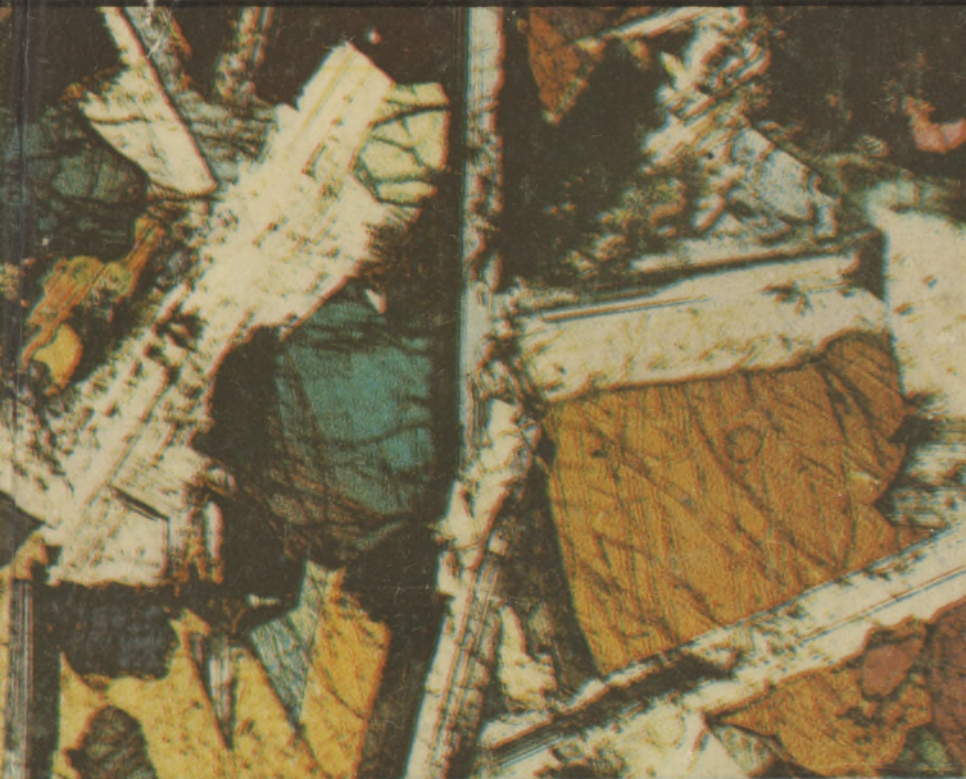


**Eesti** Herbert Viiding  
**MINERAALID**  
**ja KIVIMID**



KÄSIRAAMAT-MÄÄRAJA TUTVUSTAB LUGEJAT UMBES  
80 EESTI MINERAALI JA 80 KIVIMITÜÜBIGA.  
ILLUSTRATSIOONIKS ON 160 VÄRVUSFOTOT.







**Eesti  
MINERAALID  
ja KIVIMID**

**Herbert Viiding**

TALLINN «VALGUS» 1984

# Eesti MINERAALID ja KIVIMID

Toimetanud Anto Raukas

UDK 549 + 552(083.71) (474.2)

Retsenseerinud Eesti NSV Teaduste Akadeemia korrespondentliige, geoloogia-mineraloogiadoktor A. Raukas

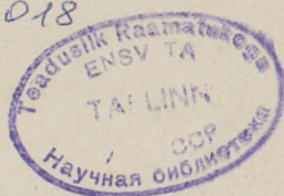
Kaane kujundanud A. Orupõld

Esikaanel offiidilise mikrostruktuuriga oliiviindiabaas (U. Veske foto)

Tagakaanel kaltsiidi kristallide sekretsioon (U. Veske foto)

Tahvlite fotode autorid U. Veske ja H. Viiding (XXX tahvel)

EB84 - EB84  
850 1018



### Viiding, H.

V59 Eesti mineraalid ja kivimid. — Tln.: Valgus, 1984.  
— 248 lk., ill., 16 l. ill.

Rikkalikult jooniste ja värvitahvlitega illustreeritud raamat on mõeldud kõigile, kes tunnevad huvi meie kiviriigi vastu, eelkõige aga geoloogiahuvilistele kooliõpilastele ja loodusesõpradele. Käsi-raamatus on toodud 80 Eestis sagedamini esineva mineraaliliigi ja samasuguse hulga kivimitüübi kirjeldused ning nende määramist hõlbustavad tabelid. Käsitletakse mineraalide ja kivimite teket ja levikut, samuti nende praktilist kasutamist. Asjaarmastajad leiavad raamatus ka soovitusi mineraali- või kivimikollektsiooni koostamiseks.

W  $\frac{1904020000-062}{M902(16)-84}$  25-83

26.3

Херберт Вийдинг. Минералы и горные породы Эстонии. На эстонском языке. Под редакцией А. Раукаса. Художник-оформитель А. Орупылд. Таллин, «Валгус».

Toimetaja M. Rohtmets. Kunstiline toimetaja A. Säde. Tehniline toimetaja M. Suursalu. Korrektor O. Küla.

ИБ № 2788.

Laduda antud 13. 01. 81. Trükkida antud 18. 01. 84. MB-00514. Formaats 84×108/32. Trükipaber nr. 1. Kiri Literaturnaja. Kõrgtrükk. Tingtrükipoognaid 13,02+1,68 (kleebis). Tingvärvitõmmiseid 19,85. Arvestuspognaid 16,00. Trükiarv 6000. Tellimuse nr. 150. Hind rubl. 1.30. Kirjastus «Valgus», 200090 Tallinn, Pärnu mnt. 10. Trükkikoda «Uhiselu», 200001 Tallinn, Pikk 40/42.



## SISUKORD

SAATEKS .....	8	ERIOSA .....	89
ULDOSA .....	10	<b>I MINERAALIDE JA KIVI-</b>	
<b>I SISSEJUHATUS .....</b>	<b>10</b>	<b>MITE MÄÄRAMINE ....</b>	<b>89</b>
<b>II MINERÄALID .....</b>	<b>19</b>	Mineraalide määramine	
MINERAALIDE OMADU-		värvuse ja kõvaduse järgi	91
SED JA NENDE TUND-		Mineraalide määramine	
MAOPPIMINE .....	19	kriipsu värvuse ja kõva-	
Mineraalide morfoloogi-		duse järgi .....	95
line eripära .....	21	Mineraalide määramine	
Amorfsed ained .....	21	värvuse ja läike järgi ...	96
Kristallivormid .....	22	Mineraalide kõvadus ....	101
Kaksikud ja kokkukasvud	31	Mineraalide tihedus ...	104
Agregaadid .....	33	Mineraalide jaotus kris-	
Pseudomorfoosid .....	35	talloograafiliste süngoo-	
<b>FUUSIKALISED TUNNU-</b>		niate järgi .....	107
<b>SED .....</b>	<b>36</b>	Tardkivimite jaotus struk-	
Värvus .....	36	tuurilis-tekstuuri-iste tun-	
Läige ja läbipaistvus ....	40	nuste ja värvuse järgi ...	108
Lõhevus ja murd .....	41	Settekivimite jaotus struk-	
Kõvadus .....	43	tuuri ja värvuse järgi ...	109
Tihedus .....	45	Moondekivimite jaotus	
Magnetilisus .....	46	struktuuri ja tekstuuri	
Luminestsents .....	48	järgi .....	109
Muud tunnused .....	49	<b>II MINERAALIDE KIRJEL-</b>	
<b>MINERAALIDE TEKE JA</b>		<b>DUS .....</b>	<b>110</b>
<b>LEVIK .....</b>	<b>50</b>	Albiit .....	110
<b>MINERAALIDE KLASSI-</b>		Amfibooli rühm .....	110
<b>FITSEERIMINE .....</b>	<b>56</b>	Anglesiid .....	111
<b>III KIVIMID .....</b>	<b>61</b>	Antrakoniit .....	111
Kivimite tekkelooline jao-		Apatiit .....	112
tus .....	61	Aragoniit .....	112
Kivimite struktuur ja teks-		Arsenopüriit .....	113
tuur .....	66	Asuriit .....	113
Tardkivimite klassifikat-		Augiit .....	113
sioon, koostis ja ehitus	72	Barüüt .....	114
Settekivimite koostis ja		Biotiit .....	115
klassifikatsioon .....	76	Borniit .....	116
Moondekivimite klassifit-		Bronsiit .....	117
seerimine .....	81	Diopsiid .....	117
Kivimid Eesti NSV geo-		Dolomiit .....	118
loogilises läbilõikes ....	83	Enstatiid .....	118
		Epidoodi rühm .....	119
		Epsomiit .....	120
		Flogopiit .....	120

Fluoriit	120	Sülviin	171
Fosforiit	121	Talk	171
Galeniiit	123	Tetraedriit	172
Glaukoniit	123	Topaas	172
Grafiit	124	Tserussiit	173
Granaadi rühm	125	Tsirkoon	173
Götiit	127	Tsölestiin	174
Haliit ehk kivisool	128	Turmaliin	174
Hematiit	129	Vilgu rühm	175
Hüdrogötiit	130	Vivianiit	176
Hüpersteen	130	Väävel	177
Illiiit ehk hüdrovilk	130		
Ilmeniit	131	<b>III KIVIMITE KIRJELDUS</b>	<b>178</b>
Kalkopüriit	132	Aleuroliit	178
Kalkosiin	132	Allikalubi ehk travertiin	178
Kaltsedon	133	Amfiboliit	179
Kaltsiit	134	Amfibookilt	179
Kaoliniit	137	Antratsiit	180
Kips	137	Apliit	180
Kloriit	139	Argilliit	180
Korund	139	Asfaltiit	181
Kovelliin	140	Bretša	181
Kupriit	140	Diabaas	182
Kvartsi rühm	141	Diatomiit	182
Küaniit ehk disteen	144	Diktüoneemakilt	183
Küünekivi	144	Dioriit	183
Labrador	145	Dolomiit	184
Limoniit	146	Ömeriit	185
Magnetiit	147	Felsiit	186
Malahhiit	148	Fülliiit	186
Manganiit	149	Gabro	186
Markasiit	149	Glaukoniitliivakivi	187
Merevaik	150	Glaukoniitlubjakivi	188
Mikrokliin	152	Gneisi rühm	189
Molüdeniit	152	Gneissbretša	190
Montmorilloniit	153	Gneissgraniit	190
Muskoviit	153	Graniidi rühm	190
Oligoklass	154	Graniitgneiss	193
Oliviin	154	Graniitporfüür	193
Opaal	155	Granodioriit	193
Ortoklass	155	Granuliit	194
Plagioklassi rühm	157	Helsingiit	194
Psilomelaan	160	Karbonaatkivimite rühm	194
Päevakivi rühm	161	Kilda rühm	197
Püriit	162	Kirigraniit	197
Pürokseeni rühm	164	Kivisüsi	198
Pürolusiit	165	Kloriitkilt	198
Pürrotiin	165	Konglomeraat	199
Raud	166	Kukersiit	199
Rutiil	167	Kvartsdioriit	201
Savimineraalide rühm	167	Kvartsiit	201
Sfaleriit	168	Kvartsporfüür	202
Sideriit	169	Labradoriit	204
Sillimaniit	169	Labradorporfüüriit	205
Smitsoniit	170	Leptiit	205
Stauroliiit	170	Liivakivi	206

Lubjakivi .....	209	Sarvkivi .....	223
Mandelkivi .....	210	Savi .....	223
Marmor .....	211	Silmisgneiss .....	224
Mergel .....	211	Sinisavi .....	224
Metabentoniit .....	212	Skarn .....	225
Metamorfne porfüriit ...	212	Süeniit .....	225
Migmatiit .....	213	Talkkilt .....	226
Mikrograniit .....	213	Terrigeensete kivimite	
Moreen .....	213	rühm .....	226
Müloniit .....	214	Tuff .....	226
Oliviindiabaas .....	214	Tähnisgraniit .....	227
Ooboluskonglomeraat ...	215	Uraliitporfüriit .....	227
Ooliitlubjakivi .....	215	Viiburgiit .....	227
Pegmatiit .....	217	Viirsavi .....	228
Piiterliit .....	217	Vilkkilt .....	229
Plagioklassporfüriit ...	218	<b>IV JUHTNÖÖRE MINERAA-</b>	
Pruunsüsi .....	218	<b>LIDE JA KIVIMITE KOL-</b>	
Ptigmatiit .....	219	<b>LEKTSIONEERIMISEKS ..</b>	230
Purddolomiit .....	219	<b>LÖPPSÖNA .....</b>	233
Purdkivimite rühm .....	219	<b>SOOVITATAV KIRJANDUS</b>	233
Põlevkivide rühm .....	220	<b>REGISTER .....</b>	234
Pürokseniit .....	220	<b>VÄRVITAHVLID I—XXXII</b>	
Rabakivi .....	220		
Raudkvartsit .....	222		

## SAATEKS

Meid ümbritsevas mitmekesises ja värvikirevas looduses on kivil eriline koht. Ka hallil, tagasihoidlikul, võib-olla igavalgi kivil, mis kahjuks looduse dünaamilises kaleidoskoobis jääb meile sageli märkamatuks, lopsakate taimede ja lõhnavate õitega maskeerituks või mullakihiga varjatuks.

Kivi on sümbol, nii ürgse kui ka muutuva sümbol, üheaegselt nii jäise külmuse kui ka vulkaanide hõõguva lõõma võrdkuju. Teda esineb kõikjal ja ta on alati omannoline, kord massiivne ja kõva, samas imeõhukesteks lehekesteks lõhenev või sõmeraks ja tolmuks murenev, kord tunglana põlev, kord ülimalt kuumakindel. Ta on kas tihe või urbane, tinaraske või vahuna veepinnal ujuv, sillerdav või tuhm. Isegi hallina ei ole ta kunagi igav. Kivi võib kütkestada meid nii oma ilu kui ka salapärasusega, sest temasse on loodus raiunud oma salakirjad. Kuigi kivi kehastab tummust, on ta siiski ainuke ürik, mis jutustab inimkonna ajaloole eelnenud iidsetest sündmustest.

Kivi on kõnekas dokument Maa neli ja pool miljardit aastat kestnud ajaloost. Inimkäte poolt kirjapandud ürikutes on nappe andmeid vaid vaevalt viimase miljondiku kohta sellest ajast.

Kivi on olnud meie rikkus ja vaesus, meie toitja ja katja kiviajast aatomisajandini, sest olulise osa materiaalsetest rikkustest on inimene ikka ammandanud maapõuest, olgu siis tegemist kaljukooa ja kivikirvega või tänapäeva tööstuse tooremi, mineraalkütuse, ehitusmaterjalide, puhta joogivee, mullaviljakuse või sätendavate kalliskividega.

Kivi on meeleliselt tajutava looduse ürgseim alge. Tema näitel saab meile mõistetavaks vanakreeka filosoofide õpetus algelementidest, millest on arenenud kogu mitmekesine loodus. Kivi oli olemas enne elu. Maakoore kivist sülest sündis vesi. Kivi on olnud elugi häll. Kivisse raiume monumente inimgeeniustele ja kangelastele. See pärast peame kivi tundma ja mõistma tema kõnet, hindama nii tema tarbeväärtust kui ka loodusajaloolist osa.

Juhtub, et leiame looduses haruldasena näiva kivi ja tahame iseseisvalt jõuda otsusele oma leiu väärtuses, selle erakordsuses või teaduslikus tähtsuses. Kust otsida vajalikke teatmeid meil esinevate mineraalide ja kivimite kohta? Kust leida juhtnõore nende määramiseks? Nendele sageli meie geoloogidele esitatavatele küsimustele on raske anda vastust. Kivimitest ja mineraalidest on eesti keeles väga vähe kirjutatud. Meil ei ole kordagi veel välja antud nende määrajat, sobivat juhendmaterjali vene keeles või võõrkeeltes on aga raske leida.

Selle raamatu üheks ülesandeks ongi tulla asjaarmastajatele appi Eesti mineraalide ja kivimite määramisel. Kirjeldused ning määramistabelid on esitatud rohkem kui kaheksakümne mineraali ning ligikaudu kaheksakümne kivimitüübi kohta. Selles valikus sisalduvad praktiliselt kõik Eestis leiduvad mineraalid ja kivimid. Meie maa-põues leiduvate kõrval peame silmas ka olulisemaid naabervabariikidest sisseveetavaid maavaru (keedusool, ant-ratsiit, kivisüsi), mida võime sageli leida koduõuelt, põlluservalt või raudtee äärest.

Enamikku käesolevas raamatus kirjeldatud Eesti mine-raale ja kivimeid on võimalik näha Tartus TRÜ zooloo-giamuuseumi geoloogiaosakonnas. Mitmeid huvitavaid mineraali- ja kivimipalu leidub ka eriteadlaste kogudes.

Autor on tänulik oma kolleegidele Karl Müürisepale ja Henrik Palmrele, kes andsid kasutada mõningaid näidis-palu oma kollektsioonidest ja seni trükis avaldamata and-meid. Suurt tunnustust väärrib fotograaf Udo Veske, kes tööle lisatud värvitahvlitel on õnnestunult tabanud meie mineraalide ja kivimite tunnuseid. Kolleeg Anto Rauka-sele siirad tänusõnad kasulike nõuannete eest käsikirja toimetamisel.

Kõik soovid ja ettepanekud määraja edaspidiseks täien-damiseks, samuti andmed Eestis leitud kivimite või mine-raalide kohta, mida ei õnnestunud käesoleva raamatu abil kindlaks teha, palun saata aadressil: Tallinn 200101, Estonia puiestee 7, Eesti NSV Teaduste Akadeemia Geo-logia Instituut.

## ÜLDOSA

### I SISSEJUHATUS

Maakoort moodustavate mineraalide ja kivimite uurimise-  
tega tegelevad geoloogia harud mineraloogia ning petro-  
graafia.

**Mineraloogia** on üks vanemaid teadusharusid, mille juu-  
red ulatuvad teaduste algusaegade hämarusse. Minera-  
loogiliste teadmiste arengut õhutas esmalt sobivate mine-  
raalide ja kivimite otsimine primitiivseteks tööriistadeks,  
hiljem aga järjest suurenev vajadus maakide, ehitusma-  
terjali ja teiste maavarade järele. Maavarade edukas otsi-  
mine ja mäetööstuse edendamine nõudsid mineraalide  
omaduste ning nende tekke- ja levikutingimuste head  
tundmist. Mõiste «mineraal» tuleneb ladinakeelsest sõnast  
*minera*, mis tähendab nii maagitükki, kaevandust kui ka  
mäetöid. Seda mõistet kasutasid juba IV sajandil e. m. a.

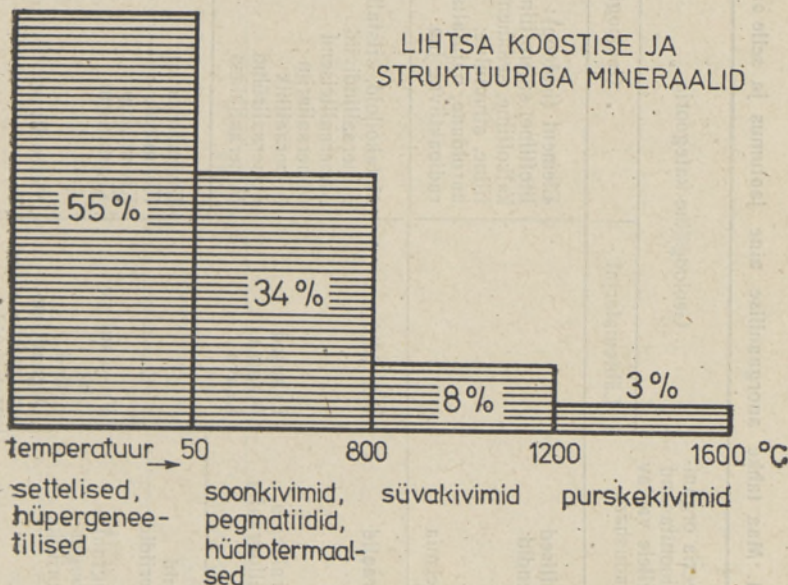
Veel XVIII sajandil kujutas mineraloogia endast kogu  
teadmiste summat Maa ainelisest koostisest. Mineraalide  
hulka arvati siis peale selgekujuliste kristallide ka soolad,  
mullad, kivimid ja maagid. Peale maakoore tahkete koos-  
tisosade peeti mineraalideks isegi maapõues leiduvat vett,  
naftat ning gaase. Teaduse diferentseerumine on minera-  
loogia uurimissfääri aina ahendanud. Sellest on välja  
langenud ning saanud omaette teadusharude uurimis-  
objektiks kivimid ja mullad ning vedelad ja gaasilised  
ühendid. Tänapäeval mõistetakse mineraalide all  
maakoort või teisi kosmose objekte moodustavaid loo-  
duslike protsesside produkte, millel on kin-

del keemiline koostis ja iseloomulikud omadused.

Peale maakooses esinevate mineraalide on suhteliselt hästi tuntud õpitud umbes sadat meteoriitides leiduvat mineraali. Neist 70% kuulub ka Maa kivimite koostisse. Samuti on maakooses tuntud peaaegu kõik need 60 mineraali, mis on määratud Kuu pinnakihis. Maa mineraalide suurem mitmekesisus kõneleb siinsete tingimuste eripärast, eeskätt vaba hapniku ja vee esinemisest. On ju suurem osa Maa mineraalidest tekkinud ta pinnasekihtides (joonis 1). Ometi muutuvad looduslikud tingimused maapinnal suhteliselt vähe. Seetõttu ongi Maa mineraalide arv lõplik suurus ega suuda võistelda laboratoorseis tingimuses loodavate ühendite arvuga. Laboratooriumis valmistatud tehismineraalid on mõnikord looduslikega

### KEERUKA KOOSTISE JA STRUKTUURIGA MINERAALID

### LIHTSA KOOSTISE JA STRUKTUURIGA MINERAALID



Joonis 1. Mineraalide jaotumus maakooses vastavalt tekketemperatuurile.

Tabel 1. Maa tahke anorgaanilise aine jaotumus ja selle organisatsioonitasandid

Materia organisatsioonitasand ja sellele vastav teadusharu	Geoloogiline kategooria		Majanduslik kategooria		Tööstuslik-tehniline kategooria
	Lähtematerjal	Geoloogiliste protsesside produkt			
<b>Keemilised elemendid</b>		Element (isotoop): litofiilne, siderofiilne, kalkofiilne, sedimentofiilne, atmosfiline; haruldane, hajutatud, radioaktiivne jne.			Ehe element, metall
Geokeemia			Vääris- ja poolväärismetallid		
<b>Mineraalid</b>	Kolloidid	Metakolloid, kristall Mineraaliindiviid Mineraaliteisend Mineraalferim Mineraaliliik Mineraalirühm Mineraalikklass	Maavara		Tehismineraalid Kemikaalid Malm, teras
Mineraloogia, kristallograafia	Lahused Magma Laava		Maak- mineraal		
<b>Kivimid</b>		Kivimikeha Kivimipala Kivimitüüp Kivimirühm	Maak		Tehiskivi Klaas Portselan Plastmass jt. polümeersed materjalid
Meteoriidid		Meteoriid			
Petrograafia Lifoloogia Meteoritiika	Vulkaaniline tuhk Setted Orgaaniline materjal Meteoriid Kosmiline tolm			Ehitusmaterjal Mineraalikutus	
				Mineraalväetis Energeetiline tooraine Mineraalfoorem	



Formatsioonid Formatsioonide õpetus	Tard-, sette- ja moondekivimid	Kivimikompleks Kihikompleks	Maardla Kompleksmaardla	Insener-tehnilised rajalised ja kom- munikatsioonid
<b>Maa vööd</b> Geoloogia		Biosfäär Maakoos Litostfäär	Sotsiosfäär Geograafiline keskkond	Tehnosfäär
<b>Planeet</b> Planetoloogia	Kosmogeenne aine	Maa		

väga sarnased. Ulatuslik on tänapäeval vääris kivide, näiteks teemandi ja rubiini tehistootmine. Tehismineraalidest käsitletakse allpool vaid neid, millel on olemas looduslikud analoogid.

Vaieldavaks on muutunud amorfsete ja orgaaniliste ühendite, näiteks merevaigu, kuulumine mineraalide hulka. Erinevalt anorgaanilistest ühenditest, mida iseloomustab kindel kristallstruktuur ja selle poolt dikteeritud püsiv keemiline koostis, on merevaigu kui polümeerse kõrgmolekulaarse ühendi koostis väga keeruline ning suurel määral sõltuv tekke- ja muutumistingimustest. Arvestades sajanditevanust traditsiooni, käsitletakse merevaiku käesolevas raamatus siiski mineraalina, aga kõiki teisi orgaanilisi ühendeid (asfaltiiti, antratsiiti, kivisütt jt.) kivimitenäna.

Käesoleval ajal tuntakse enam kui 2200 kindla koostise ja struktuuriga mineraaliliiki. Arvukate erimite, teisedite ja sünonüümide tõttu on mineraalide nimetusi umbes 4000. Nende arv suureneb veelgi, iga aastaga keskmiselt 40—60 uue nimetuse võrra.

Mineraali määramisel ei ole otsustav mineraaliindiviidi suurus. Tema kristallid võivad olla mikroskoopilised või kaaluda mitmeid tonne. Et uued mineraalid on peaaesjalikult mikroskoopiliste mõõtmetega, siis on nende koostise, omaduste ja sisestruktuuri kindlakstegemiseks vajalikud nüüdisaegsed täppismeetodid, näiteks röntgen- ja spektraalanalüüs.

Enamik uusi mineraale kuulub harulduste hulka ja pakub vaid puhtteaduslikku huvi. Oma igapäevases töös puutub eriteadlane kokku palju väiksema hulga mineraalidega. Maakooses levinumate kivimite peamiseks koostisosadeks peetakse vaid ligikaudu 50 mineraali. Need nn. kivimit moodustavad mineraalid hõlmavad umbes 99% maakoore massist. Peamiselt selliste mineraalidega tutvumegi käesolevas raamatus. Mineraalide valikul on silmas peetud asjaolu, et neid leiduks meil vähemalt luubi all määratavas koguses.

Eesti maapõue uurimisel leitud mineraalide arv ulatub paarisajani ning suureneb tänu uute uurimismeetodite rakendamisele jõudsalt.

**Petrograafia** eraldus geoloogiast ja mineraloogiast iseiseisva teadusharuna alles XIX sajandi esimesel poolel. Tema uurimisobjektiks on maakoort moodustavad kivimid (kr. *petra* — kalju, kivi). Kivimiks nimetatakse

mineraalide, vulkaanilise klaasi või orgaaniliste ühendite kõva kogumit, mis on tekkinud geoloogiliste protsesside käigus. Nagu sellest määrangust ilmneb, ei kuulu kivimite hulka tehiskivid, mis on mitmesuguste tehnoloogiliste protsesside produktiks. Seega mitmesugused šlakid, betoonid, silikaltsiit, keramsiit, telliskivid ja siliikaatkivid ei ole kivimid (tabel 1).

Kivimiteks ei peeta tänapäeval ka mitmesuguseid maagikehi, näiteks magnetiidilasundeid, galeniidisooni jt., mis koosnevad peamiselt maakmineraalidest ja kujutavad endast maavaru. Seetõttu peaks kivimite range määrang sisaldama täpsustuse, et tema koostises on ülekaalus kivimilembesed, s. o. mittemaaksed mineraalid. Vastavalt sellele kõneldakse kivimite keemilises koostises ülekaalus olevatest elementidest kui kivimilembestest e. litofiilsetest koostiselementidest.

Maakooses esinevate kivimitüüpide keemilise analüüsi ning suhtelise levikusageduse põhjal on arvatud maakoore keskmine keemiline koostis. See on lähedane maakooses kõige enam levinud tardkivimite (95% maakoore massist) ja ka kivimeteoriidide koostisele (tabel 2). Elementide massi- või aatomiprotsentides antud keskmist sisaldust nimetatakse klarkideks ameerika geokeemiku F. W. Clarke'i (1847—1931) järgi, kes ühena esimestest määras maakoore keskmise keemilise koostise.

Tabelist nähtub, et maakoore ja tardkivimite keemilises koostises on ülekaalus 8 elementi. Need elemendid kuuluvad kõige sagedamini ka kivimite moodustavate mineraalide koostisse. Maa süvavöödes suureneb ilmselt raua-, magneesiumi-, nikli- ja väävlisisaldus ning väheneb alumiiniumi-, hapniku- ja ränisaldus.

Kivimite keemiline koostis on petrograafilistel uurimistel vaieldamatult oluline, kuid kivimite määramisel on veelgi tähtsam tema mineraalse koostise ja ehituse tundmine. Oeldu ei tulene üksnes klassikalise keemilise analüüsi aeganõudvusest ja kallidusest kivimite mineraloogilise uurimisega võrreldes, vaid kivimite isokemismähtusest, mille kohaselt sootuks erineva tekkeviisi, mineraalse koostise ja ilmega kivimid võivad osutada keemiliselt koostiselt lähedasteks. Seetõttu on keemiline koostis kivimitüüpide eristamisel määravaks vaid erandjuhuna vulkaanilise klaasi poolt rikaste purskekivimite korral. Muudel juhtudel määrab kivimitüübi teda moodustavate

**Tabel 2. Olulisemate keemiliste elementide keskmine sisaldus massi-  
protsentides**

Element	Maakoores (Ronov, Jarovski, 1971)	Tardkivi- mites (So- lovjov, 1970)	Maas ter- vikuna (Meison, 1958)	Kivimeteo- riitides (Vinogra- dov, 1962)
Hapnik (O)	46,22	47,72	27,17	35,0
Räni (Si)	26,91	29,74	13,84	18,0
Alumiinium (Al)	8,17	7,66	1,07	1,30
Raud (Fe)	5,18	4,14	38,80	25,0
Kaltsium (Ca)	5,00	3,06	1,07	1,40
Magneesium (Mg)	2,34	2,23	11,25	14,0
Naatrium (Na)	2,12	2,60	0,51	0,7
Kaalium (K)	1,92	2,36	0,06	0,08
Titaan (Ti)	0,53	0,33	0,06	0,05
Süsinik (C)	0,35	—	—	0,04
Vesinik (H)	0,13	0,16	—	—
Fosfor (P)	0,10	0,04	0,08	0,05
Mangaan (Mn)	0,10	0,06	0,13	0,2
Väävel (S)	0,05*	0,05*	2,74	2,0
Nikkel (Ni)	0,01*	—	2,70	1,35
Koobalt (Co)	—	—	0,20	0,08
Kroom (Cr)	0,01*	—	0,19	0,25
Vask (Cu)	—	—	—	0,01

\* A. Vinogradovi (1962) järgi.

põhimineraalide kooslus ning tekketingimustele viitavate välistunnuste kompleks.

Kivimitüüpide eristamine põhineb seaduspäral, et mineraalid ei kombineeru kivimitekkel juhulikes seostes, vaid kindlates tekkeloolistes kooslustes ja kvantitatiivsetes vahekordades. Samal ajal on ühelaadsete geoloogiliste protsesside (magma kristalliseerumine, vulkaaniline tegevus, moone vm.) tingimused ja kivimi lähtematerjal eri piirkondades alati mingites detailides erinevad. Need erinevused avalduvad kas kivimi keemilise koostise provintsilises spetsiifikas, mineraalse koostise eripäras või kivimi omapärases välisilmes. Teatud regionaalsed tunnused tulevad kivimite puhul veelgi ilmekamalt esile kui mineraalide juures. Selline olukord komplitseerib kivimite nomenklatuuri väljatöötamist ja soodustab arvuka sünonüümika kujunemist.

Väga sageli põimub kivimi mõiste maavara mõistega. Viimane on majandusliku sisuga termin. Maavarade uurimisele on spetsialiseerunud paljud geoloogia harud, näi-

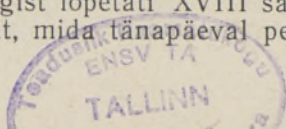
teks söe-, nafta- ja gaasigeoloogia. Need teadusharud ei saa aga edeneda, kui ei uurita maavaradega kaasnevate või viimaseid sisaldavate kivimite teket ja iseloomu. Mitmed kivimitüübid on ka ise maavaraks — ehitusmaterjaliks, mineraaltoormeks või energeetiliseks ressursiks. Üheaegselt nii kivimitüübiks kui ka maavaraks on näiteks kivisüsi ja põlevkivi (kukersiit). Ehitusmaterjalidena kasutatakse meie kivimitüüpidest kristalseid rändkive, lubjakive, dolomiite, mergleid, liivakivi ja savi. Oobolusfosforiidist toodetakse mineraalväetisi. Seega on enamik meie maavarasid ühtlasi kivimiks.

Maapõuest kaevandatavad rikkused on ühiskonna arengu aluseks. Seejuures peegeldab nende tootmine ja kasutamine ühiskonna arengutaset. Ei ole juhuslik, et inimkonna varaseid arenemisjärke hakati nimetama neile iseloomuliku maapõuest toodetud aine järgi (kiviaeg, pronksiaeg, rauaaeg). See kajastub ka meie päevile antud nimetuses «aatomisajand».

Maavara tähendus muutub ühiskonna arenedes. Kivi-, pronksi- ja rauaajal oli maapõuest otsitavate mineraalide ning kivimite valik ja hulk väga piiratud. Maavarade mõiste olulise laienemise ja väärtuste ümberhindamise on teaduse ning tehnoloogiliste protsesside areng toonud endaga kaasa alles viimase saja aasta vältel. Näiteks oli praegu laialdaselt kasutataval alumiiniumil veel sada aastat tagasi kulla hind. Titaani, mida tollal peeti haruldaseks elemendiks, kasutatakse nüüd isegi valge värvi tootmiseks. Nüüdisenergeetika suurima potentsiaalse rikkuse — uraanimineraalide — kasutamise kohta oskas esimese koolidele mõeldud eestikeelse mineraalide raamatu «Kivide (mineraalide) riik» autor Jakob Kunder 1885. a. kirjutada vaid, et «temast saab musta värvi, millega portselani peale maalitakse».

Esimese ülevaate Eesti mineraalidest ja kivimitest ning nende kasutamisest andis 1886. a. Tartu ülikooli mineraloogiaprofessor Constantin Grewingk (1819—1887). Ta oli esimene, kes viitas meie fosforiidirikale alamordoviitiumi liivakivile kui võimalikule superfosfaadi toorainele. Eesti kukersiidi kasutamist kütteinena pidas igati õigustatuks aga juba pool sajandit varem akadeemik Gregor Helmersen (1803—1885). Möödunud sajandi lõpul kasutati meie maavaradest vaid lubjakive, dolomiite, rändkive, kruusa, liiva ja savi. Aastatuhandeid kestnud rauasulatamine kohalikust soomaagist lõpetati XVIII sajandil.

Põlevkivi ja oobolusfosforiid, mida tänapäeval peetakse



meil kõige olulisemateks maavaradeks, võeti tööstuslikult kasutusele alles kodanlikus Eestis. Võrreldes 1940. aastaga kaevandatakse neid maavarasid nüüd mitukümmend korda rohkem. Järsult on suurenenud ka teiste maavarade, nagu ehitusmaterjalide, klaasiliiva ja turba tootmine. Praegu kaevandatakse Eesti NSV-s üle kümne, Nõukogude Liidus aga üle saja mineraaltoorme liigi.

Maavarade kaevandamisel lähtutakse nende võimalikult kompleksse, säästliku ja mõistliku kasutamise printsiibist. Maapõuerikkused, v. a. vähesed erandid (näit. põhjavesi, mõningal määral ka turvas), ei taastu nii nagu elusa looduse ressursid. Ka ei ole nende varud väga suured. Enamiku meie maavaradest, mille kujundamiseks looduslikel protsessidel kulus miljoneid aastaid, oleme praeguse tehnika juures võimelised ammendama aastakümnetega.

Maapõueuurijad peavad oma uurimistöödega tagama mineraalsed ressursid, mida meie kiirelt arenev tööstus vajab aastakümnete pärast. Selle ülesande täitmise edukus ei sõltu mitte üksnes otsingute ja uuringute efektiivsusest. Järjest olulisemaks muutub juba kindlakstehtud varude ratsionaalne kasutamine, säästlik suhtumine kivisse kui maavarasse, selle sihipärane kasutamine. Me peame suhtuma kivisse kui oma liitlasesse ja abilisse, mille ülesandeks on tehnilise progressi edendamine.

Sellist lugupidamist kivi kui looduse kaugetest ja salapära-  
pärastest sündmustest kõneleva üriku vastu tahabki äratada lugejas käesolev raamat.

## II MINERAALID

### MINERAALIDE OMADUSED JA NENDE TUNDMAÕPPIMINE

Mineraalide määramisel peame tundma nende omadusi — kristallikuju, värvust, läiget, kõvadust, tihedust jm. Paljudel juhtudel saame just nende põhjal teada, millise mineraaliga on tegemist, ilma et osutuksid vajalikuks keerukad analüüsid uuritava objekti keemilise koostise või kristallstruktuuri määramiseks.

Kuigi peaaegu igal mineraalil on mõni eriti iseloomulik tunnus, ei tohi algaja ainult ühest tunnusest liigselt vaimustuda, omistamata vajalikku tähelepanu teistele tunnustele. Ta peab määrama tundmatu mineraali selle omaduste kaudu umbes nii, nagu tehakse kindlaks punkti asukoht kaardil teada olevate asimuutidega sirgjoonte lõikumise teel. Tulemus on teatavasti seda usaldusväärsem, mida rohkem jooni lõikub ühes punktis.

Tundmatu mineraali kindlakstegemiseks ei piisa tavaliselt isegi paari tunnuse täpselt määramisest, sest et paljude mineraalide üksiktunnused võivad kattuda, teisest küljest aga võivad ühe ja sellesama mineraali tunnused olla erinevad. Näiteks on värvuseta läbipaistvad klaasiläikelised kristallid mitmel mineraalil. Kui oleme mineraloogia käsiraamatust lugenud neist ühe üksikasjalikku kirjeldust, selgub näiteks, et sedasama värvuseta mineraali võib looduses leiduda mitmesugustes värvitoonides ja tumedusastmetes ning ta võib olla isegi must. Keemilisest koostisest, lisanditest ja suletistest sõltuvalt on mõnikord üsna erinev mineraali tihedus. Muutumatuks ei püsi ka kõvadus, kristallikuju ega optilised konstandid. Seetõttu ei piisa mineraali määramiseks sageli isegi mitmest tunnusest.

On tunnuseid, mida ühel või teisel põhjusel ei saagi määrata. Näiteks ei ole võimalik täpselt kindlaks teha teiste mineraalidega tihedalt kokkukasvanud või teises mineraalis suletisena esineva mineraali tihedust ega magnetilisust. Kui mineraal esineb peeneteralise või muldja agregaadina, ei saa me otsustada temale iseloomulike

kristallide süngoonia, vormi, lõhevuse jms. üle. Enamik mineraale esinebki aga kivimites peeneteralisena. Seepärast on mõistetav, miks algajad asjaarmastajad suudavad füüsikaliste omaduste alusel määrata vaid väikest osa olemasolevatest mineraalidest. Kogenud asjaarmastajad, kes peavad silmas kõiki jälgitavaid omadusi, oskavad täpselt määrata umbes poolt kivimites leiduvatest mineraalidest. Kõikide kivimites või setetes esinevate mineraalide määramine on mõeldav vaid uurimisasutuses polarisatsioonimikroskoobi, röntgendifraktomeetri ja teiste eriseadmetega.

Asjaarmastajate mineraloogide huviobjektiks on eelkõige suured, palja silmaga nähtavad kristallid, mille füüsikalisi omadusi on võimalik vahetult jälgida ja uurida. Mõnikord on need omadused (näiteks värvivarjund, läige, murd jne.) niisugused, et neid ei ole võimalik täpselt sõnades väljendada ega kirjeldada ning seetõttu ka esmakordsel nägemisel päris õigesti tabada. Alles kogenud silmale muutuvad nad otsustava tähtsusega diagnostilisteks tunnusteks. Koos esinedes annavad nad mineraalile oma näo, teevad ta ainulaadseks, kordumatuks ning välistavad äravahetamise kümnete, võib-olla isegi sadade teiste mineraalidega, millel on umbes samasugused tunnused.

Mineraalid on määratavad seda hõlpsamini ja kindlalt, mida suuremad ja korrapärasemad on nende kristallid. Suurte kristallide ja selgelt individuaalsete agregaatide korral saame määrata kõiki vajalikke tunnuseid ning korraldada ka mitmesuguseid katseid (näiteks lahustumine hapetes).

Mineraali tuleks kõigepealt määrata looduses, tema looduslikus leiukohas. «Biotoop», kust mineraal on leitud, võib diagnoosil mõnikord osutada otsustava tähtsusega tunnuseks. On ju maakoore süvakihtidest pärinevates tardkivimites hoopis teistsugused mineraalikooslused kui settekivimites. Lubjakivide mineraalide nimestik erineb oluliselt liivakivides ja savides esinevaist mineraalidest. Väliselt küll sarnased, kuid erineva mineraalse koostisega on ka aluspõhja tardkivimite ning lubjakivide lõhetäited. Seetõttu on mineraali palju hõlpsam määrata siis, kui on teada täpne leiukoht ja leiuandmed. Määramist hõlbustab kas või tükike mineraalipala küljes juhuslikult säilinud ümbriskivimit või killuke tekketingimustele viitavat kaasmineraali. Vastasel juhul tuleb piirduda mineraali enda tunnustega.



Vaatleme nüüd suurima diagnostilise väärtusega tunnuseid. Need on mineraalide **morfoloogiline eripära** (kristallivormid, kaksikud, agregaadid) ja **füüsikalised tunnused** (värvus, läige, lõhevus, murd, kõvadus, tihedus, magnetilisus, luminestsents jne.).

### **Mineraalide morfoloogiline eripära**

Mineraalid ei esine looduses sugugi mitte alati selgelt väljakujunenud kristallidena, mille tahud on palja silmaga nähtavad ja läikivad. Sageli on mineraalid muldjad massid, nõrud, kirmed, koorikud või mitmesuguse kujuga tihedad või teralised moodustised. Väliselt korrapäratu või muguljas pind, karplik murd ja tihe siseehitus ei pruugi olla sugugi mineraali amorfse ehituse peegeldajaks. Lähemal uurimisel mikroskoobi all või röntgenanalüüsil selgub, et nii mõnelgi amorfseks peetud moodustisel on tegelikult kristalliline struktuur.

### **Amorfised ained**

Amorfne olek on mineraalides ja kivimites üsna haruldane. Amorfised ained on näiteks ränioksiidi erimid — selle tahke hüdrogeel opaal ning pikselöögil ilmselt kvartslüüsi tekkinud kvartsklaas lešateleriiit, mõnikord ka raudhüdrosiidid. Amorfised on samuti kõrgmolekulaarsed orgaanilised ühendid, nagu vaigud. Viimastest kuulub mineraalide hulka merevaik. Kivimitest on amorfse olekus vaid vulkaaniline klaas obsidiaan ja orgaanilise päritoluga moodustised, näiteks asfaltiit.

Erinevalt kristalseist, iseloomustab amorfseid aineid kõigi füüsikaliste omaduste isotroopsus, mistõttu neid läbivatel valgus- ja röntgenikiirtel pole difraktsiooni. Amorfsetel ainetel ei ole ka kindlat sulamistemperatuuri. Soojendamisel muutuvad nad järjest plastilisemaks, seejärel voolavaks ning lähevad pikkamööda üle sulamiks. Sellel amorfse aine omadusel põhineb klaasipuhumine.

Amorfsete mineraalide optilist isotroopsust on hõlpus kindlaks teha mineraloogilisteks ning petrograafilisteks

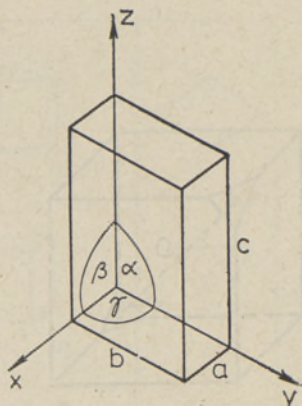
uurimisteks kohandatud mikroskoobiga — polarisatsioonimikroskoobiga. Selle optilisse süsteemi saab lülitada valgust polariseerivad plaadikesed — polaroidid. Polariseeritud valguses ilmnevad kujukalt anisotroopsete kristallide optilised omadused, samuti kristallilõike orientatsioon.

Amorfsete mineraalid on tekkinud maapinna lähedal kolloidsetest lahustest. Nad on termodünaamiliselt ebapüsivad. Aja jooksul nad kristalliseeruvad, olles läbinud vahepealse peitkristallilise oleku. Nõeljad kristallikesed kasvavad peaaesjalikult ühes suunas. Kentsentriilise kasvu korral moodustavad nad sferoliite, näiteks kaltse donil. Kolloididest moodustunud mineraale nimetatakse metakolloidideks.

### Kristallivormid

Kristallilises olekus ained on amorfsetest tihedamad. Näiteks räniklaasi ( $\text{SiO}_2$ ) tihedus (2,00—2,19) on palju väiksem kui sama koostisega metakolloidisel kaltse donil (2,55—2,64) ja kvartsil (2,60—2,65  $\text{Mg/m}^3$ ). Teiseks iseloomustab kristalset ainet keemilise koostise ja füüsikaliste omaduste ühtlus ja püsivus. Viimaste kandjaks on väikseimgi kristalse aine osake. Me võime iga säärast osakest vaadelda iseseisva kristallina, sest sel on kõik vastavale mineraalile iseloomulikud tunnused.

Kristallilise aine koostise ja ehituse püsivuse tagab tema olulisim omadus — väga korrapärane siseehitus. Kristallilisele olekule on iseloomulik aineosakeste rangelt korrapärane jaotumus kogu kristallis. Kristalli koostisse kuuluvate ionide, aatomite või molekulide korrapärase paigutust, mida iseloomustab perioodiline korduvus ruumis, nimetatakse kristallivõreks. Ükskõik millist kolme kõrvutatist kristallivõre sõlmpunkti läbivat pinda nimetatakse pindvõreks, sõlmpunktide kui tippude poolt määratud väikseimat ruumiosa aga elementaarrakuks. Elementaarraku mõõtmed on harilikult suurusjärgus 0,1—1,0 nm. See on kristalli väikseim osa, mis annab edasi kõiki kristallivõre struktuuri iseärasusi. Elementaarraku iseloomustavad raku servade  $a$ ,  $b$  ja  $c$  pikkus ning nende vahelised nurgad  $\alpha$ ,  $\beta$  ja  $\gamma$  (joonis 2).



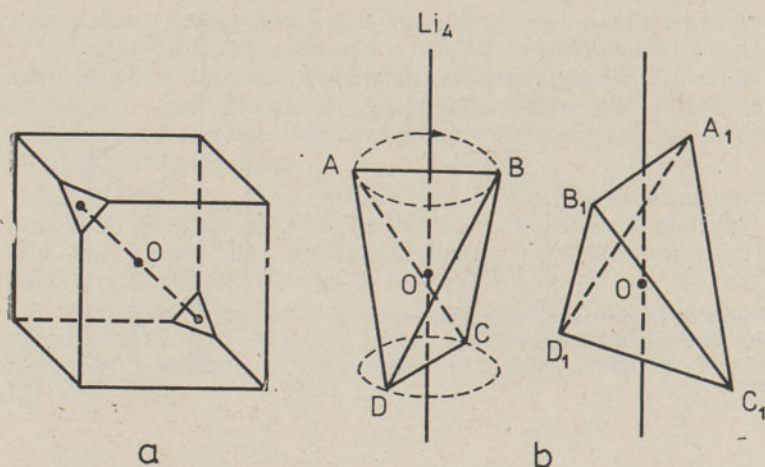
Joonis 2. Elementaarraku parameetrite (servad  $a, b, c$  ja nurgad  $\alpha, \beta, \gamma$ ) ning koordinaattelgede ( $x, y, z$ ) vaheline seos.

Range sisemine kristallstruktuur tingib nii looduslike kristallide füüsikaliste omaduste anisotroopia (sõltuvuse suunast) kui ka kristallide korrapärase kristallikuju. Kristalli tahkude, servade ja nurkade korrapärase paigutus annab kristallile sümmeetria, mis on kristalse aine olulisemaid morfoloogilisi tunnuseid. Iga kristallivormi sümmeetria täiuslikkust saab hinnata sümmeetriaelementide abil. Need on **sümmeetriapind P**, **sümmeetriatelg L**, **inversioonitelg Li** ja **sümmeetriakese C**. Sümmeetriatelg ja -pind on arusaadavad mõisted, küll aga vajavad selgitamist sümmeetriakese, inversioonitelg ning telgede järk.

Sümmeetriakese on kristallis asuv punkt, millest vastassuundades on võrdsetel kaugustel võrdsed ja paralleelsed, kuid vastupidise asetusega tahud (joonis 3, a). Inversioonitelg on selline kristalli telg, mille ümber kristalli kujuteldavalt pöörates selle võrdsed osad kattuvad sümmeetriakeses peegeldunult.

Sümmeetria- või inversioonitelje järku määrab arv, mitu korda kristalli võrdsed osad või nende peegeldused sümmeetriakeses telje ümber pööramisel täisringi vältel kattuvad. Looduslikel kristallidel võivad sümmeetriateljed olla kas 2., 3., 4. või 6. järku. Ühel ja samal kristallil võib olla eri järku sümmeetriatelgi ning teisi sümmeetriaelemente. Näiteks on kuubikujulisel kristallil 9 sümmeetriapinda, 3 neljandat järku, 4 kolmandat järku ja 6 teist järku sümmeetriatelge ning sümmeetriakese.

Inversiooniteljed võivad olla teist, neljandat või kuudent järku. Nendele vastab kaks korda madalamat järku



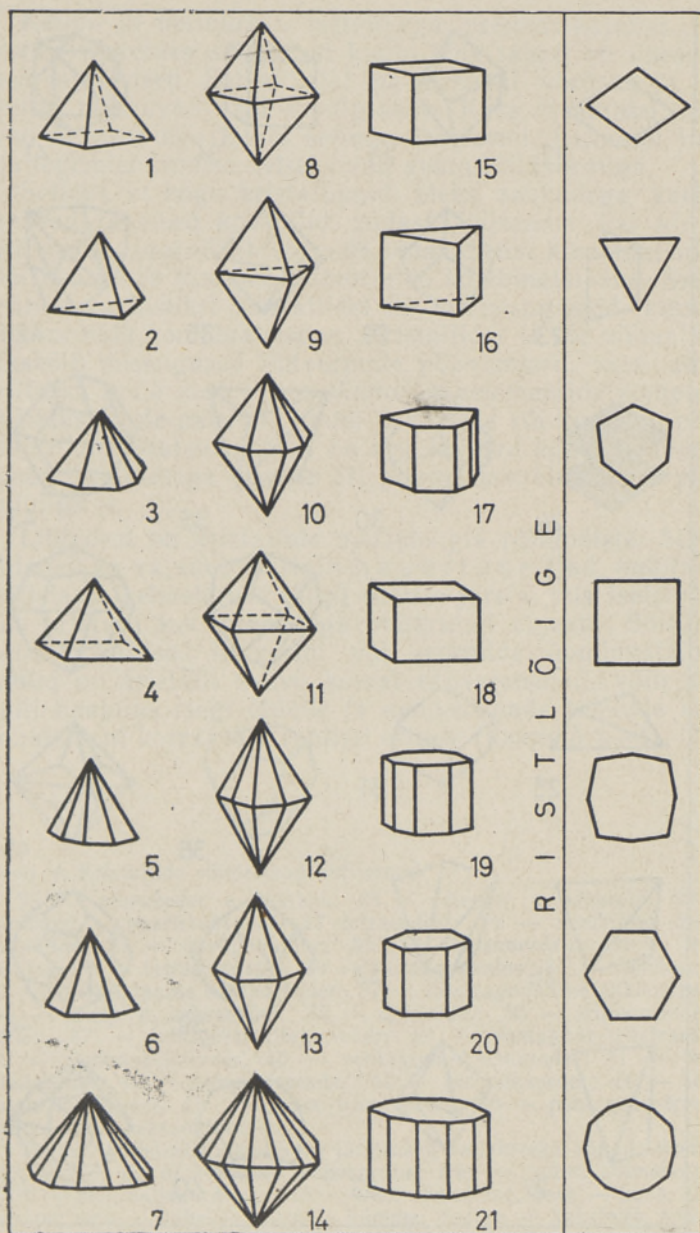
Joonis 3. Sümmeetriakeskme (O) kuubitaoline mineraal (a) ja teist järku sümmeetriatelje ning neljandat järku inversiooniteljega tetraeeder (b). Kui seda tetraeedrit pöörata ümber telje  $Li_4$   $90^\circ$  võrra, võtavad tetraeedri tipud A, B, C ja D asendi  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $C_1$  ja  $D_1$  (parempoolne tetraeeder). Selle kujundi punkte sümmeetriakeskmes O peeldades langeb  $A_1$  kokku punktiga D,  $B_1$  punktiga C,  $C_1$  punktiga A ning  $D_1$  punktiga B. Seega kattub kujund sümmeetriakeskmes peegeldunult iseendaga.

