} zilais kembrija māls (glūda), apakšējā daļā ar smilšainiem starpslāņiem (90 m);

A_{1a} apakšējie kembrija smilšakmeņi, arkozes un konglomerāti, vietām ar māla starpslāņiem (90—100 m).

Prekembrijs (Pcm) — kristalliskais pamatkliintājs:

Pcm kristalliskie slānekļi u. c. metomorfie ieži, migmatīti, graniti u. c. magmatiske ieži.



5. Drupu iežu graudu rupjuma noteikšanas tabula

Pēc M. Vasiļevska