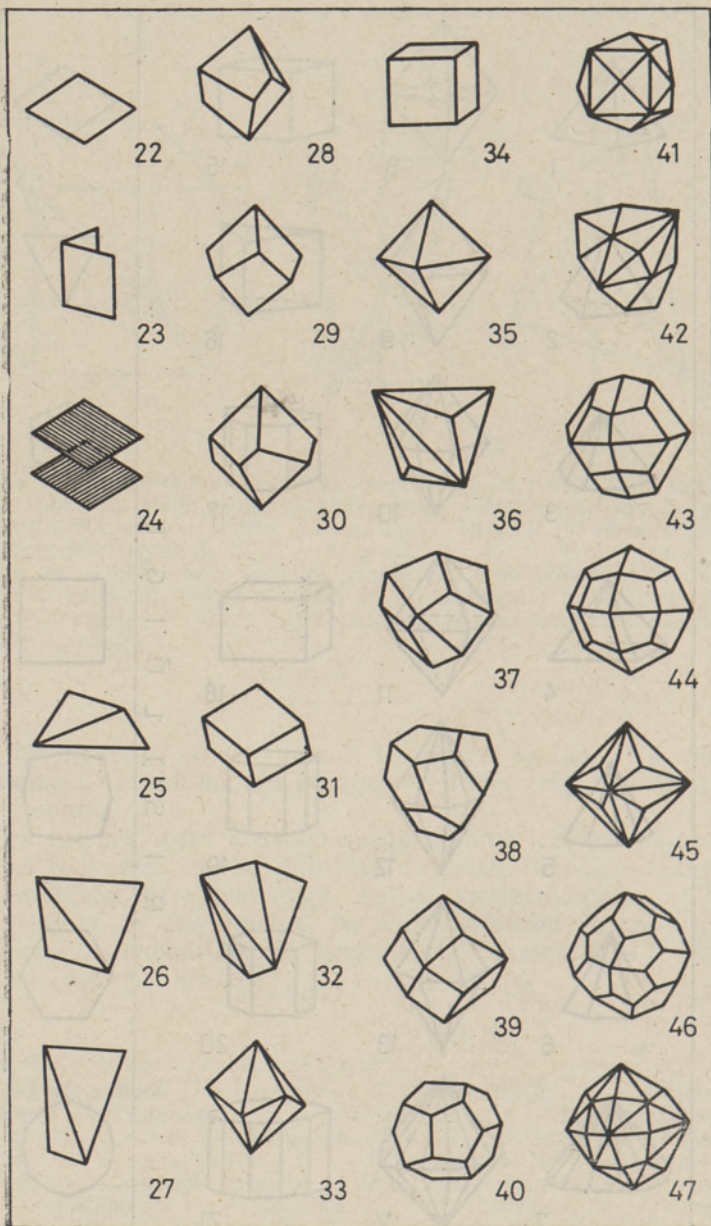
sümmeetriatelg (näit.  $Li_4 = L_2$  ja  $Li_6 = L_3$ ). Nii on tetraeedri vastastahkude keskpunkte läbiv telg  $L_2$  ühtlasi  $Li_4$  (joonis 3, b).

Iga kristallivorm koosneb seega sümmeetriliselt paigutatunud tahkudest, mis on määratud ta kristallstruktuuri elementaarraku parameetritega. Sellist kristallivormi, mille kõik tahud on ühesugused, omavahel võrdsed ja kristalli sümmeetriaelementidega üheselt seotud, nimetatakse lihtvormiks (joonis 4).

Joon. 4. Kristallide võimalikud lihtvormid.

1—7 püramiidid: 1 — rombiline, 2 — trigonaalne, 3 — ditrigonaalne, 4 — tetragonaalne, 5 — ditetragonaalne, 6 — heksagonaalne, 7 — diheksagonaalne; 8—14 dipüramiidid: 8 — rombiline, 9 — trigonaalne, 10 — ditrigonaalne, 11 — tetragonaalne, 12 — ditetragonaalne, 13 — heksagonaalne, 14 — diheksagonaalne; 15—21 prismad: 15 — rombiline, 16 — trigonaalne, 17 — ditrigonaalne, 18 — tetragonaalne, 19 — ditetragonaalne, 20 — heksagonaalne, 21 — diheksagonaalne.





Kuubi- ja nelinurkse ristlõikega prisma kujulist lihtvormi võrreldes selgub, et kuubi kõik tahud on ühesugused ja võrdsed. Samal ajal on prismal võrdsed ja lihtvormi määravad vaid 4 külgtahku. Kaks otsatahku erinevad nendest ega kuulu sellesse lihtvormi. Esimesel juhul on tegemist kinnise, tsel juhul avatud lihtvormiga.

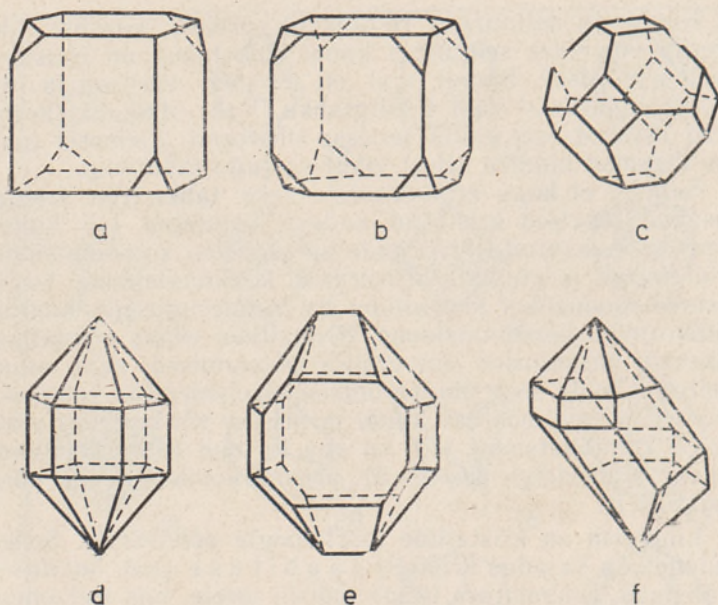
Selleks, et kogu kristallipind oleks tahkudega kaetud, peavad reaalsed kristallid endast kujutama kas kinnisi lihtvorme, avatud lihtvormide omavahelisi kombinatsioone või avatud ja kinniste lihtvormide kombinatsioone. Sageli esineb looduslikel kristallidel ka mitmesuguseid kinniste lihtvormide kombinatsioone. Kristallidel ei ole võimalikud ükskõik missugused lihtvormide põimumised, vaid ainult sellised, mida seob ühine sümmeetriaelementide kompleks. Näiteks ei ole mõeldav kuubi ja prisma või kuubi ja püramiidi kombinatsioon, küll on aga levinud kuubi kombinatsioon oktaedriga (joonis 5), prisma kombinatsioon püramiidiga jt.

Lihtvorm on kristallide morfoloogia põhimõiste. Sellest tuleneb ka vajadus kristalli *habituse* (lad. *habitus* — välislaad, kehaehituse tüüp) mõiste järele, mis iseloomustab kristalli kui tahkudega määratud objekti. Sõltuvalt sellest, millised lihtvormi või -vormide kombinatsiooni tahud on kristalli kasvu korral eelisarenenud, võib kristalli haabitus isegi ühtede ja nendesamade tahkude kombinatsiooni korral olla tublisti erinev (joonis 5, b—f). Tah-

#### Joon. 4. Kristallide võimalikud lihtvormid.

22 — monoeeder e. ükstahk; 23 — dieeder e. kakstahk, 24 — pinakoid e. paaristahk; 25—27 **tetraeedrid**: 25 — rombiline, 26 — kuubiline, 27 — tetragonaalne; 28—30 **skalenoeedrid**: 28 — trigonaalne, 29 — tetragonaalne, 30 — heksagonaalne; 31 — romboeeder; 32 — ditrigonaalne skalenoeeder; 33 — ditetragonaalne skalenoeeder; 34 — kuup e. heksaeeder; 35 — oktaeeder; 36 — trigoon-tritetaeeder; 37 — tetragoon-tritetaeeder; 38 — pentagoon-tritetaeeder; 39 — rombdodekaeeder; 40 — pentagoon-dodekaeeder; 41 — tetraheksaeeder; 42 — heksatetaeeder; 43 — didodekaeeder; 44 — tetragoontrioktaeeder; 45 — trigoon-trioktaeeder; 46 — pentagoon-trioktaeeder; 47 — heksaoktaeeder.

Toodud nimetuste aluseks on järgmised vanakreeka sõnad: *mono* — üks, ainus; *di*, *bi* — kaks, kahekordne; *tria* — kolm, kolmekordne; *tetra* — neli, neljakordne; *penta* — viis, viiekordne; *hexa* — kuus, kuuekordne; *octa* — kaheksa; *deca* — kümme; *dodeca* — kaksteist; *edra* — tahk; *gonia* — nurk; *klino* — painutan, kallutan; *pinax* — tahvel; *rhombos* — romb.



Joonis 5. Kuubi kombinatsioonid tetraeedri (a) ja oktaeedriga (b — põhivormiks kuup, c — põhivormiks oktaeder) ning heksagonaalse prisma kombinatsioonid bipüramiidiga (d, e, f).

kude pindala muutumisest sõltumata jäävad mineraali kõrvutiste tahkude vahelised nurgad alati konstantseks. See on üks kristallide tähtsamaid omadusi.

Kristalli väline sümmeetria peegeldab kristallstruktuuri sümmeetriat ja sõltub elementaarraaku tüübist.

Kristallide ruumvõre tüübi ning sümmeetriaelementide alusel eristatakse 7 süngooniat (tabel 3).

**Trikliinse** süngoonia kristallide kristallivõre elementaarraaku kõikide servade vahelised nurgad erinevad täisnurgast. Selle süngoonia kristallidel sümmeetria kas puudub või on neil ainult sümmeetriakese. Kristallid kujutavad endast monoeedrite ja pinakoidide kombinatsioone (joonis 4).

**Monokliinse** süngoonia kristallide kristallivõre elementaarraaku servadest on kaks paigutunud teineteise suhtes täisnurkselt, kuna üks on kaldu. Süngooniasse kuulub neli avatud lihtvormi. Peale monoeedrite ja pinakoidide võta-



Tabel 3. Kristallisüngooniate iseloomustus

Kategoria	Süngoonia	Kristallivõre parameetrid	Sümmeetriaelemendid	
			Minimaalne	Maksimaalne
Madal	Trikliinne	$a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$	—	C
	Mono- kliinne	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ$ $\beta \neq 90^\circ$	$L_2$ või P	$L_2PC$
	Rombiline	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	$3L_2$ või $L_22P$	$3L_23PC$
Keskmine	Trigonaalne	$a = a = a \neq c$ $\alpha = \alpha = \alpha = 120^\circ$ $\gamma = 90^\circ$	$L_3$	$L_33L_23PC$
	Tetra- gonaalne	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	$L_4$ või $Li_4$	$L_44L_25PC$
	Heksa- gonaalne	$a = a = a \neq c$ $\alpha = \alpha = \alpha = 120^\circ$ $\gamma = 90^\circ$	$L_6$ või $Li_6$	$L_66L_27PC$
Kõrge	Kuubiline	$a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	$3L_24L_3$	$3L_44L_36L_2$ $9PC$

vad siin kristallivormide moodustamisest osa dieedrid ja rombilsed prismad (joonis 4).

**Rombilise** süngoonia lihtvormide iseloomulik tunnus on kahekordse sümmeetriateljega risti olev rombikujuline lõige. Lisaks eelmiste süngooniate korral nimetatud lihtvormidele võib selle süngoonia kristallides leida veel rombilst tetraeedrit, püramiidi või dipüramiidi. Kinnised lihtvormid on vaid rombiline tetraeeder ja rombiline dipüramiid.

**Trigonaalne, tetragonaalne ja heksagonaalne** süngoonia on oma nimetuse saanud neile iseloomuliku sümmeetriatelje järgi. Sõltuvalt süngooniast võib neis peale monoedri ja pinakoidi leida ka trigonaalset (või ditrigonaalset), tetragonaalset (või ditetragonaalset) ja heksagonaalset (või diheksagonaalset) prisma, püramiidi või dipüramiidi, tri-, tetra- ja heksagonaalset trapetsoeedrit, di-

trigonaalset või tetragonaalset skalenoedrit ning trigonaalset romboedrit (joonis 4).

**Kuubiline süngoonia** (lad. *cubus* — täring) on kõige sümmeetriarikkam, sest lihtvormide kristallivõre elementaarrakud on kuubikujulised. Selles süngoonias on 15 lihtvormi, millest ükski ei esine keskmise ega madala kategooria süngooniates. Varem nimetatuist leidub siin vaid tetraeedrit, mis aga erineb rombilisest tetraeedrist võrdkülgsede tahkude poolest.

Lihtvormide nimetused on tuletatud tahkude arvust ja nende kujust või lihtsamast lähtevormist, millest on moodustunud tahkuderikkaim lihtvorm. Nii on näiteks tetraeedrist (joonis 4, 26) tuletatud trigoon-tritetraeeder (36), tetragoon-tritetraeeder (37), pentagoon-tritetraeeder (38) ja heksatetraeeder (42). Oktaeedrist (joonis 4, 35) on tuletatud trigoon-trioktaeeder (45), tetragoon-trioktaeeder (44), pentagoon-trioktaeeder (46) ja heksaoktaeeder (47). Kuubist ehk heksaeedrist (joonis 4, 34) on tuletatud tetraheksaeeder (41). Peale selle on kuubilise süngoonia lihtvormideks veel rombdodekaeeder (39), pentagoon-dodekaeeder (joonis 4, 40) ja viimase tahkude poolitamisel tekkinud didodekaeeder (43).

Mitme lihtvormi kombinatsioonis esinevad kuubilise süngoonia looduslikud kristallid on algajale mõnikord raskesti äratuntava kujuga, sest nende tahkused on moodustanud teised lihtvormid. Näiteks kuubi tahud kombinatsioonis tetraeedriga on kuusnurkse, kombinatsioonis oktaeedriga aga koguni kaheksanurkse kujuga (joonis 5).

Mineraalide haabitus sõltub kristalliseerumise ja kristallstruktuuri omapärasest. Ühesuguse kristallstruktuuriga mineraalide väliskuju võib erinevate aatomiraadiuste ja elementaarrakkude mõõtmete tõttu olla mitmesugune. Näiteks fluoriidikristallide väliskuju muutub elementaarraku pindadevahelise kauguse vähenedes järgmiselt: oktaeeder — kuup — rombdodekaeeder — tetragoon-trioktaeeder — heksaoktaeeder. Lahuse üleküllastumisel ja kristalliseerumistemperatuuri alanemisel reastub fluoriidi väliskuju järgmiselt: oktaeeder — rombdodekaeeder — kuup.

Trigonaalsesse süngooniasse kuuluv kaltsiit kristalliseerub sõltuvalt tekketingimustest kas lamedate romboedrite või väljaveninud skalenoedritena (joonis 15).

Mineraalide väliskuju on indikaatoriks kristalliseerumisaegsetele keskkonnatingimustele — temperatuurile.

lahuse happelisele või leeliselisele reaktsioonile, kontsentratsioonile jne.

Välisilmelt eristatakse prismalisi, püramidaalseid, isomeetrilisi ja pinakoidaalseid plaatjaid ehk tahveljaid kristalle. Kuubilise süngoonia kristallid on enamasti isomeetrilised, keskmise süngoonia kristallid aga piklikud või lapikud. Madala süngoonia kristallid on harilikult tahveljad, mõnikord ka prismalised või soomusjad. Kõige rohkem mineraale kuulub rombilisse ja monokliinsesse süngooniasse. Nendes süngooniates on arvukalt kivimit moodustavaid mineraale.

Looduslike kristallide ühtlaseks ja korrapäraseks kasvuks pole tavaliselt olnud sobivaid tingimusi. Seepärast neil ülalkirjeldatud iseloomulikud sümmeetrilised kristallivormid tihti puuduvad, mis raskendab nende süngoonia ja haabituse määramist.

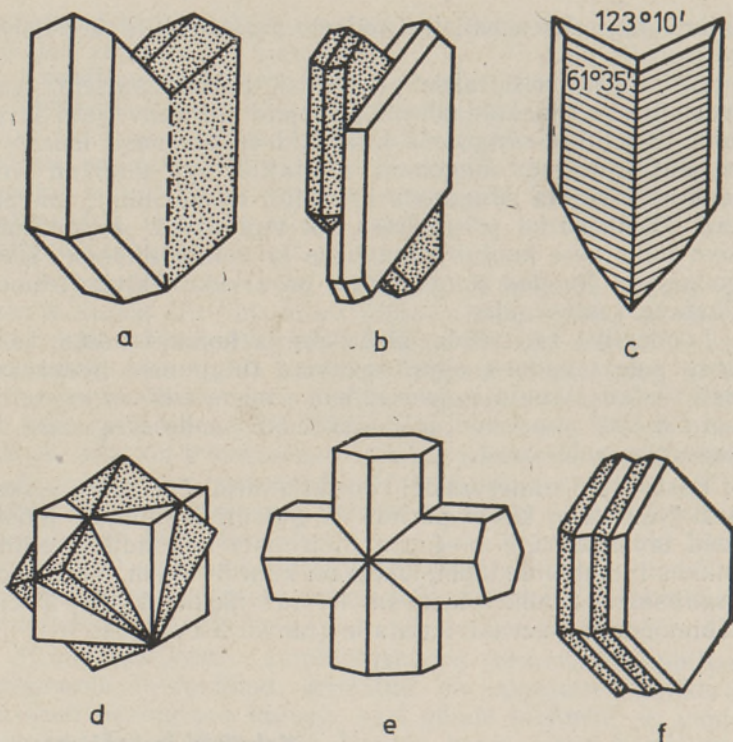
Eesti NSV mineraalidel on kristallid enamasti väikesed. Näiteks ei küüni püriidi- ja galeniidikuubikute mõõtmed tavaliselt üle 3—4 cm. Suurimate kaltsiidikristallide pikkus lubjakivide lõhetäidetes on kuni 5—6 cm. Vaid pegmatiidsetest rändkividest on leitud üksikuid 20—25-cm läbimõõduga päevakivikristalle (tahvel XXVII, 1).

### Kaksikud ja kokkukasvud

Mineraale on looduses üksikkristallidena harva. Tavaliselt näeme kristalle kogumitena, milles üksikkristallid on omavahel liitunud juhuslikult. Kui mitu kristalli on üksteisega korrapäraselt kokku või üksteisest läbi kasvanud, on tegemist **kaksikutega**. Kaksikutes on üks kristall teise suhtes kas  $180^\circ$  või mõne muu kindla nurga, näiteks  $90$  või  $120^\circ$  võrra kaldu või on üks kristall teise peegelpildiks.

Eristatakse **kokkukasvu-** ja **läbikasvukaksikuid**. Kokkukasvukaksikutel on kokkukasvamispinnaks mingi kindel kristalli tahk (joonisel 6, a, c; 21, f). Läbikasvukaksikutes on kaks kristalli kas osaliselt (joonis 6, b; 21, e) või tervenisti (joonis 6, d, e) teineteisest läbi kasvanud.

Mõnikord on kokku kasvanud kolm, neli või enam kristalli. Selliseid kokkukasvusid nimetatakse mineraloogias **polüsünteesilisteks** (kr. *poly* — palju, *synthesis* — ühendamine) **kaksikuteks**. Ohukeste lamellidena üks-



Joonis 6. Erinevaid kaksikuid. Kipsi kokkukasvukaksik (a, c); kipsi pääsusabakaksik (b), fluoriidi (d) ja stauroliid (e) läbikasvukaksik ning plagioklassi polüsünteesiline kaksik (f).

teisega üle ühe seaduspäraselt liitunud plagioklassikaksikud on hästi nähtavad polarisatsioonimikroskoobiga (joonis 6, f).

Kristallide seaduspärasest kokku- või läbikasvamist on täheldatud ka sootuks erinevate mineraalide korral. Seejuures on mineraalid mõne tahu ja servaga vastastikku rööbiti. Sellist nähtust nimetatakse *epitaksiaks* (kr. *epi* — peal, *taxis* — korrapärane paigutus).

Epitaksia võib kujuneda mineraalide üheaegsel kristalliseerumisel või tahke lahusena esinenud mineraali lagunemisel, harvem asendumisel. Laialdaselt on kvartsi ja ortoklassi seaduspärane läbikasvamine tuntud kirigraniidis

ehk juudikivis (tahvel I, 6). Kindla nurga all ortoklassi pinnast välja ulatuvaid mäekristallikesi on leitud pegmatiidides (tahvel I, 2).

Tahkete lahuste lagunemisel kujunenud kokkukasvud on näiteks albiidi pertiitsed eraldised ortoklassis ja mikroliinis. Kaaliumpäevakivi on kõrgel temperatuuril võimeline endas lahustama suurt hulka naatriumpäevakivi (albiidi) osakesi, mistõttu esialgu kristalliseerub kaaliumnaatriumpäevakivi tahke lahus. Temperatuuri alanedes tahke lahus laguneb, eralduvad mineraalikomponendid paigutuvad aga oma kristallipindadega kindlasse asendisse. Päevakividest harvem on epitaksiat täheldatud markasiidi ja püriidi, kvartsi ja kaltsiidi, galeniidi ja sfaleeriidi ning pürokseeni ja küünekiivi vahel.

Kristallide seaduspärased kokkukasvud on mineraloogias üks huvitavamaid nähtusi. Nende uurimine võimaldab täpsustada mineraalide geneesi.

## Agregaadid

Kristallide tavalisim esinemisvorm looduses on, nagu juba märgitud, korrapäratult liitunud mineraaliindiviidide kogum. Selles näeme üksikkristallidest vaid mõnda tahku, serva ja nurka. Sageli on taoline kogum tihe peeneteraline moodustus, milles terakesed on eristatavad vaid luubi abil. Kõiki selliseid mineraalikoogumeid nimetatakse *mineraaliagregaatideks* ehk lihtsalt *agregaatideks*.

Morfoloogia põhjal võib agregaadid jaotada teralisteks ja tihedateks, dendriitideks, druusideks, sekretsioonideks, ooliitideks, konkretsioonideks, nõrudeks jne.

**Teralistes agregaatides** on kristalliterakesed enam-vähem ühtlase suurusega, kusjuures sõltuvalt üksikkristalli mõõtmetest jaotatakse need jämeda-, keskmise- ja peeneteralisteks. **Tihedates agregaatides** ei ole terakesed palja silmaga eristatavad. Tsementeerituse alusel jaotatakse tihedad agregaadid kõvadeks ja muldjateks. Muldjad agregaadid meenutavad kobedat mullatükki.

**Dendriidid** (kr. *dendron* — puu) on puutaoliselt hargnevad kristalliagregaadid, mis tekivad kitsastel lõhepindadel kristalliindiviidide paralleelsel kokkukasvamisel suhteliselt kiire kristalliseerumise korral. Nad on eriti ise-

loomulikud lubjakivide pinnal kristalliseerunud mangaanoksiididele (tahvel V, 5).

**Druusiks** ehk kristallipesaks nimetatakse ühe või mitme mineraali hästi väljakujunenud kristalle, mis ühisele alusele kinnitunult on oma pikema teljega selle alusega risti (tahvlid I, 1; VIII, 1, 2; IX, 1; X, 1). Druusi tekke eelduseks on kivimis vaba ruumi olemasolu, et kristallisatsioon lahustest võiks toimuda aluse pikitelje ümber ühtlaselt. Sellised õõnsused tekivad lõhepindadel enamasti tektooniliste liikumiste tagajärjel.

Mineraalidega täitunud isomeetrilist või pikliku kujuga kivimiõõnsust nimetatakse **sekretsiooniks** (lad. *secrētio* — eraldamine). Selles on kristalliseerumine toimunud õõnsuse seintest keskpunkti poole. Sekretsioonides võib kristalliseerumine aset leida mitme etapi kaupa, kusjuures lahuste erinev koostis ja muutunud välistingimused tingivad kujunenud agregaadid mitmekihilise ehituse, mis kajastub mineraalide haabituses, värvuses ja koostises. Sekretsioonid on mineraalidega üleni täitunud või on nende keskel vaba ruumi (tahvel XXIII, 2).

Suuremaid sekretsioone on nimetatud ka **geoodideks** (kr. *geodes* — maaline), väiksemaid — mõnemillimeetrise kuni mõnesentimeetrise läbimõõduga sekretsioone — **mandliteks** (tahvel XVI, 5).

**Konkretsioonid** (lad. *concrētio* — tihendus) ehk **mugulad** tekivad erinevalt sekretsioonidest ümber keskmee ja kasvavad keskmest perifeeria poole. Mõõtmetelt võivad nad olla palja silmaga vaevalt märgatavad või ulatub nende läbimõõt mitme meetrini. Kujult on nad kas kerajad, läätsjad või korrapäratult muguljad. Siseehituselt võib konkretsioonide seas leida nii korrapäratu terajaotumusega kui ka kontsentriils-kihilise ja radiaalkiirja ehitusega vorme (tahvlid VIII, 4 ja XI, 1).

Konkretsioonid erinevad oma koostiselt ja kujult ümbrikkivimist teravalt ning võivad nendes ringelnud tõeliste ja kolloidsete lahuste difusioonil või infiltratsioonil tekkida kas üheaegselt kivimi kõvastumisega või hiljem.

Alla 2-mm läbimõõduga konkretsioone nimetatakse **ooidideks** või **sferoliitideks**. Mõlemad on keravõi läätsekujulised agregaadid, kuid erinevad oma siseehituselt. Ooidid on kontsentriils-kihilise ehitusega moodustised, mille keskmeks on tavaliselt mingi liivaterake. Sferoliidid seevastu on radiaalkiirjad. Iga sferoliidikiud

kujutab endast välispinnaga risti olevat ja ühele poole väljaveninud kristallikest.

Kõige enam levinud on fosfaatmineraalide, kaltsiidi-, aragoniidi-, sideriidi-, raudoksiidi-, püriidi- ja markasiidi-konkretsioonid.

Nõrud tekivad mineraalsooli sisaldavate lahuste valgumisel või tilkumisel varem sadestunud mineraalide pinnale. Sel viisil tekivad mitmesugused kobarja, neerukujulise või nibutaolise pinnaga koorikulised nõruvormid (tahvlid VI, 2, 4 ja X, 6). Siia kuuluvad ka stalaktiidid ja stalagmiidid, karstikoobastest tuntud tilkekivid.

Nõruvorme esindavad ka kivipindadel, õõnsuste seintel või mullapinnal olevad imeõhukesed mineraalsed koorikud, kirmed ja õilmed.

Nõrud moodustuvad sageli kolloidsetest suspensioonidest, mistõttu nad sarnanevad välimuselt amorfse ainega. Hiljem kolloidne aine kristalliseerub, kuid kolloidsele algtekkele viitav iseloomulik väliskuju püsib.

Mineraaliagregaatide hea tundmine on vajalik nii mineraalide määramisel kui ka nende tekketingimuste väljaselgitamisel.

## Pseudomorfoosid

Sõltuvalt siseehitusest on igale mineraalile omased kindla kujuga kristallid või agregaadid. Mõnikord leidub mõnel mineraalil aga talle täiesti mitteiseloomulikke kristallivorme, mida nimetatakse **pseudomorfoosideks** (eesti k. *petlik kuju*). Pseudomorfoosi üks lihtsamaid näiteid on kivistised, mille esmane orgaaniline aine on asendunud kaltsiidi, püriidi, kaltseoni või mõne muu mineraaliga, kusjuures on säilinud organismide esialgne vorm ja mõnikord isegi nende pinnastruktuur.

Pseudomorfooside seas eristatakse täite- ja asenduspseudomorfoose. Täitepseudomorfoosid on tekkinud kivimites või mineraalides esinenud korrapärase kujuga õõnsuste täitumisel mineraalainega. Õõnsused kujunevad sageli mingi kergesti lahustuva mineraali leostumisel ja neil võib säilida selle mineraali kristallivorm. Niisugused «negatiivsed kristallid» on näiteks iseloomulikud meie keskdevoni dolomiitidele, milles lahustunud kivi-soolakristallid on jätnud kuubikujulisi täringõõsi ning

ainult kivisoolakristallidele iseloomulikke tahkude keskel süvenevaid trepistikke (tahvel IX, 3).

Asenduspseudomorfoosid tekivad mineraali ja lahuste vahel toimunud keemiliste protsesside tagajärjel. Seejuures võib esialgne õõnsusele kuju andnud mineraal olla asendunud kas terviklikult või ainult välimises osas. Asenduspseudomorfoosid on näiteks meil raudhüdrosiidide ja -oksiididega (limoniidiga) asendunud püriidikuubikud, porsumisel valge kaoliniidiga asendunud ortoklass ning seritsiidiga asendunud aluseline plagioklass. Erinevalt tõelistest kristallidest on pseudomorfoosidel kristalli servad ja nurgad sageli ümardunud või veidi deformeerunud.

Pseudomorfoose võib leida peaaegu kõikidel mineraali liikidel, kuid enam levinud on nad meil opaalil, kaltsedonil (karbid, teod, okasnahksed, ränistunud puu ja muud fossiilid), kaltsiidil (taimejäänused allikalubjas; tahvel XXIV, 2), püriidil (taime- ja loomajäänused) ning limoniidil (püriidi kuubiliste ja oktaeedriliste kristallide järgi).

## FÜSIKALISED TUNNUSED

### Värvus

Mineraali tunnustest on üks tähtsamaid tema värvus, mis koos väliskujuga loob meile uuritavast mineraaliindividist visuaalse mulje. Eriti oluline on vääriskivide ja poolvääriskivide värvus, sest sellest sõltub suurel määral nende väärtus.

Värvuse arvestamine on oluline nii mineraalide määramisel kui ka nende tekkeloo väljaselgitamisel. Mitmed mineraalid, näiteks granaat, turmaliin, fluoriit, sfaleriit jt., on nagu kameeleonid, kelle värvus võib muutuda ümbritsevast keskkonnast sõltuvalt. Seetõttu on hakatud värvuse diagnostilist väärtust pidama ebakindlaks. Kompensatsiooniks sellise ebastabiilsuse eest saame värvuselt mõnikord väga olulist informatsiooni mineraali tekketingimuste kohta. Näiteks eri leiukohtadest kogutud mõnevõrra erinevate tekketingimustega mineraalid on sageli erineva värvivarjundiga. Paljudel juhtudel on värvus aluseks mineraaliteisendite eristamisel.



Kuigi mineraalide värvuse olemus ning ühe või teise mineraali värvuse sõltuvus ta tekkekeskkonna tingimustest vajab veel paljudes detailides täpsustamist, võime juba praegu kindlalt kõnelda mineraalide värvuse eritekelisest olemusest. Mineraalid on värvuselt idiokromaatilised, allokromaatilised või pseudokromaatilised.

**Idiokromaatilise** (kr. *idios* — oma, *chrōma* — värvus) värvuse põhjustajaks on keemilised või struktuurilised tegurid ning see on mineraalile alati iseloomulik. Kui valguskiir läbib mineraali selles neeldumata, näib meile, et mineraal on läbipaistev ja värvusetu. Mineraali värvus läbivas valguses sõltub sellest, millist valguskiirte spektriosa ta selektiivselt neelas. Idiokromaatilise värvuse korral võivad valguse selektiivset absorptsiooni põhjustada värvust kandvad elemendid — kromofoorid, milleks on kõige sagedamini  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Ti}^{+3}$ ,  $\text{Mn}^{+3}$ ,  $\text{Cr}^{+3}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$  ja  $\text{Cu}^{+2}$ .

Eriti tugev kromofoor on kolmevalentne raud  $\text{Fe}^{+3}$ , mis annab mineraalile tavaliselt punakaspruuni värvuse. Sellise värvusega mineraal on näiteks granaat almandiin. Kahevalentne raud seevastu põhjustab enamasti mineraali rohelise värvuse, mille ilmekaks kandjaks on glaukoniit. Mõlema raudoksiidi ( $\text{FeO}$  ja  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) koosinemisel tekib kas sinine (vivianiit) või koguni must (magnetiit) värvus. Hüdroksüülioon  $\text{OH}^-$  tugevdab  $\text{Fe}^{+3}$  ja nõrgendab  $\text{Fe}^{+2}$  mõju ning annab mineraalile kollakaspruuni värvuse, nagu see on näiteks hüdrogötiidil (limoniidil).

Teistest kromofooridest annab  $\text{Ti}^{+3}$  mineraalidele hariplikult violetse,  $\text{Mn}^{+3}$  roosa,  $\text{Cr}^{+3}$  rohelise või punase,  $\text{Ni}^{+2}$  rohelise või kollase ja  $\text{Cu}^{+2}$  rohelise või sinise värvuse.

Idiokromaatiline värvus ei pruugi alati olla seotud mineraali keemilise koostise, s. o. kromofooridega. Mõnikord on selle põhjustajaks kristallivõre ehitust muutnud protsessid. Näiteks muutub värvusetu kivisoolakristall katoodkiirtega kiiritamisel siniseks. Selle tagajärjel ei muutu kivisoola keemiline koostis ega ta kristallivõre tüüp, vaid ainult teatud hulga kristallivõresse kuuluvate naatriumioonide laeng (neutraalseks või nõrgalt laetuks).

Mõnede mineraalide värvus sõltub valgusallika spektraalsest koostisest. Üldtuntud on näiteks päikesevalguses roheliselt helkiva aleksandriidi müstiline muutumine elektrivalguses punaseks. Seda nähtust seletatakse asjaoluga, et krüsoberüllil kromofoorid  $\text{Cr}^{+3}$ ,  $\text{Be}^{+2}$  ja  $\text{Fe}^{+3}$

neelavad valgust spektri kahes osas (lainepikkusel 410 ja 590 m $\mu$ ) ja mineraali värvus liitub spektri punasest ja rohelisest lõigust. Päikesevalguses on nende intensiivsus enam-vähem võrdne. Et inimsilm on roheliste kiirte suhtes tundlikum, siis näibki kristall meile rohelisena. Hõõglampides on pikalaineline kiirgus (punane) intensiivsem, mistõttu elektrivalguses paistab aleksandriit punane.

Fluoriidi värvuse muutumises sinisest (päikesevalguses) roheliseni (kunstlikus valguses) räägib ülaltoodud põhjuse kõrval kaasa ka päikesevalguse ultraviolettkiirgus, mis tugevdab fluoriidi sinise-violetse spektrilõigu kiirgust. Kunstlikus valguses, mille spektrites ultraviolettkiirgus puudub, jääb fluoriit roheliseks.

**Allokromaatilise** (kr. *allos* — kõrvaline) värvuse annavad mineraalile tema keemilisse koostisse mittekuuluvad mehaanilised kõrvallisandid või -elemendid. Pigmenteerivad lisandid on kas anorgaanilise või orgaanilise päritoluga.

Allokromaatiline värvus võib ühel ja selsamal mineraalil olla väga erinev. Näiteks võib kvarts olla täiesti värvusetu, lisanditest sõltuvalt aga valge, hall, roosa, lilla, must jne. Ka keedusoolale võivad lisandid anda halli, kollase, pruuni, roosa, sinise või valge värvuse.

Kuumutamisel võib allokromaatiline värvus kaduda. Näiteks muutub kvartsi lilla teisend ametüst temperatuuril üle 350 °C värvusetuks või kollaseks, tema tumehall teisend suitskvarts aga 400 °C juures läbipaistvaks. Jahutamisel nende endine värvus ei taastu.

Metakolloidsetes mineraalides on pigmenteeriv ühend (raudoksiid, mangaanoksiid, orgaanilised ained jt.) mineraalis jaotunud ebaühtlaselt, mistõttu need mineraalid on laigulised, vöödilised või kontsentriselt vahelduva värvusega (jaspis, ahhaat).

Allokromaatiline värvus võib olla tingitud ka teise mineraali peentest või mikroskoopilistest suletistest. Nii on antrakoniidi tumeda värvuse põhjustajaks kaltsiidikristallides peenhajutatult esinev orgaaniline aine või püriiditolum.

Kristalli pinnal korrapäraselt paiknevad suletised võivad põhjustada mineraali **pseudokromaatilist** (kr. *pseudos* — näiv, petlik) värvust. Kütlev värvus on seletatav valguse difraktsiooni või interferentsiga tema peegeldumisel lõhevuspinna rööpsetelt kiledelt. See nähtus sarnaneb valguse iriseerimisega veepinnal oleval õlilaigul. Pseudo-

kromaatiline värvus on näiteks labradorikristallide lõhevuspindadel nähtav sinine helk — *l a b r a d o r e s t s e n t s*, samuti borniidi violetjas ja sinakas helk, mis on tuntud ka *k i l e v ä r v u s e n a*.

Mineraali värvus sõltub ka tema disperssusest. Läbipaistvad värvuseta mineraalid on pulbristatult valged, poolläbipaistvate mineraalide pulber on nende kristallidest heledam. Täiesti läbipaistmatud mineraalid, nagu ehe hõbe, kuld ja plaatina, annavad musta pulbri. See-pärast on mõistetav, et hematiidi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) värvus võib ole-nevalt mineraaliterakeste suurusest olla must või punane, hüdrogötiidi (limoniidi) värvus aga must kuni pruun.

Tumedate, läbipaistmatute ja poolläbipaistvate mineraa-lide värvuse objektiivsemaks (disperssusest sõltumatuks) iseloomustamiseks kasutatakse mineraali **kriipsu** värvust, s. o. tema värvust peene pulbri kujul.

Kriipsu hinnatakse jälje järgi, mille uuritav mineraal jätab glasuurita valgele portselaniplaadikesele. Kriipsu värvus on mineraali enda värvusest palju püsivam ja kindlam tunnus.

Metalliläikeliste mineraalide kriips on enamasti tume. Mõnikord on aga kriipsu värvus mineraali värvusest tub-listi erinev. Näiteks on tumehalli hematiidi kriips kirss-punane, pronkskollase püriidi kriips aga must. Sfaleriidi kriipsu värvuse järgi võime otsustada mineraali rauasisal-duse üle: rauavaba sfaleriidi kriips on helekollane, raua-rikka erimi oma aga tumepruun.

Läbipaistmatud, kuid läbikumavad mineraalid annavad tumeda kriipsu, mille värvus on sama mis läbikumaval mineraalil. Läbipaistvate mineraalide kriips on tavaliselt mineraalist endast heledam.

Mineraali või tema kriipsu värvuse kirjeldamisel võe-takse sageli appi võrdlus üldtuntud looduslike ainetega, näiteks piimvalge, õlg-, sidrun-, mesikollane, kirss-, tel-liskivi-, karmiinpunane, smaragd-, rohu-, oliivroheline jne. Metalliläikeliste mineraalide värvuse kohta öeldakse hõbe-või plaatinavalge, tina- või terashall, pronkskollane, raudmust jne.

Värvust on vaja hinnata mineraali värskel murdepin-nal, sest murenemisel mineraali värvus muutub.

## Läige ja läbipaistvus

Mineraalile langevast valgusvoost peegeldub osa tagasi. Peegeldumine on seda täielikum, mida siledam on peegeldav pind ning mida suurem on mineraali murdumisnäitaja. Peegeldunud valgus annabki mineraalile läike, kusjuures see ei sõltu mineraali värvusest. Kristallide tahud on alati läikivad. Läike intensiivsus sõltub murdumisnäitajast  $N$ .

Mineraalid jaotatakse läike intensiivsuse alusel nelja rühma:

1) **klaasiläikega** mineraalid ( $N = 1,3-1,9$ ). Siia kuulub enamik kivimit moodustavaid mineraale, nagu kvarts, päevakivi, kaltsiit, dolomiit jt., kokku umbes 70% mineraalidest;

2) **teemandiläikega** mineraalid ( $N = 1,9-2,6$ ). Teemandiläige on näiteks ehedal väävlil ( $N = 2,04$ ), sfaleriidil ( $N = 2,3-2,4$ ), rutiilil ( $N = 2,62$ ) ja mõistagi teemandil endal ( $N = 2,40-2,46$ );

3) **poolmetalliläikega** mineraalid ( $N = 2,6-3,1$ ). Need on poolläbipaistvad mineraalid, näiteks hematiit ja magnetiit;

4) **metalliläikega** mineraalid. Need on maakmineraalid murdumisnäitajaga üle 3. Vastavalt peegeldusvõime suurenemisele reastuvad meie maakmineraalid järgmiselt: molübdeniit, galeniit, kalkopüriit, püriit jt. Iseloomuliku metalliläike toonitamiseks nimetati varem mitmeid maakmineraale läikideks, näiteks seatinaläik (galeniit), raualäik (hematiit) jne.

Läike iseloom sõltub suurel määral pinnast. Ülalkirjeldatud nelja läiketüüpi näeme vaid mineraalide kristallipindadel. Kui me vaatleme ehedat väävlit, kvartsi või kaltsiiti murdepinnal, siis näeme, et valgus selle pinna ebatasasustes hajub ja teemandi- või klaasiläike asemel võime kõnelda vaid rasvaläikest. Veel suuremate mikrokonarustega pinnal on vahaläige. See on iseloomulik peitkristalsetele metakolloidsetele mineraalidele. Peendisersed poorsed muldjad või peeneteralised mineraaliagregaadid, nagu seda on kaoliniit, raudhüdrosiidid jt., on hoopis läiketa, *m a t i d*.

Läikena kirjeldatakse ka mõnede mineraalide helklemist, mis on põhjustatud mineraaliindiviidide rangelt korrapärasest asendist või täiuslikust lõhevusest. Näiteks

kiulise ehitusega mineraalide (asbest, seleniit) korral kõneldakse neile iseloomulikust siidiläikest. Värvuse kütlemine muskoviidi, biotiidi ja plaatjate kipsikristallide pinnal on andnud alust kõnelda pärlmutriläikest.

Mineraali läikega on tihedalt seotud tema **läbipaistvus**. Seda hinnatakse valguse neeldumise koefitsiendi kaudu. Visuaalselt jaotatakse mineraalid läbipaistvateks, poolläbipaistvateks ehk läbikumavateks ning läbipaistmatuteks. Paljud mineraalid, mis näivad meile suurtes palades läbipaistmatud, on väikeste kildudena või õhukeste preparaadidena (õhikutena) täiesti läbipaistvad.

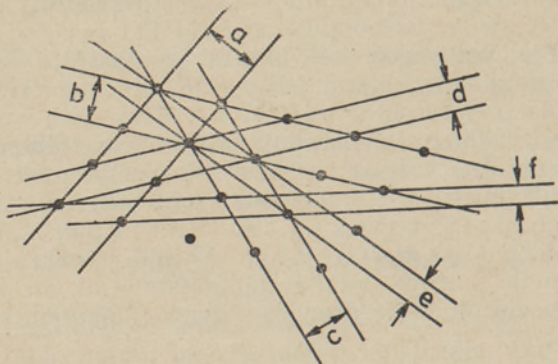
Nagu värvus ja läige, nii sõltub ka läbipaistvus oluliselt sellest, kas me vaatleme ühendit kristalli või niisama suure peeneteralise mineraaliagregaadina. Kõrvutame võrdluseks läbipaistvat kaltsiidikristalli ja peentest kaltsiidikristallikestest koosnevat puhast lubjakivipala. On täiesti arusaadav, et peeneteralisse lubjakivisse tunginud valguskiired peegelduvad ja hajuvad kiiresti ning pala näib meile seetõttu läbipaistmatu, samast palast valmistatud õhik (0,02 mm) on aga juba täiesti läbipaistev.

Kui peenagregaatne aine ei neela väga tugevasti valgust, näib ta lumivalge. Eriti hästi tuleb piimjas värvus esile juhul, kui aine on desagregaaditud olekus, s. t. kui ta osakeste vahele satub õhk. Seda nähtust kogeme siis, kui lööme vasaraga jää või mõne muu kristalli pihta: löögi kohale jääb õhuga täidetud arvukate lõhekeste tõttu piimvalge laik.

## Lõhevus ja murd

**Lõhevus** on kristallide omadus jaguneda teatud kristallograafilisi või tahupindu mööda õhukesteks siledapinnalisteks lamellideks või tahvliteks. See omadus tuleneb kristalse aine siseehitusest ega sõltu alati mineraali välisest kristallivormist. Näiteks on kaltsiidi lõhevuspind alati romboeder, olgu kristall prismalise, skalenoeedrilise või romboeedrilise kujuga. Fluoriidi lõhevuspind on oktaeder, kuigi kristall ise võib olla kuubiline.

Enamasti mineraali peamised lõhevuspinnad siiski katuvad tema kristallide tahkudega. Lõhevuspinnad vasta-



Joonis 7. Kristalli pindvõrede vaheline kaugus (a, b, c, d, e, f).

vad aatomitega kõige tihedamalt kaetud ja seega omavahel kõige nõrgemini seotud pindvõrele (joonis 7).

Lõhevus on oluline tunnus mineraalide määramisel. Seda hinnatakse viieastmelises skaalas.

1. Ülitäiusliku lõhevusega mineraalid jagunevad peaaegu läbipaistvateks õhukesteks lehekesteks. Lõhevuspind on peaaegu ainus murdepind ja ebatasast murdu esineb väga harva. Sellise lõhevusega on vilgud ja kloriit.

2. Täiusliku lõhevuse korral saame mineraali vasaraga purustamisel murruosad, mille pindadeks on peamiselt lõhevuspinnad. Seetõttu tekivad purustamisel kristalle meenutavad tükid — galeniidil kuubikujulised, kaltsiidil romboeedrid.

3. Keskmise lõhevusega mineraalide purustamisel saadud tükkidel leidub üksikuid selgeid lõhevuspindu, kuid hoopis enam juhuslikes suundades kulgevaid ebatasaseid murdepindu. Keskmisele lõhevusastmele vastab päevakiivide, küünekiivide ja pürokseenide lõhevus.

4. Ebataiuslik on nende mineraalide lõhevus, mille murdepinnad on alati ebatasased ning mille lõhevust mõne pinna järgi võib märgata haruharva. Selline on näiteks apatiidi ja kvartsi lõhevus.

5. Lõhevuse puudumist võib nentida nendel mineraalidel, mille murdepind meenutab kontsentriliste kasvujoontega jõe- või järvekarbipoolet. Sellist pinda

nimetatakse nii mineraalidel kui ka kivimitel karpjaks murdepinnaks. Eriti iseloomulik on see obsidiaanile, klaasile ja kaltседonile.

Nagu ilmneb jooniselt 7, võib ühel ja selsamal mineraalil esineda lõhevus mitme pinna järgi, kusjuures eri pindadel ilmneb see erineva täiuslikkusega. Näiteks on monokliinsesse süngooniasse kuuluval kipsil ühe pinakoidi järgi lõhevus täiuslik, teise pinakoidi järgi ülitäiuslik, püramiidipinna järgi aga keskmine. Mitu erineva täiuslikkusega lõhevuspinda on ka päevakividel, barüüdil jt. mineraalidel.

Lõhevuse puudumine mineraalipalas, eriti peeneteralises või muldjas mineraaliagregaadis, ei tähenda seda, et mineraali tuleb tingimata otsida lõhevusetu mineraalide rühmast. Lõhevuse astme üle on võimalik objektiivselt otsustada vaid selgete ja hästi väljakujunenud kristallide korral. Nii ei ole näiteks götiidi, malahhiidi ja manganiidi täiuslikuna märgitud lõhevus määramisel peaaegu kunagi otsustav tunnus, sest need mineraalid esinevad harva selgelt väljakujunenud kristallidena.

**Murd** on mineraali lõhevuspinnaga mitteühtiv murdepind. Peale karpja murru täheldatakse mineraalidel veel tasast, ebatasast, astmelist ja pinnulist murdu. Murd on astmeline nendel mineraalidel, millel lõhevus on täiuslik mitmes suunas, näiteks päevakividel. Kiulise ehitusega mineraalide murdepind on pinnuline.

## Kõvadus

Mineraali **kõvaduse** all mõistetakse ta võimet vastu panna temasse tungivale kehale või kriimustamisele mingi terava esemega. Kõvaduse kvantitatiivseks hindamiseks võib kasutada muudetava koormusega seadet — skleromeetrit. Mineraali kõvadusarv määratakse sel juhul ta pinnale teemantpüramiidiga nähtava kriimu tekitamiseks vajaliku surve ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ) või kindla koormuse juures tekkinud kriipsu laiuse alusel. Tänapäeval kasutatakse mineraalide kõvaduse täpseks määramiseks M. Hruštšovi ja J. Berkoviči konstrueeritud mikrokõvadusseadet ПМТ-3, mis võimaldab kõvadust määrata isegi mikroskoopilistes terakestes.

Enamasti määratakse siiski mineraalide suhtelist

Tabel 4. Mohsi kõvadusastrik ja etalonmineraalide kõvadusarv

Mineraal	Kõvadusaste	Kõvadusarv (kG/mm <sup>2</sup> )
Talk	1	24
Kips	2	36
Kaltsiit	3	109
Fluoriit	4	189
Apatiit	5	536
Ortoklass	6	795
Kvarts	7	1120
Topaas	8	1427
Korund	9	2060
Teemant	10	10 060

kõvadust. Tavaliselt võetakse etalonideks 10 mineraali, mille kõvadused ühest kümneni moodustavad nn. Mohsi astriku (tabel 4). Astriku iga järgmine mineraal kriimustab oma terava servaga eelmist. Tundmatu mineraali kõvaduse määramiseks otsitakse astrikus pehmeim mineraal, mis on veel suuteline uuritavat mineraali kriimustama. Sellele eelnevale etalonile peab uuritav mineraal ise jätma kriimu või siis olema niisama kõva. Mineraali kõvadus määratakse Mohsi meetodil  $\frac{1}{2}$  astme täpsusega.

Kriimustamiseks tuleb valida mineraali sile, murenemata pind. Et veenduda, kas mineraal tõepoolest teist mineraali kriimustas või jättis selle pinnale vaid pulberja purunemisjälje, on vaja kriimustusjalg näpuga hoolikalt laiali hõõruda ning kriimu vaadelda luubi all.

Mohsi kõvadusastriku kõrval kasutatakse mineraalide suhtelise kõvaduse määramiseks ka kindla kõvadusega esemeid. Näiteks on sõrmeküüne kõvadus 2–2 $\frac{1}{2}$ , vaskrahal 3, taskunoal või nõelal 5 $\frac{1}{2}$ , aknaklaasil 5 $\frac{1}{2}$  või 6 jne.

Väga pehmed mineraalid (kõvadusega 1) tunduvad rasvased, kui neid näpuga katsuda. Niisugused mineraalid ei kriimusta paberit. Kui mineraalile jääb küünega kriimustamisel jälg, ei ole ta kõvadus üle 2 $\frac{1}{2}$ . Küünest kõvemal mineraalil, millele noatera jätab väga kergesti jälje, on kõvadus tõenäoliselt 3. Neljanda kõvadusastme mineraali on noaga hõlpus kriimustada, viienda kõvadusastme mineraalide kriimustamiseks aga on vaja rakendada palju



suuremat survet. Mineraalid kõvadusega üle 6 kriimustavad aknaklaasi. Kõvemaid mineraale leidub looduses harva. Neist on tuntumad granaat ( $7\frac{1}{2}$  või 8), topaas ja turmaliin (8) ning korund (9). Sünteetiline abrasiivmaterjal karborund (SiC) on kõvaduselt ( $9\frac{1}{2}$ ) lähedane teemandile. Viimastel aastatel on valmistatud ka teemandiga kõvaduselt sarnanevaid materjale.

Mineraalide kõvadus sõltub nende kristallstruktuuri tihedusest ja aineosakestevahelisest energeetilisest seosest. Et paljude kristallide ehitus on vektoriaalselt erinev, siis on eri tahkudel erinev ka nende kõvadus. Tavaliselt on need erinevused väga väikesed. Selgemalt avalduvad kõvaduse erinevused kaltsiidil, mille romboeedritahkudel (lõhevspindadel) on kõvadus 3, prismatahkudel aga 4. Veel suuremad erinevused on küaniidil ehk disteenil (kr. *disthenos* — kaksköva), mille kõvadus piki prisma pinda on 4, sellega risti aga  $6\frac{1}{2}$ .

## Tihedus

Mineraali tihedus sõltub tema struktuurist, samuti keemilisest koostisest. Sarnase struktuuriga kaltsiidi ( $\text{CaCO}_3$ ) ja sideriidi ( $\text{FeCO}_3$ ) tihedus on oluliselt erinev — vastavalt 2,71 ja 3,96  $\text{Mg/m}^3$ . Sõltuvalt lisandelementide raua, mangaani jt. sisaldusest võib sfaleriidi (ZnS) tihedus olla 3,5—4,2  $\text{Mg/m}^3$ . Seega võib tihedus osutada mineraalide keemilisele koostisele. Tiheduse kõikumine on mõnikord põhjustatud ka mineraali poorsusest, lõhelisusest ja mineraali mitteköllaldasest puhtusest (suletised).

Mineraalide tihedus kõigub suurtes piirides — 1-st (merevaik) kuni 23-ni (plaatina rühma mineraalid). Enamiku mineraalide (62%) tihedus on 2—4,5  $\text{Mg/m}^3$ .

Mineraalide tiheduse määramiseks kasutatakse kõige sagedamini **püknomeetrilist** ning **raskete vedelike** meetodit. Püknomeetrilisel analüüsil kaalutakse väikesteks tükikesteks jaotatud mineraal õhus ja püknomeetris, seejärel määratakse püknomeetri mass ja mineraali mass veega täidetud püknomeetris. Mineraali tihedus leitakse valemi  $D = \frac{M}{P_1 - P}$  järgi, kus M on mineraali mass, P — püknomeetri mass veega,  $P_1$  — püknomeetri mass vee ja mineraaliga.

Mineraali tiheduse määramiseks rasketes vedelikes asetatakse uuritava mineraali terakesed vedelikku, millele lisatakse teist lahustuvat vedelikku, kuni vedeliku ja mineraali tihedused võrdsustuvad (terakesed hakkavad vedelikus vabalt hõljuma). Mineraali tihedus leitakse vedeliku tiheduse järgi.

Rasketest vedelikest kasutatakse tiheduse määramisel järgmisi:

1) Kleritši lahus — talliummalonaadi [õunhappetalliumi  $\text{CH}_2(\text{COOTI})_2$ ] ja talliumformaadi (sipelghappetalliumi  $\text{HCOOTI}$ ) lahus, tihedus 4,25; lahjendatakse veega;

2) joodmetüleen ( $\text{CH}_2\text{J}_2$ ), maksimaalne tihedus 3,32; lahjendatakse bensooli või eetriga;

3) Thoulet' lahus ehk kaaliumelavhõbejodiidi ( $\text{HgJ}_2 + \text{KJ}$ ) vesilahus, tihedus 3,196; lahjendatakse veega;

4) bromoform ( $\text{CHBr}_3$ ), tihedus 2,89; lahjendatakse bensooli või piiritusega.

Raskeid vedelikke kasutatakse ka uurijat huvitavate mineraalide või mineraalirühmade eraldamiseks mineraalide segust.

## Magnetilisus

Mineraalide magnetilisuseks nimetatakse nende omadust tõmbuda magneti külge või tõmmata enda külge raudesemeid. See omadus väljendub ilmekalt vähestel mineraalidel. Magnetilisuse astme ehk magnetilise vastuvõtlikkuse alusel jaotatakse mineraalid kolme rühma:

1) ferromagnetilised ehk tugevasti magnetilised mineraalid. Nende magnetilisus on suhteliselt suur ja alati positiivne. Peene pulbrina tõmbuvad need mineraalid magneti külge, mineraalipaladena aga mõjutavad kompassinõela. Siia kuuluvad magnetiit ja pürroitiin;

2) paramagnetilised ehk nõrgalt magnetilised mineraalid, mille magnetism on positiivne. Sellesse rühma kuuluvad rauda sisaldavad mineraalid hematiit, götiit, ilmeniit, biotiit jt.;

3) diamagnetilised ehk nõrgalt magnetilised mineraalid, mille magnetism on negatiivne. Vabalt (näiteks niidi otsa riputatult) tugevasse magnetvälja paigutatud dia-

Tabel 5. Mineraalide suhteline (rauaga võrreldud) magnetiline külgetõmbejõud (raua väärtuseks on võetud 100)

Magnetiit	40,18	Püriit	0,23
Ilmeniit	24,70	Sfaleriit	0,23
Pürroitiin	6,69	Molübdeniit	0,23
Sideriit	1,82	Dolomiit	0,23
Hematiit	1,32	Apatiit	0,21
Tsirkoon	1,32	Talk	0,15
Limoniit	0,84	Kalkopüriit	0,14
Korund	0,83	Kips	0,12
Pürolusiit	0,71	Fluoriit	0,11
Granaat	0,40	Ortoklass	0,05
Kvarts	0,37	Galeniiit	0,04
Rutiil	0,37	Kaltsiit	0,03

magnetilised mineraalid orienteeruvad vastupidiselt ferro- ja paramagnetilistele mineraalidele nii, et nende pikem telg jääb magnetvälja jõujoontega risti. Sellesse rühma kuuluvad kaltsiit, kvarts, galeniit jt. mineraalid.

Magnetilised omadused on eriti olulised mineraalide magnetilisel ja elektromagnetilisel separeerimisel. Elektromagneti magnetvälja intensiivsuse muutmise teel on võimalik eraldada nii ferro- ja diamagnetilisi kui ka paramagnetilisi mineraale. Elektromagnetilisse fraktsiooni lähuvad peale rauda sisaldavate mineraalide ka granaat, amfiboolid, pürokseenid, turmaliin ja glaukoniit. Mittelektromagnetilised mineraalid on apatiit, galeniit, dolomiit, kaltsedon, kaltsiit, kvarts, küaniit, markasiit, opaal, ortoklass, sideriit, sfaleriit ja fluoriit, samuti osa pürokseene ning amfiboole (tabel 5).

Mineraalide magnetilistele omadustele tugineb mõnede maakide rikastamine magnetilise separeerimise teel. Magnetiidi jt. rauamineraalide magnetilistel omadustel põhineb ka rauamaardlate magnetomeetiline otsingumeetod: isegi üsna sügaval maakoos esinevad magnetiidilasandid põhjustavad Maa üldises magnetväljas kohalikke hälbeid ehk anomaaliaid. Et erivanuselised ja erineva koostise või tekkega kivimikompleksid sisaldavad magnetilisi mineraale erineval hulgal, siis on magnetomeetria kui Maa süvakihtide geofüüsikaline uurimismeetod tulemusrikkalt rakendatav maakoore sisestruktuuri selgitamisel.

## Luminesents

**Luminesentsi** all mõistetakse mõnede mineraalide omadust helenduda mingi välise mõjutuse, näiteks kuumutamise või ultraviolet-, katood- ja röntgenikiirte toimel.

Luminesents võib mineraalides avalduda kas ainult välisteguri toimeaja vältel (fluorestsents) või ka mõni aeg pärast seda (fosforestsents). Viimasel juhul on saadud energia (näiteks valgusenergia) kristallis akumuleerunud ning vabaneb sealt pikkamööda.

**Fosforestsentsi** esineb mineraalidel harva. Seda on kirjeldatud pärast kipsi-, fluoriidi- ja aragoniidipalade valgustamist ning apatiidi-, fluoriidi- ja barüüdikristallide kuumutamist.

**Fluorestsents** seevastu on väga ulatuslikult levinud. Tüüpiliseks näiteks on fluoriit, mis helendab nii kuumutamisel (termoluminesents) kui ka tema kristallide hõõrumisel või muljumisel (triboluminesents). Viimane on iseloomulik samuti heledatele sfaleriidierimitele ja muskoviidile.

Soovimaks veenduda, et termoluminesents on iseloomulik ka meil laialt levinud mineraalidele, näiteks kvartsile ja kaltsiidile, võite korraldada järgmise katse. Puitake elektripliidil tuliseks aetud malmpannile pimedas ruumis veidi liivaterakesi. Teie silme ees lööks nagu sirama tähistaevas, kus on mitmesuguse eredusega tähti. Nendest helendavad ühed valge, teised kollase, kolmandad punaka, neljandad aga roheka värvusega. Fluoriiditerakesed annavad kuumutamisel väga erksa sinise või lilla helgi.

Luminesentsi värvus ja intensiivsus on tingitud kristalli ruumvõres esinevatest vöörioonidest ehk aktivaatoritest (Mn, Cr, Ag, Cd, Cu, Mo, Pb jt.). Nende mõjul muutub kristallstruktuur defektseks ja neelab ergastavat kiirgust, eraldades seejuures pikemalainelist, s. o. nähtavat valgust. Temperatuuri tõstmisel termoluminesents intensivistub, kuid ülekuumutamisel kaob ega taastu enne uut ergastamist.

Luminesentsi kasutatakse mineraalide määramisel ja nende tekkeviisi ning koostise uurimisel. Kõige sagedamini rakendatakse mineraloogialaboratuurides katoodluminesentsi, sest katoodkiirtes lumineseerub rohkem mineraale kui ultraviolettkiirtes. On olemas katoodlampe, mida saab kasutada ka mikroskoobiga töötamisel.

Viimastel aastatel on mineraalide termoluminestsentsi edukalt kasutatud pleistotseeni setete füüsikalise vanuse määramisel. Nendes töödes kuulub juhtpositsioon Eesti uurijatele.

## Muud tunnused

Paljud mineraalide füüsikalised omadused, nagu elektri- ja soojusjuhtivus, piesoelektrilised omadused, radioaktiivsus, painduvus, elastsus jt., vajavad täpseks määramiseks eriseadmeid ega saa seetõttu anda asjaarmastajale mineraali määramiseks vajalikku lisainformatsiooni. Seepärast on vaja teada mineraalide selliseid tunnuseid, mida saab kindlaks teha ilma igasuguste vahenditeta, meelelundite abil. Olulisim on mineraalide määramisel nägemismeel ja suurtele kogemustele toetuv nägemismälu, mis komplekselt haaravad enamiku eespool iseloomustatud füüsikalisi tunnuseid (mineraali väliskuju, värvus, läige, murd, lõhevus). Mõnede mineraalide määramisel võib lõpliku järelduse tegemisel otsustavat osa etendada hoopis maitsmis-, haistmis- või kompimismeel.

Soolane **maitse** on näiteks keedusoolal ja sülviiinil, kusjuures viimane on esimesest märksa kibedam. Maitse olemasolu viitab ühtlasi mineraali vees lahustuvusele.

**Lõhn** on sümptomaatiline väävliit või arseeni sisaldavatele mineraalidele. Näiteks püriidi- ja markasiidimugulate või -kristallide purustamisel on tunda iseloomulikku väävilõhna, arsenopüriidi purustamisel aga küüslaugulõhna meenutavat arseenilõhna. Spetsiifilist lõhna tunnevad mõnede teistegi mineraalide (fluoriit, kaltsiit, fosforiidimugulad jt.) purustamisel või pulbristamisel. Merevaik lõhnab meeldivalt tugeval kuumutamisel või põlemisel.

**Kompimismeel** on suureks abiks pulbriliste mineraalide määramisel. Näiteks rasvasena tunduva talgi määramiseks tuleb teda tingimata näpuga katsuda. Väliselt sarnaneb talgiga mõnikord kaoliniit, kuid oma peendisperse ehituse ja vees lahustumatuse tõttu kleepub ta huultele talgist erinevalt. Välisilmelt valgele kaoliniidile lähedane kriit, mis samuti kleepub huultele, tundub näpu vahel hoopis kare.

Meeelise taju osatähtsus mineraalide määramisel on seda suurem, mida rohkem on määrajal kogemusi. Näiteks

oskab vilunud mineraloog ligikaudselt hinnata mineraalipala tihedust juba peopesal. Mineraalipala väljatagumisel ümbritsevast kivimist õpib ta tundma selle kõvadust, kuju, murdu, lõhevust ja kaasmineraale. Määrata mineraali, mille oleme leidnud ise paljandist, on alati võrratult lihtsam kui määrata mõnda teadmata päritoluga mineraali, sest peale kõigi kirjeldatud tunnuste on oluline tunda mineraali esinemise tausta. Kogenud geoloog teab, et kindla tekkega kivimites võib olla vaid sama tekkeviisiga mineraale või nende murenemissaadusi.

## MINERAALIDE TEKE JA LEVIK

Mineraalide tekketingimustest kõneldes viidatakse enamasti maapõues valitsevale kõrgele temperatuurile ja suurele rõhule. Tehakse juttu tulivedelast magmast kui maakoort moodustavate kivimite ning mineraalide peamisest lähteainest. Seejärel kirjeldatakse tegutsevaid vulkaane, fumarooli ja solfataare, kus jahtuvast laavast või kondenseeruvatest gaasidest-aurudest kristalliseeruvad vulkaanilistele aladele iseloomulikud mineraalid. Meenu-tatakse ka salapäraseid ülikuumi maasiseseid vesilahu-seid — hüdroterme, mis võivad endas lahustunud mine-raalainest mööda lõhepindu kaugele edasi kanda ja lades-tada seda alates 500 °C-st kuni maapinnalähedastes kihti-des valitseva temperatuurini.

Niisugune ettekujutus mineraalide päritolust on siiski ühekülgne, sest see hõlmab mineraalide tekkeprotsesse vaid Maa süvakihtides. Mineraalid ei teki mitte ainult hõõguvtulise magmakolde aeglasel jahtumisel sügaval maakoos, vaid ka maapinnal — meie endi silmade all. Nad sünnivad mullakihis, soos ja rabas ning veekogude põhjas, kus setib mitmesugust mineraalset ja orgaanilist materjali. Teiste sõnadega, mineraalide pidev tekkeprot-sess on nagu nende laguneminegi iseloomulik kogu meid ümbritsevale eluta loodusele.

Ent mineraaliteke ei ole ainult eluta looduse avaldus ega füüsikalise-keemiliste protsesside prioriteet. Paljude maapinna lähedal kujunenud mineraalide sünnil on kas otsest või kaudset abi osutanud mitmesugused organis-mid — bakterid, lubi-, räni- või fosfaatskeletiga vetikad, teod, karbid, sammalloomad jt. Tõelised kaltsiiditehased

on korallid, mis moodustavad süsihappekaltsiumi mikrokoopilistest kristallikestest koosnevaid rifisaari. Kuna-giste organismide elutegevuse jälgi tähistab sageli püriit, mis võib mõnikord moodustada taimejäänuste, ussikäi-kude ja mikroorganismide valatisi — ihniite. On juhtunud sedagi, et aastamiljoneid maapõues lebanud puu on kivistunud selle ränistumise ja kvartsiga asendumise tõttu.

Peale jahtuva magma või vulkaanilaava võivad mine-raalid kujuneda ka maapõues ringlevast vesilahusest või pinnavees lahustunud ühendeist. Need ühendid sadestu- vad veekogu põhja kas keemiliselt või organismide vahen- dusel. Organogeense tekkega mineraalid esinevad ena- masti fossiilide ehk kivististena ja nad on settekivimites levinud kõrvuti keemiliselt sadestunud mineraalidega.

Mitte kogu veekogu põhja settinud materjal ei kujuta endast algselt mineraale. Maismaalt kantud purdmineraa- lide ehk allotigeense te mineraalide kõrval leidub siin rohkesti kolloidseid ühendeid ja orgaanilist materjali. Need on uute mineraalide lähtematerjaliks. Settes või settekivimis tekkinud mineraale nimetatakse a u t i g e e n- s e t e k s.

Muutunud keskkonnatingimustes võivad mineraalid osu- tuda ebapüsivaks ning asenduda teistega. Seega võib mineraali lähtematerjaliks olla ka mingi juba olemasolev mineraal.

Igat mineraali iseloomustab kindel rõhu ja tempera- tuuri piirkond, kus ta on püsiv. Kui mineraal satub teist- sugustesse tingimustesse, võib muutuda ta siseehitus, ilma et mineraal ise laguneks. Ühesuguse keemilise koost- ise, kuid erineva kristallivormi ja omadustega mineraale nimetatakse polü mor f s e t e k s m o d i f i k a t s i o o- n i d e k s.

Erinevates keskkonnatingimustes tekkinud isokeemili- sed, s. t. ühesuguse keemilise koostise, kuid erineva struk- tuuri ja omadustega mineraalid on näiteks aragoniit ja kaltsiit ( $\text{CaCO}_3$ ) ning markasiit ja püriit ( $\text{FeS}_2$ ). Kvart- sil ( $\text{SiO}_2$ ) on teada koguni 10 polümorfset modifikat- siooni, mida erineva tekketemperatuuri tõttu (tabel 22) saab kasutada paleotermomeetritena, et teha kindlaks neid mineraale sisaldavate kivimite tekketemperatuur ja -tingimused. Usaldusväärsed paleotermomeetrid on vaid sellised mineraalid, mis on suhteliselt püsivad ka mada-

lal temperatuuril ega lähe jahtudes üle madalama temperatuuriga modifikatsioonideks.

Nagu juba öeldud, põhjustab välistingimuste muutumine enamasti mineraali lagunemise ja ta struktuuri ning keemilise koostise muutumise. Laguneva mineraali asemel võib tekkida üks või mitu uut mineraali. Uutes keskkonningimustes ebastabiilseks osutunud mineraali lagunemine ja püsivamaga asendumine ei ole hüppeline, vaid aegajärkude protsess. Seetõttu võime maapinnal kohata üheskoos mitte üksnes maapinna lähedal tekkinud mineraale, vaid ka maapõue eri sügavusvöödes erinevate rõhkude ja temperatuuride juures väljakristalliseerunud mineraale.

Alles päris maapinna lähedal, kus mineraali lagunemist soodustavad temperatuuri kõikumine, niiskus ja vaba hapniku juurdepääs, toimuvad muutused suhteliselt kiiresti. Tüüpilised protsessid on siin ühendite hapendumine ja hüdratatsioon. Nende protsesside tagajärjel kujunevad sügaval maakoos tekkinud tihedatest mineraalidest väiksema tihedusega hapnikurikkamad ning maapinnalähedastes tingimustes püsivamad mineraalid. Viimaste hulgas on esikohal savimineraalid — illiit, kloriit ja kaoliin. Raudoksiidid ja -sulfiidid lähevad üle punasteks või pruunikateks raudhüdrosiidideks.

Mitte kõik süvakivimitele iseloomulikud mineraalid ei lagune maapinnal ühtlaselt. Graniidi murenemisel on näiteks ta koostismineraalidest päevakividest, vilgust, küünekest ja kvartsist viimane vägagi vastupidav ning säilib muutumatult, kuna teised mineraalid lähevad üle savimineraalideks. Kvartsi suure püsivusega ongi seletatav liivade ulatuslik esinemine settekivimite hulgas ning nende koosnemine peasjalikult kvartsiterakestest.

Kivimite murenemist temperatuuri kõikumise mõjul nimetatakse rabenemiseks. Rabenemise tagajärjel kivim lõheneb, praguneb ja pudeneb, ilma et tema koostismineraalid keemiliselt muutuksid. Mineraalide koostise muutumist põhjustavaid protsesse nimetatakse porsumiseks.

Rabenemine ja porsumine esinevad sageli koos, kusjuures esimene valmistab ette soodsa pinnaporsumiseks. Eriti intensiivne on porsumine niiskes troopilises kliimas. Ariidses ja polaarses kliimas on murenemisprotsessides ülekaalus rabenemine.

Maapinna lähedal toimuvaid mineraalitekkeprotsesse



nimetatakse hüpergeneesiprotsessideks ja maakoore kõige ülemist murenemisprotsessidest haaratud osa hüpergeneesivööks. Kivimite pinnal esinevat murenenud kihti kutsutakse murenemiskooriguks. Hüpergeneesiprotsessid etendavad olulist osa mullatekkel: nad vabastavad mineraalsetest ühenditest mitmesuguseid nende ruumvõres leiduvaid keemilisi elemente. Mullakiht on murenemiskoorigu eritüüp, milles murenemisprotsesside kõrval etendavad olulist osa organismide elutegevus ning orgaaniliste ühendite lagunemisel kogunev huumus. Mulla viljakus, lõimis ja toitainetesisaldus sõltub suurel määral lähtekivimi struktuurist, mineraalsest koostisest ning murenemisprotsesside intensiivsusest. Kivimites leidub arvukalt mineraale, mis sisaldavad kõiki taimede kasvuks vajalikke makro- ja mikroelemente, taimede poolt omastatava kuju saavad nad aga alles mineraalide porsumisel.

Maapinnal kuhjunud ning hüpergeneesiprotsessi läbi teinud mineraalid võivad maakoore vajumisel kattuda nooremate settelasunditega ning sattuda uuesti maakoore süvakihtidesse. Rõhu suurenedes ja temperatuuri tõustes kaotavad hüpergeneetilised mineraalid vee ning tihenevad. Samal ajal leiavad aset mitmesugused asendusreaktsioonid, mineraalide ümberkristalliseerumine, konkretsioonide kujunemine ja teised protsessid. Setetes enne kivimi kõvastumist toimuvaid minerageneetilisi protsesse nimetatakse diageneesiks. Mineraalide ümberkujunemine ning uute mineraalide teke jätkub maakooses ka veel pärast settekivimi tsementeerumist ja kõvastumist. Määravat osa nendes nn. katageneetilistes protsessides etendavad kivimi lõhedes ringlevad vesilahused ning mineraliseerunud põhjavesi.

Suurtes sügavustes, kus mineraalide ümberkristalliseerumisel on otsustava tähtsusega lasuvate kivimikihtide surve, kristalliseeruvad peaaegu kõik settekivimites esinevad mineraalid ümber uuteks, kõrgematemperatuurilisteks mineraalideks. Tüüpiliste setteliste mineraalide asemel ilmuvad uued, moondekivimitele ehk metamorfiitidele iseloomulikud mineraalid, nagu talk, sillimaniit, stauoliit, küaniit jt. Moondekivimite mineraalide kooslus võimaldab hinnata kivimi omaaegset laskumissügavust, sest vajumisel ja nn. progresseeruva metamorfismi korral ilmneb mineraalikoosluse ja keskkonnamitingimuste vaheline tasakaal täiuslikumalt kui regressiivse

metamorfismi korral. Igal juhul on geoloogid maakoore kerkimisega seotud taandarenevat moondeprotsesside kulgu, nn. retrograadset metamorfismi, kirjeldanud suhteliselt harva. Sellest võib järeldada, et madala temperatuuri ning väikese rõhu korral tekkinud mineraalid ei saa eksisteerida maakoore süvakihtides ning lähevad kiiresti üle uuele olukorrale vastavasse stabiilsesse olekusse, samal ajal kui vastupidine protsess toimub vaid erandjuhtudel maakoore väga aeglase kerkimise korral. Seetõttu on alust oletada, et maakoores ei ole mineraale, mida ei esineks maapinnal paljanduvates kivimites. Ka ligi kümne kilomeetri sügavuseni ulatuvad puuraugud ei ole muutnud seniseid ettekujutusi mineraalide püsivusest ega ole päevavalgele toonud teadusele tundmatuid süvaminaeraale.

Maakoort võib mineraalitekke seisukohalt võrrelda tohtu suure keemialaboratooriumiga, kus looduslike ühenditega korraldatakse reaktsioonikatseid kõikvõimalikes termodünaamilistes tingimustes. Reaktsioonide soodustamiseks kasutab loodus mineraalitekke katalüsaatoritena sageli mitmesuguseid gaasitaolisi ühendeid, maapinnal näiteks hapnikku, süsihappegaasi ja väävliühendeid. Maakoore süvakihtides etendavad mineraalide kujunemisel olulist osa ülekuumenenud veeaur ning fluori, kloori, boori jt. ühendite aurud. Erinevalt teaduslikes laboratooriumides korraldatavatest eksperimentidest ei ole loodusel oma katsetustes kunagi aeg limiteeritud: nii mõnedki füüsikalised-keemilised protsessid vältavad maakoore süvakihtides miljoneid aastaid.

Ometi ei vii looduslikud füüsikalised-keemilised protsessid lõpmata suurele mineraalide ja kivimite mitmekesisusele. Mineraalitekkel valitsevad aine diferentseerumise ja kristalliseerumise seadused põhjustavad kindlate termodünaamiliste tingimuste korral vaid teatud mineraalikoosluste teket.

Mineraalitekketingimuste ja moodustuvate mineraalide iseloomulike assotsiatsioonide poolest võime põhitüüpina eristada magmalist, hüdrotermaalset, settelist (kemogeenset), biogeenset, hüpergeenset ja metamorfset protsessi. Märgitud jaotus on loomulikult tinglik, sest loodus ei tunnista mineraalitekketsessides rangeid piire. Sellise jaotuse korral on lähtutud määravast mineraalitekketegurist, mis tingib iga tüübi omanäolise mineraalikoosluse (tabel 6).

Tabel 6. Mineraalitekke põhitüübid ja neile vastavad mineraalikooslused

Mineraalitekke põhitüüp	Iseloomulik mineraalikooslus
Magmaline	Kvarts, päevakivid, vilgud, amfiboolid, pürokseenid, oliviin, tsirkoon, turmaliin, apatiit, magnetiit, ilmeniit, rutiil
Hüdrotermaalne	Püriit, pürroitiin, galeniit, sfaleriit, kaltsiit, dolomiit, barüüt, kaltsedon, kvarts
Setteline (kemogeenne)	Kaltsiit, dolomiit, kips, kivisool, fluuriit, fosforiit, sideriit, glaukoniit, manganiit
Biogeenne	Aragoniit, kaltsiit, väävel, püriit, kips, limoniit, opaal, kvarts, fosforiit, vivianiit, merevaik
Hüpergeenne	Illiid, kloriid, kaoliniit, seritsiid, limoniit, tserussiit, anglesiid, malahhiit, kips, leukokseen, vivianiit
Metamorfne	Talk, epidoot, sillimaniit, topaas, disteen, stauroliid, granaat, magnetiit, grafiit

Magmalise ja metamorfse tekkega mineraalid on seotud aluskorrakivimitega, mis Eesti NSV-s on kõikjal kaetud pealiskorrakivimitega. Aluskorrakivimite suurepäraseks näiteks on meil peaaegu kõikjal esinevad rändkivid. Tänu jääajale leidub meil kõiki Soome aluskorrakivimites olevaid magmalise või metamorfse tekkega mineraale. Enamik haruldasi mineraale esineb rändkivides imepisi-keste, vaid mikroskoobi abil määratavate terakestena. Suuremate kristallidega kivimitest väärivad tähelepanu pegmatiidid — gaasitaoliste ühenditega rikastunud jääk-magma kristalliseerumisproduktid. Nendes leiame suuri päevakivikristalle ning kvartsipesi, harvem väga suuri vilgulehekesi ning ilusaid granaadi-, turmaliini-, epidoodi- jt. kristalle.

Rändkivides on mõnikord ka maakmineraale, näiteks püriiti, pürroitiini ja magnetiiti, mis Soome aluskorras moodustavad kohati tööstuslikke maagilasundeid. Enamasti on maagistumine olnud hüdrotermaalne.

Eesti NSV-s on hüdrotermaalse tekkega mineraale nii alus- kui ka pealiskorrakivimites. Laialt tuntud on hüdrotermaalsed mineraalisooned Kesk-Eestis Adavere lademe

dolomiitides Võhma—Pilistvere ümbruses, samuti Kirde-Eesti põlevkivikarjäärides, näiteks Viivikonnas.

Kõigile viimati iseloomustatud mineraalitekettüüpidele on ühiseks jooneks maasisene päritolu. Nende kujunemist põhjustanud soojus ning rõhk on seotud maapõue süva-piirkondadega. Seepärast võib neid kolme tüüpi mineraale nimetada **endogeenseteks** ehk Maa sisejõudude toimel tekkinud mineraalideks.

Endogeensete mineraalide vastandrühm on **eksogeensed** ehk Maa välisjõudude toimel tekkinud mineraalid. Siia kuuluvad setteline, biogeenne ja hüpergeenne mineraal-tüüp. Need tüübid on Eesti NSV-s laialt levinud ja neisse kuuluvate mineraalidega võime tutvuda peaaegu kõikides pealiskorrakivimite paljandites.

## MINERAALIDE KLASSIFITSEERIMINE

Eelmises peatükis jaotasime mineraalid vastavalt nende tekketingimustele kahte rühma ja kuude tinglikku tüüpi. Geneesi alusel võib mineraale liigitada veel mitmeti, näiteks sulamis- (kristalliseerumis-) temperatuuri ja rõhulembesuse või leviku järgi maakoore eri sügavusvöödes.

Vaatamata tekketingimuste olulisusele mineraalide tundmaõppimisel, ei ole mineraalide geneses nende süstematiseerimisel siiski kõige sobivam kriteerium. Ükskõik milliste tekkelooliste tunnuste põhjal me mineraale ka ei jaotaks, ei õnnestuks meil kuidagi vältida ühe ja selle sama mineraali sattumist mitmesse lahtrisse. See on seletav paljude mineraalide heterogeneesiga ehk tekkega erinevates tingimustes. Näiteks mäekristall võib kristalliseeruda jahedatest vesilahustest, kõrgetemperatuurilistest hüdrotermaalsetest lahustest ja graniitsest jääkmagmast. Violetjat mäekristalli ametüsti leidub aga hoopis kvartsiitides — ränirikastes moondekivimites. Kaltsiit on nii lubjakivi kui ka kõrgetemperatuurilisele moondele allunud marmorit moodustav mineraal. Maapinna lähedal sageli leiduvat püriiti võib kohata nii tard- ja moondekivimites kui ka hüdrotermaalse tekkega maagisoontes. Selliseid näiteid mineraalide kuulumisest erineva tekkeviisiga kivi-mitütüüpidesse on rohkesti.

Väga praktiline mineraalide jaotamise kriteerium on nende levikusagedus kivimites või maakooses. Selle tunnuse alusel, nagu eespool märgitud, eristatakse kivimit

moodustavaid, teisejärgulisi (mõni protsent kivimist) ning aktessoorseid (alla 1% kivimist) mineraale. Niisugune jaotus sobib mingi kivimirühma või -tüübi mineraalse koostise iseloomustamiseks, mineraalide üldise süstemaatika aluseks aga ei kõlba, sest ühes kivimitüübis teisejärguline või aktessoorne mineraal võib teises kivimitüübis olla kivimit moodustavaks mineraaliks. Niisama tinglik ja suhteline on peaaesjalikult aluskorrakivimite mineraalide korral kasutatav jaotus primaarseteks ehk esmasmineraalideks ning sekundaarseteks ehk teisesteks mineraalideks. Viimaste all mõistetakse hüpergeneesiprotsesside käigus kujunenud uusmoodustisi, näiteks seritsiiti, kloriiti ja kaoliniiti.

Mineraalide süstemaatika aluseks ei saa võtta ka mineraalide kristallstruktuuri ja seda mitte ainult sellepärast, et mõned omavahel küllaltki erinevate omaduste ning koostisega mineraalid on amorfsed. Kristallstruktuurilise süstematiseerimise korral satuksid ühte rühma väga erineva tekkeviisi, koostise ja omadustega mineraalid, mõned keemiliselt koostiselt identsed või lähedased mineraalid aga langeksid eri rühmadesse. Seetõttu on mineraalide sisehituse korrapära nende klassifitseerimisel küll oluline, kuid siiski teisejärguline kriteerium.

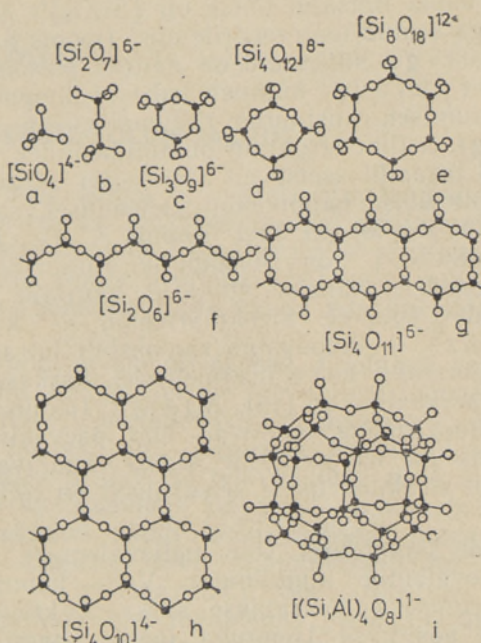
Mis on siis mineraalide süstematiseerimisel nende esmaseks tunnuseks? Mitmesugustele mineraalide klassifitseerimise katsetele vaatamata on tänapäevani jäänud kõige kindlamaks süstemaatika aluseks nende keemiline koostis, mille kõrval arvestatakse ka kristallstruktuuri ning teisi tunnuseid.

Eesti mineraalide käsitlemiseks sobib mineraalide kristalokeemiline klassifikatsioon, milles on 10 klassi (tabel 7). Kristallstruktuur on esitatud klassifikatsioonis väga oluline tunnus kõige arvukama mineraalirühma — silikaatide — korral. Nende struktuuri põhielemendiks on  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ -rühm, milles hapnikuioonid asetsevad tetraeedri tippudes, räniioon aga selle keskes (joonis 8). Niisuguste tetraeedrite omavaheline paigutus silikaadi kristallivõres määrabki mineraali struktuuritüübi (joonis 8, a—i).

Kui  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  tetraeedrid paigutuvad kristallivõres isoleeritult ja on omavahel ühendatud vaid teiste metallide, näiteks  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  või  $\text{Mg}^{2+}$  positiivselt laetud ionide vahendusel, saame ortosilikaatide struktuuri. Selline struktuur on näiteks oliviinil, tsirkoonil ja granaatidel (joonis 8, a).

Tabel 7. Eesti NSV mineraalide kristalokeemiline klassifikatsioon

Klass, struktuuri- rühm	Mineraalid
I Ehedad elemendid	Grafiit, väävel, raud
II Sulfiidid	Püriit, markasiit, pürrotiin, kalkopüriit, arsenopüriit, galeniit, sfaleriit, molübdeniit, kalkosiin, kovelliin
III Haloidid	Fluoriit, kivisool e. haliit, sülviin
IV Oksiidid	Kvarts, kaltsedon, korund, hematit, magnetiit, ilmeniit, rutiil, kupriit, psilomelaan
V Hüdroksiidid	Opaal, götiit, hüdrogötiit, limoniit, mangaaniit
VI Karbonaadid	Aragoniit, kaltsiit, dolomiit, sideriit, malahhiit, antrakoniit, asuriit, tserussiit, smitsoniit
VII Sulfaadid	Kips, barüüt, tsölestiin, epsomiit, angle-siit
VIII Fosfaadid	Apatiit, vivianiit, fosforiit
IX Silikaadid: 1) SiO <sub>4</sub> üksik- tetraeedritega 2) isoleeritud Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> rühmadega 3) rõngasstruk- tuuriga 4) ahelstruk- tuuriga 5) lintstruktu- uriga 6) kihtstruk- tuuriga 7) karkass- struktuuriga	Oliviin, granaadid, tsirkoon, topaas, sillimaniit, küaniit e. disteen, stauroliit Epidoot Turmaliin Enstatiit, bronsiit, hüpersteen, diopsiid, augiit Küünekivi Talk, kaoliniit, biotiit, muskoviit, kloriit, glaukoniit, illiit, montmorilloniit Õrtoklass, mikrokliin, plagioklassid — albiit, oligoklass, labrador
X Orgaanilised mineraalid	Merevaik



Joonis 8. Ränioksiidi radikaalid erinevat tüüpi silikaatide struktuuris.

Teises struktuurirühmas moodustavad silikaadi struktuuri paari viisi liitunud tetraeedrid. Sellise rühma radikaaliks on  $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$ . Niisugune struktuur on näiteks epidoodil (joonis 8, b).

Rõngasstruktuuriga silikaadid moodustuvad kas kolmest, neljast või kuuest ühise hapnikiooniga ringikujuliselt liitunud ränioksiidi tetraeedrist. Radikaali koostis on siin kas  $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$ ,  $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$  või  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$  (joonis 8, c, d, e). Turmaliini struktuuris on koguni kahekordsed kuetetraeedrilised rõngad.

Iseloomustatud kolme silikaatide struktuurirühma ühendab asjaolu, et nende ränihapperadikaalid on isoleeritud ning koosnevad ühest või enamast, kuid lõplikust hulgast tetraeedreist. Seepärast käsitletakse neid üheskoos silikaatide saarstruktuuri tüübina. Nendele nn. lõplike radikaalidega saarstruktuuri tüüpi silikaatidele võib vastandada kõik järgmised, nn. lõpmatute radikaalidega silikaatide struktuurirühmad. Lõpmatu lineaarse radikaaliga

struktuurirühma lihtsaim näide on  $[\text{Si}_2\text{O}_6]^{6-}$  ühiste hapnikioonidega seotud tetraeedrite ahel (joonis 8, f). Ahelstruktuuriga silikaadid on näiteks pürokseenid.

Lintstruktuur kujuneb kahe ränihappe tetraeedriahela liitumisel, kusjuures radikaaliks on  $[\text{Si}_2\text{O}_{11}]^{6-}$  (joonis 8, g). Selline struktuur on amfiboolidel.

Kui ühel tasandil asetsevad ränioksiidi tetraeedrid ühinevad kolme ühise hapnikiooni vahendusel, saame radikaali  $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{4-}$  lõputu kihi (joonis 8, h). Kujunenud kihtstruktuur on iseloomulik ülitäiusliku lõhevusega silikaatidele, näiteks vilkudele, kloriidile ja talgile.

Silikaatide viimane struktuurirühm — karkassstruktuur — moodustub ränioksiidi tetraeedrite liitumisel lõpmatuks kolmemõõtmeliseks karkassiks, mille ränihapperadikaaliks on  $[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8]^{4-}$  (joonis 8, i). Sellesse struktuurirühma kuuluvad kõik päevakivid. Niisugune ehitus on ka oksiidide klassi kuuluval kvartsil ( $\text{SiO}_2$ ), mis struktuurilisest seisukohast on tüüpiline silikaat.

Silikaatide struktuuris võib neljavalentset räni asendada kolmevalentne alumiinium. Vaba hapnikuvalentsi neutraliseerimiseks haaratakse silikaadi kristallivõresse täiendavad positiivse laenguga ioonid, nagu  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  jt. Nii kujunevad muutliku keemilise koostisega alumosilikaadid. Näiteks on ortoklassi koostis  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ , albiidi koostis  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  jne.

Käesoleva raamatu eriosas antud mineraalide valemid peegeldavad nende keemilist koostist. Näiteks kivisool  $\text{NaCl}$  koosneb ühest naatriumi- ja ühest klooriaatomist, püriit  $\text{FeS}_2$  aga ühest raua- ja kahest väävliatomist. Elementide sisalduse määramiseks massiprotsentides on vaja arvestada elementide aatommassi. Näiteks Na ja Cl massi suhe kivisoolas on 23 : 25, Fe ja S massi suhe püriidis aga 56 : (2 × 32).

Selleks et saada paremat ettekujutust mineraali koostisest, kirjutatakse keerukad valemid mõnikord oksiididena. Näiteks ortoklassi valemi  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  põhjal on raske arvutada selle mineraali koostisoksiidide hulka, valemi  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  põhjal võime aga elementide aatommassi tabelit kasutades hõlpsasti leida, et ortoklassis on kaaluliselt 64,8%  $\text{SiO}_2$ , 18,3%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ja 16,9%  $\text{K}_2\text{O}$ .



### III KIVIMID

#### KIVIMITE TEKKELOOLINE JAOTUS

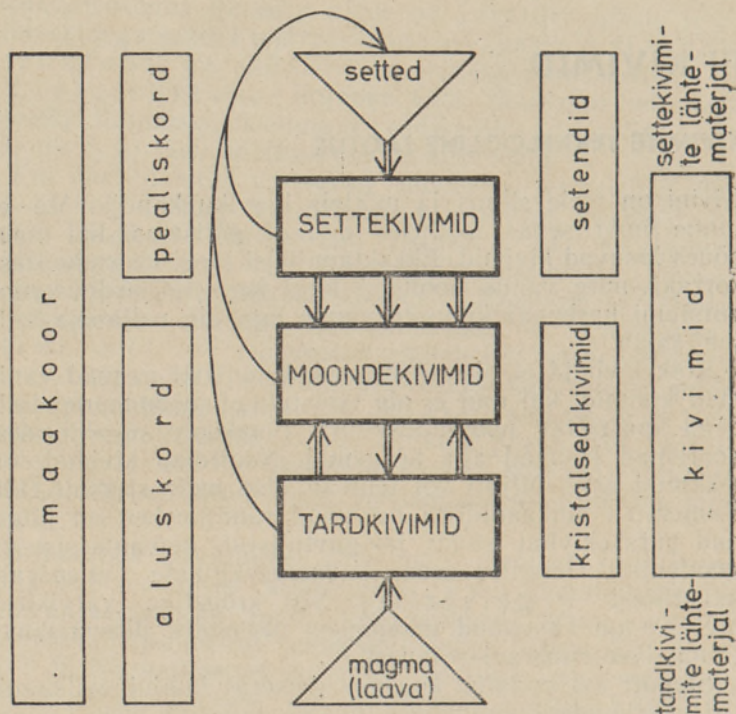
Kivim on meie silmis ja mõtteis igaviku kandja. Me ei tunne ümbritsevas looduses midagi põlisemat kui maapõues lasuvad kivimid. Eksaktanalüüsi järgi on meie aluskorrakivimite vanus poolteist kuni kaks miljardit, ordoviitsiumi karbonaatkivimite vanus aga üle neljasaja miljoni aasta.

Kõik kivimid ei ole nii ürgsed. Enamasti asuvad vanimad kivimid, kui nad ei ole läbi teinud moondeprotsessidega kaasnevat noorenduskuuri, maakoore süvakihtides, nooremad lasuvad aga kõrgemal. Noorimad kivimid on tekkinud alles hiljuti või tekivad otse meie silmade all. Kamtšatka vulkaanidega tutvunud rännumehed on jälginud purskekivimi sünni hõõguvtulisest laavamassist ja imetlenud Geisrite orus kuumaveeallikate imepärast kunstitööd — geiseriiti. See krobeline värvikirev kivivaip on kasvanud maapõuest periooditi ülespaiskuva termaalvee mineraalooladest.

Samuti kui opaalist koosnev geiseriit kuhjub vulkaaniliste piirkondade kuumaveeallikates, ladestub meie Lõuna-Eesti ürgorgude veerudel väljuvatest allikatest lubinõrg ehk travertiin. Selles valges või roosakas kivimis võime kohtuda kiviks tardunud taimeriigiga. Temas on säilitanud oma üllatava vormiilu samblad, kivimi murdepinnal näeme osjade õõnsaid silindrilisi tüvesid, tarnade haralisi kasvusid ja puulehtede jäljendeid. Allikasuudmel võib taim või puuleht kivistuda mõne kuuga. Taimeriigi kivistumist allikaveest sadestuva kalsiumkarbonaadi mõjul võiks tuhandeid kordi kiirendatuna jäädvustada isegi filmilindile.

Otse meie nähes maapinnal tekkivate kivimite loetelu on lühike. See piirdub peamiselt vulkaanilise laava ja mõnedes veekogudes keemiliselt sadestunud kivimitega. Sügaval maapõues lasuva magma väljakristalliseerumine, veekogu põhja settinud lubimuda tihenemine, ümberkristalliseerumine ning üleminek lubjakiviks, samuti pruunsoe tekkimine turbakihist nõuab paljusid aastamiljoneid.

Kerkib küsimus, kas lubimuda, sapropeel, liiv, turvas ja teised veekogu põhja pudeda massina kuhjuvad setted ei



Joonis 9. Kivimite põhirühmad, nende üleminekud ning asend maakooses.

olegi siis kivimid. Opetatakse ju koolis, et kivimid jaotatakse pudedateks ja kõvadeks. Esimete näitena nimetatakse õpikutes harilikult turvast ja liiya, teiste näitena aga graniiti ja kivilu. Kivimi mõiste agaral kasutamisel niihästi maapinnal kuhjuvate pudedate setete kui ka setetest ajapikku kujunevate kõvade settekivimite tarvis satume ummikusse.

Et setete ja settekivimite vahel on piir sageli tinglik ja raskesti määratav, siis arvavad paljud geoloogidki kivimite hulka settekivimid kitsamas mõttes ja ka nende lähtematerjali — setted. Selline kivimi mõiste laiendamine nende lähtematerjalile ei ole aga otstarbekohane ega õige. On ju maapinnale või veekogude põhja kogunenud setted lähtematerjaliks neist kujunevatele kõvadele settekivimitele niisamuti nagu maakooses jahtuv magma või maa-

pinnale tunginud laava tardkivimitele (joonis 9). Magmat ega laavat me aga kivimiteks ei pea. See ei takista magmakolletes toimuvaid keerukaid diferentseerumis-, assimileerumis ja kristalliseerumisprotsesse käsitleda kivimiteadusel — retrograafial.

Litoloogias, settekivimeid käsitlevas teaduses, on tänapäeval kujunemas setete edasikandumist, kuhjumist ja sellega kaasnevat settematerjali ümberjaotumist uuriv teadusharu — sedimentoloogia. Setete muutumist kuni litifitseerunud ehk kõvastunud settekivimite tekkimiseni vaadeldakse litogeneesi ehk settekivimiteke eristaadiumina — diageneesina. Alles selle staadiumi läbinud setted tunnistab litoloogia settekivimeiks. Need on juba kõvastunud ja kompaktsed moodustised, mis tõepoolest vastavad kivimi mõistele ka selle sõna etimoloogilises tähenduses. Setteid ja nendest kujunenud settekivimeid koos on otstarbekas nimetada setenditeks. Settekivimite lähtematerjaliks ei ole mitte üksnes vees lahustunud ja sealt sadestunud keemilised ühendid ning organismide jäänused, vaid ka maapinnal toimivate geoloogiliste tegurite mõjul tekkinud kivimimurend — purdsetted.

Tardkivimite lähteaineks on vahevööst maakoode tunginud ja seal suuremas või väiksemas sügavuses tardunud magma või maapinnale valgunud ja lenduvatest ühenditest vaba laava. Tekkelooliselt tardkivimite ja settekivimite vahepealsed on vulkaanipursetel tekkinud tuhast või jämedamast purdmaterjalist koosnevad püroklastilised kivimid — vulkaanilised tufid. Siin on vulkaanilise päritoluga aine (nagu purdsettedki) edasi kandunud ning selle käigus raskusjõu ja tuule või vee mõjul terasuuruse järgi isegi mõningal määral diferentseerunud. Vulkaani purskekeskmest kaugemal lisandub püroklastilistesse kivimitesse üha enam terrigeenset ehk mandritekkelist settematerjali. Nii moodustuvad vulkaanilis-settelised kivimid, mille näiteks on meie ordoviitsiumi ja siluri karbonaatkivimites vahekihtidena esinev metabentoniit.

Moondekivimid tekivad maakoos kas kõrgenenud temperatuuri, suurenenud rõhu või mõlema teguri ühistoimel. Moondekivimite lähtematerjaliks on sette- ja tardkivimid või moondekivimid ise, kui nende mineraalne koostis ja ehitus ei ole enam uute termodünaamiliste ja füüsikalise-keemiliste tingimustega tasakaalus. Sageli etenda-

vad moondeprotsessides otsustavat osa mitmesugused kivimipoorides esinevad lahused ja gaasid või kaugemalt juurdekantud komponendid. Viimased muudavad ka kivimi keemilist koostist.

Vastavalt sellele, missugune tegur oli kivimi moondel otsustav, jaotatakse moondeprotsessid termometamorfismiks ehk soojusmoondeks, dünamometamorfismiks ehk rõhumoondeks ja mõlema teguri koosmõjul avalduvaks regionaalmetamorfismiks ehk süvamoondeks.

Soojusmoone on kõige paremini jälgitav magmakivimite kontaktialal, kus kunagise kõrgetemperatuurilise sulamagma mõjul ümbriskivim sulas üles. Magma ümbriskivimisse tunginud keemilised ühendid põhjustasid kontaktialal kivimi keemilise ja mineraalse koostise muutmise ning omapäraste hübriidkivimite tekke. Kontaktmetamorfsetele kivimitele on iseloomulik varasematest kivimitest pärinevate ülessulamata reliktide — ksenoliitide — esinemine. Tüüpilised graniidi ja lubjakivi kontaktmetamorfised moodustised on granaadi- ja pürokseenirikkad skarnid. Savikiltade piiril tekivad tavaliselt tihedad sarvkivid. Kontaktoreoolidega on sageli seotud maagilasundid (rauamaagid, polümetallid).

Külgneva magmakolde mõju ümbriskivimitele ei pruugi piirduda kitsa termilise mõjutuse ja puutemoondegaga. Magmakoldest võib neisse kihiti või soontena tungida sulamagma. Eriti sageli esineb graniitse magma injektioone. Ümbriskivimeid osaliselt üles sulatades ja assimileerides moodustavad sellised injektioonid omapäraseid lainelis-vööndilise ehitusega kivimeid — migmatiite, milles kiiresti vaheldub nii terasuurus kui ka mineraalne koostis ning nendest sõltuvalt ka kivimi värvus.

Rõhumoone avaldub eelkõige kivimite tükeldumises ja purunemises, ilma et nende koostis nimetamisväärselt muutuks. Seda põhjustavad tektoonilised kivimiplokkide nihked suhteliselt madalal temperatuuril. Dünamometamorfised kivimid on näiteks müloniidid ja tektiidid — purustatud kivimiosakestest ja muljutud mineraalidest liitunud kivimid.

Regionaalmetamorfism avaldub maakoore süvakihtides ning hõlmab ulatuslikke alasid. Moondeprotsesside intensiivsus sõltub sellest, kui sügaval need protsessid toimuvad. Moondele allunud kivimite sügavusastme indikaato-

reiks on mitmed paleotermomeetrina või -baromeetrina kasutatavad metamorfsed mineraalid, mis on tekkinud kivimi ümberkristalliseerumisel temperatuuri tõustes ja rõhu suurenedes, kuid mis püsivad ka madalama rõhu ja temperatuuri korral. Tänu sellistele maksimumtermo- või -baromeetrina käituvatele mineraalidele saab moondekivimite seas eristada erinevale sügavusele laskunud kivi-meid (metamorfismifaatsiesi).

Maakoore sügavamatest osadest või magmakolletest kerkivate lahuste või lenduvate keemiliste ühendite toimel võib regionaalmetamorfismi korral kivimite keemiline koostis muutuda. Sageli kulgevad mineraalide asendumisprotsessid frontaalse lainena, ilma et kivim tervikuna läheks üle sulaolekusse. Sellise nn. metasomaatilise tekkega on suurem osa meie aluskorra graniitkivimeid. Tüüpilise magmalise tekkega tardkivimid on aluselised intrusiivid, graniitidest aga rabakivid.

Esitatust nähtub, et põhilisedki kivimirühmad on omavahel pidevate üleminekutega seotud. Mõnikord ei ole sugugi kerge otsustada, kas üks või teine kivim on settekivim või tardkivim, tard- või moondekivim. Veel raskem on rangelt piiritleda sette- ja moondekivimit. Kui graniiti olime varem harjunud pidama tüüpiliseks magmakivimite rühma esindajaks, siis tänapäevaste teadmiste valgusel tuleb enamik graniite paigutada hoopis moondekivimite hulka. Nii näeme, et piirid geneetiliselt eripalgeliste kivimirühmade vahel, mis kõigest üks inimpõlv tagasi näisid geoloogidele teravate ning kõigutamatutena, on uurimistööde süvenedes osutunud tinglikeks ning pidevate üleminekute ja vaheastmete tõttu raskesti määratavaiks.

Maakooses kuni 10 km sügavuseni olevatest kivimitest on 95% kristalsed, s. o. tard- ja moondekivimid. Settekivimid moodustavad vaid 5%. Nende hulgas on esikohal savikildad (47%). Järgnevad liiva- (31%) ja lubjakivid (22%). Kui arvestada maapinnal avanevate kivimite pindalalist levikut, on suhe hoopis teistsugune: settekivimeid on 66%. Kristalsetest kivimitest moodustavad sel juhul veerandi vulkaanilised kivimid, mis muidu on esindatud üsna tagasihoidlikult.

Meie koduvabariigi geoloogilisel kaardil leiame vaid settekivimite leppemärke (tahvel XXXII). Vanimad settekivimid, mida leidub paljandites, avanevad Põhja-Eesti paekalda esisel tasandikul. Kohati võib neid näha paljandumas ka paekalda alumises osas (tahvel XXIX, 1).

Lääne-Eesti saartel ning Põhja-Eestis kuni Pärnu—Mustvee jooneni leiame pinnakatte all ordoviitsiumi ja siluri karbonaatkivimeid, Lõuna-Eestis levivad aga devoni liivakivid (tahvel XXIX, 2), aleuroliidid ja savid. Devoni avamusala põhjapiiril ning Kagu-Eestis esineb ka doliimite ja domeriite.

## KIVIMITE STRUKTUUR JA TEKSTUUR

Kogenud eriteadlane teeb harilikult ühe pilguga kindlaks, millise kivimiga on tegemist. Ta võib teile jutustada, millistest mineraalidest see kivim koosneb, milline on tema ehitus ja tekkeviis. See on kõik nii lihtne juhul, kui kõnealune kivim on geoloogi jaoks tavaline, igapäevases uurimistöös kohatav, ning kui kivimis leiduvad mineraalid on palja silmaga või luubi abil hästi eristatavad.

Harva esinevate mineraalidega või väga peeneteralise kivimitüübi täpseks määramiseks teeb geoloog mikroskoopilise analüüsi. Tänu optilistele erinevustele omandavad polarisatsioonimikroskoobis oma näo isegi väliselt sarnased mineraalid. Kivimi pulberpreparaadi uurimisel on võimalik kiiresti kindlaks teha kõik kivimit moodustavad, teisejärgulised ning aktessoorsed mineraalid ning hinnata nende suhtelist hulka. Kõige paremini toob kivimi koostise ja ehituse esile kivimist valmistatud üliõhuke (0,02 mm) plaatjas preparaat — õhik, milles isegi tumedad mineraalid biotiit, amfiboolid ja pürokseenid osutuvad läbipaistvaks. Õhiku mikroskoopilisel uurimisel näeme ka kõige peenemateralistes kivimites mineraalide õigeid suurusvahekordi, nende kuju, omavahelist paigutust, orientatsiooni ja muid tunnuseid, mis määravad kivimi ehituse, s. o. tema struktuuri ja tekstuuri.

Kivimi **struktuuri** all mõistetakse tema ehituse neid jooni, mis on tingitud koostisosade (mineraalide, vulkaanilise klaasi või organismide jäänuste) absoluutsest ja suhtelisest suurusest, kujust ja vastastikustest suhetest. **Tekstuuri** määrab kivimi koostisosade ruumiline paigutus ja orientatsioon.

Kivimi struktuur ja tekatuur on kivimi tekkeage sete termodünaamiliste ning füüsikalise-keemiliste tingimuste, samuti tema hilisemate muutuste peegeldaja. Seetõttu on mõisteta, et eespool kirjeldatud erineva tekkeviisiga kivi-

mirühmad — tard-, sette- ja moondekivimid — erinevad üksteisest ka struktuuriliste ning tekstuuriiliste tunnuste poolest.

Erinevalt teistest kivimirühmadest võivad tardkivimid sisaldada väljakristalliseerunud mineraalide kõrval rohkem või vähem vulkaanilist klaasi. Seepärast jaotatakse tardkivimid selle tunnuse põhjal kristallilisteks; poolklaasjateks ning klaasjateks. Kristalliline struktuur on iseloomulik süva- ja poolsüvakivimitele, samuti paleotüüpilistele purskekivimitele. Klaasjas ja poolklaasjas struktuur, mis kõneleb maapinnale tunginud laava kiirest tardumisest, võib olla säilinud vaid kainotüüpilistes vulkaniitides. Klaasja struktuuriga purskevõim on näiteks Kaukasuses ja mujal noortes kurdmägedes leiduv obsidiaan. Poolklaasjas struktuur on basaldil. Eesti NSV-s kainotüüpilisi purskekivimeid ei ole.

Kristalliline struktuur jaotatakse kristallide absoluutse suuruse põhjal järgmiselt:

j ä m e d a k r i s t a l l i l i n e (j ä m e d a t e r a l i n e) — üle 5 mm;

k e s k m i s e k r i s t a l l i l i n e (k e s k m i s e t e r a l i n e) — 1—5 mm;

p e e n e k r i s t a l l i l i n e (p e e n e t e r a l i n e) — alla 1 mm.

Kui kivimi koostisosad on nii väikesed, et neid ei ole palja silmaga võimalik eristada, on kivim mikrokristallilise või peitkristallilise ehk afaniitse struktuuriga.

Kivimi koostisosade suhtelise suuruse järgi eristatakse võrdteralist, eriteralist, porfüürilist ja porfüüritaolist struktuuri. Võrdteraline on kivim, milles mineraalide kristallid või terad on enam-vähem võrdse suurusega. Aktseessoorsed mineraalid on kivimis tavaliselt põhimineraalidest tunduvalt väiksemad ning neid struktuuri iseloomustamisel arvesse ei võeta. Eriteralise struktuuri eritüübid on porfüüriline (tahvel XXI, 5, 6) ja porfüüritaoline struktuur. Neil on ühtlaseteralises põhimassis ühe, harvem kahe või enama mineraali tunduvalt suuremaid kristalle — f e n o k r ü s t e. Porfüürilise struktuuriga kivimi põhimass on anfanitne, mikrokristalliline või väga peeneteraline, porfüüritaolise oma aga peene- või keskmisekristalliline.

Kivimit moodustavate mineraalide idiomorfismi (kristallograafilise korrapärasuse) ja vastastikuste suhete alu-

sel eristatakse tardkivimites graniidilist (tahvel XXI, 1, 2; tumedad mineraalid on heledamatest idiomorfsemad, kvarts aga ksenomorfe ehk korrapäratu kujuga), ofiidilist (tahvel XXI, 3, 4; plagioklassi kristallid on idiomorfse prismalise kujuga), kirigraniidilist (tahvel I, 6; kvarts ja kaaliumpäevakivi moodustavad korrapäraseid läbikasvusi) ja teisi struktuuritüüpe.

Settekivimites, eriti aga purdkivimites on väga oluline koostisosade absoluutne suurus. Ülekaalus oleval terajämedusel põhineb ka purdkivimite klassifikatsioon (tabel 10). Peene-, keskmise- ja jämedateralisuse mõiste saab purdkivimite korral konkreetse tähenduse alles koos kivi- mitüübi nimetusega (näiteks keskmiseteraline liivakivi, peeneteraline aleuroliit jne.). Peamise granulomeetrilise fraktsiooni järgi eristatakse psefiidilist ( $>1$  mm), psammiidilist (0,1—1,0 mm) (tahvel XXII, 3, 4), aleuriidilist (0,01—0,1 mm) ja peliidilist ( $<0,01$  mm) struktuuri.

Karbonaatkivimeis on koostisosakeste terajämeduse kõrval oluline ka terade tekkeviis ja iseloom. Terajämeduse põhjal eristatakse afaniitse struktuuriga (terad on nähtavad üksnes mikroskoobiga), mudastruktuuriga (keskmine terajämedus alla 0,1 mm) ning teralisi karbonaatkivimeid (terajämedus üle 0,1 mm), terade iseloomu põhjal aga teraliste seas purdset, ooidilist ja detriidilist (fossiilifragmentide korral) struktuuri. Jämeda- ja peeneteraliste (või jämeda- ja peenepurruliste) kivimite vaheline piir on 1 mm. Rohkete kivististe esinemise korral nimetatakse settekivimi struktuuri biomorfseks.

Settekivimite osalisel või täielikul ümberkristalliseerumisel tekivad neis sekundaarsed ehk teiseseid struktuurid, näiteks laiguline ja mosaiikne kristalliline struktuur.

Moondekivimite struktuur sarnaneb suurel määral tardkivimite omaga. Et toonitada moondekivimite struktuuri teket ümberkristalliseerumise e. blasteesi käigus, nimetatakse nende struktuuri blastiliseks ehk kristalloblastiliseks. Lähtekivimi reliktsstruktuuri ilmnemisel kivimis kõneleme blastograniidilisest, blastoofiidilisest, blastopsammiidilisest jne. struktuurist. Mineraalide kuju alusel eristatakse moondekivimites isomeetriliste kristallidega



granoblastilist, väljaveninud kujuga plaatjasoomuseliste mineraalidega lepidoblastilist, pikkade prismaliste kristallidega nematoblastilist ja kiuliste kristallidega fibroblastilist struktuuri. Rõhumoondel purunenud ning muljuda saanud kivimite struktuur on kataklastiline. Selle eritüüp on piklike orienteeritud kivimiosakestega müloniidiline struktuur.

Kivimite struktuur ja tekstuur on tihedalt seotud mõistet, sest neil on kivimi koostisosade näol ühed ja needsamad elemendid. Mõnelgi juhul on nende mõistete vahele teravat piiri raske tõmmata.

Erinevalt struktuurist on kivimi tekstuuri mõiste kasutusel nii kivimi kui ka kivimikompleksi ja kihtide kompleksi kirjeldamisel. Esimesel juhul on tekstuur mastaabilt võrreldav struktuuriga, teisel juhul on ta kategooria aga hoopis kõrgem. Vastavalt sellele teeme vahet kivimipala kirjeldamisel määratava kivimi tekstuuri ning geoloogiliste välitööde käigus iseloomustatava kivimikompleksi või lasundi tekstuuri vahel. Settekivimite puhul kõneleme veel ka kihipinna tekstuurst. Selle näiteks on kihipindadel jälgitavad virgmärgid, kuivalõhed, organismide elutegevuse jäljed ehk ihniidid jne.

Igasuunalise rõhu all kristalliseerunud tardkivimites on levinuim ühtlane ehk massiline, harvem taksiidiline tekstuur. Esimesel juhul on mineraalid kogu kivimis jaotunud ühtlaselt ning kogu kivim on ühtlase struktuuriga. Teisel juhul on kivim eri piirkondades erineva mineraalse koostise või struktuuriga. Nii võib graniitides leida tumedaid pesi, mis on rikkad tumedate mineraalide poolest või koosnevad suhteliselt peeneteralisest kivimist. Piklike mineraalide orienteeritud asendist tingitud võõdiline tekstuur ilmneb sageli tardkivimite massiivide äärealadel ja purskekivimites. Kui mineraalide korrapärane paigutus või valikuline jaotumus on tingitud magma või laava voolamisest, kõneldakse fluidaalsest ehk voolutekstuurst.

Moondekivimites on orienteerunud tekstuurid massiivsetest palju sagedasemad. Iseloomulik on kildaline tekstuur, mille korral plaatjad või prismalised kihtstruktuuriga mineraalid on paigutunud üksteise suhtes rööpselt. See soodustab kivimi lagunemist mööda kindlat kildalisuse pinda.

Kui kihtstruktuuriga mineraalid puuduvad, siis orienteeruvad ühesuunalise rõhu või voolamise mõjul kindlas suunas pikliku või nõelja kujuga mineraalid. Sellisel juhul kõneldakse joonelisest tekstuurst.

Gneissides, amfiboliitides ja migmatiitides on tüüpiline gneisiline tekstuurst (tahvel XVIII, 1, 2 ja XXII, 1, 2). See avaldub kas kõigi pikliku kujuga mineraalide paralleelses orienteerituses või mineraalse koostise ja terajämeduse vöündilises vaheldumises. Erinevalt kildalisest tekstuurst ei jagune gneisilise tekstuurstiga kivim purustamisel väga õhukesteks tasapinnalisteks tükkideks.

Erineva koostisega läätsjate kivimiosade vaheldumisel saame läätsetekstuuri. Läätsedeks on sageli suured päevakivi porfüroblastid, mis peeneteralises kivimis moodustavad silmisgneisi.

Settekivimite tekstuurst on kas massiivne või orienteerunud. Orienteerunud tekstuurst settekivimites avaldub mikrokihilisusena. Selline tekstuurst on omane savidele, aleuroliitidele ja keemilise tekkega settekivimitele. Karbonaatkivimid ja liivakivid seevastu on enamasti massilise tekstuurstiga.

Kivimi tekstuuri määramisel on oluline kivimit jälgida mitmes vastastikku risti asetsevas lõikes, sest orienteerunud tekstuurstid (gneisiline, kildaline, jooneline, vöõdililine, kihiline) avalduvad eriti selgesti vaid ühel pinnal. Sellega risti olevas lõikes vöib jooneline tekstuurst näida mõnikord massiline.

Tekstuurstiline tunnus on ka ruumi täitumus kivimit moodustavate mineraalide või teiste komponentidega. Selle alusel vöib kivimid jaotada tihedateks, poorseteks ning kavernoosseteks. Moondekivimid on oma tekketingimuste tõttu alati tihedad. Tardkivimitest on poorsed vaid mõned kainotüüpilised purskekivimid, näiteks pimss ja tuff. Settekivimite hulgas on poorsed kivimid laialt levinud.

Esmase kavernoosse tekstuuri erijuht on vulkaanilistes kivimites esinev mandelkivitekstuurst (tahvel XVI, 5), mis ilmneb sellenimelistes kivimitüüpides isomeetrilise või pikliku kujuga õõnsustena. Need on osaliselt täitunud kaltsedoni, karbonaatide, kloriidi jt. hiljem tekkinud mineraalidega.

Kavernoosne tekstuurst on tüüpiline ka meie karbonaatkivimitele, kuid neis on see harilikult teisene. Kavernide, s. o. üle 1-mm läbimöõduga tühikute teke on lubjakivides

ning dolomiitides põhjustatud kas kivimi mahu vähenemisest ümberkristalliseerumisega või koostismineraalide osalisest lahustumisest. Settekivimite poorsus ja kaver-noossus on eelduseks põhja- ning mineraalveevarude ole-masolule. Nendeta poleks mõeldavad ka maakoos leidu-vad maagaasi- ja naftamaardlad.

Kivimikompleksi tekstuurina tuleb tardkivimite puhul käsitleda ka paralleelsete lõhede (nn. eraldislõhede) süs-teemist põhjustatud eraldisvorme. Happelistele kivimitele on iseloomulikud ristkülikukujulised eraldisvor-mid. Basalti iseloomustab vertikaalsete jahtumislõhede tõttu kujunev sammasjas eraldisvorm.

Settekivimite lasundite üldlevinud tekstuuriline tunnus on nende kihilisus, mis avaldub kihikompleksi aine-lise koostise, terajämeduse või teiste litoloogiliste oma-duste pütsuunalises muutumises. Lasundite kihiline teks-tuur kujuneb juba settimise ajal ja säilib tavaliselt hästi ka settekivimites. Sõltuvalt settimiskeskonna dünaami-kast võib kihilisus morfoloogiliselt avalduda erinevalt. Tema põhitüübid on rõht-, lainjas ja põimkihilisus. Rõht-kihilisus tekib seisuveekogus, samuti väga suure või väga väikese voolukiiruse korral. Lainja kihilisuse kutsub esile lainetusliikumine. Põimkihilisus tekib siis, kui tuul või vooluvesi kannab purdosakesi luite- või vallitaolistesse kuhjatistesse. Põimkihilisus on iseloomu-lik liivakividele (tahvel XXIX).

Kihilisust liigitatakse kihipaksuse, kihipiiride iseloomu, kihtide leviku, põimkihilisuse elementide jm. põhjal. Kuigi settekivimite lasundite kihilisust põhjustab enamasti set-timistingimuste muutumine, võib see mõnikord olla ka teisese tekkega ning seotud näiteks dolomiidistumisega, konkretsioonikihi tekkega, põhjavee toimega jne.

Kihilisuse uurimine annab rikkalikku teavet nii setti-miskeskonna dünaamika ja settimisbasseini paleo-geo-graafia kui ka kivimis hiljem toimunud muutuste mõist-miseks.

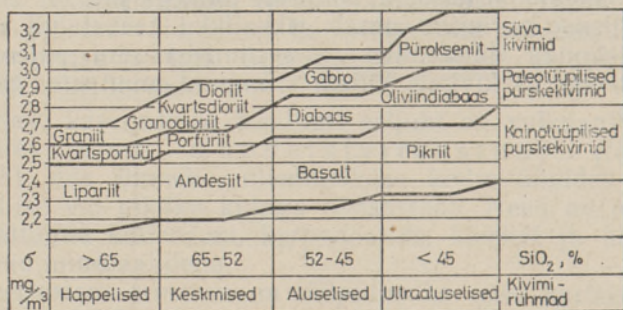
## TARDKIVIMITE KLASSIFIKATSIOON, KOOSTIS JA EHITUS

Tardkivimite süstematiseerimise aluseks on tänapäeval keemiline ja mineraalne koostis. Keemilises koostises on olulisemad tunnused ränioksiidi  $\text{SiO}_2$  ja leelisoksiidide  $\text{K}_2\text{O}$  ning  $\text{Na}_2\text{O}$  sisaldus. Ränioksiidi hulga alusel jaotatakse kivimid happelisteks, keskmisteks, aluselisteks ja ultraaluselisteks, kusjuures piirväärtused on vastavalt 75, 65, 52 ja 45% (joonis 10). Kivim, milles on märkimisväärset hulgal (kuni 20%) leelisoksiide, kuulub leeliskivimite rühma.  $\text{SiO}_2$ -sisalduselt vastavad nad tavaliselt keskmistele kivimitele.

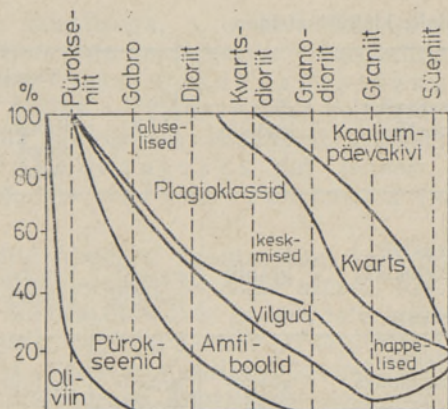
Tardkivimite keskmine mineraalne koostis, mille arvutamisel on lähtutud nende keskmisest keemilisest koostisest, on järgmine:

plagioklass (andesiin)	47%
kaaliumpäevakivi	17%
kvarts	11%
küünekivi, biotiit ja pürokseen	20%
magnetiit, apatiit jt.	5%

Tardkivimirühmades on kivimit moodustavate mineraalide kooslus ja hulk erinev (joonis 11). Happelistes kivimites on tunnusmineraaliks kvarts. Järelikult oli happelise kivimi lähtematerjal ränioksiidist niivõrd küllastunud, et seda jätkus vaba ränioksiidi väljakristalliseerumi-



Joonis 10. Tardkivimite ränioksiidisaldus ja tihedus.



Joonis 11. Olulisemate tardkivimite mineraalne koostis.

seks. Keskmistes ja leeliskivimites võib kvarts esineda vaid teisejärgulise mineraalina, aluselistes ja ultraaluselistes kivimites ta aga puudub.

Kaaliumpäevakivi esinemine kivimit moodustava mineraalina viitab happelise või leelisrühma kivimile. Plagioklassid on levinud kõigis kivimirühmades peale ultraaluseliste, kusjuures nende koostis sõltub kivimirühma kemismist: happelistes ja leeliskivimites on nad naatriumirikkad (happelised), keskmistes ja aluselistes kivimites aga kaaltsiumirikkad (aluselised).

Diagnostilise väärtusega võivad tardkivimirühma määramisel olla teisedki kivimit moodustavad mineraalid. Nii on biotiit kõige levinum happelistes kivimites, amfiboolid keskmistes ja leeliskivimites, pürokseenid aga aluselistes ja ultraaluselistes kivimites. Oliiviin on iseloomulik ultraaluselise rühma kivimitele.

Teisejärgulistest mineraalidest on happelistes kivimites sagedamad granaadid, keskmistes kvarts ja apatiit, aluselistes aga oliiviin, apatiit ja maakmineraalid.

Räni- ja alumiiniumirikkaid silikaate, nagu kvarts ja päevakivid, nimetatakse nende heleda värvuse tõttu heledateks mineraalideks. Seevastu raua- ja magneesiumirikkad silikaadid, nagu biotiit, pürokseenid, amfiboolid ja oliiviin, on tuntud tumedate mineraalidena. Et happeliste

Tabel 8. Tardkivimite klassifikatsioon

Kivimi rühm	Mineraalne koostis	Süvakiivid	Pool-süvakiivid	Purskekiivid	
				Paleotüüplised	Kainotüüplised
Happelised	kvarts K-päevakivi Na-plagioklass biotiid (amfibool)	graniit	graniit-porfüür	kvarts-porfüür	lipariit ehk rüoliit
	K-päevakivi Na-plagioklass kvarts biotiid amfibool	grano-dioriit	grano-dioriit-porfüür	porfüür	datsiid
Leelised	K-päevakivi Na-plagioklass biotiid amfibool	süeniit	süeniit-porfüür	ortofüür keratofüür	trahhüüt
Keskised	Na-Ca-plagioklass amfibool biotiid kvarts	kvarts-dioriit	kvarts-dioriit-porfüür	kvarts-porfüür	andesiid
	Na-Ca-plagioklass amfibool pürokseen (biotiid)	dioriit	dioriit-porfüür	porfüür	—
Alused	Ca-plagioklass pürokseen (amfibool) (biotiid)	gabro labradoriid	gabro-porfüür	diabaas	basalt
Ultra-alused	pürokseen oliviin amfibool	pürokseeniit peridoitiit	pikiit kimberliit	—	—

kivimite koostises on tumedaid mineraale keskmiselt vaid 10%, siis on nad värvuselt heledamad kui keskmised ja aluselised kivimid. Tumedate ja heledate mineraalide hulgaline vahekord ning vastavalt sellele ka kivimi värvus võib isegi ühe ja sellesama kivimirühma piires muutuda.

Normaalse koostisega, s. o. kivimirühmale iseloomuliku keskmise tumedate ja heledate mineraalide vahekorraga kivimeid nimetatakse mesokraatseteks (kr. *mesos* — keskmine, *kratos* — valdav). Kui heledaid mineraale on kivimirühma keskmisest koostisest rohkem, nimetatakse kivimit leukokraatseteks (kr. *leukos* — hele), kui aga vähem, siis melanokraatseteks (kr. *melanos* — tume).

Ülaltoodud nimetusi kasutatakse vaid kivimite iseloomustamisel mineraalse koostise alusel. Kivimi värvus ei sõltu aga üksnes tumedate ja heledate mineraalide suhtelisest hulgast, vaid ka kivimi struktuurist ja mineraalide värvitoonist. Peenekristallilised kivimid on alati tumedamad kui samasuguse koostisega keskmise- või jämedakristallilised kivimid. Kollaka, pruunika või punaka värvitooni võib kivimile anda päevakivide värvus.

Mineraalsele koostisele vastavalt ei ole happelised kivimid mitte ainult kõige heledamad, vaid ka kõige väiksema tihedusega (joonis 10). Keskmistes, eriti aga aluselistes kivimites on tumedate ning raskete mineraalide osatähtsus suurem, mistõttu nad on ka tihedamad. Ülevaate tardkivimirühmade kivimit-moodustavate mineraalide hulgast annab joonis 11.

Tardkivimite mineraalne koostis ei ole juhuslik, vaid allub kindlatele parageneesiseadustele ning on määratud magma kristalliseerumise termodünaamiliste tingimustega. Kivimit moodustavateks mineraalideks on siin silikaadid või alumosilikaadid ja nende kuulumine ühte või teise kivimirühma sõltub mineraali kristallstruktuurist. Karkass- ja kihtstruktuuriga silikaate esineb happelistes, ortosilikaate ning ahelstruktuuriga silikaate aga aluselistes ning ultraaluselistes kivimites. Lintstruktuuriga amfiboolle on kõigis tardkivimirühmades.

Mineraalide parageneesiseaduste kohaselt ei saa kivimi koostisse korruga kuuluda aluseline ja happeline plagioklass, kaaliumpäevakivi ja aluseline plagioklass, kvarts ja oliviin.

Kivimi mineraalikooslus on ta tekkingimuste peegeldaja. Vastavalt tekkekohale jaotatakse tardkivimid süva-, poolsüva- ja purskekivimiteks (tabel 8).

Süvakivimitel on tavaliselt keskmise- või jämedakristalliline struktuur. Maapinnale lähemal tardunud poolsüvakivimitel on peeneteraline või porfüüritaoline struktuur. Viimasel juhul on peene- või keskmisekristallilises põhi-

massis suuremaid päevakivikristalle. Purskekivimid on enamasti tiheda peitkristallilise struktuuriga; üksikkristallid ei ole neis palja silmaga eristatavad. Mõnikord on nende peitkristallilises põhimassis hajutatult mõne millimeetri kuni mõne sentimeetri suurusi kristalle. Sellist struktuuri nimetatakse porfüüriliseks (tahvliid XVI ja XXI, 5—6).

Purskekivimite peeneteralisus ei võimalda neid alati silma järgi täpselt määrata. Sellisel juhul osutub vajalikuks mikroskoopiline, klaasjate erimite korral ka keemiline analüüs. Vulkaanilist klaasi sisaldavad vaid kainotüüpilised purskekivimid. Meil levinud paleotüüpilistes, s. o. vanades vulkaanilistes kivimites on vulkaaniline klaas alati välja kristalliseerunud.

Eespool kirjeldatud tardkivimirühmade ja -tüüpide levik maakooses ei ole kaugeltki ühtlane. Mahuliselt on purskekivimeid süvakivimitest tunduvalt vähem, kuid maakoore ülaosas on nende osatähtsus suhteliselt suur. Näiteks noortes kurdmägedes on neid pindalaliselt niisama palju kui süvakivimeid. Kõige enam on purskekivimitest levinud basaldid, andesiidid ja diabaasid. Neid on 3—4 korda rohkem kui happelise koostisega vulkaanilisi kivimeid. Süvakivimite seas on kõikjal ülekaalus happelised kivimid — graniidid ja granodioriidid, mis moodustavad süvakivimitest enam kui 90%.

## SETTEKIVIMITE KOOSTIS JA KLASSIFIKATSIOON

Settekivimite teke algas Maa geoloogilise arengu sellel perioodil, mil maapinnal hangunud laava ja teised vulkaanide purskeproduktid hakkasid murenema. Peenestatud materjal kandus tuule või vooluveega nõgudesse ja veekogudesse ning settis seal kihtidena. Maakoore tektooniliste liikumiste ning neid kompenseerivate kulutus- ja kuhjeprotsesside käigus allusid murenemisele ka süvakivimid. Aja jooksul suurenes setete lähtematerjalina ka moondekivimite ning varasemate settekivimite osa.

Settekivimite päritolust kõneleb nende keskmine keemiline koostis: see vastab tardkivimite segule, kus  $\frac{2}{3}$  massist on graniidid,  $\frac{1}{3}$  aga basaldid. Niisugune koostis peegeldab hästi tardkivimite tegelikku vahekorda maakooses.

Magmakivimitega võrreldes on eri tüüpi settekivimite



koos kivilalju mitmekesisem. Nende hulgas on rohkesti monomineraalseid ja lihtsa keemilise koostisega kivimeid. See on seletatav settematerjali põhjaliku diferentseerumisega olenevalt kivimite murenemisproduktide mehaanilisest või keemilisest püsivusest, lahustuvusest, tihedusest jt. omadustest. Seega võib veekogudes settimist vaadelda kui protsessi, mille korral loodus on seadnud eesmärgiks materjali fraksioneerimise ning püüdnud koos ladestada võimalikult puhtaid ühendeid või ühesuguse terajämedusega purdmaterjali.

Värskelt kuhjunud materjali iseloomustab kobedus, mistõttu me kõneleme nendest kui setetest. Setete litifitseerumine ehk kõvastumine on aeganõudev protsess. See sõltub settimisbasseini tektoonikast, kivimi koostisest ja struktuurist, maakoore vastava piirkonna vajumise sügavusest ja muust. Seetõttu on setete ja settekivimite piiritlemine üsnagi tinglik. Eesti NSV territooriumil, kus pealiskorrasetete kuhjumisel vanaaegkonna teisest poolest kvaternaarini oli tohtu pika kestusega ajaline lünk, võime sadu miljoneid aastaid tagasi kuhjunud setendeid õigustatult pidada settekivimiteks, kvaternaaris kuhjunud tsementeerumata setendid on aga setted. Erandiks on siin vaid mõned konglomeraadid ning lubinõrg, mis kõvastumisastme järgi tuleb tunnistada kivimiks. Tinglikult käsitleme käesolevas raamatus kivimitena ka mõningaid kompakse ehitusega setteid, nagu kvaternaarset savi, moreeni ja diatomiiti.

Settekivimite klassifitseerimisel peetakse kõige olulisemaks tekkeviisi. Settematerjal võib kuhjuda kolmel põhimõtteliselt erineval viisil: **purdmaterjali mehaanilisel settimisel, soolade keemilisel sadestumisel ja organismide elutegevuse tagajärjel.**

Vastavalt sellele eristatakse ka kolme rühma settekivimeid — mehaanilisi ehk purdkivimeid, keemilisi settekivimeid ja orgaanilisi settekivimeid. Selline kolmikjaotus aga ei rahulda uurijaid, sest siin ei leidu sobivat kohta kahele väga laialt levinud settekivimitüübile — savile ja lubjakivile.

Savid ei kuulu purdkivimite hulka. Erinevalt liivakivist ja aleuroliidist, mille koostisosadeks on edasikandumise vältel vaid granulomeetriliselt sorteerunud ja mehaaniliselt kulunud kivimite murendmaterjal, on saviosakesed hoopis teistsugused kui lähtekivimi mineraalid. Nad on lähtekivimi porsumise ja settimise vältel keemiliselt tub-

listi muutunud ning üle läinud spetsiifilisteks savimineeraalideks. Need annavadki savile tema iseloomulikud omadused. Õeldust järeldub, et savid väärivad käsitlemist omaette rühmana.

Mitme üheaegselt avalduva teguri koosmõjul setib sageli ka lubiaines. Enamasti on siin tegemist  $\text{CaCO}_3$  keemilise sadestumisega, kuid mitmesuguste organismide lubiskeletid ei jäta kahtlust, et osa kaltsiiti on sadestunud ka organismide elutegevuse käigus. Mõnikord võib biokeemiline tegur osutada kivimi koostise kujunemisel isegi määravaks (karplubjakivi, kriit). Seetõttu on täiesti põhjendatud, et ka biokeemilised settekivimid on arvatud eraldi rühma. Orgaaniliste kivimite rühma kuuluvad süsinikurikkad kaustobioliidid — põlevmaavaradena kasutatavad kivimid.

Ka laialt tunnustatud viiejaotuseline settekivimite geneetiline klassifikatsioon (tabel 9) ei ammenda nende kivimite tekke kogu mitmekesisust. Näiteks mergel ja domeriit on tegelikult segakivimid, savi ja lubjakivi või dolomiidi vahepealsed. Oobolusfosforiit sisaldab sageli

Tabel 9. Settekivimite klassifikatsioon

Geneetiline rühm	Iseloomulik tegur või protsess	Kivimitüübid
Purdkivimid	Rabenemine, mehaaniline diferentsiatsioon	Liivakivi, aleuroliit, graveliit, konglomeraat, bretša, moreen
Savid	Porsumine, savimineraalide teke, mehaaniline diferentsiatsioon	Savi, argilliit
Keemilised settekivimid	Keemiline sadestumine	Kivisool, kips, allikalubi, dolomiit, lubjakivi, mergel, domeriit
Biokeemilised settekivimid	Biokeemiline sadestumine, keemiline sadestumine	Lubjakivi, diatomiit, oobolusfosforiit, dolomiit
Orgaanilised settekivimid	Organismide elutegevus	Kivisüsi, antratsiit, kukersiit

Tabel 10. Purdkivimite jaotus terasuuruse järgi

Klass	Terasuurus, mm	Koostisosad		Sete	Settekivim
		suurus	ümardunud (ümardumata)		
Mikropurru- lised	<0,005 0,005 0,01	väikesed	peliditerad	peliit	savi
		suured			
Pisipurru- lised	0,05 0,10	väikesed	aleuriiditerad	aleuriit	aleuroliit
		suured			
Peene- purru- lised	0,25 0,5	väikesed	liivaterad	liiv	liivakivi
		keskmised			
Peene- purru- lised	1,0 2,5 5,0	suured	kruusaterad (mügi- terad)	kruus (mügi)	graveliit
Kesk- mise- purru- lised	25 50	väikesed	veerised (rähased)	veeristik (rähastik)	konglo- meraat (bretša)
		keskmised			
Jäme- da- purru- lised	100 250 500	väikesed	munakad (kamakad)	munakastik (kamakas- tik)	
		keskmised			
Suure- purru- lised	1000 2500 5000	väikesed	rahnud (pankad)	rahnustik (pankas- tik)	
		keskmised			
Hiid- purru- lised	10 000 >10 000	suured	hiidrahnud (hiid- pankad)		

suurel hulgal kvartsiteri ning läheneb selle tunnuse alusel purdkivimile. Diktüoneemakilta võime iseloomustada ühest küljest kui argilliiti, teisest küljest aga kui põlevkivi. Dolomiit on sageli tekkinud lubimudadest või koguni lubjakivist ümberkristalliseerumise teel ning on järelikult teisese tekkega kivim. Seepärast tuleb tabelis esitatud klassifikatsiooni vaadata kui orienteerivat skeemi. Detailsemalt jaotatakse settekivimeid nimetatud rühmade piires

kas keemilise, mineraalse, granulomeetrilise koostise vm. tunnuse alusel.

Terasuurus on aluseks purdkivimite klassifitseerimisel (tabel 10). Skaala tugineb siin kümnendsüsteemile. Kivimitüübi nimetuse määrab valdav granulomeetriline fraktsioon. Kui naaberfraktsiooni on kivimis üle 25%, väljendatakse seda kivimi nimetuses kas nimetavaliselt liituva liitsõnaga või ne-lõpulise täiendsõnaga, kui aga lisandit on vähem (10—25%), siis sufiksiga -(k)as. Näiteks purdkivimit, mis koosneb 60% liivast, 26% aleuriidist ning 14% savist, nimetatakse aleuriitseks savikaks liivakiviks. Nii tuletatakse ka teiste mitmekomponendiliste kivimite, näiteks karbonaatkivimite nimetused.

Kivimi mineraalne koostis on aluseks liivakivide üksikasjalikul klassifitseerimisel. Lubjakivide jaotamisel lähtutakse enamasti nende struktuurist, ooidide sisaldusest, dolomiidistumise astmest jt. tunnustest. Keemiliste sette kivimite jaotamisel on kõige olulisemaks kriteeriumiks nende keemilis-mineraalne koostis.

Kõiki sette kivimeid ühendav tunnus on lasundite kihiline tekstuur, mis kõneleb setete kuhjumise vahelduvusest või rütmilisusest. Perioodilisus või rütmilisus on põhjustatud maakoore tektoonilistest liikumistest, kliimamuutustest ja muust.

Teine sette kivimeid iseloomustav tunnus on loomade või taimede kivistunud jäänuste — fossiilide ehk kivististe — esinemine. Kivististe järgi on tehtud kindlaks orgaanilise maailma arengulugu lihtsaimatest ainuraksetest elusolenditest tänapäevaste eluvormideni. Kivististe tundmisele tugineb samuti suhteline geoloogiline ajaarvestus ning sette kivimikihtide geoloogilise vanuse määramine.

Kõige rohkem on organismide jäänuseid säilinud lubjakivides ja merglites, mis olid kivististele sobivaimaks konserveerumiskeskkonnaks. Seetõttu liigitatakse karbonaatkivimeid sageli ka kivististe või nende fragmentide ehk detriidi hulga ja koostise (karp-, ehinosferiit-, krinoid-, tsüstiid-, vetiklubjakivi jne.) järgi.

## MOONDEKIVIMITE KLASSIFITSEERIMINE

Metamorfismi põhjuste ja tüüpide mitmekesisus, millest oli juttu eespool, tingib eripalgeliste moondekivimite tekke. See teeb moondekivimite klassifitseerimise sette- ja tardkivimite klassifitseerimisest tunduvalt keerulisemaks. Moondeprotsesside iseloomu ei tule selgitada mitte üksiku kivimipala uurimise alusel, vaid ulatuslike kivimikomplekside mineraalse ja keemilise koostise, struktuuri ja tekstuuri muutusi arvestades.

Kivimi keemiline koostis, mis on heaks suunajaks tardkivimite kivimirühma ja -tüübi leidmisel, ei ole moondekivimite klassifitseerimisel määrav, sest üksteisest väga erineva mineraalse koostise, struktuuri ja tekstuuriga metamorfiidid võivad keemiliselt koostiselt olla täiesti sarnased. See asjaolu saab mõistetavaks, kui arvesse võtta, et süvamoondel toimuvad mineraalse koostise, struktuuri ja tekstuuri muutused sageli suletud süsteemis, s. t. ilma et kivimil keemiline koostis muutuks. Näiteks üleminekureas argilliit → fülliit → vilgukilt → vilgugneiss ei pruugi kivimi keemiline koostis üldse muutuda.

Kuigi moondekivimite uurimisel püütakse rekonstrueerida metamorfismi käiku alates lähtekivimist ning tard- ja sette kivimite tekkinud moondekivimid jaotatakse orto- ja parakivimiteks (näit. orto- ja paragneissideks), ei saa metamorfiitide klassifikatsiooni üles ehitada ka lähtematerjalile, sest et lähtekivimi kindlakstegemine ei ole alati võimalik ning ühesugusest lähtematerjalist võivad tekkida erinevad moondekivimid. Vastupidi, juhtub sedagi, et ühesugused moondekivimid tekivad eri lähtekivimist. Näiteks seritsiitkildad võivad tekkida nii savikatest sette kivimite kui ka kvartsporfüüridest. Amfiboliitide lähtekivimiks võib olla nii aluseline tardkivim kui ka mergel. Kvartsiidid ei ole üksnes liivakivide moondeprodukt, vaid nad kujunevad happelise magmaga kontaktis olles ka happelistest purskekivimite.

Rahuldavaks ei saa pidada moondekivimite süstematiseerimise katseid ka eespool kirjeldatud metamorfismitüüpide järgi. Selle põhjuseks on metamorfismi tüüpideks jaotamise tinglikkus. Nagu juba varem märgitud, ei saa moonet esilekutsuvaid põhjusi — rõhku, temperatuuri ja lenduvaid ühendeid — vaadelda omaette, teisi tegureid ignoreerides. Seetõttu on metamorfiitide käsitlemisel vaja jälgida kindla keemilis-mineraalse koostisega kivimite

muutusi dünaamilises seoses keskkonna füüsikalise-keemiliste ja termodünaamiliste tingimuste muutustega. Sellise võimaluse annab vaid moondekivimite mineraalassotsiatsioonide uurimine.

Kindlates termodünaamilistes tingimustes püsivate mineraalassotsiatsioonide põhjal on tänapäeval välja töötatud metamorfismifaatsioste skeem (tabel 11). Selle aluseks on printsiip, et ühesuguse keemilise koostisega kivimitest kujuneb isofatsiaalsetes tingimustes alati üks ja seesama mineraalassotsiatsioon. Lähtekivimite erineva koostise tõttu võib samas metamorfismifaatsieses esineda aga erinevaid mineraalikooslusi, seega ka erinevaid moondekivimitüpe. Faatsiesed, alates rohekiltadest kuni eklogiidini, kujutavad endast süvamoonde progresseeruvat rida.

Soome aluskorrakivimites on moondekivimeid rohekiltadest kuni granuliidifaatsieseni. Kõige enam levinud on amfiboliidi- ja granuliidifaatsiese moondekivimid, mida leidub ka Eesti aluskorrakivimites. Amfiboliidifaatsiesse kuuluvad meil tõenäoliselt ürgaegkonna moondekivimite kompleks Lääne-Eestis ning alam- ja keskaguaegkonna svekofenni kompleksi kivimid Põhja-Eestis. Lõuna-Eesti ürgaegkonna moondekivimid ning Põhja-Eestis Tapa ja Jõhvi ümbruses esinevad aguaegkonna moondekivimid kuuluvad granuliidifaatsiesse.

Tabel 11. Metamorfismifaatsioste skeem

Rõhk $\frac{\text{atm}}{1}$	Temperatuur C°			Kontakt- meta- morfism	Sanidi- niidi- faatsies Sarkivi- faatsies
	→ 250°	400°	700°		
5 000	Rohekiltade faatsies	Epidoot- -amfiboliidi- faatsies	Amfiboliidi- faatsies		
			Glaukofaan- kiltade faatsies		
10 000					Eklogiidi- faatsies

Madalatemperatuuriliste rohekiltade faatsiesele iseloomulikud mineraalid on kloriit, talk, seritsiit ning oliiviini lagunemisel tekkinud serpentiin. Plagioklassidest on siin püsiv vaid albiit. Sellele faatsiesele iseloomulikud moondekivimid on fülliid, kvartsiit, kloriit- ja talkkilt. Siia kuuluvad ka müloniidid. Rohekiltade faatsiese kivimeid läbivad sageli kvartsisooned. Faatsiese kivimeid leidub meil kohati Ida-Eestis rändkividenähtena.

### KIVIMID EESTI NSV GEOLOOGILISES LÄBILÕIKES

Kivimitüüpide levik sõltub piirkonna asendist maakoore põhistruktuuride suhtes ning geoloogilisest arenguloost. Eesti NSV asub Ida-Euroopa platvormi piiresse jääva Balti kilbi lõunanõlval. See tingib nii aluskorrakivimite pealispinna kui ka lasuvate vanaaegkonna sette kivimite kihtide lõunasuunalise kallaku (keskmiselt 2—4 m ühe kilomeetri kohta). Vastavalt sellele avanevad erivanuselised sette kivimid maapinnal üldjoontes lääne—ida-suunaliste vöötmetena, vanemad põhja pool, nooremad lõunas. Neid avamusi katavad vaibana kvaternaarisetted, mille paksus on üsnagi muutuv, mõnedes Lõuna-Eesti mattunud ürgorgudes isegi üle 200 meetri. Loopealsetel kvaternaarisetted puuduvad.

Sette kivimite läbilõige koosneb Põhja-Eestis aguladekonda kuuluva vendi seeria ning vanaladekonna vanima ladestu — kambriumi — terrigeensetest kivimitest, nagu liivakividest, aleuroliitidest ning savidest, millel lasuvad ordoviitsiumi karbonaatkivimid. Kesk-Eestis, Saaremaal ja Hiiumaal lisanduvad neile siluri karbonaatkivimid, Lõuna-Eestis aga devoni terrigeensed ja karbonaatkivimid (tabel 12). Sette kivimite kompleksi ehk pealiskorra kogupaksus on Põhja-Eestis 110—240, Lõuna-Eestis aga kuni 600—800 m.

Peaaegu kõiki meie pealiskorras levinud kivimitüüpe on võimalik jälgida ja lähemalt uurida mitmesugustes looduslikes või kunstlikes paljandites — jõgede kallastel, rannikupankades, paemurdudes ning karjäärides. Seevastu aluskorras olevaid tard- ja moondekivimeid on tundma õpitud üksnes puursüdamike näol. Eesti NSV-s on

Tabel 12. Eesti NSV geoloogilises läbilõikes esinevad kivimitüübid  
Uusladekond

Kvaternaari ehk antropogeeni ladestu

Ladekond, ladestik, lade	Maksimaalne pakusus, m	Levinumad kivimitüübid	Tähtsamad paljandid	
1	2	3	4	
holotseen	>200	setted — liiv, kruus, turvas; diatomiit, konglomeraat, travertiin	Looduslikke ja kunstlikke paljandeid on kõikjal	
pleistotseen		setted — liiv, kruus, moreen, viirsavi; rändkivide näol peamiselt tard- ja moondekivimid		
<b>Vanaladekond</b>				
<b>Devoni ladestu</b>				
ülemdevon	Dubniki	15	savi, domeriit, dolomiit, kips, lubjakivi	ei paljandu
	Tšuidovo	20	organogeenne lubjakivi, keemiline lubjakivi, dolomiit, mergel, savi	ei paljandu
	Pskovi	25	organogeenne lubjakivi, dolomiit, mergel, savi	Tiirhanna, Rõuge
	Snetogori	15	dolomiit, lubjakivi, domeriit, savi	Tiirhanna, Saarlase, Peetri jõgi
	Amata	35	liivakivi, aleuroliit, savi	Peetri jõgi, Vastseliina
	Gauja	56	liivakivi, aleuroliit, savi, graveliit	Sänna, Piusa
keskdevon	Burtneki	100	liivakivi, aleuroliit, savi, domeriit, konglomeraat	Taevaskoja, Võhandu jõgi, Karksi
	Aruküla	60	liivakivi, aleuroliit, savi, domeriit, dolomiit	Kallaste, Tartu, Viljandi
	Narva	120	domeriit, savi, aleuroliit, dolomiit, liivakivi, bretsša, konglomeraat, kips	Soluveski, Gorodenko



	1	2	3	4
keskdevon	Pärnu	30	liivakivi, aleuroliit, savi, dolomiit, domeriit	Tori, Taali
	Rezekne	26	liivakivi, aleuroliit, domeriit, dolomiit	ei paljandu
alamdevon	Tilže	22	liivakivi, aleuroliit	ei paljandu
Siluri ladestu				
ülemsilur	Ohesaare	40	dolomiit, domeriit, lubjakivi, mergel	Ohesaare pank, Loode
	Kaugatuma	60	mergel, lubjakivi	Kaugatuma pank, Vanamõisa, Muratsi
	Kuresaare	30	lubjakivi, mergel, domeriit	Kingissepa, Loode
	Paadla	31	lubjakivi, dolomiit, mergel	Uduvere, Sauvere, Atla, Kogula, Lümanda
alamsilur	Rootsiküla	30	primaarne dolomiit, lubjakivi	Viita, Vesiku, Pamma, Soeginina
	Jaagaraahu	50	primaarne dolomiit, lubjakivi, biohermne lubjakivi	Kesse, Salevere, Jaagaraahu, Kaisma, Püssina
	Jaani	100	mergel, lubjakivi, dolomiit, domeriit	Suuriku pank, Panga pank, Jädivere, Uisu
	Adavere	40	lubjakivi, dolomiit, mergel, purddolomiit, savi	Navesti, Valgu, Saastna, Velise, Mõhküla, Tõrve
	Raikküla	50	lubjakivi, dolomiit	Pusku, Mündi, Paka, Vodja, Raikküla, Keava
	Juuru	40	organogeenne lubjakivi, mergel	Juuru, Tammi, Tammsalu, Hilliste, Sarve, Rohuküla

	1	2	3	4
Ordoviitsiumi ladestu				
ülemordo- viitsium	Porkuni	15	organogeenne lubjakivi, dolomiit, kvartsiivakivi	Porkuni, Rõa, Viru-Jaagupi
	Pirgu	60	lubjakivi, mergel	Pirgu, Niibi, Lohu, Vormsi
	Vormsi	22	detriidiline lubjakivi	Vormsi, Kohila, Kõrgessaare
keskordoviitsium	Nabala	44	afaniitne lubjakivi	Nabala, Saunja, Tõrma
	Rakvere	28	afaniitne lubjakivi	Rakvere, Oandu jõgi, Munalaskme
	Oandu	11	lubjakivi, mergel	Saku, Vasalemma, Oandu jõgi
	Keila	30	lubjakivi, metabentoniit	Keila, Pääsküla, Oandu jõgi
	Jõhvi	11	savikas lubjakivi	Jõhvi, Peetri, Aluvere
	Idavere	15	detriidiline lubjakivi, mergel, metabentoniit	Idavere, Aluvere, Ojamaa jõgi
	Kukruse	23	lubjakivi, kukersiit	Küttejõu, Humala
	Uhaku	14	savi, lubjakivi, mergel, kukersiit	Uhaku, Lasnamägi, Purtse jõgi
	Lasnamäe	3	lubjakivi, dolomiidistunud lubjakivi	Lasnamägi, Kadaka, Ojaküla
	Aseri	5	ooliitlubjakivi	Suhkrumägi, Sõtke
alamordoviitsium	Kunda	12	liivalubjakivi, liivakivi, ooliitlubjakivi, savikas lubjakivi, dolomiidistunud lubjakivi	Paldiski, Jägala-Joa
	Volhovi	4	glaukoniitlubjakivi, kirjuvärviline dolomiidistunud lubjakivi, dolomiit, mergel	Türisalu, Nõmmeveski

	1	2	3	4
	Latorpi	5	glaukoniitlubjakivi, glaukoniitliivakivi, glaukoniitaleuroliit	Keila-Joa, Saka, Varangu
	Tseratopüüge	3	aleuroliit, argilliit, savi	Varangu, Keila-Joa
	Pakerordi	20	liivakivi, aleuroliit, ooboluskonglomeraat, argilliit	Ulgase, Maardu, Iru, Saka
<b>Kambriumi ladestu</b>				
kesk-kambrium	Ruhnu	20	kvartslivakivi, aleuroliit, savi	ei paljandu
alambrium	Irbeni	50	aleuroliit, savi, rauaooliit	ei paljandu
	Soela	30	aleuroliit, savi	ei paljandu
	Tiskre	20	aleuroliit, konglomeraat	Kunda, Narva, Tiskre
	Lükati	18	savi, aleuroliit	Lükati, Kakumägi, Kopli
	Sõru	50	aleuroliit, savi	ei paljandu
Lontova	92	sinisavi, liivakivi	Kunda	
Ardu	4	savi, aleuroliit	ei paljandu	
<b>Agu- ja ürgladekond</b>				
ülem-aguladekond	Voronka	45	kvartslivakivi, aleuroliit, savi	ei paljandu
	Kotliņi	50	hall viiruline savi, aleuroliit	ei paljandu
	Gdovi	60	kirjувärviline liivakivi, aleuroliit, savi	ei paljandu
	Hoglandiseeria	100	rabakivi, kvartsporfüür, plagioklassporfüriit, kvartsiit, konglomeraat	ei paljandu
	Jägala ja Alutaguse kompleks	>1000	gneiss, leptiit, kvartsiit, magnetiitkvartsiit, marmor	ei paljandu
ürgladekond		>1000	biotiitgneiss, amfiboolgneiss, pürokseengneiss, amfiboliit, graniitgneiss, migmatiit	ei paljandu

aluskorra kivimitesse puuritud umbes 200 puurauku. Neist sügavaim on Ruhnu puurauk (787,4 m), mis peaaegu tervenisti asub settekivimeis. Vaid selle 3,4-m alumine lõik ulatub puhastesse porfüüritaolistes rabakividesse.

Meie aluskorrakivimid sarnanevad Soomes otse maapinnale ulatuvate tard- ja moondekivimitega. Neil on ühesugune tekkelugu ja vanus. Soome aluskorrakivimitest leidub meie pinnakattes rikkalikult rändkive (tahvlid XXVII, 3 ja XXVIII).

## ERIOSA

### I MINERAALIDE JA KIVIMITE MÄÄRAMINE

Kuidas talitada, kui olete leidnud teile tundmatu, kuid huvitava mineraali või kivimi? Kõige lihtsam oleks näidata oma leidu kogenud eriteadlasele, kel piisab tavaliselt ühest pilgust, et öelda, millise mineraali või kivimiga on tegemist. Vaevalt aga on teil sellise eriteadlase poole pöördumine alati võimalik ja otstarbekaski. Võib-olla on teile suure haruldusena näiv kivi mõnes teises meie rajoonis või kohas üsnagi levinud ja üldtuntud. Aga mis siis, kui olete sattunud tõepoolest suurele haruldusele? See pärast ärge jääge teid korraks erutanud leiu puhul ükskõikseks, ärge unustage oma leidu nimetuna kuuri, aidanurka või kapiriiulile! Proovige kindlasti teda määrata kõigepealt iseseisvalt, kasutades selleks nii oma seniseid teadmisi ja kogemusi kui ka käesolevas raamatus esitatud määramistabeleid ja kirjeldusi!

Mineraali või kivimi õige nimetuse kindlakstegemine annab uuritava objekti kohta hulgaliselt lisaandmeid. Harilikult vaid mõne üksiku iseloomuliku välistunnuse (mineraali värvus, läige, kõvadus, lõhevus, kivimi mineraalne koostis, terajämedus, struktuur, tekstuur jm.) põhjal antud määrang on nagu parool, mis võimaldab saada uuritava objekti kohta muudki olulist informatsiooni (keemiline koostis, tihedus, kristallstruktuur, sulamistemperatuur, ilmastikukindlus jm.), ilma et me seda kõike ise tingimata kindlaks tegema peaksime.

Määrata võib mitut moodi. Kõige levinumad ja tavalisemad mineraalid ja kivimid tehakse kindlaks visuaalse vaatluse teel ning lihtsate vahendite abil. See on ka kõige harilikum ja igapäevane geoloogi tööviis välitöödel.

Haruldaste, samuti peit- ja peenekristalliliste mineraalide ning kivimite määramiseks on neid vaja uurida polarisatsioonimikroskoobiga või tuleb keemialaboratooriumis kindlaks teha nende täpne aineeline koostis. Erijuhtudel rakendatakse mineraali või kivimi määramiseks hinnalist teadusaparatuuri ja tänapäevaseid uurimismeetodeid, millega aine koostis ja süstemaatiline kuuluvus tehakse kindlaks sisestruktuuri põhjal.

Asjaarmastaja võib püsiva huvi ja küllaldaste kogemuste korral küündida geoloogi keskmise visuaalse määramise tasemeni.

Asjaarmastajatel on mineraalide ja kivimite määramiseks soovitatav muretseda endale järgmine varustus:

- 1) 4- ja 10-kordse suurendusega luup;
- 2) mineraalide kõvaduse määramiseks vajalikud võrdlusesemed (vaskraha, taskunuga või nõel ja tükike akna klaasi). Veelgi parem on soetada etalonmineraalide kogu;
- 3) portselanplaadike kriipsu värvuse määramiseks. Selleks sobib purunenud portselannõu võimalikult tasapinnaline kild, millelt glasuurikiht on eemaldatud viili või liivapaberiga;
- 4) 5%-line soolhappelahus karbonaatkivimite ja karbonaatide rühma kuuluvate mineraalide määramiseks;
- 5) kompass mineraalide magnetiliste omaduste määramiseks;
- 6) mensuur ja apteegikaal väikeste mineraali- või kivimipalade mahu ja massi määramiseks, mis on lähteandmeteks tiheduse arvutamisel.

Mineraali või kivimi visuaalse määramise edukus ei sõltu ainult määraja kogemustest, vaid ka määratavast palast, selle ilmekusest, kristallide suuruselt, nende kuju ja tunnuste tüüpilisusest ning kivimi terasuuruselt. Mida suuremad on uuritavad kristallid või mida jämedateralisem on kivim, seda hõlpsam on määramine. Väga peeneteralist mineraaliagregaati või kivimit ei olegi alati silma järgi võimalik kindlaks teha. Raske on ka määrata murenenud pinnaga või teiste keemiliste ühenditega pigmenteerunud mineraali või kivimit. Selliste muutunud palade uurimisel tuleb leida võimalikult värske murdepind, kus kivil on tüüpiline värvus ja läige. Seetõttu on mõisteta, miks paljandite geoloogilisel uurimisel paljanduvate kivimite pind kõigepealt hoolikalt puhastatakse ja murenenud osa eemaldatakse.

Nagu juba raamatu üldosas rõhutatud, on mineraalide ja kivimite määramisel vaja arvesse võtta kõiki ilmnevaid tunnuseid. Kui ühel juhul osutusid olulisteks ühed tunnused, siis teise objekti määramisel võivad iseloomulikuks ja tähtsaks osutada hoopis teised. Seetõttu ei ole õige tunnuseid nende tähtsuse järgi rangelt reastada.

Mineraalide määramise hõlbustamiseks eri tunnuste põhjal on raamatus hulk tabelleid (13—18). Igaühes neist võib leida mitmeid tunnustelt sobivate mineraalide nimesusi. Kõne alla tulevate mineraalide hulk väheneb nimekirja võrdlemisel teiste tabelite andmetega.

Kivimite määramisele asudes on kõigepealt vaja jõuda otsusele, millisesse tekkeloolisse kivimirühma — tard-, sette- või moondekivimite hulka — määratav kivimipala kuulub. Seejuures arvestatakse nii mineraalset koostist, struktuuri kui ka tekstuuri. Leitud kivimirühmast edasi võimalikele kivimitüüpidele juhivad tabelid 19—21. Kivimitüüp määratakse lõplikult eriosas toodud kirjelduste põhjal.

Nii mineraalide kui ka kivimite määramist peaksid hõlbustama raamatus olevad värvitahvlid.

Tabel 13. Mineraalide määramine värvuse ja kõvaduse järgi  
(tüüpiline esinemiskuju on antud poolpaksu kirjaga)

Kõvadus Värvus	1—2 <sup>1/2</sup>	3—4 <sup>1/2</sup>	5—6 <sup>1/2</sup>	7—9
	1	2	3	4
Värvuseta	Kips Haliit Sülviin Muskoviit Flogopiit	Kaltsiit Fluoriit Tserussiit Aragoniit Flogopiit	Oligoklass Albiit Enstatiit Diopsiid Opaal	Kvarts Topaas Korund Turmaliin Tsirkoon Diopsiid
Valge	Kips Haliit Sülviin Anglesiit Kaoliniit Flogopiit Talk	Kaltsiit Barüüt Tsölestiin Anglesiit Tserussiit Flogopiit Aragoniit	Albiit Oligoklass Labrador Apatiit Smitsoniit	Kvarts Kaltседон Korund

1	2	3	4	5
Helehall	Talk Kips	Dolomiit	Sillima- niit	Kvarts Kaltsedon Sillimaniit
Höbevalge			Arsenopüriit	
Tinahall	Galeniiit Kalkosiin Molübde- niit	Galeniiit Kalkosiin		
Terashall	Grafiit	Raud Kupriit	Raud Hematiit	
Hall	Kips Muskoviit Flogopiit	Barüüt Muskoviit Flogopiit Kaltsiit Tserussiit	Oligoklass Labrador Enstatiit Opaal Sillimaniit Smitsoniit	Kvarts Kaltsedon Sillimaniit
Must	Grafiit Limoniit Pürolusiit Biotiit	Sfaleriit Limoniit Pürolusiit Biotiit Götiit Psilomelaan	Augiit Limoniit Pürolusiit Rutiit Götiit Psilomelaan Hematiit Küünekivi Magnetiiit Hüpersteen Ilmeniit	Korund Stauroliiit Turmaliin
Mustjas	Anglesiit Kalkosiin Biotiit	Anglesiit Kalkosiin Biotiit Manganiit Sideriit Tetraedriit Antrakoniit	Hüpersteen Magnetiiit	Kvarts Stauroliiit
Punane	Kips Haliit Sülviin	Barüüt Kupriit Fluoriit Tetraedriit	Granaat Hematiit Oligoklass Ortoklass Epidoot	Granaat Korund Kaltsedon



1	2	3	4	5
Vaskpunane		<b>Borniit</b> <b>Kupriit</b>		
Punakas	Kips Kaoliniit Merevaik	Barüüt Borniit Fluoriit	Granaat <b>Hematiit</b>	Granaat <b>Kaltседон</b> Turmaliin
Roosa	Sülviin	Kaltsiit	<b>Ortoklass</b> <b>Mikrokliin</b>	Granaat Turmaliin Kvarts
Oranž			Granaat	Granaat Tsirkoon
Helepruun	Kaoliniit Muskoviit Glaukoniit	Kaltsiit Muskoviit <b>Dolomiit</b> Sfaleriit <b>Sideriit</b> Barüüt	Augiit Granaat <b>Mikrokliin</b> <b>Ortoklass</b> Sillimaniit	Granaat Sillimaniit Stauroliid
Pruun	Biotiit Flogopiit Limoniit	Antrakoniit Flogopiit Limoniit Götiit Pürrotiin Psilomelaan <b>Sfaleriit</b> Tserussiit	Bronsiit <b>Ortoklass</b> Limoniit Götiit <b>Mikrokliin</b> Psilomelaan Rutiil <b>Püriit</b>	Diopsiid Turmaliin Tsirkoon <b>Stauroliid</b>
Kollakas- pruun	Biotiit Flogopiit Glaukoniit	Biotiit Flogopiit Kaltsiit <b>Dolomiit</b> Sfaleriit	Granaat Götiit Smitsoniit	Granaat <b>Kaltседон</b>
Kollane	Haliit Kaoliniit <b>Väävel</b> <b>Merevaik</b>	Borniit <b>Fluoriit</b> Sideriit Tetraedriit Tserussiit	Diopsiid Epidoot	Diopsiid Epidoot Stauroliid Topaas Tsirkoon
Kuld kollane		<b>Kalkopüriit</b>	<b>Püriit</b> <b>Markasiit</b> Arsenopüriit	

1	2	3	4	5
Mesikollane	<b>Merevaik</b>			
Helesinine	Kaoliniit Vivianiit	<b>Küaniit Tsölestiin Fluoriit</b>	<b>Küaniit</b>	<b>Korund Kvarts</b>
Sinine		<b>Asuriit Fluoriit Malahhiit Tsölestiin</b>	<b>Küaniit Labrador</b>	<b>Korund Topaas Turmaliin</b>
Tumesinine või sinakas- roheline		<b>Asuriit Fluoriit Malahhiit</b>	<b>Apatiit Epidoot Labrador</b>	<b>Turmaliin Epidoot</b>
Lilla		<b>Borniit Fluoriit</b>	<b>Apatiit</b>	<b>Topaas Ametüst</b>
Roheline	<b>Glaukoniit Kloriit</b>	<b>Glaukoniit Kloriit Fluoriit Malahhiit Küaniit</b>	<b>Apatiit Augiit Epidoot Küünekivi Küaniit Granaat</b>	<b>Oliiviin Turmaliin Epidoot Granaat</b>
Hele- roheline		<b>Fluoriit</b>	<b>Oligoklass Epidoot Sillimaniit</b>	<b>Diopsiid Epidoot Sillimaniit</b>

Tabel 14. Mineraalide määramine kriipsu värvuse ja kõvaduse järgi

Kõvadus Kriips	1—2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3—4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5—6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7—9
	1	2	3	4
Värvuseta	Vivianiit	Fluoriit Sfaleriit		Korund Topaas
Valge	Biotiit Epsomiit Flogopiit Haliit Kaoliniit Muskoviit Sülviin	Aragoniit Barüüt Biotiit Dolomiit Flogopiit Fluoriit Kaltsiit Küaniit Muskoviit Tserussiit Tsölestiin	Apatiit Bronsiit Diopsiid Enstatiit Epidoot Granaat Hüpersteen Küaniit Labrador Oligoklass Oliiviin Opaal Ortoklass Sillimaniit Smitsoniit	Granaat Korund Kvarts Oliiviin Sillimaniit Stauroliit Topaas Turmaliin Tsirkoon
Hall	Galeniiit Kalkosiin Molübdeniit Talk	Aragoniit Dolomiit Galeniiit Kalkosiin Tserussiit	Epidoot Rutiil	Epidoot
Hallikas- must	Galeniiit	Borniit Galeniiit Raud	Arseno- püriit Raud	
Punane		Tetraedriit	Hematiit	
Punakas- pruun		Ilmeniit Kupriit	Hematiit Ilmeniit	
Kollane	Limoriit	Limoniit Sfaleriit	Limoniit Rutiil	
Pruun	Limoniit	Limoniit Manganiit	Götiit Limoniit	

1	2	3	4	5
Helepruun		Sfaleriit	Götiit	
Sinine	Vivianiit	Asuriit		
Roheline		Malahhiit		
Rohekas	Glaukoniit Talk	Kalko- püriit Malahhiit	Küünekivi Smitsoniit	
Must	Grafiit Kovelliin Pürolusiit	Borniit Kalko- püriit Psilo- melaan Pürolusiit Pürroitiin Tetraedriit	Arseno- püriit Ilmeniit Magnetiit Markasiit Psilo- melaan Pürolusiit	

Tabel 15. Mineraalide määramine värvuse ja läike järgi

Läige	Mineraalid ja nende värvus
1	2
Klaasiläige	<b>Värvuseta mineraalid</b> Albiit, apatiit, epsomiit, haliit, kaltsiit, kips, kvarts, muskoviit, oligoklass, ortoklass, sülviin, topaas, turmaliin
Rasvaläige	Anglesiit, kvarts, oligoklass, opaal, tserussiit, tsirkoon
Teemandiläige	Sfaleriit, tserussiit, tsirkoon
Pärlnutriläige	Albiit, flogopiit, kips, küaniit, muskoviit, ortoklass
Siidiläige	Aragoniit, kips
Klaasiläige	<b>Valged mineraalid</b> Albiit, apatiit, aragoniit, barüüt, dolomiit, epsomiit, haliit, kaltsiit, kips, korund, kvarts, muskoviit, ortoklass, sülviin, talk, tsölestiin

1	2
Rasvaläige	Anglesiit, apatiit, kvarts, opaal, tserussiit
Teemandiläige	Anglesiit, tserussiit
Pärlnutriläige	Albiit, barüüt, flogopiit, kaoliniit, kips, labrador, muskoviit, opaal, ortoklass, smitsoniit, talk, tsölestiin
Siidiläige	Aragoniit, kips, tsölestiin
Klaasiläige	<b>Hallikasvalged või hallid mineraalid</b> Aragoniit, barüüt, dolomiit, enstatiit, epidoot, kvarts, labrador, muskoviit, ortoklass, sillimaniit, smitsoniit
Rasvaläige	Kvarts, labrador, oliviin, opaal, sillimaniit, tserussiit
Metalliläige	Arsenopüriit
Teemandiläige	Tserussiit
Pärlnutriläige	Barüüt, epidoot, flogopiit, labrador, muskoviit, opaal, ortoklass, smitsoniit
Siidiläige	Aragoniit, sillimaniit
Metalliläige	<b>Tinahallid mineraalid</b> Galeniiit, kalkosiin, molübdeniit <b>Terashallid mineraalid</b> Grafiit, raud, tetraedriit
Klaasiläige	<b>Punased või punakad mineraalid</b> Barüüt, epidoot, fluoriit, haliit, kips, granaat, oligoklass, ortoklass, sülviiin, stauroliid, turmaliin
Rasvaläige	Granaat, oligoklass, tsirkoon
Metalliläige	Borniit, hematiit, kupriit, rutiil
Teemandiläige	Kupriit, rutiil, tsirkoon
Pärlnutriläige	Albiit, barüüt, epidoot, kips, ortoklass
Siidiläige	Aragoniit, kips
Metalliläige	<b>Vaskpunased mineraalid</b> Borniit, pürrotiin

1	2
	<b>Roosad mineraalid</b>
Klaasiläige	Fluoriit, korund, kvarts, ortoklass, sülviiin, topaas, turmaliin
Rasvaläige	Kvarts
Pärlnutriläige	Ortoklass
	<b>Kollased mineraalid</b>
Klaasiläige	Barüüt, fluoriit, dolomiit, haliit, korund, oliviin, topaas, tsölestiin
Rasvaläige	Oliiviin, väävel, tserussiit, tsirkoon
Metalliläige	Arsenopüriit, kalkopüriit, markasiit, püriit, sfaleriit
Teemandiläige	Götiit, sfaleriit, tserussiit, tsirkoon, väävel
Pärlnutriläige	Flogopiit, tsölestiin
Siidiläige	Götiit, tsölestiin
	<b>Oranzid mineraalid</b>
Rasvaläige	Väävel, tsirkoon
Teemandiläige	Tsirkoon
	<b>Kollakaspruunid mineraalid</b>
Klaasiläige	Limoniit, ortoklass, sideriit
Pärlnutriläige	Ortoklass, limoniit
	<b>Helepruunid mineraalid</b>
Klaasiläige	Augiit, barüüt, dolomiit, muskoviit, sillimaniit, stauroliid
Rasvaläige	Sillimaniit
Siidiläige	Sillimaniit
Pärlnutriläige	Barüüt
	<b>Pruunid mineraalid</b>
Klaasiläige	Barüüt, biotiit, diopsiid, granaat, hüpersteen, labrador, limoniit, stauroliid, turmaliin
Rasvaläige	Diopsiid, tserussiit, tsirkoon
Metalliläige	Kupriit, manganiit, sfaleriit

1	2
Teemandiläige	Götiit, kupriit, tserussiit, tsirkoon
Pärlmutriläige	Biotiit, flogopiit
Siidiläige	Bronsiit, götiit, limoniit
Klaasiläige	<b>Sinised mineraalid</b> Apatiit, fluoriit, haliit, küaniit, korund, labrador, topaas, turmaliin, tsölestiin
Rasvaläige	Apatiit, labrador
Metalliläige	Borniit, kalkosiin
Pärlmutriläige	Küaniit, labrador, tsölestiin
Siidiläige	Tsölestiin
Klaasiläige	<b>Helesinised mineraalid</b> Fluoriit, haliit, küaniit, topaas, tsölestiin
Pärlmutriläige	Küaniit, tsölestiin
Siidiläige	Tsölestiin
Klaasiläige	<b>Tumesinised või sinakasrohelistes mineraalid</b> Apatiit, epidoot, korund, küaniit, turmaliin
Rasvaläige	Apatiit, kovelliin
Metalliläige	Kovelliin
Siidiläige	Aragoniit
Klaasiläige	<b>Lillad mineraalid</b> Apatiit, asuriit, fluoriit, kvarts (ametüst)
Rasvaläige	Apatiit, kvarts (ametüst)
Siidiläige	Aragoniit
Klaasiläige	<b>Rohelised mineraalid</b> Apatiit, augiit, biotiit, epidoot, fluoriit, granaat, kloriit, kvarts, küaniit, küünekiivi, malahhiit, oliviin
Rasvaläige	Apatiit, granaat, kvarts, oliviin, tsirkoon
Metalliläige	Biotiit, bronsiit

1	2
Teemandiläige	Tsirkoon
Siidiläige	Aragoniit, bronsiit, malahhiit
	<b>Helerohelised mineraalid</b>
Klaasiläige	Diopsiid, epidoot, fluoriit, küünekivi, sillimaniit, smitsoniit, talk, turmaliin
Rasvaläige	Diopsiid, epidoot, oliviin, sillimaniit, tsirkoon
Teemandiläige	Plagioklass, tsirkoon
Pärlnutriläige	Epidoot, smitsoniit, talk
Siidiläige	Sillimaniit
	<b>Tumehallid mineraalid</b>
Rasvaläige	Anglesiit, kovelliin
Metalliläige	Kalkosiin
Teemandiläige	Anglesiit, götiit
Siidiläige	Götiit
	<b>Mustad mineraalid</b>
Klaasiläige	Augiit, biotiit, granaat, hüpersteen, korund, kvarts (moorion), küünekivi, limoniit, sideriit, stauroliid, turmaliin
Rasvaläige	Granaat, hematiit, ilmeniit, kvarts, magnetiit, tserussiit
Metalliläige	Biotiit, grafiit, hematiit, ilmeniit, magnetiit, manganiit, pürolusiit, rutiil, sfaleriit, tetraedriit
Teemandiläige	Tserussiit
Pärlnutriläige	Biotiit, sideriit
Siidiläige	Limoniit



Tabel 16. Mineraalide kõvadus

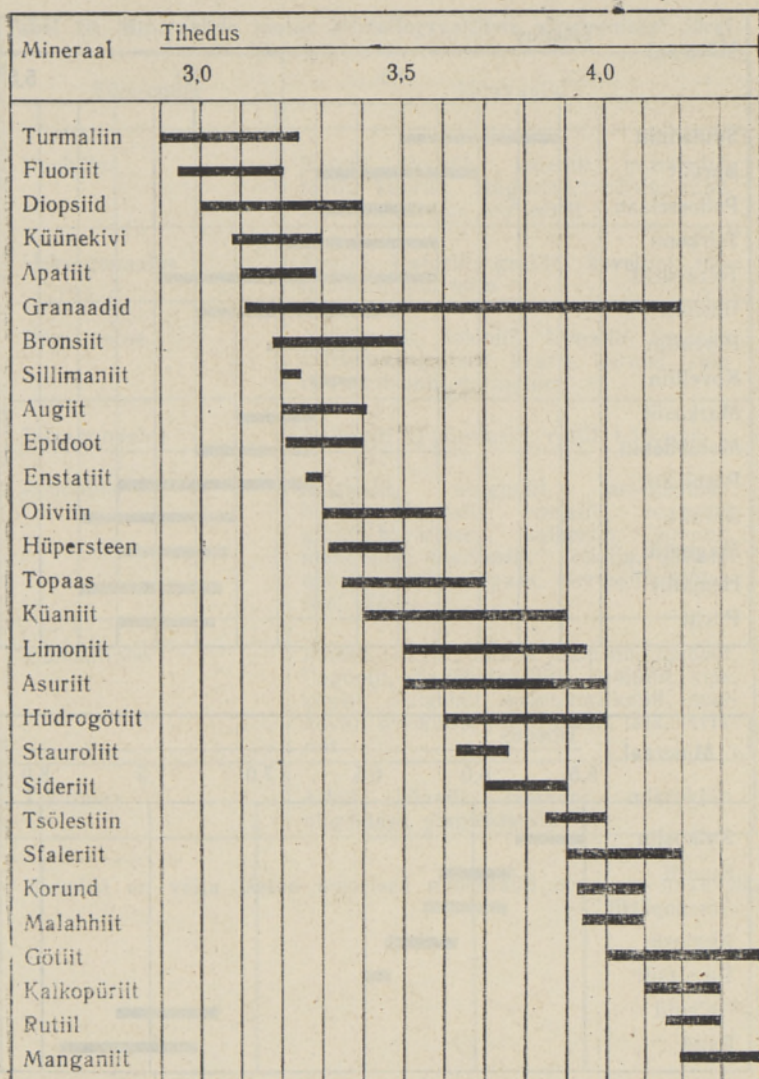
Mineraal	Kõvadus									
	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½
Grafiit	██									
Kaoliniit	██									
<b>Talk</b>	██									
Molübdeniit	██	██								
Kloriit	██	██	██							
Hüdrogötiit	██	██	██	██						
Vaad	██	██	██	██	██					
Limoniit	██	██	██	██	██	██				
Kovelliin		██	██							
Vivianiit		██	██							
Väävel		██								
Glaukoniit		██	██							
<b>Kips</b>			██							
Pürolusiit			██							
Ëpsomiit			██	██						
Merevaik			██	██						
Muskoviit			██	██						
Biotiit			██	██	██					
Flogopiit			██	██	██					
Pürolusiit			██	██	██	██				
Galeniiit				██	██	██				
Haliit				██	██	██				
Kalkosiin				██	██	██				
Anglesiit				██	██	██				
Barüüt				██	██	██	██			
Kaltsiit					██	██	██			
Tserussiit					██	██	██			
Tsölestiin					██	██	██			
Antrakoniit					██	██	██	██		
Borniit					██	██	██	██		

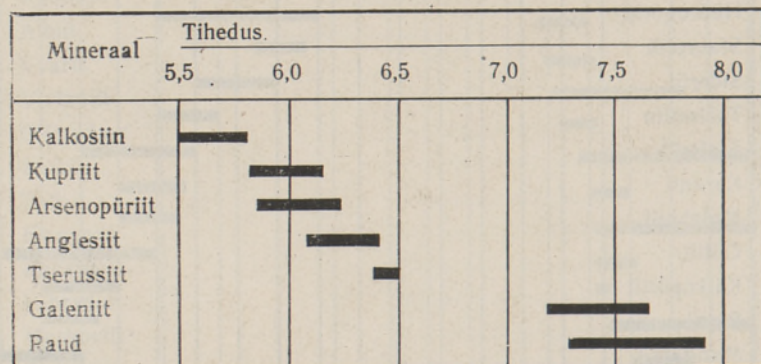
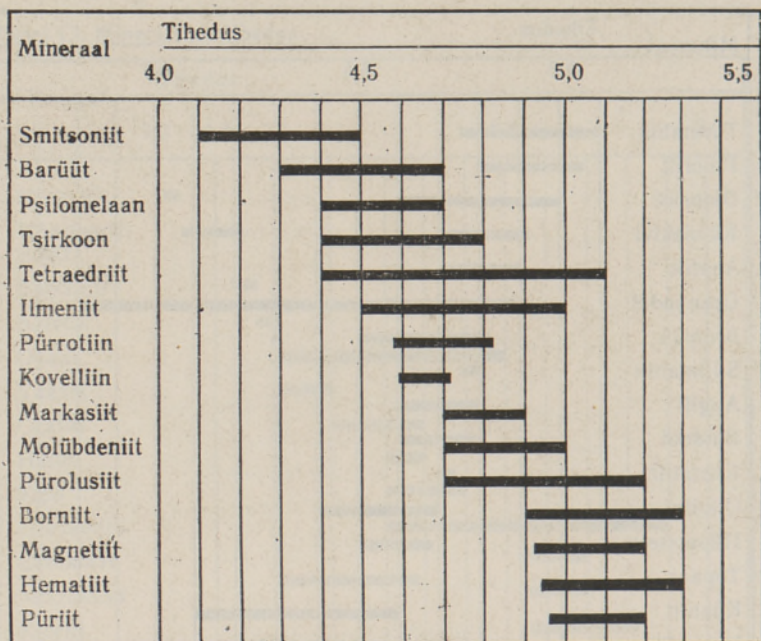
Mineraal	Kõvadus							
	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7
Aragoniit	██████████							
Asuriit	██████████							
Dolomiit	██████████							
Kalkopüriit	██████████							
Kupriit	██████████							
Malahhiit	██████████							
Sfaleriit	██████████							
Sideriit	██████████			██████████				
Kalkopüriit	██████████			██████████				
Pürrotiin	██████████			██████████				
Tetraedriit	██████████			██████████				
<b>Fluoriit</b>		██████████						
Manganiit		██████████						
Raud		██████████						
Küaniit		██████████						
Götiit		██████████				██████████		
<b>Apatiit</b>		██████████			██████████			
Smitsoniit		██████████			██████████			
Arsenopüriit		██████████			██████████			
Augiit		██████████			██████████			
Bronsiit		██████████			██████████			
Fosforiit		██████████			██████████			
Hüpersteen		██████████			██████████			
Ilmeniit		██████████			██████████			
Küünekivi		██████████			██████████			
Hematiit		██████████			██████████			
Diopsiid		██████████			██████████			
Psilomelaan		██████████			██████████			
Enstatiit		██████████			██████████			
Opaal		██████████			██████████			
Magnetiit		██████████			██████████			

Mineraal	Kõvadus									
	6	6½	7	7½	8	8½	9	9½	10	
Labrador	—									
Oligoklass	—									
<b>Ortoklass</b>	—									
Albiit	—	—								
Markasiit	—	—								
Mikrokliin	—	—								
Püriit	—	—								
Rutiil	—	—								
Epidoot	—	—	—							
Sillimaniit	—	—	—							
Oliiviin		—	—							
Kaltsedon		—	—							
Granaat		—	—							
<b>Kvarts</b>			—							
Stauroliid			—	—						
Turmaliin			—	—						
Tsirkoon			—	—	—					
Topaas					—					
Korund								—		

Tabel 17. Mineraalide tihedus

Mineraal	Tihedus				
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Merevaik	■				
Montmoriiloniit	■	■			
Epsomiit		■			
Sülviin			■		
Opaal			■	■	
Väävel			■		
Grafiit				■	
Haliit				■	
Kips				■	
Glaukoniit				■	■
Ortoklass				■	
Mikrokliin				■	
Kloriit				■	
Kaltsedon				■	
Kaoliin				■	
Albiit				■	
Kvarts				■	
Vivianiit				■	■
Oligoklass				■	
Biotiit				■	■
Talk				■	
Flogopiit				■	■
Kaltsiit				■	
Labrador				■	
Muskoviit				■	■
Dolomiit				■	■
Aragoniit				■	■





Tabel 18. Mineraalide jaotus kristallograafiliste süngooniade\* järgi

Süngoonia	Mineraalid
Kuubiline	Borniit, fluoriit, galeniit, granaadid, haliit, kupriit, magnetiit, püriit, raud, sfaleriit, sülviiin, tetraedriit
Heksagonaalne	Apatiit, fosforiit, grafiit, kovelliin, molübdeniit, pürroitiin
Trigonaalne	Antrakoniit, dolomiit, hematiit, ilmeniit, kaltseidon, kaltsiit, kvarts, korund, sideriit, smitsoniit, turmaliin
Tetragonaalne	Kalkopüriit, pürolusiit, rutiil, tsirkoon
Rombiline	Anglesiit, aragoniit, arsenopüriit, barüüt, bronsiit, enstatiit, epsomiit, götiit, hüpersteen, kalkosiin, limoniit, manganiit, markasiit, oliviin, sillimaaniit, staurolitiit, topaas, tserussiit, tsölestiin, väävel
Monokliinne	Asuriit, augiit, biotiit, diopsiid, epidoot, flogopiit, glaukoniit, illiit, kaoliniit, kips, kloriit, malahhiit, montmorilloniit, muskoviit, ortoklass, psilomelaan, talk, vivianiit
Trikliinne	Albiit, küaniit, labrador, mikrokliin, oligoklass, plagioklassid

\* Tabelist on välja jäetud amorfused mineraalid opaal ja merevaik.

Tabel 19. Tardkivimite jaotus struktuurilis-tekstuuriiliste tunnuste ja värvuse järgi

A. Võrdteraliseid kivimid				
Värvus	Terajämedus			
	Jäme	Keskmine	Peen	Mikroteraline
Leukokraatiline	Pegmatiit	Kirigraniit	Apliit	Mikrograniit
		Graniit		
		Gneissgraniit		
Mesokraatiline		Granodioriit		Felsiit
		Kvartsdioriit		
		Süeniit		Tuff
Melanokraatiline		Dioriit	Oliiviindiabaas	Diabaas
		Gabro		
		Labradoriit		
		Pürokseniit		
B. Eriteraliseid kivimid				
Värvus	Porfüüritaoline struktuur		Porfüüriline struktuur	
Hele	Graniitporfüür Viiburgiid Piiterliit		Kvartsporfüür Tuff Plagioklassporfüürit Mandelkivi	
Tume			Uraliidporfüürit	



Tabel 20. Settekivimite jaotus struktuuri ja värvuse järgi

Purruline struktuur		Teraline või mikroteraline struktuur	
Osakeste mõõtmed		Värvus	
üle 1 mm	alla 1 m	valkjas, hall, rohekas	pruun kuni must
Bretša Graveliit Konglomeraat Moreen Oobolus- konglomeraat Purddolomiit	Aleuroliit Glaukoniit- liivakivi Liivakivi	Allikalubi Diatomiit Dolomiit Domeriit Glaukoniit- lubjakivi Lubjakivi Mergel Metabentoniit Ooliitlubjakivi Savi Sinisavi Viirsavi	Antratsiit Argilliit Asfaltiit Diktüoneemakilt Kivisüsi Kukersiit Pruunsüsi

Tabel 21. Moondekivimite jaotus struktuuri ja tekstuuri järgi

Struktuur	Tekstuur		
	Massiline	Vöödiline	Kildaline
Vördteraline	Helsingiit Kvartsiit Marmor Sarvkivi Skarn	Amfiboliit Graniitgneiss Gneiss Granuliit Leptiit Migmatiit Müloniit Ptigmatiit Raudkvartsiit	Amfibookilt Fülliid Kloriitkilt Vilkkilt Talkkilt
Porfüroblas- tiline		Metamorfne porfüriit Silmisgneiss	Müloniit

## II MINERAALIDE KIRJELDUS

### Albiit, $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$

Tahvel IV, 1

Lad. *albus* — valge. Päevakivi (plagioklassi) rühma kuuluv mineraal.

Keemiline koostis:  $\text{Na}_2\text{O}$  11,8;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  19,4;  $\text{SiO}_2$  68,8%.

Trikliinse süngoonia sammasja, tahvelja või nõelja kujuga värvuseta, valged, harvem punakad klaasiläikeliised kristallid. Iseloomulikud on polüsünteesilised kaksikud, mis on mõnikord kristallipindadel märgatavad paralleelsete viirudena.

Lõhevus on pinakoidi järgi täiuslik kuni keskmine. Lõhevuspindadevahelised nurgad erinevad täisnurgast vaid mõne kraadi võrra. Murd on ebatasane või karpjas.

Kõvadus 6—6½, tihedus 2,61—2,62.

Kivimis esineb albiit tihedate või teraliste, harvem kiirjate agregaatidena. Suuremate kristallidena on albiiti leitud pegmatiidis. Kivimit moodustava mineraalina esineb süeniidis ja gneisis.

Kaasmineraalid on pegmatiidis kvarts, mäekristall, turmaliin, epidoot, kaltsiit, fluoriit, kloriit jt. Sarnased mineraalid on oligoklass, andesiin, ortoklass ja barüüt. Lahustub vaid fluorhappes.

Porsumisel tekib albiidist kaoliniit või seritsiit.

Vt. päevakivi rühm, plagioklassi rühm.

### Amfibooli rühm

Kr. *amphibolos* — kahetähenduslik (osutab sarnasusele turmaliiniga).

Keeruka katioonse koostisega silikaadid, millel on lintstruktuur. Sisaldavad kaltsium-, magneesium-, raud-, naatrium-, alumiinium- ja ränioksiidi, samuti hüdroksüülrühma (OH).

Moodustavad maakoorest umbes 8% ning on laialt levinud tard- ja moondekivimites. Kõige enam levinud mineraal amfibooli rühmas on küünekivi.

Amfiboolid sarnanevad pürokseenidega. Nende olulisim erinevus on ristuvate lõhevuspindade vaheline nurk. Amfiboolidel on see 124°, pürokseenidel 86° (joonis 18).

**Anglesiit, PbSO<sub>4</sub>**

Tahvel VII, 4

Nimetuse saanud esmasleiukoha Anglesy saare järgi Inglismaal.

Keemiline koostis: PbO 73,6; SO<sub>3</sub> 26,4%.

Rombilise süngoonia tahveljad või lühisammasjad värvusega või valged kristallikesed.

Kõvadus 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—3, tihedus 6,1—6,4.

Eesti NSV-s leidub tavaliselt koos tserussiidiga peene-kristalliliste koorikuliste agregaatidena või teralise masina galeniidikristallidel, kus kujutab endast galeniidist tekkinud teisest mineraali. Kaasmineraalidena lisandub nendele sageli veel limoniit.

Sarnased mineraalid on tserussiit ja barüüt.

Lahustub kuumutamisel kontsentreeritud väävelhappes, tavalistes tingimustes aga KOH-s, mille poolest erineb selles mittelahustuvast barüüdist.

**Antrakoniit, CaCO<sub>3</sub> (+CaMg[CO<sub>3</sub>]<sub>2</sub>).**

Tahvel XI, 1

Kr. *anthrax* — süsi.

Muutuva keemilise koostisega kaltsiidi tume erim. Sisaldab dolomiidilisandit ning peenedispersset orgaanilist ainet. Võib sisaldada ka mitmesugusel hulgal teisese tekkega dolomiiti kuni täieliku asendumiseni sellega ning vähesel määral sideriiti, püriiti jms.

Antrakoniit esineb peamiselt muguljate konkretsioonidena. Need koosnevad radiaalkirja asetusega skalenoedritest, harvem romboedritest. Et skalenoedrid on võimalikud vaid kaltsiidil, siis tuleb dolomiitse koostisega skalenoedreid vaadelda kui kaltsiidi pseudomorfoose.

Antrakoniiti leidub Eesti NSV-s teravatipuliste kristallide liitumisel tekkinud pruunikas- kuni tumehallide mugulatena alamordoviitsiumi Pakerordi lademe argilliidides (diktüoneemakildas), harvem oobolusliivakivi ülemises osas (Maardu). Kõige rohkem on neid Kirde-Eestis, kus antrakoniit on koondunud kindlatele kihipindadele. Mugulate läbimõõt on tavaliselt 2—15, harva kuni 60 cm (Lasnamäe).

Antrakoniit on diagenetilise tekkega mineraal. Kristalli kasvades on temasse ümbritsevast orgaanilise aine rikkast (14—22%) argilliidist lisandunud pigmenteerivat tumedat orgaanilist ainet.

**Apatiit,  $\text{Ca}_5(\text{F}, \text{Cl})[\text{PO}_4]_3$** 

Kr. *apatē* — pettus, eksitus. Nimetus tuleneb petlikust sarnasusest paljude teiste mineraalidega (näit. berüll, turmaliin jt.).

Keemiline koostis enam levinud fluo­rapatiidil: CaO 55,5;  $\text{P}_2\text{O}_5$  41,0; F kuni 3,8%; kloorapatiidil: CaO 53,8;  $\text{P}_2\text{O}_5$  41,0; Cl 6,8%.

Heksagonaalse süngoonia prismalised valged, rohekad, sinakasrohelist, helesinised või värvuseta klaasiläikelised kristallid. Lõhevus prisma pindade järgi keskmine. Murd ebatasane või karpjas. Kõvadus 5, tihedus 3,2.

Esineb tard- ja moondekivimites peente nõelakujuliste kristallikestena. Settekivimites leidub muguljate, ooidsete või teraliste agregaatidena.

Apatiidi erim on fosforiit, mis sisaldab lisandina  $\text{CaCO}_3$ ;  $\text{CaSO}_4$ ;  $2\text{H}_2\text{O}$  jt. ühendeid.

Apatiidi kaasmineraalid tardkivimites on päevakivi, kvarts, rutiil, diopsiid jt., settekivimites kvarts, kaltsiit jt.

Sarnased mineraalid on kvarts ja ortoklass. Lahustub lämmastik-, väävel- ja soolhappes. Molübdeenhappeammooniumi lahuses annab lämmastikhappega munakollase sademe.

Apatiiti nimetatakse mullaviljakuse mineraaliks. 90% maailma apatiiditoodangust kasutatakse mineraalväetisena. Ülejäänust valmistatakse fosforhapet ja mitmesuguseid fosforisooli.

Vt. fosforiit.

**Aragoniit,  $\text{CaCO}_3$** 

Nimetuse saanud esmasleiukoha Aragoni järgi Hispaanias.

Keemiline koostis sama mis kaltsiidil: CaO 56,0;  $\text{CO}_2$  44%.

Rombilise süngoonia pikkprismalised või nõelja kujuga valged, hallid, kollakad, rohekad või sinakad klaasiläikelised kristallid. Lõhevus ebatäiuslik.

Kõvadus  $3\frac{1}{2}$ —4, tihedus 2,95.

Esineb tavaliselt tihedate ooidsete moodustiste ja nõruvormidena, ka stalaktiitide ja stalagmiitidena. Eesti NSV-s on kindlaks tehtud vaid jõekarpides (*Unio*), kus moodustab pärlmutrikihi. Kuigi aragoniit tekib maapinna lähedal, on ta siin vähem püsiv kui kaltsiit ja läheb see-

tõttu aja jooksul kaltsiidiks. Temperatuuril üle 600°C kristalliseerub kiiresti ümber.

Kaasmineraalid on limoniit, kips ja sideriit, sarnased mineraalid kaltsiit, tsölestiin ja barüüt.

Lahustub tormiliselt HCl-s.

### Arsenopüriit, FeAsS

Keemiline koostis: Fe 34,3; As 46,0; S 19,7%.

Lisandina võib sisaldada Co ja Ni.

Monokliinse süngoonia rombiline lühisammasjad tina-valged kuni kollased kirju kilevärvusega metalliläikelised kristallid, mille tahkudel on viirud. Lõhevus ebatäiuslik, murd ebatasane.

Kõvadus 5—6, tihedus 5,9—6,2.

Võib esineda koos galeniidi ja sfaleriidiga kompaktsete agregaatidena hüdrotermaalsetes soontes. Mikroskoobi all nähtav kuuekiireliste tärnikestena.

Kaasmineraalid on galeniit, püriit, sfaleriit ja kalkopüriit. Sarnaneb püriidi, pürroitiini ja markasiidiga.

Lahustub lämmastikhappes, kusjuures sadestuvad väävel ja arseenoksiid.

### Asuriit, $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

Pr. *l'azur* — taevasinine.

Keemiline koostis: CuO 69,2; CO<sub>2</sub> 25,6; H<sub>2</sub>O 5,2%.

Monokliinse süngoonia tahkuderikkad prismalised või tahveljad, sageli väikeste druusidena esinevad hele- kuni tumesinised kristallikesed. Lõhevus täiuslik, murd karpjas.

Kõvadus 3½—4, tihedus 3,5—4,0.

Eesti NSV-s on leitud harva tiheda teralise massi või muldja agregaadina. Esineb teisese tekkega mineraalina koos malahhiidi ja kalkosiiniga hüdrotermaalsetes soontes.

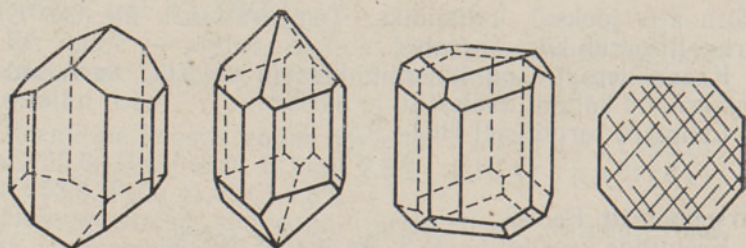
Sarnanev mineraal on vivianiit. Lahustub soolhappes.

### Augiit, Ca(Mg, Fe, Al) [(Si, Al)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]

Tahvel II, 4

Kr. *augē* — läige. Nimetuse saanud läikivate tahkude järgi.

Keemiline koostis: CaO 16—20; MgO 11,5—17,5; FeO



Joonis 12. Augiidi kristallid ja neile iseloomulik lõhevus.

5—10;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1,5—8;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  4,5—7,8;  $\text{TiO}_2$  0,2—1,2;  $\text{SiO}_2$  46—50,5%.

Monokliinse süngoonia lühisammasjad, nõeljad või tahveljad mustad, rohekasmustad või tumerohelised klaasiläikelised kristallid (joonis 12). Lõhevus prisma pindade järgi keskmine, lõhevuspindadevaheline nurk 87—89°. Murd karpjas.

Kõvadus 5—6, tihedus 3,2—3,4.

On kivimit moodustav mineraal aluselistes tardkivimites, eriti aga aluselistes vulkaniitides, kus esineb väikeste mustade terakestena; oliiviindiabaasis esinev augiit sisaldab rohkesti titaani.

Kaasmineraalid on plagioklassid, biotiit, magnetiit jt., sarnane mineraal küünekivi. Lahustub kuumas soolhappes.

Hüpergeneesil muutub küünekiviks (uraliidiks), kloriidiks ja epidoodiks.

Vt. pürokseeni rühm.

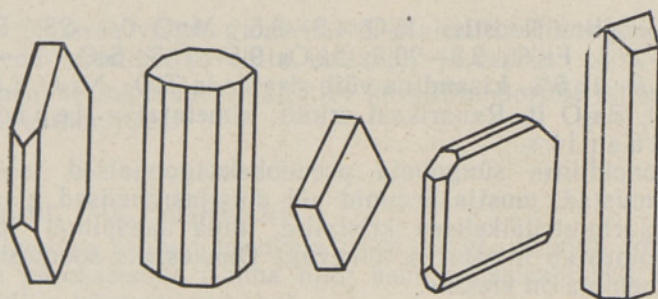
### Barüüt ehk raskepagu, $\text{BaSO}_4$

Tahvel XI, 3, 4

Kr. *barys* — raske.

Keemiline koostis:  $\text{BaO}$  65,7;  $\text{SO}_3$  34,3%. Lisandina võib sisaldada Sr, Ca ja Pb.

Rombilise süngoonia värvuseta valged, roosakad, punakad, helesinised, kollakad või pruunikad tahveljad, harvem prismaalsed klaasiläikelised kristallid (joonis 13). Lõhevus täisnurga all lõikuvate tahkude järgi täiuslik,



Joonis 13. Barüüdi kristallid.

mille alusel on eristatav kaltsiidist. Esineb ka teraliste, kiirjate või tihedate agregaatidena.

Kõvadus  $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ , tihedus 4,3—4,7.

Tekib lubjakivilõhedes peamiselt hüdrotermaalselt koos polümetallide, kaltsiidi ja fluoriidiga, harvem esineb settelise või katageneetilise mineraalina.

Eesti NSV-s leidub kuni 4-cm läbimõõduga kristallidena ordoviitsiumi ja siluri lubjakivides koos kaltsiididruusidega. Barüüdikristalle on Lasnamäe, Harku, Aluvere ning Jaagarahu paemurrus jm., samuti hüdrotermaalse mineralisatsiooni jälgi kandvates karbonaatsetes rändkivides (Laevas, Puiatus, Valgutas jm.). Mikroskoopiliste kristallikestena on sage ordoviitsiumi karbonaatkivimite lahustusjärgis alates alamordoviitsiumi Volhovi lademest kuni keskordoviitsiumi Keila lademeni.

Sarnaneb päevakivide ja kaltsiidiga, kuid kõige raske mini on eristatav tsölestiinist.

Lahustub pulbristatult kontsentreeritud väävelhappes, kuid aeglaselt.

Barüüti kasutatakse laki-, värvi-, kummi-, paberi- ja plastmassitööstuses, röntgenikiirguse tõkestamiseks, puursavilahuste raskendamiseks jm.

### Biotiit, $K(Mg, Fe)_3[Si_3AlO_{10}][OH, F]_2$

Tahvel III, 1

Nimetus on antud prantsuse füüsiku Biot' (1774—1862) auks. Vilgu rühma kuuluv kivimit moodustav mineraal. Väga laialt levinud, moodustab maakoorest umbes 3%.

Keemiline koostis:  $K_2O$  4,5—8,5;  $MgO$  0,3—28;  $FeO$  2,8—27,5;  $Fe_2O_3$  0,3—20,5;  $Al_2O_3$  9,5—31,5;  $SiO_2$  33—45;  $H_2O$  6—11,5%. Lisandina võib sisaldada  $TiO_2$ ,  $Na_2O$ ,  $Li_2O$ ,  $MnO$ ,  $Ba_2O$  jt. Raurikast erimit nimetatakse lepidomelaniks.

Monokliinse süngoonia pseudoheksagonaalsed tahveljad mustad, mustjaspruunid või mustjasrohelistes klaasivõi pärlmutriläikelised kristallid, mida baaspinna järgi iseloomustab ülitäiuslik lõhevus. Ohukesteks soomusteks lõhenenuna on elastne.

Kõvadus 2—3, tihedus 2,68—3,12.

Biotiiti esineb soomustena või lehekestena peaaegu kõigis happelistes tardkivimites ning paljudes moondekivimites, allotigeense mineraalina sage ka settekivimites. Pegmatiitsetest rändkividest on biotiiti leitud suurte, paarikümnesentimeetrilise läbimõõduga tahveljate kristallidena.

Biotiidiga on sarnane vaid vilgu rühma kuuluv flogopiit. Lahustub kontsentreeritud väävelhappes.

Hüpergeneesivöös leostub biotiidist raud ja ta muutub pronksivärviliseks. Sellist biotiiti nimetab rahvas kassikullaks. Sama nimetust kannab mõnikord ka püriit.

Vt. vilgu rühm, flogopiit.

### Borniit ehk kirju vasemaak, $Cu_5FeS_4$

Tahvel VII, 5

Nimetus on antud austria metallurgi J. von Borni auks. Keemiline koostis:  $Cu$  55—69;  $Fe$  11,2;  $S$  25%.

Kuulub kuubilisse süngooniasse. Kristallidena esineb harva. Enamasti leidub vaskpunase või pronkskollase tiheda või peeneteralise metalliläikelise massina, mida iseloomustab sinakas või violetjas kilevärvus. Lõhevus ebatäiuslik, murd karpjas.

Kõvadus 3—4, tihedus 4,9—5,3.

Borniit on hüdrotermaalne või hüpergeneetiline mineraal. Meil on teda koos teiste vasesulfiidide, sfaleriidi, galeniidi ning püriidiga hüdrotermaalsetes soontes, samuti Narva ja Rakvere lademe dolomiitsetes rändkividest. Polümetalse mineralisatsiooni ilmingutes moodustab dolomiidi kavernides kuni 5-mm läbimõõduga korrapäratu kujuga ja vaskpunase värvusega iseseisvaid terakesi või ümbritseb koos kalkosiini ja kalkopüriidiga kõige väli-



mise õhukese vööna galeniiti või sfaleriiti. Hüpergenesil tekivad borniidist kovelliin, malahhiit ja asuriit.

Sarnane mineraal on kütlev kovelliin. Borniit lahustub lämmastikhappes.

### Bronsiit, $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Nimetuse saanud pronksja helgi järgi. Kuulub rombiliste pürokseenide rühma ning asub rauasisalduselt enstatiidi ja hüpersteeni vahel.

Esineb kivimites tihedate roheliste või pruunikate jämedateraliste agregaatidena. Lõhevus prisma pindade järgi keskmine. Neil pindadel on märgatav ka viirutus.

Kõvadus 5—6, tihedus 3,2—3,5.

Bronsiit on tüüpiline mineraal tardkivimites. Meil esineb rändkivilistes gabrodes koos enstatiidi, diopsiidi ja plagioklassidega. Sarnased mineraalid on enstatiit ja hüpersteen. Bronsiit hapetes ei lahustu.

Vt. pürokseeni rühm, enstatiit, hüpersteen.

### Diopsiid, $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Kr. *diopsis* — läbivaatamine. Pürokseeni rühma mineraal.

Keemiline koostis: CaO 25,9; MgO 18,5; SiO<sub>2</sub> 55,6%. Lisandina võib esineda Fe, Mn, Al, V, Cr, Ti.

Monokliinse süngoonia lühiprismalised või nөлjad klaasiläikelised helerohelised, kollased või pruunikasmustad kristallid. Lõhevus prisma pindade järgi keskmine, murd ebatasane.

Kõvadus 5—7, tihedus 3,0—3,4.

Esineb suuremate või väiksemate terakestena aluselistes ja ultraaluselistes tardkivimites, näiteks pürokseeniidid ja gabros. Tavaliselt leidub koos rombiliste pürokseenide, aluselise plagioklassi ja magnetiidiga. Diopsiid on ka kontaktmetamorfe kivimi skarni koostismineraal, kus assotsieerub granaadiga.

Sarnased mineraalid on augiit ja granaat. Hapetes ei lahustu.

Hüpergenesivöös läheb üle küünekiviks või kloriidiks.

Vt. pürokseeni rühm.

**Dolomiit,  $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$** 

Tahvel IX, 5, 6

Nimetus on antud prantsuse mineraloogi D. de Dolomieu (1750—1801) auks. Alpides olev mäestikuala Dolomiidid on oma nime saanud hiljem.

Keemiline koostis:  $\text{CaO}$  30,4;  $\text{MgO}$  21,7;  $\text{CO}_2$  47,9%. Isomorfse lisandina võib esineda Fe ja Mn.

Trigonaalse süngoonia pruunika, kollaka või roheka varjundiga helehallid klaasiläikelised romboeedrilised kristallid, mille tahud on sageli kõverdunud. Lõhevus romboeedri tahkude järgi täiuslik.

Kõvadus  $3\frac{1}{2}$ —4, tihedus 2,8—2,95.

Dolomiit esineb tavaliselt teraliste agregaatidena või kompakse massina ning moodustab samanimelise settekivimi. On koos kaltsiidiga karbonaatkivimite peamine koostismineraal.

Eesti NSV-s katab sageli selgelt väljakujunenud romboeedriliste kristallidena ordoviitsiumi, siluri ja devoni kivimites dolomiidistunud kavernide pindu. Üksikromboeedrite läbimõõt on sel juhul harva üle 2—3 mm.

Dolomiit võib sadestuda keemiliselt, kuid meil on ta enamasti kujunenud diagenetilisel kaltsiidi ümberkristalliseerumisel. Hüdrotermaalsetes soontes leidub dolomiidikristalle koos kaltsiidi ja sulfiididega. Liivakivides ja aleuoliitides esineb dolomiit purdterakestevahelise tsemendina või moodustab lõhetäiteid ning konkretsioone.

Pakerordi lademe argilliidikihis esineb dolomiit skalenoeedrilise kaltsiidi pseudomorfoosina ja moodustab ant-rakoniidi teravatipulistest kristallidest radiaalkiirjalt liitunud konkretsioone.

Sarnane mineraal on kaltsiit, mis lahustub tormiliselt juba jahedas 5%-lises soolhappelahuses. Dolomiit seevastu lahustub jahedas soolhappes aeglaselt.

**Enstatiit,  $\text{Mg}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$** 

Kr. *enstates* — vastane. Nimetus on antud raskesti sulatatavuse tõttu.

Rauavaeseim rombiline pürokseen.

Keemiline koostis: Mg 40;  $\text{SiO}_2$  60%. Lisandina esineb alati FeO (kuni 5%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ja  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Prismalise või tahvelja kujuga rohekashallid või kollakasrohelist klaasiläikelised kristallid. Lõhevus prisma pindade järgi  $85^\circ$  nurga all täiuslik.

Kõvadus  $5\frac{1}{2}$ , tihedus 3,2—3,3.

Esineb kivimit moodustava mineraalina paljudes tard- ja moondekivimites, eriti sageli gabrodes ja pürokseniitides. Harilikult leidub korrapäratu kujuga terakestena koos diopsiidi, plagioklasside, oliiviini ja magnetiidiga. Sarnane mineraal on hüpersteen. Hapetes ei lahustu. Hüpergeneesil läheb üle küünekiviks.

Vt. pürokseeni rühm.

### Epidoodi rühm, $\text{Ca}_2(\text{Al}, \text{Fe})_3[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4]\text{O}(\text{OH})$

Tahvel II, 5, 6

Kr. *epidosis* — juurdekasvamine. Nimetuse saanud epidoodikristallide mitmekesise kuju ja tahkude rohkuse järgi.

Keemiline koostis sõltub Al ja Fe suhtest. Rauavaesed erimid kuuluvad rombilisse süngooniasse ja neid nimetatakse tsoisiitideks. 5—10%-lise  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -sisalduse korral on mineraal juba monokliinses süngoonias ja teda nimetatakse klinotsoisiidiks. Alles üle 10%-lise  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -sisalduse korral kõneleme epidoodist.

Rühma keskmine koostis: CaO 23,5;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  24,1;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  12,6;  $\text{SiO}_2$  37,9;  $\text{H}_2\text{O}$  1,9%.

Epidoodi rühma kristallid on klaasiläikelised, sammasja või nõelja kujuga, piki prisma tahke viirutus. Epidoodikristallid on sinakas-, oliiv- või kollakasrohelist, tsoisiidikristallid aga valged või kollased. Kriips on hall. Lõhevus prisma tahkude järgi täiuslik või keskmine. Esineb prisma tahkude järgi liitunud kaksikuid, mis on äratuntavad kristalli otstel oleva vaakese tõttu.

Kõvadus 6—7, tihedus 3,2—3,4.

Suurte kristallidena on epidooti vaid pegmatiitides. Sel juhul esineb ta kiirjate või plaatjate kristallidena või teraliste või tihedate agregaatidena. Graniitides, dioriitides ja gabrodes leidub teda teisese mineraalina. Sageli on epidooti ka madalatemperatuurilistes moondekivimites, millele annab rohelse värvuse. Helsingiis on epidoodikristallikesed veripunased ja annavad kivimile punase värvuse.

Epidoot on kivimites sageli koos kloriidi, küünekivi, albiidi, diopsiidi, granaadi ja kvartsiga.

Sarnased mineraalid on amfiboolid ja turmaliin. Hapetes lahustub halvasti.

Läbipaistvad rohelised epidoodikristallid on poolvääriskivid.

**Epsomiit** ehk mõrusool,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 

Nimetuse saanud Epsomi mineraalveeallika järgi Inglismaal.

Keemiline koostis:  $MgO$  16,3;  $SO_3$  25,5;  $H_2O$  51,2%. Isomorfse seguna võib sisaldada ka  $FeO$ .

Rombilise süngoonia haprad värvuseteta või valged klaasiläikelised kristallikesed. Maitse mõrusoolane.

Kõvadus 2—2½, tihedus 1,68—1,75.

Esineb enamasti nõrude ja õilmetena, harvem teralise, kiulise või muldja massina.

Eestis on epsomiidileide märgitud vanemas geoloogilises kirjanduses muldjate õilmetena Taalis Pärnu jõe ääres ning dolomiidi murenemissaadusena Saaremaal Mustjala pangal.

Epsomiit on magneesiumirikastest sulfaatsetest vesilahustest keemiliselt sadestuv mineraal. Õilmetena tekib ariidsetes tingimustes. Meil võib epsomiidiõilmeid leida ilmselt ainult pikka aega kestval kuivaperioodil.

**Flogopiit**,  $KMg_3[Si_3AlO_{10}][F, OH]_2$ 

Kr. *phlogōpos* — tuletaoline. Nimetuse saanud mineraali punaka helgi järgi. Magneesiumvilk. Keemiline koostis:  $K_2O$  7—10,3;  $MgO$  21,4—29,4;  $Al_2O_3$  10,8—17;  $SiO_2$  38,7—45;  $H_2O$  0,3—5,4; F kuni 6%.

Monokliinse süngoonia lühiprismalised või tahveljad ühe pinna järgi ülitäiusliku lõhevusega hallid, helekollased, pruunid kuni tumepruunid pärlmutriläikelised kristallid.

Kõvadus 2—3, tihedus 2,7—3,2.

Kivimites esineb tavaliselt elastsete soomusjate lehekestena. Suurte tahveljate kristallidena leidub vaid pegmatiidis. Tüüpiline vilgumineraal kontaktmetamorfsetes kivimites. Kaasmineraalid on diopsiid, kaltsiit ja apatiit, sarnased mineraalid muskoviit ja biotiit.

Lahustub kuumas väävelhappes. Porsumisel muutub kloriidiks.

Suuri flogopiidikristalle kasutatakse elektriisolatsioonimaterjalina.

Vt. vilgu rühm, biotiit, muskoviit.

**Fluoriit** ehk sulapagu,  $CaF_2$ 

Tahvel IX, 1, 2

Lad. *fluor* — voolav. Nimetuse saanud mineraali võime järgi vedeldada metallisulameid.

Keemiline koostis: Ca 51,2; F 38,8%. Lisandina võib sisaldada Cl, FeO, haruldasi muldmetalle, uraani jms.

Kuubilise süngoonia kuubi-, oktaeedri-, harvem romb-dodekaeedri- ja muukujulised kristallid või nende druusid.

Värvuse mitmekesisuselt suudavad fluoriidiga võistelda vaid granaat ja turmaliin; võib olla lilla, roosa, kollane, punane, roheline, helesinine, hall, värvuseta ja läbipaistev. Sageli on värvus jaotunud kristallides laiguti või vööliselt. Kriips on valge, harvem helelilla või hall. Kristallidel on klaasiläige. Esineb kaksikuid. Lõhevus oktaeedri tahkude järgi täiuslik. Murd tasane.

Kõvadus 4, tihedus 2,95—3,2.

Eesti NSV-s esineb pealiskorra karbonaatkivimites väikeste lillakate settelise tekkega kristallidena — ratovkiidina. Eriti rohkesti on ratovkiiti Kesk-Eestis Porkuni lademe kvartsirikastes karbonaatkivimites, kus kuubikujulised mikrokristallid moodustavad kivimist kohati (Piibe puurauk) kuni 2%. Väikeste kristalldrussidena on kollast, rohelist või lillakat fluoriiti kui katageneetilist mineraali leitud karbonaatkivimite lõhedes ja kivististe siseõõnsustes. Eriti ilusaid fluoriididruuse on leitud Vormsi saarelt. Fluoriidi kaasmineraalid on kaltsiit, barüüt, galeniit ja sfaleriit. Sarnased mineraalid on barüüt, apatiit ja ortoklass.

Lahustub täielikult vaid kontsentreeritud väävelhappes, kus eraldub klaasi söövitav fluorvesinikhape.

Fluoriiti kasutatakse metallurgias flüssina, fluorhappetootmisel, klaasi- ja keraamikatööstuses jm. Tänu mitmekesisele värvusele on teda kasutatud võltsvääriskivina (nimetati vastavalt võltstopaasiks, -safiiriks, -ametüstiks, -smaragdiks jne.). Väärtust kalliskivina kahandab fluoriidi pehmus ning madalast murdumisnäitajast tingitud vähene valguse hajutamise võime. Meil esinev fluoriit pakub vaid teaduslikku huvi.

### Fosforiit, $\text{Ca}_3(\text{Cl, F})(\text{PO}_4)_3$

Tahvel XII, 1

Apatiidi erim. Lisanditena sisaldab  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  jm. Esineb settekivimites konkretsioonidena (mugulatena).

karbikodadena, muldja massi või nõruna. Settelise (autigeense) või biogeense tekkega.

Eesti NSV-s on fosforiiti leitud viiel kujul:

1. Fosforiitmuguladena. Need on kuni 10-cm, enamasti aga kuni 2-cm läbimõõduga ümmargused, nurklikud või lapikud tumedad mugulad, mis koosnevad kaltsiumfosfaadiga liitunud liivaterakestest. Selliseid moodustisi leidub kambriumi ja alamordoviitsiumi terrigeen-setes settekivimites Pakerordi lademe oobolusliivakivis ja Latorpi lademe glaukoniitliivakivi alumises osas, samuti alamordoviitsiumi karbonaatkivimites kuni Kunda lademeni (Lääne-Eestis). Väikesed lapikud mustade fosforiitmugulate kuhjatised moodustavad nn. Mickwitzia konglomeraadi, mis tähistab kohati Tiskre ja Lükati kihistu alumist piiri. Ülemdevoni liivakivides esinevad kuni 6-cm läbimõõduga fosforiitkonkretsioonid on väga tiheda ehitusega ja pinnalt helebeežid. Fosforiitmugulate  $P_2O_5$ -sisaldus ei ületa 20%.

2. Peenhajutatult esinevate fosforiitse koostisega terakestena, mis kujutavad endast kas detriiti (fosforiitse skeletiga organismide murdosi) või keemilise tekkega autigeenseid mikrosferoliite. Selliseid terakesi leidub ordoviitsiumi settekivimites, eriti rohkesti aga oobolusfosforiidis. Neis, samuti nagu lamavates kambriumi liivakivideski, on keemiliselt sadestunud fosforiit kas tsemendina kvartsiterakeste vahel või kilena purdterakeste ümber.

3. Lukuta brahhiopoodide (perekonnad *Oobolus* ja *Lingula*) karbipoolmete ning nende detriidi kuhjatistena. Tuntuim on Pakerordi lademes leiduv ooboluskonglomeraat, mille paksus ulatub kohati (Rakvere ümbruses) 12 m-ni. Ooboluste  $P_2O_5$ -sisaldus võib olla kuni 36,6%. Fosfaat on siin esindatud fluori sisaldava (2,6—3,3%) mineraali frankoliidina. *Lingula* karbipoolmeid leidub väikestes kogustes ka devonis Narva ja Aruküla lademe terrigeen-setes ja terrigeenkarbonaatesetis kivimites.

4. Rüükalade fossiilidena. Devoni kihtides leiduvad fosforiitse koostisega rüükalade luufragmendid sisaldavad kuni 36%  $P_2O_5$  ning on ühtlasi suhteliselt rikkad haruldaste elementide, nagu tseeriumi, lantaani, strontsiumi ja uraani poolest.

5. Guanona vanades varemetes, vanade linnamajade pööningutel jm.

**Galeniiit ehk tinaläik, PbS**

Tahvel VII, 1, 2

Lad. *galēnē* — seatina.

Keemiline koostis: Pb 86,6; S 13,4%. Lisandina võib sisaldada veel Ag, Cu, Zn, Mo, U jt. elemente.

Kuubilisse süngooniasse kuuluvad kuubi, oktaeedri, harvem pentagoon-dodekaeedri kujuga metalliläikelised tinahallid kristallid või nende agregaadid. Kriips on tinahall. Lõhevus kuubi tahu järgi täiuslik. Löögil laguneb väikesteks kuubikujulisteks tükikesteks ja tekivad täisnurksed astangpinnad. Rabe. Sulamistemperatuur 1500—1550 °C.

Kõvadus  $2\frac{1}{2}$ —3, tihedus 7,2—7,6.

Galeniiiti leidub väikeste, kuni mõnemillimeetrise läbimõõduga hajuteradena meie pealiskorra karbonaatkivimites peaaegu kõikjal. Enamasti on settelise tekkega. Suuremaid galeniidipalu leidub Eesti NSV-s Pilstvere, Võhma ja Navesti ümbruses Adavere lademe dolomiitides ning Viivikonnas ja Uhtnas keskordoviitsiumi lubjakivides. Nendes piirkondades läbivad karbonaatkivimeid lõhed, mille seintele on sügavusest pärinevad hüdrotermaalsed lahused ladestanud peale galeniidi ka teisi sulfiide, nagu püriiti ja sfaleriiti, ning läbipaistvaid või valgeid kaltsiidikristalle. Suurimad Võhma ümbrusest leitud galeniidimugulad kaalusid 30—32 kg, Uhtnas aga 15—20 kg.

Tööstusliku tähtsusega galeniidimaardlat ei ole Eesti NSV-s avastatud. Galeniidiga sarnaneb vaid antimoniit ( $Sb_2S_3$ ), mida aga Eesti NSV-s ei ole leitud.

Galeniiit lahustub lämmastikhappes ja moodustab valge sulfaatse sademe ( $PbSO_4$ ). Porsumisel kattub valge koorikuga, mis koosneb tserussiidist ( $PbSO_4$ ) ja anglesiidist ( $PbCO_3$ ). Galeniit on peamine plii-maak. Pliid vajatakse kaablite, akumulaatorite, kristallklaasi ja värvi valmistamisel, polügraafiatööstuses jm.

**Glaukoniit,  $K(Fe^{3+}, Fe^{2+}, Al, Mg)_{2-3}(Si, Al)O_{10}[OH]_2 \cdot H_2O$** 

Tahvel XIX, 4

Kr. *glaukos* — sinakas.

Keemiline koostis:  $K_2O$  4,4—9,4;  $Na_2O$  0—3,5;  $Al_2O_3$  5,5—22,6;  $Fe_2O_3$  6,1—27,9;  $FeO$  0,8—8,6;  $MgO$  2,4—4,5;  $SiO_2$  47,6—52,9;  $H_2O$  4,9—13,5%.

Kuulub monokliinsesse süngooniasse, kuid ei esine pea-

aegu kunagi kristallidena, vaid väikeste (kuni 2-mm) roheliste, harvem pruunikate mikrokonkreetsiooniliste terakestena, millel on matt pind. Terakesed on kujult isomeetrilised või piklikud, neerukujulised, mõnikord vermikulaarse (rööpkiulise) siseehitusega. Nendes esinevad mikrovaod ja lõhekesed kõnelevad mineraali tekkel aset leidnud kolloidse aine dehüdratatsioonist ehk veetustumisest.

Glaukoniit on meie pealiskorrakivimites levinud alates kambriumist, kus esineb liivaterakeste hulgas hajutatult. Maksimaalse levikuhulgaga on ta alamordoviitsiumi Latorpi lademes (nn. glaukoniitliivakivis), kus võib moodustada kuni 80% kivimist. Glaukoniiditerakesi esineb rohkesti ka Volhovi ja Kunda lademe lubjakivides ja dolomiitides. Lasuvates ordoviitsiumi, eriti aga siluri karbonaatkivimites on glaukoniiti vähem. Devoni settekivimites glaukoniiti ei ole.

Glaukoniit on setteline või diagenetiline mineraal. Tema olemasolu osutab merelisele settebasseinile ning setete tagasihoidlikule kuhjumiskiirusele.

Kõvadus 2, tihedus 2,2—2,9.

Kaasmineraalid on kaltsiit, dolomiit, kvarts ja fosfiiditerakesed, sarnane mineraal šamosiit.

Lahustub soolhappes.

Glaukoniiti saab kasutada kaaliväetisena, värvitööstuses jm.

## Grafiit, C

Tahvel V, 1

Kr. *graphō* — kirjutan.

Heksagonaalne süngoonia. Esineb metalliläikeliste või mattide terashallide või mustade soomuseliste terakestena ning tiheda muldja massina, harva kuuekandiliste plaatjate hajukristallidena. Lõhevus ühe pinna järgi ülitäiuslik. Kriips läikivimust.

Kõvadus 1, tihedus 2,1—2,3.

Grafiit on keemiliselt koostiselt puhas süsinik. Koostiselt samasugune kui teemant, ent omadustelt hoopis teistsugune. Need kaks süsinikuminaali on parim näide polümorfsete (ühesuguse keemilise koostisega, kuid erineva kristallstruktuuriga) mineraalide omaduste lahkne misest. Siin on vastandatud mineraaliriigi pehmeim kõvimale, vesiselge, värvuseta ja läikivaim läbipaistmatule, mustale ja tuhmile.



Grafiiti leidub väikeste terakeste, kristallide või nende agregaatidena Ida-Eestis aluskorra gneissides, kvartsiitides ja marmorites. Palamuse puuraugus 480 m sügavustes gneisikihtides on grafiiti 60 cm paksuse vahelihina. Grafiit on seal tihe, peitkristalliline, must ja rasvaläikeline ning sisaldab umbes 30% kvartsiterakesi jt. mineraale. Kuni 1-cm läbimõõduga plaatjate terashallide kogumitena on grafiiti meil ka rändkividena esinevates graniitides ja gneissides.

Kaasmineraalid on kvarts, päevakivid, biotiit, püriit ja pürroitiin. Sarnaneb molübdeniidiga, kuid erineb sellest tumedama värvuse, kriipsu värvuse ja väiksema tiheduse poolest. Erinevalt molübdeniidist grafiit hapetes ei lahustu. Grafiidile asetatud tsingitükike eraldab temale tilgutatud vaskvitriolilahusest vaselaigukese, kuid molübdeenitükikese korral seda nähtust ei ilmne.

Grafiiti kasutatakse metallurgias (tulekindlad tiiglid ja valuvormid), elektritööstuses (elektroodid), määrdeainete, värvide, pliitsite jms. valmistamisel. Eesti grafiidiilmingud tööstuslikku huvi ei paku.

## Granaadi rühm

Tahvel IV, 4, 6

Lad. *grānum* — tera.

Sellesse silikaatsesse mineraalirühma kuuluvad keemilise koostise (tabel 22), värvuse, tiheduse ja muude omaduste poolest erinevad mineraalid, näiteks püroop, almandiin, spessartiin jt.

Püroop (kr. *pyrōpos* — leegitaoline) on roosakaspunane, lilla, tumepunane kuni must. Tihedus 3,58—3,75.

Almandiin (Väike-Aasia maakoha Alabanda järgi) on roosa, punane, pruunikaspunane kuni must. Tihedus 3,9—4,3.

Spessartiin (Bavaaria maakoha Spessarti järgi) on tumepunane, oranžikaskollane, pruun kuni must. Tihedus 4,19.

Grossulaar (lad. *grossularia* — karusmari) on värvuseta, mesikollane, heleroheline, pruun või punane. Tihedus 3,53—3,60.

Andradiit (portugali mineraloogi d'Andradi auks) on kollane, roheline, pruunikaspunane või must. Tihedus 3,75—3,83.

Uvaroviit (Tsaari-Venemaa ministri S. Uvarovi,

Tabel 22. Granaatide keemiline koostis (%)

Mineraal	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	FeO	MnO	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Püroop, Mg <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	44,8	25,4	29,8	—	—	—	—	—
Almandiin, Fe <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	36,2	20,5	—	43,3	—	—	—	—
Spessartiin, Mn <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	36,4	20,6	—	—	43,0	—	—	—
Grossulaar, Ca <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	40,0	22,7	—	—	—	37,3	—	—
Andradiit, Ca <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	36,5	—	—	—	—	33,0	31,5	—
Uvaroviit, Ca <sub>2</sub> Cr <sub>3</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	35,9	—	—	—	—	33,5	—	30,6

1785—1855, nime järgi) on tume- või smaragdroheline. Tihedus 3,9.

Granaadid kuuluvad kuubilisse süngooniasse. Iseloomulikud on rombdodekaeedrid ja ikositetraeedrid (tetragoon-trioktaeedrid), harvem teised vormid. Isomeetriliste, enam-vähem selgekujuliste kristallide kõrval leidub granaati ka teraliste agregaatidena.

Sõltuvalt värvusest ja kristallide suuruselt on granaadid läbipaistvad või läbipaistmatud. Kristalli pinnad on klaasiläikelised. Murd karpjas, pinnuline või krobeline, lõhevus ebatäiuslik. Kõvadus  $6\frac{1}{2}$ — $7\frac{1}{2}$ .

Meil on granaadid peaaesjalikult seotud aluskorrakivimite ja rändkividega. Kuni mitmesentimeetrise läbimõõduga tumepunased isomeetrilised granaadikristallid on eriti sagedased graniidis, apliidis ja gneisis. Pegmatiidis on granaate, mille läbimõõt ulatub 10 cm-ni. Eesti aluskorrakivimites ja rändkivides on granaatidest ülekaalus almandiinid ja spessartiinid.

Settekivimites on granaat liivafraktsiooni mineraal. Tema roosakaid terakesi leidub suhteliselt rohkesti Pärnu lademe liivakivides, samuti kvaternaari liivades. Mõnikord selekteerib lainetus kvartsite rakeste hulgest suure tihedusega granaadid välja ning kuhjab need loodusliku kontsentratsioonina veepiirile. Selliseid roosasid või lillasid

granaadikuhjatisi leidub näiteks Peipsi ja Häädemeeste liivarannal.

Ilusavärvilised granaadid, eriti püroobid, on tuntud vääriskividena. Suure kõvaduse tõttu on granaate kasutatud mõnikord ka abrasiivmaterjalina. Eesti granaatidel ei ole nende vähese esinemise tõttu praktilist tähtsust.

### Götiit ehk nõeljas rauamaak, $\text{HFeO}_2$

Tahvel VI, 1

On saanud oma nimetuse saksa kirjaniku J. W. Goethe (1749—1832) järgi.

Keemiline koostis:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  89,9;  $\text{H}_2\text{O}$  10,1 %.

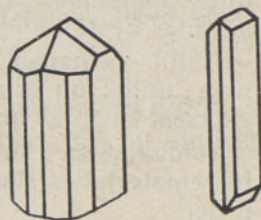
Rombilisse süngooniaasse kuuluv nõeljate, harvem prismaliste või plaatjate kristallikestega (joonis 14) metalliläikeline või tuhm mineraal. Levinud on muldjad ookerjad ja tihedad või teralised agregaadid, samuti ooidid ning konkretsioonid.

Kristallikesed on mustad või tumepruunid, kriips pruun või kollakaspruun. Lõhevus täiuslik, murd ebataasane, kare või astmeline. Agregaatidena on götiit tavaliselt kollakas või punakaspruun.

Kõvadus  $4\frac{1}{2}$ — $5\frac{1}{2}$ , tihedus 4,0—4,4.

Koos hematiidiga on götiit levinuim raudoksiid. Hüdratiseerunud kujul, nn. hüdrgötiidina [ $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ], on ta oluline limoniidi komponent. Götiit tekib magnetiidi, püriidi ja teiste rauamineraalide lagunemisel ning moodustab mõnikord püriidi või kaltsiidi pseudomorfoose.

Götiitse koostisega on ka meie alamordoviitsiumi karbonaatkivimites, eriti Aseri lademes tuntud ooidid. Peendisperssel kujul on götiiti punastes settekivimites, näiteks devoni liivakivides ja savides, nõeljate või pris-



Joonis 14. Götiidi kristallid.

maliste kristallikestena aga hüdrotermaalsete mineraalide seas, kus götiidinõelakesed paistavad vesiselgete kaltsiidikristallide pinnal hästi silma. Kaasmineraalid on hematit, kaltsiit, kvarts, püriit, savimineraalid jt., sarnased mineraalid hematit ja manganiit.

Götiit lahustub soolhappes.

### Haliit ehk kivisool, NaCl.

Tahvel IX, 3, 4

Kr. *hals* — sool.

Keemiline koostis: Na 39,4; Cl 60,6%.

Kuulub kuubilisse süngooniasse. Kuubikujulised klaasiläikelised värvuseta või valged kristallid võivad lisandite tõttu olla hallikad, kollased, roosad või pruunid. Lõhevus kuubi tahkude järgi ülitäiuslik. Murd karpjas. Lahustub vees ning on veidi voolav.

Kõvadus  $2\frac{1}{2}$ —3, tihedus 2,2—2,3.

Haliit moodustab teralisi masse, mis esinevad soolajärvedes või laguunides ladestunud paksude kihtidena. Tavaliselt on soolalademete lamamiks kipsi- ja anhüdriidikihid. Kivisoolakihtidel lasuvad omakorda kergemini lahustuvad soolad, nagu sülviiin, epsomiit ja karnalliit.

Haliiti praegu meie settekivimites ei leidu, kuid tema varasemast esinemisest mõningates meie esmastes laguunitekkelistes dolomiitides kõnelevad kuubikujulised lahustusõoned. Selliseid täringõõsi kirjeldasid geoloogid juba ligi sada aastat tagasi siluri dolomiitides Rootsiküla ja Kuusnõmme ümbruses Saaremaal. Kuubikujulisi õõsi, mis hilisemate protsesside käigus on kujult veidi moonunud, leidub rohkesti devoni kivimites, näiteks Narva (Ruhnu saarel) ja Aruküla lademe (Tartus Staadioni tänava paljandis) purdkivimites, ning Snetogori lademe dolomiitides, kohati leidub haliidi kavernides kaltsiidi, dolomiidi või kipsi pseudomorfoose, näiteks siluri dolomiitides Saaremaal ja Aruküla ning Snetogori lademe dolomiitides Eesti mandrialal.

Haliit sarnaneb välistunnustelt ja omadustelt sülviiiniga, millel on erinevalt haliidist kibesoolane maitse ja väiksem kõvadus ning tihedus.

Toiduainetes kasutatakse haliiti puhastatult. Ta on lähtematerjaliks soolhappe, kloori, soola ja naatriumi tootmisel.

## Hematiit e. raudläik, $\text{Fe}_2\text{O}_3$

Kr. *hematos* — veri. Nimetuse saanud omaaegse uskumuse järgi, nagu võiks hematiit peatada verejooksu.

Keemiline koostis: Fe 70; O 30%. Vähesel hulgal võib sisaldada ka  $\text{H}_2\text{O}$ . Sel puhul kõneldakse mineraal hüdromatiidist.

Trigonaalse süngoonia mineraal. Esineb väikeste mustade või terashallide plaatjate, romboedri-, harvem prisma- või skalenoëedrikujuliste kristallide ja lehtjate, ooidsete, teraliste, muldjate või tihedate peitkristalsete agregaatidena. Metall- või poolmetalliläikeline, agregaadid tuhmid. Kriips kirsspunane või pruunikaspunane. Lõhevus puudub. Muldjad peeneteralised erimid ning ooidid on punased.

Kõvadus 5—6 $\frac{1}{2}$ , tihedus 4,9—5,3.

Hematiit on peamisi sette kivimite punaseid pigmente. Peendisperssel kujul annab koos götiidiga meie savidele, liivakividele ja karbonaatkivimitele punase värvitooni. Väga iseloomulik on hematiidisaldus devoni kivimeis, eriti Narva ja Aruküla, vähem Burtnieki lademe terrigeen-setes kivimites. Kambriumi Irbeni kihistu alumises osas moodustab raudooliidi vahekihte.

Ooliitsete rauamaakide teket seletati juba möödunud sajandi keskel ooliitlubjakivide kattumisega orgaaniliste mudadega. Täiustatud geneetilise mudeli kohaselt tekivad rauaooliidid aragoniitsete ooidide asendumisel rauaga deltaliste mudadega kattumise korral. Mudade kõrge orgaanilise aine sisalduse tõttu rikastuvad põhjaveed porsumisel orgaaniliste hapetega ning leostunud rauaga. Kui need veed imuvad ooliitlubjakivisse, asenduvad lahustuv aragoniit ja magneesiumirikas kaltsiit rauamineraalidega.

Kristallidena leidub hematiiti peaaesjalikult kaltsiidi, barüüdi jt. hüdrotërmaalsete mineraalidega täitunud lõhedes ja õõntes, hajutatud terakestena aga paljudes sette- ja moondekivimites. Koos magnetiidiga moodustab hematiit maagikihte Jõhvi ümbruse raudkvartsiitides. Hematiit võib tekkida nii süva- kui ka puutemoondel.

Sarnased mineraalid on ilmeniit, magnetiit ja götiit.

Hematiit lahustub aeglaselt soolhappes. Ta on olulisim rauamaak.

**Hüdrogötiit,  $\text{HFeO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$** 

Keemiline koostis on veesisaldusest. Keskmiselt on hüdrogötiidis Fe 60; O 25 ja  $\text{H}_2\text{O}$  15%.

Esineb peitkristalliliste nõrude, konkretsioonide, ooliitide või muldja massina. Nõrude tihe välispind on tumepruun, muldjad teisendid ookerpruunid või pruunikaskollased. Kõvadus 1—5, tihedus 3,6—4,0.

Tekib biogeenselt rauabakterite toimel ja hüpergeneesi käigus rauamineraalide porsumisel. Soo- ja järveraua oluline koostismineraal. Moodustab koos teiste hüdratiseerunud rauamineraalidega (hüdrohematiit ja hüdrolepidokrokiit) pruunika amorfse muldja massi, mida nimetatakse limoniidiks. Koos röntgenamorfsete raud- ja mangaanoksiidide, götiidi ning bernessiidiga ( $\text{MnO}_2$ ) moodustab Soome ja Riia lahe põhjas raua-mangaani-konkretsioone ja -koorikuid.

Vt. limoniit.

**Hüpersteen,  $(\text{Fe}, \text{Mg})_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$** 

Kr. *hyper* — üle, *sthenos* — jõud. Nimetus osutab mineraali kõvadusele.

Pürokseeni rühma kõige rauarikkam mineraal, mis sisaldab MgO 20; FeO 18,5; CaO 4,5;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1,5;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  3,2 ja  $\text{SiO}_2$  51,0%.

Rombilise süngoonia tahveljad või sammasjad tumepruunid kuni mustad klaasiläikelised kristallid. Lõhevus prisma pinna järgi täiuslik, lõhevuspindadel viirutus.

Kõvadus 5—6, tihedus 3,3—3,5.

Hüpersteen on aluseliste ja ultraaluseliste tardkivimite (gabro ja pürokseeniit) kivimit moodustav mineraal, samuti tüüpiline mineraal granuliidifaatsiese moondekivimites. Esineb meie vastavates aluskorrakivimites ja rändkivides.

Kaasmineraalid on enstatiit, bronsiit, labrador ja küünekiivi, sarnased mineraalid bronsiit ja küünekiivi.

Lahustub osaliselt soolhappes.

Vt. pürokseeni rühm, bronsiit.

**Illiid ehk hüdrovilk.**

$\text{K}_y\text{Al}_4[\text{Si}_{8-y}\text{Al}_y\text{O}_{20}](\text{OH})_4$ , kus  $y=1-1,5$

Nimetuse saanud USA Illinoisi osariigi järgi.

Savimineraal, mis struktuurilt ja koostiselt on lähedane

vilkudele. Võrreldes muskoviidiga sisaldab vähem  $K_2O$  ja rohkem  $SiO_2$ .

Illiidi kõvadust ja tihedust on raske täpselt määrata, kuid need on veidi väiksemad kui vilkudel. Väga peensoomusja ehituse tõttu on tema peamiseks uurimismeetodiks röntgenanalüüs.

Puhas illiit on värvusetu, savina valge; mitmesuguste lisandite, eriti raudoksiidide ja -hüdroksiidide tõttu on illiitse koostisega savid värvunud halliks, rohekashalliks, kollaseks, pruuniks või punaseks.

Illiit tekib hüpergeneesil peamiselt päevakividest, vilkudest ja teistest savimineraalidest. Levinuim savimineraal Eesti NSV savides, argilliitides, merglites ning domeriitides. Kvaternaari savid koosnevad ülekaalukalt (70—90%) illiidist, kuid vanemates savides võib lisanduda rohkesti kloriiti, kaoliniiti jt. savimineraale. Peaaegu alati leidub savis lisandina ka kvartsi, päevakive jt. mineraalide peeni terakesi.

Vt. savimineraalide rühm, kloriit, kaoliniit.

### Ilmeniit ehk titaanraud, $FeTiO_3$

Tahvel IV, 6

Nimetuse saanud esmasleiukoha Ilmeni mägede järgi Lõuna-Uraalis.

Keemiline koostis: Fe 36,8; Ti 31,6; O 31,6%.

Trigonaalne süngoonia. Kristallid on plaatja kujuga, poolmetalliläikelised, enamasti mustad, mõnikord punakaspruunid. Lõhevus puudub. Murd karpjas. Kriips must või punakaspruun. Levinud harilikult tihedate kompaksete või teraliste agregaatidena. Mittemagnetiline või nõrgalt magnetiline.

Kõvadus 5—6, tihedus 4,5—5,0.

Ilmeniit on tekkelt magmaline mineraal ning esineb sageli hajuterakestena gabrodes, diabaasides ja pürokseeniitides. Kaasmineraalid on magnetiit, rutiil ja pürokseenid. Settekivimites võib ilmeniiti leida allotigeensete terakestena. Mererannal moodustavad nad kohati looduslikke rõmme. Suurtes kogustes leidub ilmeniiti Edela-Eestis Litoriinamere-vanustes rannavallides. Tööstuse seisukohalt olulisi ilmeniidi puistmaardlaid ei ole Eesti NSV-s avastatud. Puistetes esineb ilmeniit koos granaadi, rutiili, tsirkooni jt. raskete mineraalidega.

Sarnased mineraalid on magnetiit ja hematit.

Pulbristatud ilmeniit lahustub kontsentreeritud sool-

happes. Pulbri keetmisel väävelhappes ning jahtunud lahusele vesinikuühilhapenditilgakese lisamisel värvub lahus oranžikaskollaseks. Hüpergeneesil muutub ilmeniit leu k o k s e e n i k s.

Ilmeniit on tähtis titaanimaak.

### Kalkopüriit ehk vaserähk, $\text{CuFeS}_2$

Tahvel VII, 6

Kr. *chalkos* — vask; *pyros* — tuli.

Keemiline koostis: Cu 34,6; Fe 30,5; S 34,9%, lisandina võib esineda Au, Ag, Pt jt.

Tetragonaalne süngoonia. Esineb metalliläikeliste pronks- kuni kuld kollaste korrapäratute terade või tiheda teralise massina, harva kristallidena. Iseloomulik on sinakas või mitmevärviline helk. Lõhevus puudub. Vasaraga löömisel annab sädemeid ja on tunda väävlilõhna. Kriips rohekasmust.

Kõvadus  $3\frac{1}{2}$ —4, tihedus 4,1—4,3.

Kalkopüriiti esineb meil koos püriidiga väikeste kristallidena kambriumi Lontova lademe sinisavis, kus nad moodustavad ussikäikude või organismide jäänuste pseudomorfoose. Üksikuid kristallikesi on leitud samuti Kotlini kihistu savides. Kalkopüriididruusi on kirjeldatud koos sfaleriidi ja tetraedriidiga Lahmuse puuraugus Narva lademe dolomiidis. Kristallikeste läbimõõt on kuni 5 mm. Nad on sageli pseudoheksagoonilised — oktaeedrid või tetraeedrid. Aluskorrakivimites on leitud kalkopüriiti tektooniliste lõhede täitemineraalide, nagu püriidi, galeniidi jt. hulgas. Pealiskorra karbonaatkivimites esineb hüdrotarmaalse tekkega kalkopüriiti. Aluselistes rändkivides võib leida magmalise tekkega kalkopüriiti koos pürrotiiniga. Karbonaatsetes rändkivides on teda Laevas ja Puia-tus.

Kalkopüriidi kaasmineraalid on püriit, markasiit ja pürrotiin. Kalkopüriit erineb püriidist väiksema kõvaduse ja kollase värvuse poolest.

Lahustub lämmastikhappes.

Kalkopüriit on oluline vasemaak. Väga piiratud leviku tõttu pakub Eesti NSV-s vaid mineraloogilist huvi.

### Kolkosiin, $\text{Cu}_2\text{S}$

Kr. *chalkos* — vask.

Keemiline koostis: Cu 79,8; S 20,2%. Lisandina võib sisaldada Ag, Ni, Co jt.



Rombiline süngoonia. Tahveljate metalliläikeliste tinahallide kristallidena esineb harva, enamasti leidub kompaksete peeneteraliste agregaatidena, millel mõnikord on terassinine kilevärvus. Kriips tumehall, läikiv.

Lõhevus ebatäiuslik, murd karpjas või ebatasane.

Kõvadus  $2\frac{1}{2}$ —3, tihedus 5,5—5,8.

Eesti NSV-s on kalkosiin suhteliselt haruldane mineraal. Teda leidub karbonaatkivimites koos teiste hüdrotermalse tekkega mineraalidega. Näiteks Laeva kruusaaukus on kalkosiini kuni 5-mm läbimõõduga ja sinaka tooniga tinahallide terakestena või ümbritseb ta galeniiditerakesi.

Kaasmineraalid on malahhiit, kupriit, püriit ja kaltsiit, sarnased mineraalid kupriit, hematiit ja magnetiit.

Kalkosiin lahustub lämmastikhappes.

### Kaltsedon, $\text{SiO}_2$

Tahvlid II, 1, 2 ja XXIII, 2, 3.

Nimetuse saanud muistse Kalchedoni linna järgi Marmara mere rannikul. Kvartsi peitkristalne erim. Esineb mitmesuguse kujuga nõrude või mugulatena peamiselt settekivimites.

Värvuse järgi eristatakse arvukaid teisendeid. Neist tuntumad on tumeroheline plasma, õunroheline kruusopraas, lihapruun karneool, punakaspruun sarder, kollane või oranž serdoolik, sinakas safiriin, must agaat, valge kahalong, mustvalgete kontrastsete vöötmetega õnüks ja roheline, punaste laikudega heliotroop. Vöödilised kaltsedonid on tuntud ahhaatidena, peendisperseid pigmenteerivaid aineid sisaldavad kirjuvärvilised kaltsedoniteisendid aga jaspistena. Kõige laiemalt on levinud hall kaltsedon.

Kõvadus on  $6\frac{1}{2}$ —7, tihedus 2,58—2,64. Murd karpjas.

Eesti NSV-s leidub kaltsedoni mitmesuguse suuruse ja kujuga mugulate või bretšana karbonaatkivimites, eriti siluri Raikküla ja Adavere lademe dolomiidis. Raikküla lademe Kalana murrust on teda leitud kuni mitmekümne sentimeetri pikkuste läätsedena. Ka Põõsaspea neemelt Jõhvi lademest on teada kuni 20-cm läbimõõduga kaltsedonimugulaid. Kaltsedon on meil enamasti hallikasvalge või hall, kuid esineb ka punaste või oranžikate vöötmetega ahhaati (tahvel II, 2).

Kaltsedonimugulad ja -läätsed on tõenäoliselt hüdrotermaalse tekkega. Selle kasuks kõneleb nende koosinemine polümetalsete mineraalidega. Kohati on kaltsedon ilmselt biogeense päritoluga ning seotud ränivetikate elutegevusega. Seda kinnitavad peaaegu igas ordoviitsiumi ja siluri lademes olevad ränistunud kivistised. Keskordoviitsiumi Idavere ja Keila lademe karbonaatkivimites ilmnevaid ränistumisenähtusi tuleb arvatavasti seostada ränirikaste metabentoniidikihtidega, mis olid nii kaltsedoni kui ka kvartsi teisese mineralisatsiooni allikaks.

Arheoloogiliste andmete kohaselt on kaltsedoni meil kiviajal kasutatud primitiivsete tööriistadena, samuti ümmarguseks lihvitult helmestena. Viimaste läbimõõt küünib 4 cm-ni. Paljude leitud kaltsedonihelmeste (Vändra, Saadjärve mõis, Paistu, Halliste, Rannu, Vasula jt.) lähtematerjaliks on olnud nähtavasti Adavere lademe kaltsedonimugulad Pilistvere või Võhma ümbrusest.

Suure kõvaduse tõttu kasutati kaltsedoni tulelukuga püssidest ning tule süütamisel koos taelaga. Seetõttu nimetatakse tumedavärvilist kaltsedoni ka tulekiviks.

Dekoratiivseid kaltsedoniteisendeid kasutatakse poolvääris kividenä. Ahhaat sobib hästi kõvade uhmrite ja kaalutugiprismade valmistamiseks. Eestis leitud kaltsedon pakub tänapäeval vaid teaduslikku huvi.

### Kaltsiit, $\text{CaCO}_3$

Tahvel X, 1—6

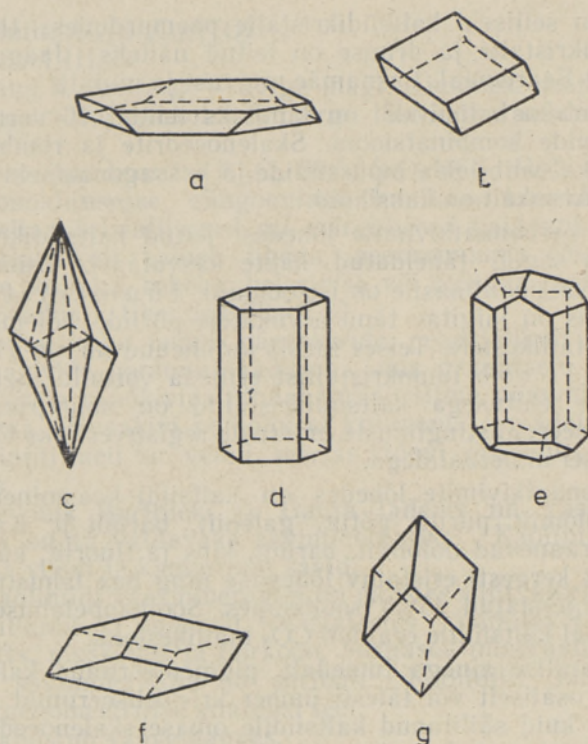
Lad. *calx* — lubi, lubjakivi.

Keemiline koostis:  $\text{CaO}$  56;  $\text{CO}_2$  44%. Moodustab sageli kaksiksoola magneesiumiga, harvem mangaani või teiste elementidega.

Trigonaalne süngoonia. Kristallivorme on mitusada ja nende kombinatsioon üle tuhande. Vormiderikkuse poolest edestab kõiki teisi mineraale. Sagedamini esinevad mitmesugused skalenoedrid, harvem tahveljad, plaatjad, romboedrilised ning prismalised kristallid (joonis 15) ja nende druusid. Kivimites esineb kaltsiit enamasti teralise või tiheda massina.

Kaltsiidi iseloomulikuks omaduseks on ülitäiuslik lõhevus romboedri pindade järgi. Ta on läbipaistev ja värvusetu, kuid lisandite mõjul võib omandada mitmesuguse heleda tooni (piimvalge, roosakas, punakas, kollakas jne.).

Läbipaistvatel kaltsiidikristallidel on tugev valguse



Joonis 15. Kaltsiidi kristallid: a — romboeeder skalenoedri tahkudega; b, f, g — romboeedrid; c — skalenoeder; d — prisma; e — prisma skalenoedri tahkudega.

kaksikmurdmise võime. Selliseid läbipaistvaid romboeedrilisi kristalle nimetatakse *islandi paoks*.

Kõvadus 3, tihedus 2,7—2,8.

Kaltsiit on maapinnal levinumaid mineraale. Tekib keemiliselt vesilahustest sadestumisel (allikalubi), kuid lubimudana võib järvede ja merede põhja settida ka lubibakterite toimel ning organismide lubiskeletina ka biokeemiliselt. Kristalne kaltsiit tekib organismide lubiskelettidest nende hilisemal diagenetilisel ümberkristalliseerumisel.

Mineraloogiliselt on väga huvipakkuvad meie aluskorra- või pealiskorrakivimite lõhedes hüdrotermaalsetest lahustest tekkinud kaltsiidikristallid ja nende druusid. Eriti

palju on selliseid kaltsiidikristalle paemurdudes. Ilusaid kaltsiidikristalle ja druuse on leitud näiteks Jaagarahu murrust Saaremaal, Lasnamäe murrust ja mujalt.

Jaagarahu kaltsiididel on kindlaks tehtud 16 vormi ja 34 vormide kombinatsiooni. Skalenoedrite ja romboedrite kõrval võib leida bipüramiide ja heksagonaalseid prismasid. Arvukalt on kaksikuid.

Meie karbonaatkivimite lõhedest leitud kaltsiidikristallidel on sageli täheldatud kahte kasvufaasi. Esimesele kristallisatsioonifaasile on iseloomulik tuumkristalli pind, mis on jälgitav tänu arvukatele püriidi- või markasiidikristallikestele. Teises faasis kujunenud nn. mahiskristall võib tuumkristallist erineda vormilt. Sellised keerulise ehitusega kaltsiidikristallid on suurepäraseks kristalliseerumistingimuste muutuste registreerijaks lõhede täitumisel mineraalidega.

Karbonaatkivimite lõhedes on kaltsiidi kaasmineraalideks dolomiit, püriit, götiit, galeniit, barüüt jt. Kaltsiidiga sarnanevad dolomiit, barüüt, kips ja fluoriit, kuid ta on neist kergesti eristatav lõhevuse ning hea lahustuvuse tõttu lahjendatud (5%) soolhappes. Soolhappelahuse tilgutamisel kaltsiidile eraldub CO<sub>2</sub> mullikestena.

Orgaanilise ainega tumedalt pigmenteerunud kaltsiiti, mis on osaliselt või täiesti ümber kristalliseerunud dolomiidiks, kuid säilitanud kaltsiidile omase skalenoedrilise kuju, tuntakse antrakoniidina (vt.).

Kaltsiit on laialt levinud nõrudena. Need moodustavad lubjakivides arenenud karstikoobastes sageli suurepäraseid kolonnaade, stalaktiite (laest rippuvad), stalagmiite (koopa põrandast üles kerkivaid tilkekive) ning muid nõruvorme. Eesti karstiõõntes on nõrud, kaasa arvatud tilkekivid, haruldased. Looduslikus keskkonnas kujunenud tilkekivi on kirjeldatud vaid Põhja-Eesti paekaldal Mäekülas (Tallinnast 9 km lääne pool). Seal on tilkekivi kuni 1 m paksuste kobarjate pesadena Aseri ja Lasnamäe lademe lubjakivides. Tilkekivi väliskihis on kaltsiit kiulise ehitusega ning vahelduvalt valge ja pruun, sisemises osas aga pude ning urbne.

Tilkekive meenutavaid kaltsiidi nõruvorme on leitud meil lubjakiviveeriste pinnal kruusaaukudes (tahvel X, 6).

Kaltsiiti kasutatakse optikas (polarisaatorid), metallurgias (sulandina), ehitusmaterjalitööstuses jm.

Vt. lubjakivi.

**Kaoliniit,  $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_8$** 

Tahvel III, 6

Hiina k. *kao-ling* — kõrge mägi. Nimetuse saanud kaoliini esimeste leiukohtade järgi. Savimineraalide rühma mineraal.

Keemiline koostis:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  39,5;  $\text{SiO}_2$  46,5;  $\text{H}_2\text{O}$  14,0%.

Monokliinsesse süngooniasse kuuluvad kuuekandilised tahveljad kristallikesed on märgatavad vaid mikroskoobi all. Harilikult esineb tiheda, peensoomusja või muldja valge, kollaka, roheka, helesinise või roosaka massina.

Kõvadus 1, tihedus 2,58—2,60.

Puhtal kujul leidub päevakivide, peaaesjalikult kaalium-päevakivide porsumissaadusena, mis graniitsete või pegmatiitsete rändkivide pinnal torkab silma piimvalgete laikudena. Päevakivi porsumisel kujunenud pesadena leidub kaoliniiti meil ka vendi seerias Gdovi graveliitses liivakivis.

Devonis Burtnieki ja Gauja lademe nn. rasksulavas savis on ta valdavaks savimineraaliks. Kaoliniidirikkad on ka vendi ja kambriumi savid.

Kaoliniidi kaasmineraalid on savides illiit, kloriit, montmorilloniit ja šamosiit, kristalsetes kivimites päevakivi, kvarts, muskoviit ja tsirkoon. Sarnased mineraalid on teised savimineraalid ja seritsiit. Kaoliniiti määratakse röntgenomeetrilise analüüsi teel.

Lahustub väävelhappes.

Kasutatakse portselani-, keraamika-, paberi-, värvi- ja lakitööstuses.

Kaoliniidist koosnevat tulekindlat kergesti vormitavat savi tuntakse kaoliinina.

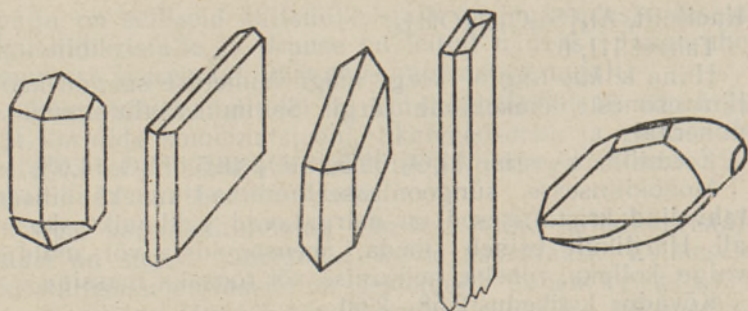
**Kips,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$** 

Tahvliid XI, 5, 6 ja XX, 5

Keemiline koostis:  $\text{CaO}$  32,6;  $\text{SO}_3$  46,5;  $\text{H}_2\text{O}$  20,9%.

Monokliinse süngoonia õhukese- kuni paksutahvelja kujuga kristallid või terakesed, lehtjad, kiulised või radiaalkiirjad agregaadid. Mõnikord moodustavad lehtjad kristallid rosetitaolisi agregate.

Kristallid on värvuseta, valged, kollakad või pruunikad kuni mustad, tavaliselt klaasiläikelised. Lõhevus ülitäiuslik, kusjuures lõhevuspindadel võib märgata pärlmutriläiget. Murd karpjas. Kipsikristallidele on iseloomulikud nn. pääsusabakaksikud. Ohukesed kipsilehekeseid on painduvad, kuid mitte elastsed.



Joonis 16. Kipsi kristallid.

Kõvadus 2, tihedus 2,2—2,4.

Kips on tüüpiline laguunseid tingimusi iseloomustav mineraal, mis sadestub keemiliselt mereveest. Moodustub vesilahustest temperatuuril alla 63°C ning ladestub lubjakivide, merglite või savide vahel kihtidena. Sellised kipsikihid on levinud näiteks ülemdevoni Dubniki lademes, kus neid Irboska lähedal Dubnikis ka kaevandatakse.

Kipsi on Eesti NSV-s leitud Narva lademe (Laanemetsa puurauk) domeriidis vahekihtidena, kus ta esineb roosaka või kollakasvalge kiulise erimina — seleniidina. Selle kihtide paksus võib ulatuda mitme sentimeetrini. Dubniki kipsikaevanduses leidub seleniiti mitmekümne sentimeetri paksuste vahekihtidena sinakas sitkes savis ja seda esineb dolomiidilamellidega vahelduva paksukihilise kristalse kipsi vahel mitmel tasemel.

Kipsi võime sette kivimites kohata ka tüüpilise hüpergeense mineraalina — sulfiidsete mineraalide, eeskätt püriidi ja galeniidi laguproduktina. Luubi all võime nende mineraalide pinnal sageli märgata valgeid nõelakujulisi kipsikristallikesi. Mõnikord on kuni mõnesentimeetrise läbimõõduga läbipaistvad plaatjad kipsikristallikesed kristalliseerunud Pakerordi lademe argilliidikihtide pinnale, kus kunagi ringlesid sulfaatsed lahused.

Kips esineb koos dolomiidi, savimineraalide, püriidi ja galeniidiga. Sarnased mineraalid on talk, kaoliniit, muskoviit ja flogopiit.

Kips lahustub aeglaselt soolhappes, osaliselt isegi vees, eriti 37—38°C juures. Kõige olulisemad diagnostilised tunnused on ülitäiuslik lõhevus ning pehmus (on küünega kriimustatav).

Kipsi kasutatakse kipskrohvi valmistamiseks, samuti meditsiinis, skulptuuris (alabaster) ja ehtekivina (sele-niit).

Kipsi kuumutamisel 180—200 °C juures saadakse põle-tatud ehk nn. krohvikips, millel on võime uuesti vett nee-lata ning seejärel kõvastuda.

### Kloriit, $(Mg, Al, Fe)_{12}[(Si, Al)_3O_{20}](OH)_{16}$

Tahvel III, 4

Kr. *chlōros* — rohekas.

Keemiline koostis: MgO 3—33; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,5—11; FeO 8—38; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10—47; SiO<sub>2</sub> 21—36; H<sub>2</sub>O kuni 15%. Lisandina esinevad MnO, CaO, Na<sub>2</sub>O ja K<sub>2</sub>O.

Kloriit kuulub monokliinsesse süngooniasse. Ta on roheline värvuse ja ülitäiusliku lõhevusega mineraal. Välisilmelt sarnaneb vilkudega, kuid erineb neist kristalli-struktuurilt. Mõnikord esineb üsna suurte pseudoheksa-gonaalsete tahveljate kristallidena. Koostise ja struktuuri põhjal on tal rida erimeid, näiteks penniin, klino-kloor jt.

Kõvadus 1—2½, tihedus 2,6—2,85.

Kloriit on madalal temperatuuril kujunenud mineraal ja tekib hüpergeneesi käigus peamiselt tumedatest mineraalidest — biotiidist, amfiboolidest ja pürokseenidest. Peen-soomusjate terakestena kuulub ka savimineraalide rühma. Kloriiti esineb Eesti savides peaaegu alati, kuid tavaliselt mitte üle 20%.

Kloriit on väga levinud mineraal paljudes moondekivi-mites, eriti rohekiltade ja epidoot-amfiboliidifaatsieses (kloriitkilt, fülliid). Rändkivide seas esineb teda diabaasides ja uraliitporfüriitides. Suuri kloriidilehekesi leidub rändkivi-des harva.

### Korund, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Sansk. *kuruwinda* — rubiin. Nimetus pärineb Indiast.

Keemiline koostis: Al 53,2; O 48,8%. Lisandina esinevad Cr, Fe, Mn ja Ti on kromofoorideks.

Trigonaalse süngoonia prismaalsed, püramidaalsed, tün-nitaolised või tahveljad kristallid. Kivimites esineb korund enamasti korrapäratute terakestena. Värvuselt valge, punane, roosa, sinine või sinakasroheline kuni must, klaas-iläikeline. Lõhevus puudub, murd karpjas. Suured puhtad

läbipaistvad kristallid on väärtuslikud kalliskivid: rubiin (punane) ja safiir (sinine).

Kõvadus 9, tihedus 3,9—4,1.

Korundi leidub Eesti settekivimites, eriti lubjakivides ning dolomiitides vaid luubi all jälgitavate peente alloti-geensete terakestena, mis kontsentreeruvad seal tänu oma suurele kõvadusele. Neil on teravaservaline kuju. Esmas-tekelt on korund magmaline või puutemoondeline.

Kaasmineraalid on karbonaatkivimite lahustusjäädid tsirkoon, granaat, topaas, ilmeniit, turmaliin jt., sarnased mineraalid tsirkoon, spinell, apatiit ja topaas.

Hapetes korund ei lahustu. Suure kõvaduse tõttu on ta väärtuslik abrasiivmaterjal. Kasutatakse ka apraaditöös-tuses jm.

### Kovelliin, CuS

Nimetus on antud itaalia mineraloogi N. Covelli (1790—1829) auks.

Keemiline koostis: Cu 66,5; S 33,5%. Lisandina esineb rauda.

Heksagonaalse süngoonia tahveljad ja lehtjad kristalli-kesed, sagedamini esineb aga kompaktse massi või tera-kestena. Kovelliin on sinine kuni sinakasmust, kriips sina-kashall kuni must. Lõhevus ühe pinna järgi täiuslik, murd ebatasane kuni karpjas.

Kõvadus  $1\frac{1}{2}$ —2, tihedus 4,6—4,7.

Kovelliin on vasemaakide hüpergeneesivöö tüüpiline mineraal. Eesti NSV-s esineb harva (Kuningaküla puur-südamikus Narva lademe dolomiidis ning Laevas dolomiit-setes rändkivides) koos polümetalsete sulfiidsete ning vaseminaeralidega — püriidi, kalkopüriidi, kalkosiini, malahhiidi, asuriidi ja kupriidiga.

### Kupriit ehk punane vasemaak, Cu<sub>2</sub>O

Lad. *cuprum* — vask.

Keemiline koostis: Cu 88,8; O 11,2%.

Kuubilise süngoonia oktaeedrid või kuubid, samuti kompaktset teralised või pulberjad massid ja kirmed.

Kupriit on punane, eriti pulbrina, metalliläikeline, kris-tallikesed võivad olla ka metallhallid. Kriips pruunikas-punane. Lõhevus oktaeedri järgi selge, murd karpjas.

Kõvadus  $3\frac{1}{2}$ —4, tihedus 5,85—6,15. Rabe.



Tabel 23. Kvartsi rühma erimid

Erim	Tihedus Mg/m <sup>3</sup>	Tekke- tempera- tuur °C	Süngoonia
Kvartsklaas ehk lešateleriit	2,21	1715	Amorfne
Stišoviit	4,35	>1200	Tetragonaalne
Koesiit	2,93	800—500	Monokliinne
$\alpha$ -kristobaliit	2,20	1740—1715	Kuubiline
$\beta$ -tridümiit	2,26	1470—870	Heksagonaalne
$\alpha$ -kvarts	2,52	870—573	Heksagonaalne
$\beta$ -kvarts	2,65	573—100	Trigonaalne
$\beta$ -kristobaliit	2,32	270—180	Tetragonaalne
$\beta$ -tridümiit	2,27	163—117	Rombiline
$\gamma$ -tridümiit		<117	?
Opaal	1,9—2,5		Amorfne

Vasemaakide hüpergeneesivöö tüüpiline mineraal. Esi-  
neb koos kalkosiini, kovelliini, malahhiidi, kalkopüriidi,  
asuriidi ja püriidiga. Eesti NSV settekivimites suhteliselt  
haruldane. On teada vaid üksikuid leide karbonaatsetest  
rändkividest (Laeva, Valguta).

### Kvartsi rühm, SiO<sub>2</sub>

Tahvlid I, 1—4 ja XXV, 2

Nimetuse päritolu ei ole teada.

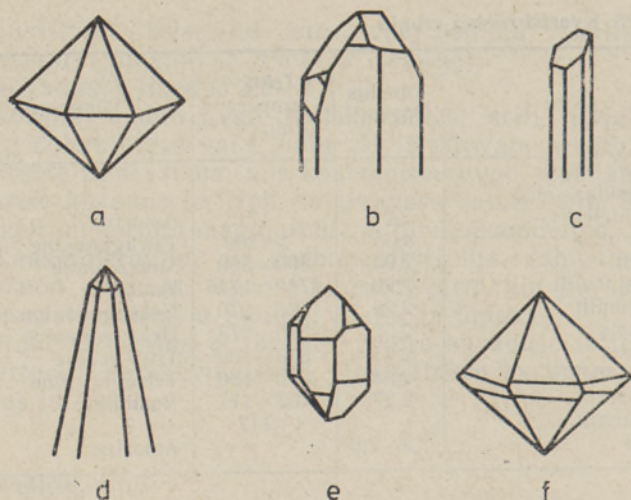
Kvartsi rühma kuulub vähemalt üksteist kristallstruk-  
tuurilt ja ehituselt erinevat erimit — polümorfset modi-  
fikatsiooni (tabel 23).

Et need erimid kristallikujult ning tekketemperatuurilt  
erinevad üksteisest, siis saab kvartsi kasutada geoloogi-  
lise termomeetrina.

$\alpha$ -kvarts ehk kõrgetemperatuuriline kvarts moodustab  
tavaliselt happeliste vulkaniitide fenokruste.

$\beta$ -kvarts, mis kristalliseerub temperatuuril alla 573 °C,  
on iseloomulik happelise koostisega süvakivimitele ja  
gneissidele. See kvartsierim on maapinnal püsivaim ja  
seetõttu kõige enam levinud. Alljärgnevas kvartsi kirjel-  
duses ongi silmas peetud  $\beta$ -kvartsi.

$\beta$ -kvarts jaotatakse värvuse järgi teisenditeks: värvu-  
seta läbipaistvate kristallidega mäekristalliks,



Joonis 17. Kvartsi kristallid: a — bipüramiid, b — prisma püramiidi ja romboeedri tahkudega, c — prisma püramiidi tahuga, d — kvartsi kristall kahe püramiidi tahkudega, e — prisma bipüramiidiga, f — bipüramiid prisma tahkudega.

pruunide või hallide kristallidega suitskvartsiks, lillakate kristallidega ametüstiks, mustade kristallidega moorioniks, valgeks piimkvartsiks, helesiniseks safiirkvartsiks, roosakvartsiks jne.

Kvartšile kõige iseloomulikum kristallikuju on heksagonaalne (ditrigonaalne) prisma, mille tippudeks on püramiidid. Nendele lisanduvad mõnikord ka väikesed trapetsoeedri või romboeedri tahud (joonis 17). Kvartsikristallide prismapindadel on neile iseloomulik ristviirutus. Kristallipinnad on klaasiläikelised, karpjad või ebatasased murdepinnad rasvaläikelised. Lõhevus ebatäiuslik.

Kõvadus 7, tihedus 2,60—2,70.

Kvarts on maakooses üks levinumaid mineraale (umbes 12 massiprotsenti). Kuulub graniidi, granodioriidi, kvartsdioriidi, graniitgneisi, gneisi, kvartsporfüüri, vilgukilda jt. kivimite koostisse ning on sageli ainsaks mineraaliks liivakivis, aleuoliidis ja kvartsiidis. Kõigis neis kivimites on kvarts tavaliselt korrapäratute piimvalgete kuni tumehallide terakestena, graniidis mõnikord ka safiirkvartsina.

Suurte kompaksete agregaatidena võib kvartsi leida pegmatiidis. Haruldaseks ei ole ka kvartsi hiidveerised kruusas. Suurimate Eestist leitud kvartsimunakate läbimõõt on pool meetrit. Peaaegu puhtast kvartsist (97—98%) koosneb devoni Gauja lademe valge liivakivi Piusa klaasiliivakaevanduses.

Korrapäraste kristallidena leidub kvartsi meil kivimiõõntes ja -lõhedes, kus moodustab sageli kristallipesi ehk druuse. Suitskvartsi ja moorioni on meil leitud koos korrapäraste ortoklassikristallidega Ida-Eestis rabakivist rändrahnudes.

Kui tardkivimites on kuni 2,5 cm pikkusi kvartsikristalle, siis settekivimites autigeense mineraalina esinevad korrapärased vesiselged mäekristallid või ametüstid (Põõsaspea neemel) on harva rohkem kui 1 cm pikad. Nad esinevad tavaliselt druusina karbonaatkivimite õõntes, kivististe siseõõntes või kaltседонikonkretsioonide tuumas.

Väikesi kvartsidruuse on Jõhvi lademes Põõsaspea neemel suurte kaltседонikonkretsioonide siseosas, Raikküla lademes Vodja murrus, Pirgu lademes Niibi murrus, Idavere lademes Aluveres murrus, Porkuni ja Adavere lademe murdudes ja mujal. Et kvartsikristallid on sageli paigutunud kivististe (stromatopoorid, karbid, merisiilikud jt.) siseõõntesse, siis tuleb neid vaadelda kui katageneetilisi moodustisi.

Adavere lademe purddolomiidis Navesti ümbruses, Soomeveres, Võhma lähedal jm. on nii kvarts kui ka temaga koos esinev kaltседongi ilmselt hüdrotermaalse tekkega.

Ülemdevoni Gauja lademe kvartzliivakividest leitud ränistunud puujäänustes katavad kuni 1 mm pikkused korrapärased vesiselged kvartsikristallid kivistist pindmiselt, kuna sisemise osa moodustab kaltседон. See on ilmekas näide kvartsikristallikeste madalatemperatuurilisest tekkest kolloidsest ränioksiidist skeemi opaal → kaltседон → mäekristall järgi.

Kvartsil on väga palju kaasmineraale. Temaga koos ei assotsieeru kristalsetes kivimites vaid oliviin ja mõned leeliskivimitele iseloomulikud mineraalid, nagu leutsiit ja nefeliin.

Kvartziga sarnanevad topaas ja fluoriit.

Hüpergenesivöös on kvarts üks püsivamaid mineraale, mistõttu ta ongi liiva peamiseks koostisosaks. Lahustub ainult sulahappes.

Kvartsi kasutatakse laialdaselt nii kristallidena (pieso-

kvarts, kvartsklaas, ehtekivid) kui ka kvartsi sisaldava kivimina (ehitusmaterjali- ja klaasitööstus).

Kvartsi tihedad modifikatsioonid koesiit ja stišoviit on väga haruldased. Nad kujunevad vaid ülikõrgete rõhkude juures ning seetõttu on neid leitud mõningate suurte meteoriidikraatrite täitematerjalis.

Looduslik kvartsklaas fulguriit võib tekkida pikselöögi mõjul kvartsirikastes kivimites ja setetes. Liivades ja liivakivides on fulguriit tavaliselt torukujuline. Muna-kalises kruusas võib ta veeriseid katta klaasja vaabana (näit. Kõrvekülas Tartu lähedal jm.).

### Küaniit ehk disteen, $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$

Tahvlid II, 3 ja IV, 5

Kr. *kyanos* — sinine, *di* — kaks, *sthenos* — vastupanu. On saanud nimetuse selle järgi, et kõvadus on kahes suunas erinev.

Keemiline koostis:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  63,1;  $\text{SiO}_2$  36,9%. Lisandina võib esineda 1—2%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ja kuni 1,8%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

Trikliinne süngoonia. Kristallid on enamasti pikktahvelja, kiulise või lehtja kujuga, klaasiläikelised, helesinise, roheka või kollaka värvusega. Lõhevus keskmine.

Kõvadus sõltuvalt suunast  $4\frac{1}{2}$ —6, tihedus 3,50—3,68.

Küaniit esineb kivimis radiaalkiirjate agregaatide või teradena. Eesti NSV-s leidub teda moondekivimites küaniit-stauroliitkiltades ning vilgukiltades, allotigeense mineraalina aga vähesel hulgal liivakivides, eriti devoni Burtnieki ning Gauja lademe liivakivis koos stauroliidi, tsirkooni ja ilmeniidiga.

Sarnane mineraal on sillimaniit.

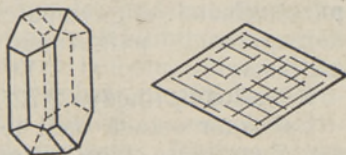
Hapetes ei lahustu.

### Küünekivi, $\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4 (\text{Al}, \text{Fe}^{3+}) [(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]_2 (\text{OH})_2$

Nimetatakse sageli ka harilikuks küünekiviks, et eristada teda titaani sisaldavast (kuni 3%  $\text{TiO}_2$ ) basaltsest küünekivist. Kuulub amfibooli rühma.

Keemiline koostis:  $\text{CaO}$  10—13;  $\text{MgO}$  11—14;  $\text{FeO}$  9,5—11,5;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  3—9;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  6—13;  $\text{Na}_2\text{O}$  1,5;  $\text{SiO}_2$  42—48;  $\text{H}_2\text{O}$  1—1,5%.

Monokliinse süngoonia kuuetaahulise ristlõikega prismalised või sammajad mustad, rohekasmustad, harvem



Joonis 18. Kūneekivi kristall ja talle iseloomulik lõhevus.

tumerohelised klaasi- või poolmetalliläikelised kristallid. Kriips rohekas, rohekaspruun või hall. Lõhevus täiuslik  $124^\circ$  nurga all lõikuvate prisma pindade järgi (joonis 18), murd konarlik.

Kõvadus 5—6, tihedus 3,1—3,4.

Kūneekivi on maakooses üks levinumaid kivimit moodustavaid mineraale. Esineb tavaliselt piklike terakestena. Leidub meil amfiboolgraniitides, rabakivides ja dioriitides, eriti sageli aga moondekivimites, nagu seda on amfiboliidid, amfiboolkildad ja kūneekivigneisid.

Uraliitporfüriidi fenokrustides esineb kūneekivi kiulise erimina — uraliidina, mis on kaheksatahulise ristlabilõikega pürokseeni, tavaliselt augiidi pseudomorfoosiks.

Allotigeensete terakestena leidub kūneekivi mitmesugustes kvaternaari setetes (kuni 2%).

Kūneekivi kaasmineraalid kristalsetes kivimites on pürokseenid, biotiit, magnetiit, ilmeniit, plagioklassid, kvarts jt. Sarnased mineraalid on pürokseenid, epidoot ja turmaliin.

Kūneekivi hapetes ei lahustu. Hüpergeneesil läheb üle kloriidiks.

Vt. amfibooli rühm.

## Labrador

Tahvel IV, 3

Nimetuse saanud Labradori poolsaare järgi, kus seda mineraali leiti esmakordselt suurel hulgal.

Päevakivi (plagioklassi) rühma kuuluv mineraal.

Trikliinse süngoonia tahveljad või sammasjad tumehallid, pruunikad või sinakad kristallid. Lõhevus täiuslik. Lõhevuspinnaid klaasiläikelised. Murd ebatasane või karpjas. Labradori eripära seisneb omapärasel sinise värvuse kütlemises. See helk, nn. *labradorestents*, tekib valguse peegeldumise tõttu mineraali lõhevuspinna

paralleelsetelt sügavamalt pindadelt, kus esineb ohtrasti korrapäraselt paigutunud mikroskoopilisi ilmeniidikristallikesi.

Kõvadus 6, tihedus 2,72.

Labrador esineb meil teralisel kujul gabros ja diabaa-sis. Suuremate, kuni mitme sentimeetri pikkuste tumehal-lide kristallidena võib teda leida labradorporfüriidis. Labradoriidi peamine koostismineraal. Iriseerivaid labra-doriite kasutatakse dekoratiivkivina ja viimistlusmaterja-lina. Eesti NSV-s on selliseid labradoriite leitud üksikute rändkividena. Hauakivina laialdaselt kasutusel olevat labradoriiti veetakse meile sisse Ukraina NSV-st.

Vt. päevakivi rühm, plagioklassi rühm, labradoriit, labradorporfüriit.

### Limoniit ehk pruunrauamaak, $\text{FeO}(\text{OH}) (\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O})$

Tahvel VI, 2—4

Kr. *leimōn* — luht, pr. *limon* — savi. Nimetuse saanud sagedase esinemise tõttu soodes või sarnasuse alusel saviga.

Limoniit on hüpergeneesivöös esinevate hüdratiseeru-nud raudoksiidide kõondnimetus. Peamiseks koostisosaks on hüdrogötiit ( $\text{HFeO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), kuid mitmesugusel hulgal võib esineda ka hüdromematiiti ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), hüdrolepidokrokiiti [ $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ] ning lisandina Al, Si, Mn ja P.

Limoniit ei moodusta silmaga eristatavaid kristalle, vaid esineb tiheda kompaktse või pudeda muldja massina, ooidide, mugulate, nõrudevormidena jne. Värvuselt kollakas-pruun, pruun kuni must, klaasiläikeline või matt. Kriips kollane. Murd karpjas või muldjas.

Kõvadus 1—5 $\frac{1}{2}$ , tihedus 3,4—3,9.

Limoniit tekib hüpergeneesivöös mitmesuguste rauari-kaste mineraalide, nagu püriidi, sideriidi, magnetiidi, hematiidi jt. porsumisel või raua keemilisel või biokeemi-lisel sadestumisel põhja-, mere- ja järveveest.

$\text{CO}_2$ - ja huumushapeterikkast põhjaveest, milles raud on lahustunud huumushappesooladena, sadestub raud-maapinnale imbudes  $\text{CO}_2$  eraldumisel limoniitse nõruna või mugulatena. Kui huumushappeühendina raua sisal-dav põhjavesi väljub madala (<5 m) järve põhjas, võib seal kuhjuda järve-m-a-a-k ehk limniit. Samal vii-sil tekib soodes soo-m-a-a-k ehk soo-raud ning liivas-tes allikaterikastes pinnastes o-o-k-e-r (rauaooker).

Limoniit on meie setendites väga levinud rauaühendite vorm. Pealiskorra karbonaatkivimites leidub teda sageli püriidi pseudomorfoosina. Pakerordi lademes leiame teda oobolusliivakivi ja argilliidi piiril kohati püriidi laguproduktina. Kollakates või punastes kivimites esineb peendisperse kromofoorina, devoni punastes terrigeensetes kivimites ka purdterakestevahelise tsemendina. Devoni liivakihtidest savitasemetel väljuvate allikate suudmel moodustab kõvasti tsementeerunud punakaspruune kuni musti limoniidikoorikuid. Selliseid 4—5 cm paksusi läätsjaid moodustisi on sageli Lõuna-Eestis devoni liivakividesse lõikunud oruveerudel.

Soorauda tuntakse meil paljudes soodes, näiteks Harju rajoonis Rae rabas, Pärnu rajoonis Taalis, Viljandi rajoonis Pajusis ja Sürgaveres, Jõgeva rajoonis Tindimurrus, Kunda lähedal, Rõngus jm. Vanad eestlased kaevandasid limoniiti rauasulatamiseks. Kohalikku rauamaaki kasutati Eestis rauasaamiseks alates meie ajaarvamise algusest kuni 18. sajandi lõpuni.

Järvemaaki on meil teada vaid Vagula järvest. Seal on teda leitud oa- ja hernešuuruste mugulatena, mis sisaldavad kuni 8% mangaanoksiidi. Järvemaak on väga levinud Karjala ANSV-s, kus teda mõnes järves leidub miljoneid tonne.

Rauaookri näol kontsentreerunud erkpruuni või punast limoniiti on Eesti NSV-s teada umbes 40 leiukohas, näiteks Harju rajoonis Kiisal ja Võru rajoonis Rooksu külas. Rauaookrit on meil kasutatud värvimullana.

### Magnetiit, $\text{Fe}_3\text{O}_4$

Tahvel V, 3

Kr. *magnetos* — magnetkivi.

Keemiline koostis:  $\text{FeO}$  31;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  69%. Eheda raua sisaldus on keskmiselt 72,4%. Mõneprotsendilise  $\text{TiO}_2$ -lisandi korral kõneldakse titaanmagnetiidist.

Magnetiidi kuubilisse süngooniasse kuuluvaid oktaeedreid või rombdodekaeedreid leidub kloriitkiltades. Tavaliselt esineb kivimeis korrapäratute terakeste või maagisoontena. Värvuselt raudmust, metalliläikeline või matt. Kriips on must. Lõhevus puudub. Murd karpjas.

Kõvadus  $5\frac{1}{2}$ — $6\frac{1}{2}$ , tihedus 4,9—5,2.

Magnetiiti leidub koos hematiidiga aluskorra raudkvartsiitides Jõhvi ümbruses maagisoontena. Mitmesu-

gustes keskmise ja aluselise koostisega tardkivimites ning moondekivimites esineb magnetiit koos küünekiivi, pürokseenide, granaadi, ilmeniidi ja teistega aktseessoorse mineraalina. Üksikuid magnetiidimaagikamakaid on leitud ka rändkivide seas, näiteks Kohtla-Järve rajoonis.

Hüpergeneesil magnetiit laguneb ja seetõttu leidub teda settekivimites allotigeense mineraalina tunduvalt harvem kui ilmeniiti.

Sarnased mineraalid on ilmeniit ja hematiit. Magnetiit võib oma kristallikuju säilitades üle minna hematiidiks. Sellist magnetiidi pseudomorfoosi nimetatakse *m a r t i i d i k s*.

Magnetiit lahustub pulbrina soolhappes. Ta on kõrgekvaliteediline rauamaak. Eesti NSV-s teada olevad magnetiidivarud ei paku praegu tööstuslikku huvi.

Vt. raudkvartsit.

### **Malahhiit, $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$**

Tahvel V, 6

Kr. *malakos* — pehme.

Keemiline koostis: CuO 71,9; (Cu 57,4); CO<sub>2</sub> 19,9; H<sub>2</sub>O 8,2%.

Malahhiit esineb monokliinse süngoonia prismaliste või nõeljate kristallikestena, sagedamini aga tiheda või radiaalkiirja siseehitusega neerukujuliste agregaatidena ja muldja massi või kirmena. Malahhiidi iseloomulik tunnus on smaragd- või tumeroheline värvus. Kriips on hele-roheline, murd karpjas, lõhevus hea, kuid ilmneb harva. Klaasiläikeline või tuhm mineraal.

Kõvadus  $3\frac{1}{2}$ —4, tihedus 3,9—4,1. Rabe.

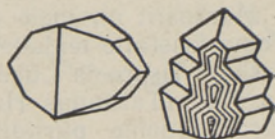
Malahhiit tekib peamiselt vase sulfiidsete maakide porsumisel. Kasutatakse nii ehtekivi kui ka vasemaagina.

Eesti settekivimites on malahhiit suhteliselt harva esinev mineraal. Teda on leitud väikeste terakestena ülemordoviitsiumi lubjakivides ja dolomiitides ning Narva lademe dolomiitides, kus on mingi vasesulfiidi pseudomorfoos. Radiaalkiirja siseehitusega väikeste mugulatena on malahhiidileide teada alamordoviitsiumi karbonaatkivimitest Toompealt ja keskordoviitsiumi lubjakividest Narva lähedalt, samuti Karinu murrust ja rändkivina Puiatust ning Laeva kruusaaugust.

Malahhiidi kaasmineraalid on kalkopüriit, kalkosiin, asuriit, limoniit, kaltsiit ja dolomiit. Sarnaseid mineraale Eesti NSV-s ei ole.



Joonis 19. Markasiidi kristall ja harikaksik.



Malahhiit lahustub tormiliselt soolhappes. Nuuskiiriruse lisamisel värvub lahus siniseks.

### Manganiit, $Mn_2O_3 \cdot H_2O$

Keemiline koostis:  $MnO$  40,4;  $MnO_2$  49,4;  $H_2O$  10,2%.

Ta kuulub monokliinsesse süngooniasse. Manganiidi sammasjad või prismalised mustad või pruunikasmustad metalliläikelised kristallid on üsna haruldased. Lõhevus prisma pindadel täiuslik, murd ebatasane. Sagedamini esineb tihedate või teraliste agregaatidena. Kriips tumepruun.

Kõvadus 4, tihedus 4,2—4,4. Rabe.

Eestis esineb purdsetendites tavaliselt koos psilomelaaniga kompaksete mugulate või muldja pulbrina.

Lahustub soolhappes.

Vt. psilomelaan.

### Markasiit, $FeS_2$

Tahvel VIII, 5

Vanaaraabia k. *marcasita* — tulekivi.

Keemiline koostis:  $Fe$  46,6;  $S$  53,4%.

Kuulub rombilisse süngooniasse. Esineb tahveljate, püramiidsete või nõeljate kristallidena, druuside ja radiaalkiirjate mugulatena, samuti omapäraste harjataoliste kokkukasvudena (joonis 19). Markasiit on kuldkollane, veidi roheka tooniga, sageli kütlev, metalliläikeline. Lõhevus ebatäiuslik, murd karpjas. Kriips tumerohkas-hall.

Kõvadus 6—6½, tihedus 4,7—4,9.

Samasuguse koostisega kui püriit ning sellele lähedaste tunnustega. Vasaraga löömisel annab nagu püriitki sädemeid ning on tunda väävlilõhna. Hapetes lahustub. Markasiiti saab püriidist eristada kristallikuju põhjal; väga peeneteralise või tiheda massi korral tuleb teha röntgenanalüüs.

Markasiit on meie settekivimites püriidist haruldasem. Tema kristalle leidub kambriumi terrigeensetes kivimites, eeskätt Tiskre ja Lükati kihistus, harvem Lontova kihistu savides (Tallinnas Hundikuristikus, Kundas jm.). Pakerordi lademe püriidikihist on markasiiti leitud vaid Kunda-Mallal. Karbonaatkivimitest on markasiiti palja silmaga nähtavate kristallikestena leitud Lasnamäe ning Jaagarahu paemurrust. Mikroskoopiliste kristallikestena esineb kogu ordoviitsiumi ja siluri settekivimite läbilõikes. Sageli leidub teda lisandina püriidis.

Meie settekivimites on markasiit püriidist hilisema tekkega, olles seega katageneetiline mineraal. Markasiidid on püriidist tunduvalt vähem mikroelemente.

Kaasmineraalid on püriit ja kalkopüriit.

Porsumisel asendub limoniidiga.

## Merevaik

Tahvel XII, 5, 6

Taimse päritoluga ja polümeerse ehitusega mineraal — bioliit, mitmesuguste paleogeeni ja neogeeni okaspuulike kōvastunud vaik. Merevaigu taimsest päritolust kõnelevad ilmekalt temasse suletud putukad ja taimejäänused.

Sisaldab keskmiselt 79% süsinikku, 11% vesinikku, 10% hapnikku ja lisandina väävlit ning rauda.

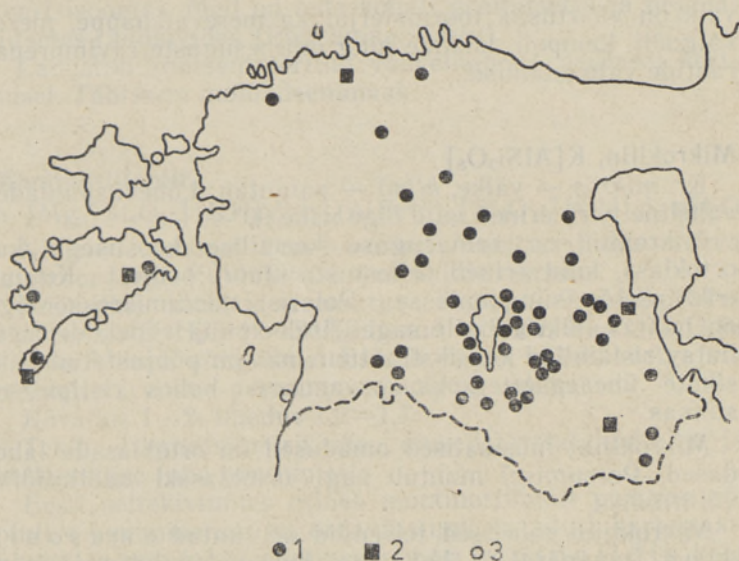
Merevaikhapet on temas harilikult 3—8%.

Läänemere kaldal hiliseotseenist kuni varaoligotseenini kasvanud helmemänni *Pinus succinifera* vaik oli peamiseks lähteaineks levinuimale ja kõige hinnalisemale merevaiguliigile — suktsiniidile. Suktsiniit on kollakas, kollakaspruun või kollakaspunane läbipaistev või läbikumav vaiguläikeline amorfne mineraal. Murd on karpjas või tasane. Esineb ümardunud, lapikute, piklike, läätsjate või tilgakujuliste moodustistena, milles võib ära tunda esmaseid vaigueritisi või -nõrge.

Kõvadus 2—2½, tihedus 1,05—1,10. Rabe. Pehmeneb 150°C juures ja sulab 350—375°C juures. Sulamise ajal on tunda meeldivat lõhna. Villase riidega hõõrumisel või soojendamisel merevaik elektriseerub (kr. *elektron* — merevaik).

Vastavalt levikupiirkondadele, jaotatakse merevaik erimiteks, ühe ja sellesama levikuala piires aga läbipaistvuse ja värvuse alusel teisenditeks.

Suktsiniiti leidub Läänemere ja Dnepri jõe vahel umbes



Joonis 20. Eesti merevaiguleiud: 1 — merevaikehted Eesti NSV Riiklikus Etnograafiamuuseumis, 2 — leiud kalmetest ja asulakohtadest Eesti NSV TA Ajaloo Instituudi fondides, 3 — looduslike palade leiud rannast.

2000 km pikkuses ja 500 km laiuses loode—kagu-suunaliises võõndis. Suurim leiukoht on Jantarnõi (endine Palmnicken) Kaliningradi oblastis, kus aastas kaevandatakse 400 tonni merevaiku (90% maailmatoodangust). Merevaiku toodetakse seal glaukoniiti sisaldavatest liivsavidest. Leedu NSV-s kogutakse merevaiku rannalt, kuhu seda tormilainetus on paisanud põhjasetetest. Suurimad leitud merevaigutükid on kaalunud kuni 10 kg.

Eesti rannavööndist on teada vaid harvu juhuleide (Kihelkonnast, Häädemeestelt, Eeriku laiult jm.).

Lõunanaabreilt said eestlased merevaiku juba vähemalt 4000–5000 a. tagasi. Sellest tunnistavad merevaikehete leiud Akali ja Tamula neoliitilistest asulatest. Esiajal arvati, et merevaigul on maagiline toime, mistõttu seda kanti amuleti, ripatsite ja helmestena. Arheoloogid on registreerinud merevaikehete leide paljudest Eesti muistsetest asulakohtadest, kalmetest, linnustest ja mõisakeskustest (joonis 20).

Tänapäeval kasutatakse 40% merevaigust kas naturaalselt või ümbersulatatult ehete valmistamiseks. Mere-

vaik on väärtuslik toormaterjal ka merevaikhappe, merevaiguõli, kampoli, lakkide ning mitmesuguste ravimpreparaatide valmistamisel.

### Mikrokliin, $K[AlSi_3O_8]$

Kr. *mikros* — väike, *klinō* — painutan. Lõhevuspindadevaheline nurk erineb vaid õige vähe  $90^\circ$ -st.

Mikrokliin on samasuguse keemilise koostisega kui ortoklass, kuid erineb sellest struktuuri poolest. Kuulub trikliinsesse süngooniasse. Polariseerimisviisiga on nähtav mikrokliinile sageli iseloomulik riidekude meenutav ristkiuline kaksikstruktuur, mis on põhjustatud kaksikute üheaegselt kokkukasvamisest kahes ristipidises suunas.

Mikrokliini füüsikalised omadused on ortoklassile lähedased. Porsumisel muutub nagu ortoklasski kaoliniidiks või illiidiks.

Mikrokliini rohelised teisedid on tuntud amasoniidina, omapäraselt helkivate lõhevuspindadega teisedid aga päikesekivina. Viimaste kütlemise põhjustavad lõhevuspinna suhtes korrapäraselt paigutunud plaatjad hematiidisuletised. Amasoniit ja päikesekivi on poolvääris kivid. Eesti NSV-s ei ole neid leitud.

Mikrokliin esineb sageli graniitides ja pegmatiitides. Ka rabakivide kaaliumpäevakivi on enamasti mikrokliin. Koos ortoklassiga leidub teda harva.

Vt. ka päevakivi rühm, ortoklass.

### Molübdeniit ehk molübdeenlääk, $MoS_2$

Tahvel V, 2

Kr. *molybdos* — plii. Nimetuse saanud pliiiga sarnanemise tõttu.

Keemiline koostis: Mo 60; S 40%.

Heksagonaalse süngoonia tahveljad, lehtjad või soomusjad metalliläikelised tinahallid kristallid või nende agregaadid. Lõhevus täiuslik. Kriips on hall, roheka varjundiga, laialihõõrutult rohekas, mille poolest erineb temaga sarnasest grafiidist. Molübdeniidiga saab paberile kirjutada.

Kõvadus  $1-1\frac{1}{2}$ , tihedus 4,7—5,0. Lehekesed on painduvad.

Esineb happelistes süvakivimites ja pegmatiitsetes

kvartsisoontes. Meil on teda kohati graniitsetes ja pegmatiidsetes rändkivides (Põltsamaa, Tartu).

Lahustub kontsentreeritud väävelhappes aeglasel keetmisel. Tähtsaim molübdeenimaak.

### Montmorilloniit,

$m \cdot \{Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2\} \cdot p \{(AlFe^{3+})_2[Si_4O_{10}][OH]_2\} \cdot nH_2O$

Nimetuse saanud Prantsusmaal Montmorillonis asuva leiukoha järgi. Kuulub savimineraalide rühma.

Keemiline koostis on muutuv:  $MgO$  4—9;  $Al_2O_3$  11—22;  $Fe_2O_3 > 5$ ;  $H_2O$  12—24%, lisandina  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $CaO$  jt.

Monokliinne süngoonia. Esineb valge, hallikasvalge või mitmeti värvunud peensoomusja agregaadina.

Kõvadus 1—2, tihedus 1,2—1,7.

Tekib magneesiumirikaste aluseliste tardkivimite ja vulkaanilise tuha porsumisel.

Eesti settekivimites esineb montmorilloniit peamise või olulise savimineraalina ordoviitsiumi ja siluri karbonaatkivimites vahelihiti leiduvast metabentoniidist koos teiste savimineraalidega (illiit, kloriit või kaoliniit).

Vt. savimineraalide rühm, metabentoniit.

### Muskoviit, $KAl_2[AlSi_3O_{10}][OH]_2$

Tahvel III, 3

Vanaprantsuse k. Moscovie — Venemaa. Venemaalt ehk Muskooviast 17. sajandil Lääne-Euroopasse veetud heledat vilku hakati nimetama muskoviidiks.

Keemiline koostis:  $K_2O$  11,8;  $Al_2O_3$  38,5;  $SiO_2$  45,2;  $H_2O$  4,5%.

Monokliinne süngoonia. Esineb värvusetu, hallide, helekollaste või -pruunikate tahveljate või plaatjate pseudoheksagonaalsete kristallidena, tihedate soomusjate agregaatidena või kivimis hajusalt esinevate lehekestena. Lõhevus ülitäiuslik. Lõhevuspinnad on pärilmuutritiläkelised. Lehekesed elastsed.

Kõvadus 2—3, tihedus 2,76—3,10.

Muskoviit on kivimit moodustav mineraal happelistes tardkivimites, paljudes moondekivimites (gneissides ja kiltades) ning pegmatiidis. Pegmatiidsetest rändkividest on leitud ka meie suurimad (kuni 15-cm läbimõõduga) muskoviiditahvlid.

On porsumisele vastupidav mineraal, mistõttu teda lei-

dub allotigeenselt ka purdkivimites, eriti devoni Narva ja Aruküla lademe liivakivides ja aleuroliitides, kus on põimkihilistes erimites koondunud läätsedesse (näit. Loodi põrguoru paljandis).

Muskoviit tekib mõnikord hüpergeneesivöös päevakivide ja teiste alumosilikaatsete mineraalide lagunemisel. Sellise tekkega peensoomusjat muskoviiti nimetatakse seritsiidiks (tahvel III, 2). Seritsiiti on ka moondekivimites (seritsiitkildas).

Kaasmineraalid on kvarts, ortoklass, oligoklass, stauroliit, küaniit, turmaliin jt. Muskoviit sarnaneb flogopiidi ja talgiga.

Kasutatakse elektrotehnikas elektriisoleermaterjalina ning tööstuses tulekindlate materjalide, värvide, autokumide, keraamikatoodete jms. valmistamiseks.

Hapetes ei lahustu.

Vt. vilgu rühm, flogopiit, biotiit.

### Oligoklass

Tahvel IV, 2

Kr. *oligos* — väike, *klasis* — lõhe. Kunagi arvati, et oligoklassil on halvem lõhevus kui albiidil.

Päevakivi (plagioklassi) rühma trikliinsesse süngooniasse kuuluv mineraal. Värvuseta valged, rohekas- või punakasvalged klaasiläikelised tahveljad kristallid, sageli polüsünteesilised kaksikud. Lõhevus on täiuslik või keskmine, murd ebatasane või karpjas.

Kõvadus 6, tihedus 2,66.

Oligoklass on kivimit moodustav mineraal graniitides, süeniitides, dioriitides ning gneissides. Suurte kristallidena võib leiduda pegmatiitsetes rändkivides.

Vt. päevakivi rühm, plagioklassi rühm.

### Oliiviin, $(Mg, Fe)_2[SiO_4]$

Lad. *oliva* — oliiv. Nimetuse saanud oliivrohelise värvuse järgi.

Keemiline koostis sõltub Mg ja Fe vahekorrast. Puhas magneesiumoliiviin on tuntud forsteriidina, puhas raudoliiviin fajaliidina. Tavaliselt on oliiviin nende segu: MgO 45—50; FeO 8—12 ja SiO<sub>2</sub> 34—41%. Lisandina võib esineda Ni, Co jt.

Rombiline süngoonia. Korrapäraste kristallidena leidub

oliviini harva, enamasti esineb kivimis pudelroheliste või kollakate klaasiläikeliste terakestena. Lõhevus keskmine, murd karpjas.

Kõvadus  $6\frac{1}{2}$ —7, tihedus 3,3—3,6.

Eesti NSV-s leidub oliviini vähestes rändkivitüüpides (oliviindiabaasis, harvem diabaasis).

Kivimit moodustavaks mineraaliks on ta peridotiitides ja duniitides, mida meil ei ole leitud.

### Opaal, $\text{SiO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Lad. *opalus* — vääriskivi, sanskr. *upala* — kivi.

Kvartsi rühma amorfne mineraal,  $\text{SiO}_2$ -e tahke hüdrogeel (veesisaldus kuni 9%). Esineb värvuseta, valgete, kollakate, roosakate või pruunikate rasva- või vahaläikeliste mugulatena või korrapäratute konkretsioonidena. Murd karpjas.

Kõvadus  $5\frac{1}{2}$ — $6\frac{1}{2}$ , tihedus 1,9—2,5. Rabe.

Lahustub ainult sulahappes.

Opaali teke on seotud peamiselt vulkaanipursete ja kuumaveeallikatega (geiseriit). Vähesel määral on opaali ka tüüpilistes settekivimites.

Eesti NSV-s on opaali koos kaltsedoniga leitud koorikute, nõrude ja väikeste tihedate konkretsioonidena. Ilmselt on sinne kaltsedon esialgu kujunenud opaalina, mis hiljem väljakristalliseerumisel kaotas vee. Opaal on kohati säilinud vaid välises pulberjas kestas. Ráni esmassele tekkele opaali kujul viitab ka konkretsioonide globulaarne siseehitus.

Karbonaatkivimites esinenud opaal, millest hiljem kujunesid diogeneesi käigus kaltsedonikonkretsioonid ja kvartsikristallikesed, on enamasti pärit organismide räni-skelettidest. Vaid kohati on ränistumise esile kutsunud vulkaanilised  $\text{SiO}_2$ -rikkad metabentoniidikihid.

Ränivetikate opaalsetest kerakujulistest skelettidest koosneb ka kvaternaari biokeemiline setend diatomiit.

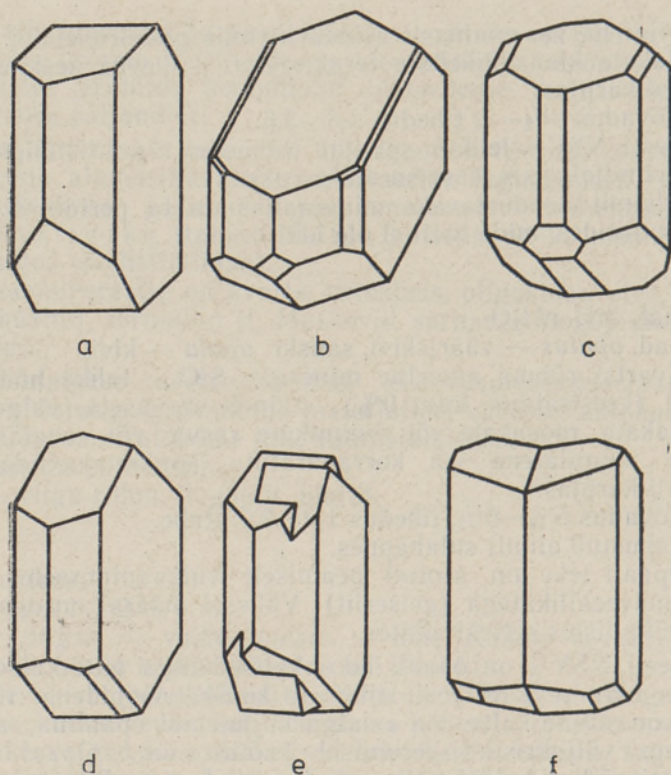
Vt. kvartsi rühm, kaltsedon, diatomiit.

### Ortoklass, $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$

Tahvlid I, 5 ja XXVII, 1

Kr. *orthos* — otse, *klasis* — lõhe. Nimetus tuleneb täisnurgast ortoklassikristallide lõhevuspindade vahel.

Keemiline koostis:  $\text{K}_2\text{O}$  16,9;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  18,4;  $\text{SiO}_2$  64,7%,



Joonis 21. Päevakivikristallid: a—c ortoklass, d — plagioklass, e — ortoklassi kaksik, f — plagioklassi kaksik.

lisandina võib esineda  $\text{Na}_2\text{O}$ . Kui  $\text{Na}_2\text{O}$ -sisaldus on suurem kui  $\text{K}_2\text{O}$ -sisaldus, nimetatakse mineraali *anortoklassiks*.

Monokliinse süngoonia sammasjad, tahveljad või lühiprismalised (joonis 21) heleroosad, lihapruunid, punakad, kollakad, hallid või valged, harvem värvuseta kristallid. Lõhevuspinnad klaasiläikelised, murd ebatasane, konarlik või karpjas. Kõvadus 6, tihedus 2,54—2,58. Kriips valge.

Lõhevus on kahe pinakoidipinna järgi täiuslik. Iseloomulikud on kaksikud, sealhulgas läbikasvukaksikud külgtahu järgi (joonis 21, e).



Hapetest lahustub ortoklass ainult lämmastikhappes. Porsumisel laguneb ja muutub kaoliniidiks või illiidiks.

Ortoklass on happeliste tardkivimite ja pegmatiitide levinuim kivimit moodustav mineraal. Moondekivimites, peamiselt gneissides, leidub peente terakestena, seevastu pegmatiidis on kristallid sageli väga suured. Kaasmineraalid on kvarts, muskoviit, biotiit, kloriit, oligoklass, turmaliin ja granaat.

Purdkivimites on ortoklass levikult kvartsi järel teisel kohal. Tema täiusliku lõhevusega pruunikaspunased läikivad kristallikesed torkavad setetes hästi silma, eriti kruusa- ja veerisefraktsioonis. Ordoviitsiumi ja siluri karbonaatkivimite lahustusjärgis on mõnes kihis rohkesti vulkaaniliselt tekkinud ortoklassi erimit *sanidiini* (kr. *sanis* — tahvel). Seda kui kõrgetemperatuurilist kaalium-naatriumpäevakivi on võimalik kindlaks teha vaid röntgenomeetriselt. Sanidiini kaasmineraalid on kaltse-don ja rauarikas biotiit *lepidomeelan*.

Ortoklassiga sarnanevad mikrokliin ning albiit ja teised plagioklassid. Mikrokliinist on ortoklassi võimalik eristada polarisatsioonimikroskoobi abil või röntgenomeetriselt. Plagioklassid on eristatavad värvuse, murdumisnäitaja ja polüsünteesiliste kaksikute alusel.

Ortoklassi ja mikrokliini kasutatakse keraamikatööstuses portselani ja fajansi valmistamiseks.

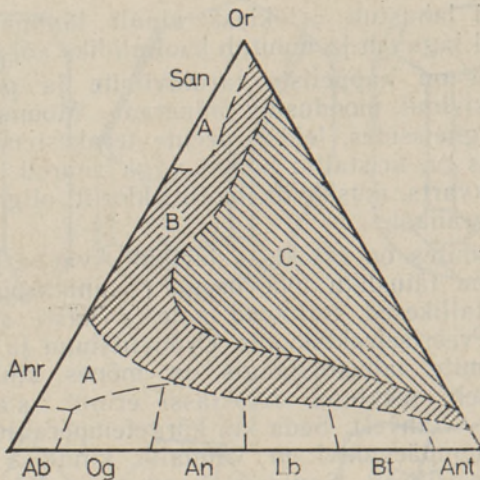
Vt. päevakivi rühm, plagioklassi rühm, mikrokliin, albiit.

### Plagioklassi rühm

Tahvel IV, 1, 2, 3

Kr. *plagios* — kaldu, *klasis* — lõhe (plagioklasside lõhevuspinnad on üksteise suhtes 86—87° nurga all).

Plagioklassid kuuluvad päevakivi rühma ning moodustavad naatrium- ja kaltsiumpäevakivide isomorfse rea. Kaaliumpäevakivi ei ole selles segus tavaliselt üle 10%. Naatriumpäevakivi ( $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ ) nimetatakse albiidiks (Ab, tahvel V), kaltsiumpäevakivi ( $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ ) anortiidiks (An). Nende ääreliikmete vahele jäävad naatriumisalduse vähenemise ja kaltsiumisalduse suurenemise suunas oligoklass, andesiin, labrador ja bitauniit (joonis 22). Anortiidimolekulide (An) hulga suurenedes väheneb  $\text{SiO}_2$ -sisaldus. Selle hulga



Joonis 22. Päevakivide keemilise koostise kolmnurkdiagramm. A — kristallid on püsivad nii madalal kui ka kõrgel temperatuuril, B — kristallid on püsivad ainult kõrgel temperatuuril, C — ebapüsivate kristallide või segunematusse väli. Or — ortoklass, San — sanidiin, Anr — anortoklass, Ab — albiit, Og — oligoklass, An — andesiin, Lb — labradoriit, Bt — bitauniit, Ant — anortiit.

alusel jaotatakse plagioklassid kolme rühma: happelised (0—30), keskmised (30—60) ja aluselised plagioklassid (60—100% An). Plagioklasside koostis ja omadused on toodud tabelis 24.

Albiidi nimetus tuleneb ladinakeelsest sõnast *albus* — valge, oligoklassi nimetus kreekakeelsetest sõnadest *oligos* — väike ja *klasis* — lõhe (sest oligoklassi lõhevus näis olevat teiste plagioklasside omast veidi halvem). Andesiin on saanud oma nimetuse Andide mäeaheliku järgi, labrador ja bitauniit aga vastavalt Labradori poolsaare ja Bitowni (praegu Ottava) linna järgi Kanadas, kus neid esmakordselt kirjeldati. Anortiit tuleneb kreekakeelsest sõnast *anorthos* — viltune, kallakas.

Plagioklasse on võimalik täpselt määrata vaid spetsiaalselt kohandatud polarisatsioonimikroskoobiga (Fjodorovi laual) või röntgenomeetriliselt. Määramisel ei piirdata tänapäeval üksnes nimetusega, vaid leitakse ka number, mis vastab plagioklassis leiduva anortiidimolekuli protsentuaalsele sisaldusele.

Tabel 24. Plagioklasside koostis ja omadused

Mineraal	An-molekulide sisaldus %	SiO <sub>2</sub> -sisaldus %	Na <sub>2</sub> O-sisaldus %	CaO-sisaldus %	Tihedus Mg/m <sup>3</sup>
Albiit	0—10	68,8	11,8	—	2,62
Oligoklass	10—30	62,1	8,7	5,2	2,64
Andesiin	30—50	55,7	5,7	10,3	2,67
Labrador	50—70	51,9	4,0	13,3	2,70
Bitauniit	70—90	46,9	1,6	17,2	2,73
Anortiit	90—100	43,3	—	20,1	2,76

Plagioklasside lõhevus on baaspinna järgi täiuslik, prisma pinna järgi aga keskmine.

Kõvadus on 6—6<sup>1/2</sup>, tihedus 2,61 (albiit) kuni 2,76 (anortiit).

Plagioklasside kristallid on tardkivimites peaaegu alati polüsünteesilised kaksikud ja polarisatsioonimikroskoobiaga on seetõttu nähtav neile iseloomulik triibulisus (tahvel XXI, 4).

Plagioklasside füüsikalised omadused — tihedus, optilised konstandid jms. — on aditiivses sõltuvuses koostisest. Sellele seaduspärasusele tuginebki plagioklasside mikroskoopiline määramine.

Värvuselt on plagioklassid enamasti valged või hallikasvalged, rohaka või punaka tooniga. Keskmiised ja aluselised plagioklassid on mõnikord ka tumedad, sinaka helgiga (labrador), vahel koguni mustad.

Plagioklasside tume värvus on tavaliselt tingitud rohketest rauamineraalide mikrosuletistest.

Plagioklasside seas leidub ka poolvääriskeve ja dekoratiivkeve:

1) kuukivi (tavaliselt kaaliumirikas albiit), millel on helesinakas või rohakas kuuvalgust meenutav värvus;

2) labrador, mida iseloomustab omapärane sinine lõhevuspindade küütlemine — labradorestsents (tahvel IV, 3). Koostiselt on iriseeriv plagioklass kas labrador või bitauniit.

Plagioklassid esinevad enamasti teraliste agregaatidena ja kuuluvad paljude tard- ning moondekivimite koostisse. Mõni kivimitüüp, näiteks labradoriit, koosneb peaaegu tervenisti plagioklassist. Graniidis ja süeniidis leidub hap-

pelist, dioriidis keskmist, gabros ja diabaasis aga aluselist plagioklassi.

Hästi väljakujunenud korrapäraseid kristalle on plagioklassidel harva, enamasti vaid pegmatiitides, kus neil on tahveljas või tahveljas-prismaline kuju. Ilusaid plagioklassikristalle leidub meil mõnikord ka porfüriitsetes rändkivides (labradorporfüriidis, plagioklassporfüriidis).

Settekivimites, näiteks liivakivides, on happelise plagioklassi terakesed ortoklassiga võrreldes vähem levinud. Veel harvem leidub neis aluselisi plagioklasse, mis porsumisel kergesti lagunevad.

Plagioklasside lahustuvus hapetes sõltub nende koostisest ning suureneb albiidist anortiidini. Albiit lahustub vaid fluorvesinikhappes, anortiit ka teistes hapetes.

Vt. päevakivi rühm, albiit, oligoklass, labrador.

### **Psilomelaan, $MnO_2$**

Tahvel V, 4, 5

Kr. *psilos* — paljas, *melas* — must.

Keemiline koostis:  $MnO$  8—25;  $MnO_2$  60—80;  $H_2O$  4—6%. Võib sisaldada lisandina rohkesti rauda.

Monokliinne süngoonia. Esineb kas mustade või pruunikasmustade peenekristalliliste agregaatide, mugulate või pudeda muldja massina. Karbonaatkivimite lõhepindadel võib psilomelaani leida puuvõralaadselt hargnevate õrnõhukeste katetena — dendriidina. Metalliläikeline või matt. Kriips on must või pruun. Lõhevus puudub. Murd ebatasane.

Kõvadus 5—7, tihedus 4,4—4,7. Rabe.

Eesti NSV-s leidub psilomelaani koorikulise musta läikiva ja lainja pinnaga katetena ning torukujuliste nõrurvormidena kruusa- ja liivakarjäärides (Tõravere). Purdsetetes on psilomelaani ka nõgimusta muldja pudeda massina — v a a d i n a. Väikeste, 1—2-cm läbimõõduga tuhmmustade keraliste mugulatena on psilomelaani keskdevoni Aruküla lademe aleuroliitides. Sellised mugulad võivad koosneda mitmest mineraalist. Nii on röntgenomeetrisel analüüsil leitud nende koostises psilomelaani kõrval manganiiti, liitiumirikast litioforiiti [ $(Al, Li) MnO_2(OH)_2$ ], pürolusiiti ja hüdrogötiiti.

Psilomelaan ja temaga koos esinevad mangaaniühendid imuvad pinnasest happeliste mangaanoksiidide poolst rikaste vesilahustega lamavasse lubjarikkasse kivimisse, neutraliseeruvad seal ja sadestuvad.

Mangaanhüdroksiididele iseloomulikke dendriite, mis tekivad kivimilõhede või munakate pinnal analoogiliselt jääkristallidega aknaklaasil, on meil paemurdudes lubjakiviplaatidel ja kruusaukudes lubjakiviveeristel. Eriti rohkesti on selliseid leide Elva ja Rõngu piirkonnas (Hellenurmes, Valguta jm.). Psilomelaanidendriite on sageli ekslikult peetud taimede kivististeks.

Psilomelaani kaasmineraalid on limoniit ja kaltsiit, sarnane mineraal manganiit, millega ta esineb sageli koos. Psilomelaan lahustub soolhappes.

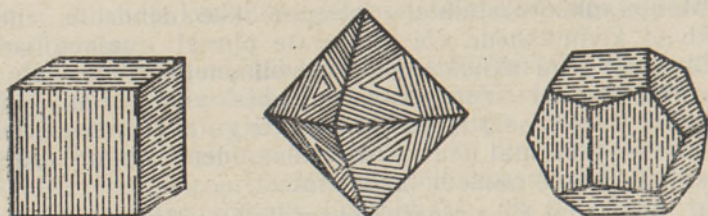
### Päevakivi rühm

Päevakivid moodustavad 50—60% maakoore massist. Graniidis ja gneisis sõltub päevakivide värvusest kivimi punane, roosa, rohekas või helehall üldtoon. Kvartsporfüüri tihedas põhimassis on päevakive üksikute pruunide või roosakate tahveljate kristallikestena. Plagioklassporfüriidis, oliiviindiabaasis ja gabros on päevakivid liistu- või tahvlitaoliste valkjate kristallikestena tumeda põhimassi foonil eriti hästi märgatavad.

Suurte kristallidena esineb päevakive pegmatiitides ja mõningates rabakivides. Neis võib päevakivikristallide läbimõõt ulatuda mitmekümne sentimeetrini.

Päevakive leidub peaaegu kõigis tard- ja moondekivimites, kuid eri kivimitüüpides on nad oma koostiselt tavaliselt erinevad. Päevakivide koostis on üks kriteeriume tardkivimite klassifitseerimisel. Ka moondekivimites võib see osutada moondetingimustele ehk metamorfismifaatsio- sele.

Päevakivide keemiline koostis on väljendatav üldvale- miga  $AB_4O_8$ , kus A on kas kaalium, naatrium või kaltsium, B aga räni ja alumiinium. Seega on päevakivid kas kaalium-, naatrium- või kaltsium-alumosilikaadid. Päevakivi rühma mineraalid ei piirdu kolme põhimineraaliga, milleks on ortoklass ( $K[AlSi_3O_8]$ ), albiit ( $Na[AlSi_3O_8]$ ) ja anortiit ( $Ca[Al_2Si_2O_8]$ ). Nende kõrval võib kohata veel kahte isomorfset rida ehk tahket lahust: albiit (Ab) — ortoklass (Or) ning albiit — anortiit (An). Esimeses ei segune tavaliselt üle 10% anortiidimolekule, teises üle 10% ortoklassimolekule (joonis 22). Segunemine on seda parem, mida kõrgemal temperatuuril päevakivid kristalliseeruvad. Or ja Ab segunemine on täielik vaid vulkaanilise tekkega kivimites, kuna pegmatiitides ja hüdroter-



Joonis 23. Püriidi kristallid.

maalse tekkega soontes segunevad nad piiratud ulatuses. Plagioklassid (Ab—An) annavad pideva isomorfsse rea. Vastavalt sellele eristatakse päevakivide hulgas kahte alarühma — kaaliumpäevakive ning naatriumkaltsiumpäevakive ehk plagioklasse.

Kaaliumpäevakivide hulka kuuluvad ortoklass, mikrokliin ja sanidiin —  $(K, Na)[AlSi_3O_8]$ . Viimane on vulkaaniliste kivimite tunnusmineraal.

Päevakivid võivad tekkida magma või laava väljakristalliseerumisel, pegmatiitsetest või hüdrotermaalsetest lahustest, samuti mitmesugustes mündeprotsessides.

### Püriit, $FeS_2$

Tahvel VIII, 1—4

Kr. *pyritēs* — tulekivi. Nimetuse saanud püriidi kuld-kollase läike järgi ja omaduse tõttu anda löögil säde-meid.

Keemiline koostis: Fe 46,6; S 53,4%. Vähesel hulgal sisaldab ka Co, Ni, As, Sb, Cu jt. elemente.

Kuubiline süngoonia. Metalliläikelised kuld-kollased kristallid (sagedamini heksaeedrid, oktaeedrid, pentagoon-dodekaeedrid), nende druusid, tihedad agregaadid või tumeda (pruunikasmusta) välispinnaga konkretsioonid. Kuubikujulistel tahkudel on sageli rööpviirutus (joonis 23). Kriips must, nõrga roheka tooniga. Lõhevus puudub. Vasaraga löömisel annab säde-meid ja on tunda väävilõhna.

Kõvadus 6—6½, tihedus 4,9—5,3.

Püriit on Eesti NSV-s kõige sagedasem maakmineraal. Teda leidub hajuteradena aluskorra kristalsetes kivimites, hüdrotermaalse tekkega soontes ja pealiskorra settekiivi-

mites. Suhteliselt püriidivaesed on vendi seeria ning devoni terrigeensed settekivimid, kambriumi, ordoviitsiumi ja siluri kivimites aga esineb püriiti sageli.

Püriiti leidub meil järgmisel kujul:

1) hästi nähtavate kristallide või nende agregaatidena, mis on kõige enam levinud kambriumi Lontova kihistu sinisavis, alamordoviitsiumi Pakerordi lademe argilliidis ning siuri Adavere lademe dolomiidis ja merglis (Võhma—Pilistvere ümbrus, Saastna rand Matsalu lahes ning Uisu pank Virtsust kagus). Kristallikobarate läbimõõt võib olla kuni 10 cm, üksikkristallidel kuni 2 cm;

2) Pakerordi lademes oobolusliivakivi ning argilliidi piiril esineva püriidikristallide ning püriidi peeneteraliste agregaatide kihina. Selle püriidiga tsementeerunud kvartsi-liivakivi kihi paksus küünib Lääne-Eestis kohati (näiteks Tiskrest lääne pool) kuni 30 cm-ni. Tolles kihis on püriiti umbes 27 miljonit tonni. Püriidikiht paljandub Põhja-Eesti paekaldas Paldiskist Valgejõeni;

3) kerakujuliste, neerukujuliste ja korrapäratult hargnevate sileda musta või tumepruuni pinnaga konkretsioonidena, mis on iseloomulikud alamkambriumi Tiskre kihistu liivakividele ja aleuroliitidele. Neid on Põhja-Eesti rannikul kõikjal, kus paekaldal paljanduvad Tiskre kihistu settekivimid.

Harvem leidub kerakujulisi püriidikonkretsioone karbonaatkivimites, kus neil on radiaalkiirjas siseehitus (näit. Uhaku lademes Lüganusel). Kerajate konkretsioonide läbimõõt on tavaliselt 2—5 cm, mugulatel isegi kuni mitukümmend sentimeetrit. Tumeda välispinnaga püriidimugulaid peetakse sageli ekslikult meteoriitideks;

4) hajusate mikrokristallikeste ja terakestena biomorfsetes või detriitsetes lubjakivides;

5) biomorfoosidena — organismide või nende elujälgede pseudomorfoosidena. Püriidistunud fossiile on leitud suhteliselt harva. Enam levinud on peenekristallilise püriidiga täitunud mudasööjate roomamisjäljed kambriumi Lontova kihistu sinisavis;

6) liivaterakestevahelise püriitse tsemendina eeskätt alamkambriumi Lontova, Lükati ja Tiskre kihistus, harvem Pakerordi lademes;

7) katkestuspindadel impregnatsioonivaabana, mis tähistab mõne millimeetri paksuse tumeda kihina karbonaatkivimite lainelist kihipinda koos sellesse lõikunud ussikäikudega;

8) soontena kivimit läbivates lõhedes. Sõltuvalt lõhede suuruselt võib püriit neis esineda alates mikrokristallilistest juussoontest kuni lõheseinu katvate suurte kristallide druusideni, mis on sageli hüdrotermaalse tekkega. Ilusaid püriidipesi on meie tuntud polümetalse maagistumise piirkondades — Võhma-Navesti ümbruses, Aseri ja Viivikonna tektoonilistes rikkevööndites ja mujal. Püriit saadab siin galeniiti, sfaleriiti ning kaltsiiti. Karbonaatkivimite lõhepindu kattev kaltsiit moodustab tavaliselt kõige alumise kooriku, mida katavad hiljem kujunenud püriidikristallid.

Püriidi esinemisvormide mitmekesisus peegeldab tema erinevaid tekkeviise ja -tingimusi. Raudsulfiidid on kujunenud üksnes hapnikuvaeses väävelvesinikurikkas keskkonnas, mille põhjustas settes olnud orgaaniliste jäänuste lagunemine. Tekkeajalt on settekivimites leiduv püriit enamasti diageneetiline. Kihilisust lõikavad sooned, konkretioonid ja mugulad on hilisemate, katageneetiliste protsesside tunnistajad. Nende protsesside vältel toimus raudsulfiidide migratsioon ja ümberjaotumine. Katageneetiline moodustus on ilmselt ka eespool nimetatud püriidikiht, mille tekkeks löid soodsa pinna ühest küljest väävliühenditerikas oobolusfosforiidikiht, teiselt poolt aga sealt kerkinud vesilahustele nii mehaanilise kui ka geokeemilise barjäärina mõjunud argilliidikiht.

Porsumisel kaotab püriit esmalt metalliläike, seejärel kattub limoniidikooriga ning lõpuks läheb tervikuna üle limoniidiks.

Püriiti kasutatakse peamiselt väävelhappe tootmiseks. Eesti NSV-s fosforiidi kaevandamisel katendisse jäävat püriidikihti ei ole kasutatud, sest see on õhuke. Puitangusse paisatud argilliidis hajusalt (kuni 5%) esineva püriidi lagunemine, millega kaasneb soojust eraldumine, põhjustab argilliidi isesüttimise ja keskkonna reostamise.

### Pürokseeni rühm

Kr. *pyros* — tuli, *xenos* — võõras. Neid ei peetud varem tarkkivimites magmalise ehk tulettekkega mineraalideks.

Keemiline koostis on väljendatav üldvalemiga  $A_{1+n}(X, Y)_{1+n}[Z_2O_6]$ , kus A on Ca, Na; X — Mg, Fe<sup>2+</sup>, Mn, Ni, Li; Y — Al, Fe<sup>3+</sup>, Cr, Ti; Z — Si, Al. Monokliinsetel pürokseenidel n=0—1, rombistel pürokseenidel n=1.

Oluline kivimit moodustavate mineraalide rühm (umbes



6—8% maakoore massist). Mineraalid on peamiselt magmalise tekkega ja kristalliseeruvad aluselisest magmast või laavast. Sagedased on nad ka moondekivimites.

Vastavalt kristallstruktuurile kuuluvad kas rombilsse või monokliinsesse süngooniasse. Monokliinsed pürokseenid on näiteks diopsiid ja augiit, rombilsed aga enstatiit, bronsiit ja hüpersteen. Et rombilsed pürokseenide Ca-saldus sõltub mineraali kristalliseerumistemperatuurist, siis kasutatakse seda geoloogilise termomeetrina.

Nii rombilsed kui ka monokliinsed pürokseenid kujutavad endast mitmesuguseid isomorfseid segusid, mistõttu nende koostis ei ole alati ühesugune.

### **Pürolusiit, $MnO_2$**

Kr. *pyros* — tuli, *lois* — pesemine. Seda mineraali kasutati vanasti klaasi roheline värvuse ärastamiseks.

Tétragonaalne süngoonia. Nõeljate või prismaliste kristallikestena esineb väga harva. Enamasti moodustab tihedaid peitkristalseid või kobedauid muldjauid agregate või kiledendriite.

Värvus must (muldjates ja peitkristalsetes agregaatides) või terashall (kristallikestes), mõnikord sinaka kilevärvusega. Tuhm või poolmetalliläikeline. Murd muldjas, kriips must või sinakasmust, määrib käsi.

Kõvadus kristallidel 6—6,5, agregaatidel 2—6, tihedus 4,7—5,2.

Lahustub soolhappes, kusjuures eraldub  $Cl_2$ .

Esineb koos hematidi, manganiidi, psilomelaani ja limoniidiga. Sarnaneb magnetiidi ja teiste mangaanoksiididega. Peeneteralistes agregaatides on viimastest raskesti eristatav.

Pürolusiit on Eestis tuntud hüpergeneesivöö mineraalina. Muldsete koorikuliste nõruvormidena esineb koos psilomelaani ja limoniidiga.

### **Pürroitiin, $FeS$**

Tahvel VIII, 6

Kr. *pyrrhotēs* — punakas. Nimetuse saanud iseloomuliku pronkspunase värvuse järgi.

Keemiline koostis: Fe 57; S 42%, veidi Ni, Co jt. elemente.

Heksagonaalne süngoonia. Esineb mõnikord kuueta-

liste lühiprismaliste metalliläikeliste pronkskollaste kuni vaskpunaste tahvlitena, enamasti aga teraliste agregaatidena. Kriips hallikasmust, lõhevus puudub. Võib olla magnetiline.

Kõvadus  $3\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{2}$ , tihedus 4,58—4,70.

Pürrotiin on magmalise tekkega mineraal ja seotud peamiselt aluseliste kivimitega.

Eesti NSV-s on pürrotiini leitud diabaassetest rändkividest, vähesel hulgal ka aluskorrekivimitest koos galeeniidi, sfaleriidi, kalkopüriidi jt. sulfiididega, kus esineb tõenäoliselt hüdrotermaalse tekkega mineraalina. Settekivimitest ei ole meil pürrotiini leitud.

Porsumisel laguneb pürrotiin kiiresti limoniidiks.

## Raud, Fe

Raua ja nikli rühma ehedad mineraalid on maakoos väga haruldased, kuid laialt levinud meteoriitides. Telluurne raud ehk ferriit võib esineda mõnikord ka sooraua koostises, kus ta on tekkinud raudoksiidide redutseerumisel orgaaniliste ainete mõjul. Hilisemal hapendumisel kattub selline sooraud pinnalt punakaspruuni raudoksiid- või -hüdrosiidkilega.

Meteoriitset rauda esindavad 2 mineraali — k a m a s s i i t ja t e n i i t, raua ja nikli tahked lahused. Kamassiidis on Ni-sisaldus umbes 7%, teniidis aga 24%. Nende mineraalide suhteline hulk meteoriitides on 83:13. Raudmeteoriitides esineb kamassiit korrapäraselt paigutunud pulgakestena, mille vahemikud on täitunud teniidiga. Selline struktuur tuleb meteoriitises rauas ilmsiks alles poleeritud pinna söövitamisel lahjendatud lämmastik-, sool- või väävelhappega tänu nimetatud mineraalide selektiivsele söövitatavusele (nn. Widmanstätteni figuurid).

Meteoriitne raud on terashall, metalliläikeline ja tugevasti magnetiline.

Kõvadus 4—5, tihedus 7,0—7,8.

Meteoriitset rauda on meil väikeste tükkidena leitud Kaali meteoriidikraatrite piirkonnast. Võib arvata, et suurematest raudmeteoriitidest valmistasid kohalikud elanikud tööriistu juba esimesel aastatuhandel m. a. j. Suurim Kaali senileitud meteoriitidest kaalus 28,0 g.

Meteoriitse päritoluga võib olla ka Meriväljal šahtkaevu rajamisel kambriumi aleuroliidikihtide vahelt

leitud unikaalne 2—3 cm paksune tihe rauakiht, kus raud assotsieerub raudkarbiidi — kogeniidiga  $[(\text{Fe}, \text{Ni}, \text{CO})_3\text{C}]$  ja borensiidiga  $(\text{FeCl}_2)$ .

Meteoriiitset rauda esineb ka maapinnale langevas kosmilises tõlmus, mis säilib settekivimites kuni 0,2-mm läbimõõduga magnetiliste kerakestena. (Tahvel IV, 5).

### Rutiil, $\text{TiO}_2$

Tahvel IV, 5

Lad. *rutilus* — punakas.

Keemiline koostis: Ti 60; O 40%.

Tetragonaalne süngoonia. Kristallid on prismalise või nõiela kujuga ja punakaspruuni kuni raudmusta värvusega. Nad on läbipaistmatud või läbikumavad ja metalliläikelised. Kriips on kollakas, hall või pruun. Murd karpjas või ebatasane, lõhevus prisma tahkude järgi täiuslik.

Kõvadus 6—6 $\frac{1}{2}$ , tihedus 4,2—4,3.

Esineb aktessoorse mineraalina peente terakeste kujul tard- ja moondekivimites. Juuspeente rutiilinõelte lehvikuid leidub pegmatiidi kvartsis, biotiidis ja kloriidis. Settekivimites, eriti aga liivakivides võib rutiil tänu suurele püsivusele kontsentreeruda allotigeense mineraalina. Liivakivides esineb koos kvartsi, tsirkooni ja ilmeniidiga.

### Savimineraalide rühm

Savide põhimineraaliks olevad kihtstruktuuriga hüdro-silikaadid ja -alumosilikaadid esinevad üliväikeste terakeste või soomustena (läbimõõt tavaliselt alla 0,001 mm) ja tekivad mitmesuguste kivimit moodustavate mineraalide, nagu päevakivide, amfiboolide, pürokseenide, vihkude jt. lagunemisel või diageneesil.

Murenemiskoorikus kujunevate savimineraalide koostis sõltub suurel määral kliimast. Humiidses kliimas on porsumise lõppsaaduseks tavaliselt kaoliniit, ariidses kliimas aga illiit. Hõljumina vooluveses edasikahtuna setivad savimineraalid veekogu põhja, kus moodustavad sette või settekivimi peenima fraktsiooni.

Savimineraalide levinumad esindajad on meil illiit, kaoliniit, montmorilloniit ja kloriit. Harvemini on savides struktuurilt kloriidiga sarnanevat šamosiiti (Gdovi kihistus Lääne-Eestis, Voronka kihistus Kirde-Eestis).

Savimineraalid on kas allotigeensed (kohale kantud) või autigeensed (kohal tekkinud). Nende muutuste iseloom diageneesiprotsessides sõltub keskkonnatingimustest.

Vt. kaoliniit, kloriit, illiit, montmorilloniit.

### Sfaleriit, ZnS

Tahvel VII, 3

Kr. *sphaleros* — peetlik. Nimetus on antud ilmselt teistest sulfiididest välise erinevuse või muutliku värvuse rõhutamiseks.

Keemiline koostis: Zn 67,1; S 32,9%, lisandina sageli Fe (kuni 20% rauda sisaldab marmatiit), Cd (kuni 0,5%), vähem Ca, Mn, Hg jt. elemente.

Kuubiline süngoonia. Kristallid on rauasisaldusest sõltuvalt kas värvuseta (kleiofaan) või kollased, pruunid, rohekad, tumehallid või mustad. Tumedad kristallid on läbipaistmatud või kumavad läbi vaid servadest. Heledad kristallid on teemandiläikelised, tumedad metalliläikelised. Kriips valge, helekollane või helepruun. Kristallid on tetraeedri- või oktaeedrikujulised. Lõhevus rombdoodekaeedri pindade järgi täiuslik. Nõrgalt või keskmiselt magnetiline.

Kõvadus  $3\frac{1}{2}$ —4, tihedus 3,9—4,2. Rabe.

Eesti NSV-s esineb kõige sagedamini ümmarguste teraliste agregaatidena või väikeste hajukristallidena, harvem radiaalkiirjate mugulate või tiheda massina sfaleriidikristallidest suuremate galeniidikristallide vahel. Olulisemad sfaleriidileidud pärinevad meil Võhma, Pilistvere ja Navesti ümbruses Adavere lademe dolomiitides esinevatest hüdrotërmaalsetest lõhetäidetest. Siin on sfaleriiti leitud kuni 7-mm läbimõõduga üksikkristallikeste või kuni 12-mm läbimõõduga mugulatena. Väiksemate kristallidena esineb Lasnamäe, Jaagarahu, Aluvere ja Karinu murrus karbonaatkivimites, Maardu karjääris argilliitkilda aleuriidivahekihikestes, Laeva kruusaaugus Narva lademe domeriit- ja dolomiitveeristes ning mujal. Eesti sfaleriiti esindab kõikjal rauarikas erim. Kaasmineraalid on galeniit, püriit, dolomiit, kaltsiit, fluoriit ja barüüt, sarnane mineraal granaat. Lahustub kontsentreeritud lämmastikhappes.

Hüpergenesivöös on sfaleriit ebapüsiv ja läheb kergesti üle tsinkkarbonaadiks — s m i t s o n i i d i k s.

Sfaleriit on tähtsaim tsingimaak. Kasutatakse tsinkvalge (värvi), fluorestseerivate ekraanide, messingi jm. valmistamiseks.

Meie sfaleriidileiukohad pakuvad vaid teaduslikku huvi.

### Sideriit, $\text{FeCO}_3$

Tahvel XI, 2

Kr. *sidēros* — raud.

Keemiline koostis:  $\text{FeO}$  62,1 (Fe 48,3);  $\text{CO}_2$  37,9%, võib sisaldada ka veidi Mn, Ca ja Mg.

Trigonaalse süngoonia kollakad, pruunikad või hallikad klaasiläikelised romboeedrilised kristallid, millel on sageli kooldunud tahud. Lõhevus romboeedri järgi keskmine, murd teraline.

Kõvadus  $3\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{2}$ , tihedus 3,7—3,9.

Eesti NSV-s on sideriit levinud peamiselt helepruunide või beežide tihedate savitaoliste kompaktsete läätsete ja mitmesuguste konkretsioonidena Kotlini kihistu savides. Sferoliitset ehitust on täheldatud vaid kuni 2-mm läbimõõduga mikrokonkretsioonides. Suuremad konkretsioonid ja läätсед on lamedad, tavaliselt kuni 1, harva kuni 4 cm paksud. Neid on Kotlini savides vaid Ida-Eesti puursüdamikese, kus savid on kõige paksemad ning settinud basseini sügavas, hapnikuvaeses osas.

Irbeni kihistu aleuroliitides on sideriit sageli purdterakestevaheliseks tsemendiks.

Sideriit on rauarikaste lahuste toimel kaltsiidist ja dolomiidist tekkinud diagenetiline mineraal. Hüpergeneesivöös muutub limoniidiks.

Kaasmineraalid on püriit, sfaleriit, kaltsiit, dolomiit, kvarts, savimineraalid ja limoniit, sarnased mineraalid dolomiit ja kaltsiit.

Lahustub soolhappes soojendamisel.

### Sillimaniit, $\text{Al}[\text{AlSiO}_5]$

Nimetus on antud USA mineraloogi B. Sillimani (1779—1864) auks.

Keemiline koostis:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  63,1;  $\text{SiO}_2$  36,9%. Sisaldab mõnikord kuni 3%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Rombilise süngoonia nõeljad või peeneprismalised värvuseta, pruuni või halli tooniga siidi-, rasva- või klaasiläikelised kristallikesed. Lõhevus prisma pindade järgi keskmine, murd ebatasane.

Kõvadus 6—7, tihedus 3,23—3,25.

Sillimaniiti leidub meil mõnedes moondekivimites — kiltades või gneissides, näiteks sillimaniitgneisis, kus talle on iseloomulik peenekiulisus. Settekivimites leidub harva.

Kaasmineraalid on biotiit ja korund, sarnane mineraal küaniit.

Hapetes ei lahustu.

### Smitsoniit, $ZnCO_3$

Nimetus on antud USA geoloogi J. Smithsoni (1754—1829) auks.

Keemiline koostis:  $ZnO$  64,8 (Zn 52);  $CO_2$  35,2%.

Trigonaalne süngoonia. Väikesi romboeedrilisi või skalenoeedrilisi kristalle esineb harva. Tavalisemad on muldjad või kompaktsed peitkristalsed agregaadid, koorikud või nõruvormid. Smitsoniit on värvuselt valge, rohekas, pruunikas või hall. Klaasiläikeline. Lõhevus romboeedri järgi keskmine. Murd karpjas või ebatasane.

Kõvadus 5, tihedus 4,3—4,5.

Smitsoniit on hüpergeneetilise tekkega mineraal, mis kaasneb lubjakivides esinevate plii- ja tsingimineraalidega. Eesti NSV-s on smitsoniiti alati seal kus sfaleriiti. Ta tekib porsumisel vabanenud tsinksulfaadi ja kaltsiumkarbonaadi vahelisel reaktsioonil. Limoniidisisalduse korral võib olla pruunikas.

Esineb koos sfaleriidi, galeniidi, tserussiidi, anglesiidi, püriidi, limoniidi ja kaltsiidiga. Kristallidena sarnaneb kaltsiidi ja dolomiidiga. Lahustub soolhappes.

Vt. sfaleriit.

### Stauroliid, $FeAl_4[SiO_4]_2O_2(OH)_2$

Tahvlid IV, 5 ja XXVI, 4

Kr. *stauros* — rist. Nimetuse saanud ristikujuliste kaksikute järgi (joonis 6, e).

Keemiline koostis:  $FeO$  15,8;  $Al_2O_3$  55,9;  $SiO_2$  26,3;  $H_2O$  2%.

Rombilise süngoonia lühiprismalised kuetahulised punakaspruunid kuni pruunikasmustad klaasiläikelised või matid kristallid ja nende ristikujulised kaksikud. Lõhevus prisma pindadel keskmine, murd karpjas või ebatasane. Kriips valge.

Kõvadus 7—7½, tihedus 3,65—3,77.

Esineb vaid moondekivimites, sageli koos küaniidiga. Eesti NSV-s on teda rändkivilistes stauoliitgneissides. Nende korrodeeritud pinnal kerkivad stauoliidikristallid põhimassist suurema vastupidavuse tõttu hästi esile (tahvel XXVI). Allotigeensete terakestena leidub stauoliiti rohkesti ülemdevoni liivakivis koos küaniidi, tsirkooni ja ilmeniidiga.

### Sülviin, KCl

Nimetus on antud hollandi arsti F. Sylvius le Boe (1614—1672) auks.

Keemiline koostis: K 52,5; Cl 47,5%.

Kuubilise süngoonia kuubikujulised kristallid, sagedamini tihedad teralised agregaadid. Sülviin on vesivalge ja värvuseta või piimvalge, kuid lisandite mõjul värvunud roosaks, punaseks või halliks. Klaasiläikeline. Lõhevus kuubi tahkude järgi ülitäiuslik, murd ebatasane. Sülviin on hügrokoopne.

Kõvadus  $1\frac{1}{2}$ —2, tihedus 1,97—1,99. Rabe.

Laguunides keemiliselt sadestuv mineraal. Esineb koos teiste sooladega ja sadestub pärast haliiti. Erineb temaga sarnanevast haliidist kibesoolase maitse poolest.

Eesti NSV settekivimites sülviini peaaegu ei leidu. Tõenäoliselt on teda varem esinenud koos haliidiga laguunse tekkega dolomiitides, milles on säilinud kuubikujulised täringõõned (näit. keskdevoni Narva ja Aruküla lademes).

Sülviin on tähtis kaalisool, millest suurem osa kulub kaaliväetiste valmistamiseks.

Vt. haliit.

### Talk, $Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2$

Tahvel III, 5

Nimetus on araabia päritoluga.

Keemiline koostis: MgO 31,7; SiO<sub>2</sub> 63,5; H<sub>2</sub>O 4,8%. Sisaldab lisandina FeO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ja NiO.

Monokliinne süngoonia. Kristallid esinevad hallikasvalgete, kollakate või rohekate klaasi- või pärlnutriläikeliste soomustena, sageli ka tihedate agregaatidena.

Kõvadus 1, tihedus 2,7—2,8.

Talk tekib magneesiumirikaste mineraalide (oliviin, pürokseenid) moondel ning on peamine talkkilda koostismineraal. Talkkilda leidub meil kohati rändkivina. Talk sarnaneb kloriidi ja seritsiidiga, kuid erineb neist era-

kordse pehmuse poolest, mis on tunda isegi näpuga katsumisel.

Väliselt üsnagi ilmetut talki kasutatakse tööstuses ulatuslikult. Peenjahvatatult läheb teda tarvis paberi- ja kummitööstuses. Kõrgemat sorti talki vajab parfümeeria-tööstus puudrite, kreemide ja pastade valmistamiseks. Hea tule- ja valguskindlate värvide, elektriisoleermaterjali jt. toodete lähtematerjal.

Talk ei lahustu hapetes.

Vt. talkkilt.

### Tetraedriit, $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$

Nimetuse saanud kristallidele omase tetraeedrilise kuju järgi. Moodustab koos tennantiidiga ( $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ ) tuhmmaga rühma, mille keemilises koostises võib peale põhielementide olla üsna palju Ag, Zn, Fe, Hg, W, Co, Ni ja Mn.

Kuubiline süngoonia. Valdavad tetraeedrilised, harvem dodekaeedrilised või rombdodekaeedrilised raudhällid või -mustad metalliläikelised kristallid või tihedad ja teralised agregaadid. Kriips must või pruunikas.

Murd karpjas, lõhevus puudub.

Kõvadus  $3\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{2}$ , tihedus 4,4—5,1.

Tetraedriiti leidub hüdrotermaalse tekkega vasemineeraalide hulgas. Hüpergeneesil asendub malahhiidi, kovelliini, asuriidi ja limoniidiga. Meil on teda väga vähesel hulgal karbonaatkivimites polümetalsete mineraalide leiu-kohtades, Tallinnas Toompeal, Kuningaküla puursüdami-  
kus, Laeva kruusaaugus jm.

Sarnased mineraalid on tennantiit ja kalkosiin. Tetraedriit lahustub lämmastikhappes, kusjuures sadestuvad väävel ja antimonoksiid ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ).

### Topaas, $\text{Al}_2[\text{F}(\text{OH})_2\text{SiO}_4]$

Nimetuse saanud Punases meres asuva Topazose saare järgi.

Keemiline koostis:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  48,2—62;  $\text{SiO}_2$  28,2—39,0; F 13,0—20,4;  $\text{H}_2\text{O}$  kuni 2,5%.

Rombiline süngoonia. Kristallid on enamasti kollased, punased, rohelistes, sinised või violetjad, harva värvusetu ja läbipaistvad. Valdavad klaasiläikelised tahkuderohked prismad, millel on püramiidjad otsad. Lõhevus baaspinna



järgi täiuslik, murd karpjas või ebatasane. Ilusad kristallid on väärtuslikud kalliskivid.

Kõvadus 8, tihedus 3,35—3,70.

Topaasi leidub pegmatiitides ning kontaktmetamorfsetes kivimites (greisenites), harvem graniitides.

Eesti NSV-s on topaasi pegmatiitsetes rändkivides. Suhteliselt harva leidub allotigeenseid mikroskoopilisi topaasiterakesi ka sette kivimites.

Sarnaneb korundiga. Hapetes ei lahustu.

### Tserussiit, $PbCO_3$

Tahvel VII, 4

Lad. *cerussa* — tinavalge.

Keemiline koostis:  $PbO$  83,5 ( $Pb$  77,5);  $CO_2$  16,5%.

Rombiline süngoonia. Kuuetaahulised plaatjad või tahveljad valged, hallid või mitmeti pigmenteerunud teemandiläikelised kristallikesed, sagedamini tihedad neerukujulised moodustised, nõrud või muldjas mass.

Kõvadus 3—3½, tihedus 6,4—6,6.

Tüüpiline hüpergeneetiline mineraal, mis tekib galeniidist. Moodustab galeniidi pseudomorfoose. Tserussiiti on meil kõigis pealiskorra galeniidileiukohtades. Katab galeniidikristallide ja -mugulate pinda valge tiheda nõruna või pulberja massina. Kristallidena on leitud Võhma lähedalt Kurepõllult. Kaasmineraalid on anglesiit, kaltsiit ja limoniit. Sarnased mineraalid anglesiit, tsölestiin ja barüüt. Lahustub termiliselt lahjendatud lämmastikhappes ja  $KOH$ -s.

### Tsirkoon, $ZrSiO_4$

Tahvel IV, 5

Nimetus tuleneb pärsiakeelsetest kullataolist värvi tähendavatest sõnadest.

Keemiline koostis:  $ZrO_2$  67,1 ( $Zr$  49,5);  $SiO_2$  32,9%. Sisaldab lisandina Hf-, Y-, Ce-, Ni-, Ta-, Th-, ja U-oksiidi.

Tetragonaalne süngoonia. Esineb väikeste värvuseta või kollakate, oranžide, punakate, roheliste või tumepruunide lühiprismaliste bipüramiidide ja ovaalsete terakestena. Teemandiläikeline. Murd karpjas, lõhevus ebatäiuslik. Suured läbipaistvad kristallid on ilusad vääriskivid (hüatsint).

Kõvadus 7—8, tihedus 4,4—4,8.

Tsirkoon on kõrgetemperatuuriline mineraal. Esineb enamasti happelise koostisega tardkivimites akisessoorse mineraalina. Leidub ka gneissides ja teistes moondekivimites. Sageli on kivimites mikroskoopiliste biotiidi- või kүүnekivisuletistena. Sarnaneb rutiiliga.

Eesti NSV-s leidub tsirkooni luubi all nähtavate kristallikestena graniitides ja granodioriitides, allotigeense mineraalina ka sette kivimites. Tänu mehaanilisele ja keemilisele püsivusele kuhjub peamiselt liivakivides. Väga tsirkoonirikkad on näiteks alamkambriumi ja ülemdevoni liivakivid, mille õhukestes tumedates vahekihikestes võib tsirkoonisisaldus olla kuni 3%. Tootmisväärses koguses ei ole meil tsirkooni leitud.

Hapetes ei lagune.

### Tsölestiin, $\text{SrSO}_4$

Lad. *coëlestis* — taevalik. Nimetuse saanud mõnikord esineva sinaka värvuse järgi.

Keemiline koostis:  $\text{SrO}$  56,4;  $\text{SO}_3$  43,6%. Sageli sisaldab rohkesti  $\text{CaO}$  ja  $\text{BaO}$  (kuni 2%). Mõnikord on Sr ja Ba jaotus kristallides vööndiline.

Rombiline süngoonia. Kristallid on tahveljad, harvem sarnasjad või prismalised, sagedamini esineb aga teraliste nõruvormidena ja muguladena. Tsölestiin on erinevalt barüüdist, millega ta väga sarnaneb, enamasti sinakasvalge või -hall, harvem punakas, kollakas või värvusetu. Kristallid on klaasiläikelised. Lõhevus täiuslik.

Kõvadus 3—3½, tihedus 3,9—4,0.

Eesti NSV-s leidub tsölestiini ordoviitsiumi ja siluri lubjakivide ning dolomiitide lahustusjärgis, palja silmaga nähtavate kristallidena mõnikord ka kaltsiidisoontes (Seliste, Värska).

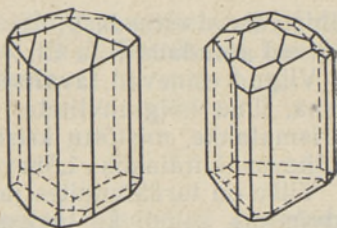
Tsölestiin sadestub veekogu põhja mereveest, kuid hiliemates diageneesiprotsessides võib muutuda selgekujulisteks kristallideks. Barüüdist eristamiseks tuleb uurida mikroskoobiga. Pulbristatult lahustub kontsentreeritud väävelhappes, kusjuures vee lisamisega vajub sade põhja.

### Turmaliin, $\text{NaMg}_6[\text{B}_3\text{Al}_3\text{Si}_6\text{O}_{25}(\text{OH})_3]$

Tahvel IV, 1, 5

Nimetus pärineb singaleesi keelest.

Keemiline koostis:  $\text{B}_2\text{O}_3$  8—12;  $\text{Na}_2\text{O}$  kuni 6;  $\text{MgO}$  kuni



Joonis 24. Turmaliini kristallid.

25;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  18—44;  $\text{SiO}_2$  30—44;  $\text{H}_2\text{O}$  1—4%. Peale selle on turmaliinis veel tavaliselt kuni 38%  $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ , kuni 4%  $\text{CaO}$  ning veidi  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{F}$  ja  $\text{Cl}$ . Mineraali värvus ja ka ta muud omadused olenevad keemilisest koostisest.

Trigonaalne süngoonia. Turmaliinikristall on veidi sfäärilise ristlõikega kolmetahulise samba kujuline (joonis 24). Prisma pindadel on sageli pikiviirutus. Lõhevus puudub, murd ebatasane. Klaasiläikeline. Värvuselt mitmekeesine: värvuseta, roosa, roheline, sinine, pruun või isegi must; mõnikord on ühe ja sellesama kristalli eri osad eri värvi. Asendi muutmisel polarisatsioonimikroskoobi all muudab turmaliinikristall värvi otsekui kameeleon.

Kõvadus 7—7½, tihedus 2,90—3,25.

Turmaliin on sage mineraal pegmatiidides, samuti esineb teda kontaktmetamorfses kiltades ja gneissides. Eesti NSV-s leidub turmaliini ilusate kristallidena pegmatiidsetes rändkivides koos kvartsi, päevakivi ja topaasiga, aktseorsoorse mineraalina väikeste hajuteradena ka mitmesugustes süvakivimites, eriti graniitides. Väga vastupidava mineraalina kuhjub ka liivakivides aktseorsoorse mineraalina. Koos tsirkooniga leidub turmaliini suhteliselt rohkesti alamkambriumi Tiskre kihistus ning keskdevoni Burtnieki lademes.

Sarnased mineraalid on epidoot, küünekivi ja pürokseenid. Hapetes ei lahustu.

Kasutatakse termo- ja piesoelektrilisuse tõttu raadiotehnikas, puhtad värvirikkad erimid on poolvääriskivid.

### Vilgu rühm

Kihtstruktuuriga monokliinse süngoonia silikaadid üldvalemiga  $\text{A}_1(\text{A}_2, \text{A}_3)(\text{Al}, \text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ , kus  $\text{A}_1$  on  $\text{K}$ ,  $\text{Na}$ ;  $\text{A}_2$  —  $\text{Mg}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Li}$ ,  $\text{A}_3$  —  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{3+}$ ,  $\text{Cr}$ . Lisan-

dina võivad esineda V, Co, Ti, Ca jt. elemendid, OH-rühma võivad asendada F ja Cl.

Vilgud esinevad tavaliselt õhukeste lehtede või soomus-tena, ilma külgtahvliteta. Sageli on peale baaspinna ka prismatahke, mistõttu kristallidel on heksagonaalne kuju. Lõhevus ülitäiuslik. Lõhevuspinnad pärlmutriläikelised.

Vilke on tardkivimites ja pegmatiitides, eriti happelistes kivimites, sageli ka moondekivimites, eeskätt gneissides ja kiltades, kus nad on kujunenud savimineraalidest ja päevakividest.

Lehtjassoomuselise kuju tõttu ei seti nad koos samamõotmeliste liivatërakestega, vaid kanduvad vooluveega kaugemale ning kuhjuvad seetõttu sageli savides ja aleuriitides. Keskkdevonis leidub siiski ka vilkliivakive.

Vilgud jaotatakse keemilise koostise ja sellega seotud välistunnuste alusel järgmiselt:

1) magneesium- ja raudvilgud — lepidomelaan, biotiit, flogopiit;

2) alumiinium-, kaalium- ja naatriumvilgud — muskoviit;

3) liitiumvilgud — lepidoliit, millele on iseloomulik roosa, violetjas või punakas värvus. Eesti NSV-s ei ole lepidoliiti suurte kristallidena leitud.

Vt. biotiit, flogopiit, muskoviit.

### Vivianiit, $\text{Fe}_3[\text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

Tahvel XII, 4

Nimetuse saanud inglise mineraloogi I. G. Viviani järgi.

Keemiline koostis: FeO 43;  $\text{P}_2\text{O}_5$  28,3;  $\text{H}_2\text{O}$  28,7%.

Monokliinne süngoonia. Moodustab pulberjaid või tihe-  
daid agregaate, harva täiusliku lõhevusega prismalisi kristalle või kerajaid kobaraid. Värskest värvuseta, kuid õhus hapendub kiiresti ning muutub algul rohekas- või tumesiniseks, hiljem pruuniks.

Kõvadus  $1\frac{1}{2}$ —2, tihedus 2,58—2,95.

Vivianiit tekib harilikult organismide elutegevusest või orgaanilise aine lagunemisest põhjustatud taandumis-  
protsessides. Eesti NSV-s on teda kõige rohkem peen-  
disperse muldja massina madalsooturbas. Vivianiiti võib olla ka kõdunevas puus, mis fosforisisaldusest tingitult võib pimedas fosforestsentsi tõttu nõrgalt helendada. Tekib ka ooboluskonglomeraadi fosfaatsete karpide ja devoni rüükalade luufragmentide murenemisel.

Turbalasundites leiduva vivianiidiga on väetatud põlde, kusjuures väetusaineks on olnud nii fosfaatühend kui ka turba orgaaniline aine ja lämmastik.

### Väävel, S

Tahvel XII, 2, 3

Peale eheda väävli võib mineraal lisandina sisaldada savi, orgaanilist ainet, samuti Se, As jt. elemente. Esineb kahe polümorfse modifikatsioonina — rombilises süngoonias kristalliseeruva  $\alpha$ -väävli ning monokliinses süngoonias kristalliseeruva  $\beta$ -väävlina. See pöörduv muutumine leiab aset temperatuuril  $95,6^{\circ}\text{C}$ .

Tavalistes tingimustes on püsiv  $\alpha$ -väävel, mis esineb lamedate lühiprismaliste või bipüramidaalsete klaasiläike-  
liste kristallidena või nende druusidena.

Kõvadus  $1\frac{1}{2}$ —2, tihedus 2,05—2,08. Rabe.

Väävel esineb settekivimites sageli ka tiheda peitkristalse nõru või tolmja kirmena. Ta teke on seotud kipsi taandumisega väävlibakterite toimel väävelvesinikuks ja selle hapendumisega hapnikurikas keskkonnas elementaarseks väävliks. Võib tekkida ka sulfiidsete mineraalide hapendumisel.

Eesti NSV-s leidub väävlit kollase või pruunika pulberja massina või koorikuna Pakerordi lademe argilliidikihtide, harvem püriidimugulate pinnal.

Sulfiidide oksüdeerumine kui eksotermiline (soojust eraldav) protsess meie aluspõhja argilliidis, eriti seoses fosforiidi kaevandamisega Maardu karjääris, põhjustab puistangus argilliidi koldelise ülekuumenemise ja eralduva väävli (süttimistemperatuur  $248^{\circ}\text{C}$ ) isesüttimise. Sellele järgneb kogu orgaanilise aine rikka argilliidi süttimine.

Vanemas geoloogilises kirjanduses toodud andmeid väävlikristallide leidudest mõnedes Loode-Eesti paemurdudes (näit. Ungrus) ei ole hilisemate vaatlustega õnnestunud kinnitada.

### III KIVIMITE KIRJELDUS

#### Aleuroliit

Kr. *aleuron* — jahu.

Peamiselt aleuriidiosakeste (0,1—0,01 mm) tsementeerumisel tekkinud purdkivim. Sõltuvalt sellest, kui suured terakesed on ülekaalus, eristatakse peene- (alla 0,05 mm) ning jämedateralist (üle 0,05 mm) aleuroliiti. Kivimi koostises võib olla kuni 50% liivaterakesi või savi (joonis 28).

Koostismineraalidest on harilikult ülekaalus kvarts, kuid rohkesti võib leiduda ka päevakive, vilke ja savimineraale. Tsementeerijaks võivad olla savimineraalid, kaltsiit, raudoksiidid ja -hüdrosiidid. Kivimi tihedus on 2,68—2,70.

Struktuur on aleuriidiline, kivimi tekstuuri massiline või mikrokihiline, kivimikompleksi tekstuuri kihiline. Aleuroliidikihtide paksus võib ulatuda kümnete meetriteni.

Aleuroliit on tekketingimustelt ja omadustelt lähedane liivakivile, enamasti valge, hallikasvalge, rauaühendite pigmendi, glaukoniidi või vilgusisalduse korral kollakas, pruunikas või rohekas.

Eesti NSV-s on aleuroliit laialt levinud kambriumi ja devoni ladestus, kus ta esineb koos liivakivide ja savidega.

Vt. liivakivi, purdkivimite rühm, savi.

#### Allikalubi ehk travertiin

Tahvel XXIV, 2

It. *travertino*.

Kaltsiumkarbonaadi sadestumisel allikasuudmetes tekkinud kerge poorne karbonaatkivim. Esineb nõruna, koorikuna, kohati muldja massina, milles leidub osjade, tarnade, sammalde, puulehtede ja teiste taimede lubjastunud jäänuseid.

Allikalubja mineraalses koostises valdab kaltsiit, millele lisandub mitmesugusel hulgal savi, purdmineraale ja organismide jäänuseid. Sõltuvalt mineraalsest koostisest ning värvuselementide (peamiselt raua) hulgast on allikalubi valge, hall, roosakas, punakas või pruunikas. Kivimi tihedus on 1,4—1,8. Rabe.

Allikalubja esineb sageli Lõuna- ja Kagu-Eesti ürgor-

gude veerudel, kus väljub devoni karbonaatkivimites kaltsiumkarbonaadist küllastunud põhjavesi. Süsihappegaasi veest eraldumisel väheneb selles järsult kaltsiumkarbonaadi lahustuvus, mistõttu lubi sadestub just allikasuudmetes.

Suuremad allikalubja leiukohad on meil Viljandi rajoonis Raudna jõe orus Kannikmäel, Tartu rajoonis Vana-Kuustes, Võru rajoonis Piusa jõe orus Loosil ja Rõuges, Jõgeva rajoonis Kassinurmel ja mujal.

Allikalubjaga on meil kohati lubjatud happelisi muldi, varem seda ka põletati ehituslubja saamiseks.

### **Amfiboliit**

Tahvel XVIII, 4

Nimetuse saanud amfibooli kui peamise koostismineeraali järgi.

Amfiboolist ja plagioklassist koosnev keskmiseteraline moondekivim. Amfibooliks on enamasti harilik küünekivi, plagioklassiks aga andesiin. Lisandina võib sisaldada epidooti, granaati, biotiiti, kvartsi ja küaniiti.

Värvuselt on amfiboliit tumeroheline kuni must, struktuurilt grano- või nematoblastiline, tekstuurilt massiline või gneisiline.

Tekib amfiboliidifaatsieses aluseliste tardkivimite (gabro, basaldi, diabaasi) või mergli moondel. Ultraaluselitest kivimitest tekkinud amfiboliidis plagioklass puudub.

Tihedus 2,90—3,20.

Amfiboliiti esineb Lääne- ja Põhja-Eesti aluskorras. Rändkivide seas leidub teda sagedamini munakate hulgas (alla 1%).

### **Amfiboolkilt**

Keskmiseteraline moondekivim. Mineraalselt koostiselt, struktuurilt ja värvuselt lähedane amfiboliidile, erineb aga sellest kildalise tekstuuri ja mõnikord ka fibroblastilise struktuuri poolest.

Amfiboolkilt on enamasti tekkinud merglite moondel. Leidub meil nii aluskorras kui ka rändkivina, kuid on vähem levinud kui amfiboliit.

## Antratsiit

Kr. *anthrax* — süsi.

Suurima kütteväärtusega (8100—8500 kcal/kg) väga süsinikurikas (89,5—96,5%) kivisüsi. Kõva, rabe, läikivmust, mõnikord ilmneb kirju kilevärvus. Kriips on must. Tihedus 1,4—1,7. Põleb suitsuta ja nõrga leegiga ning annab 2—4% tuhka ja kuni 10% lenduvaid aineid. Antratsiit ei paaku ega sütti tikust.

Moodustab maailma kivisöevarudest umbes 3%. Esineb mitmesuguse paksusega kihtidena peamiselt karboni ja permi ladestus. Kasutatakse kütusena. Meile veetakse sisse.

Vt. kivisüsi.

## Apliit

Tahvel XVII, 4

Heledavärviline peene- kuni keskmiseteraline tardkivim, mis on süvakivimimassiivides kristalliseerunud soontena. Mineraalselt koostiselt vastab leukokraatsele graniidile aljaskiidile ja pegmatiidile. Terad on peenemad kui pegmatiidil.

Koostismineraalid on kvarts, ortoklass, albiit või oligoklass. Tumedad mineraalid puuduvad või esinevad neid väga vähe. Sageli leidub apliidis granaati.

Värvuselt valge, kollakas või roosakas, harvem pruunikas. Tihedus on 2,65—2,70. Tekstuur massiline.

Esineb maakoos koos graniidiga. Meil on ta rändkivide hulgas suhteliselt harva esinev kivimitüüp.

## Argilliit

Tahvel XIX, 2

Lad. *argilla* — savi.

Tihenemise, veetustumise ning tsementeerumise tagajärjel kõvastunud savi. Keemiliselt ja mineraalselt koostiselt ta savist ei erine, küll aga tiheduselt, kõvaduselt ja omaduselt vees mitte pünduda.

Argilliit on üleminekukivim settekivimist moondekivimiks — kildaks. Talle on iseloomulik mikrokihiline tekstuur ning lõhenemine õhukesteks tasapinnalisteks plaadikesteks. Kihipinnaga risti olev murdepind on ebatasane.

Argilliit on tumehall, pruun või mustjashall. Tihedus 2,2—2,65. Maakoos üks levinumaid settekivimeid, eriti



määstikes. Eesti NSV-s esineb orgaanilise aine rikka diktüoneemakildana (vt.).

### Asfaltiit

Tahvel XXIV, 3

Kr. *asphaltos* — maavaik.

Settekivimites soonte või mugulatena esinev must bituumen. Keemiline koostis: C 82—86; H 8,1—9,3; S 0,7—2,3; N 1,2—1,8; O 1,9—6,5%, tuhasisaldus 2,8—18,8%.

Asfaltiidi keemiline koostis viitab tema päritolule naftast, läätseline või muguljas kuju ning suhted ümbriskivimiga osutavad aga bituumse aine settimisele püdelas või plastilises olekus. Asfaltiit on rabe. Kõvadus 2—3, tihedus 1,01—1,50. Lahustub orgaanilistes lahustites.

Eestis leidub asfaltiiti kuni mitmekümnesentimeetrise läbimõõduga läätsede, pesade või mugulatena kambriumi sinisavis (Kunda), ordoviitsiumi Latorpi lādeme glauko-niitliivakivis (Pakerorti, Toila) ja Kukruse lademes, eriti põlevkivi B-kihis (põlevkivikarjäärid ja šahtid). Juhuleide on ka ordoviitsiumi ja siluri karbonaatkivimitest (Lääne-Eesti ja Hiiumaa paemurrud).

### Bretša

Tahvel XIX, 6

It. *breccia* — purustatud.

Teravanurgalistest mineraali- või kivimitükikestest (üle 1 mm) koosnev tsementeerunud purdkivim. Purdosakesed koosnevad ühest või mitmest mineraalist või kivimist. Tsemendiks võib olla näiteks lubjakivi, kips, savi, ränioksiid ja raudhüdrosiidid.

Bretša teke võib olla põhjustatud tektoonilistest liikumistest mööda lõhe- ja kihipindu või eksogeensetest teguritest, näiteks maalibisemisest, karstumusest jms.

Bretša värvus ja iseloom sõltub purdosakeste koostisest.

Eesti NSV-s leidub bretšat Narva lādeme alumisel piiril. Ta koosneb kihtide libisemisel purunenud ning hiljem liitunud dolomiidi-, domeriidi- ja kipsitükikestest. Kihtide libisemise on ilmselt põhjustanud maavärin. Bretša on ka Adavere lādeme purddolomiit. Tektoonilist bretšat on leitud Paluküllast.

Vt. konglomeraat, purddolomiit.

## Diabaas

Tahvel XVII, 2

Kr. *diabas* — lõhestuv.

Paleotüüpiline aluseline purske kivim, mis keemiliselt koostiselt vastab kainotüüpilisele basalidile.

Diabaas on tihe peitkristalliline või väga peeneteraline rohekasmust või mustjashall kivim. Koosneb augiidist ja aluselisest plagioklassist, lisandina võib sisaldada maakmineraale. Kui diabaasis on oliiviini, kõneleme oliiviindiaabaasist.

Struktuur on mikrofiidiline, tekstuur massiline, tihedus 2,6—3,0, murd ebatasane.

Aluselised purskekivimid on kõige enam levinud vulkaaniidid. Nad on hea ehitusmaterjal. Mõnikord on nendega seotud ka nikli-, vase-, koobalti-, kroomi- ja plaatina-maardlad.

Eesti NSV-s leidub diabaase rändkivide, eriti munakate hulgas.

## Diatomiit

Nimetuse saanud diatomeeetikate järgi (kr. *diatomē* — poolekslõikamine).

Nõrgalt tsementeerunud valge või helehall, peamiselt ränivetikatest (>50%) koosnev kriiditaoline peeneteraline poorne settekivim.

Keemiline koostis:  $\text{SiO}_2$  62—79;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$  9,2—15,1;  $\text{CaO} + \text{MgO}$  1,3—4,0%.

Opaalist koosnevad ümmarguse, ovaalse või pikliku kujuga diatomeeetikate skeletid on tavaliselt 0,01—0,1-mm läbimõõduga. Lisandina sisaldab diatomiit kvartsliiva ja savimineraale.

Tihedus 2,12—2,38.

Diatomiiti leidub Eesti NSV-s Narva jõe vasakul kaldal Leekovas kuni 3 m paksuse kihina liiva- ja turbakihi vahel. Ta on tekkinud Litoriinamere lahes 4500—6800 a. tagasi kuhjunud diatomeemudast.

Diatomiiti kaevandatakse Narva jõe paremal kaldal asuvast Tõrvala leiukohast. Kasutatakse soojusisolatsioonimaterjalina, telliste valmistamiseks, poleerimismaterjalina jm. otstarbeks. Hea adsorbent.

## Diktüoneemakilt

Tahvel XIX, 2

Nimetuse saanud kivimis leiduva graptoliidi *Dictyonema* fossiilide järgi.

Diktüoneemakilt on rõhtsalt mikrokihiline tihe tumepruun kuni must orgaanilise aine rikas argilliit. Sisaldab 20—40% savi- ja 50—55% aleuriidifraktsiooni. Savi-mineraalidest on tema koostises kõige enam levinud illiit. Aleuriiditerakeste seas leidub ortoklassi, mikrokliini, kvartsi ning vilke. Aktsessoorseid mineraale ei ole üle 1%.

Keemiline koostis:  $\text{SiO}_2$  49,9—52,3;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  11,3—13,7;  $\text{FeO}$  1,9—2,7;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,4—2,3;  $\text{FeS}_2$  2,7—4,5;  $\text{K}_2\text{O}$  6,3—7,8;  $\text{Na}_2\text{O}$  0,6—2,0;  $\text{CaO}$  0,5—1,0;  $\text{MgO}$  0,8—1,5;  $\text{SO}_3$  0,6—1,2;  $\text{TiO}_2$  0,6—1,1;  $\text{V}_2\text{O}_5$  0,1—0,2;  $\text{P}_2\text{O}_5$  0,2—0,6;  $\text{MnO}$  0,02;  $\text{H}_2\text{O}$  0,9—1,1; orgaanilist ainet 15,0—22,4%.

Orgaanilise aine sisalduse poolest kuulub põlevkivide hulka. Orgaanilise aine koostises on 58—73% süsinikku, 5,3—8,4% vesinikku, 16,1—34,4% hapnikku ja 2,0—3,6% lämmastikku.

Kivimi tihedus on 2,18—2,30, kütteväärtus 1063—1294 kcal/kg.

Diktüoneemakiltal esineb Põhja- ja Lääne-Eestis Pakerordi lademes oobolus- ja glaukonitliivakivide vahel (joonis 29). Paksus küünib Lõude-Eestis 4,8 meetrini, lõuna ja ida poole see väheneb.

Meil tööstuslikult ei kasutata. Põlevkivina ning paljude haruldaste ning defitsiitsete elementide sisalduse tõttu perspektiivne kompleksmaavara.

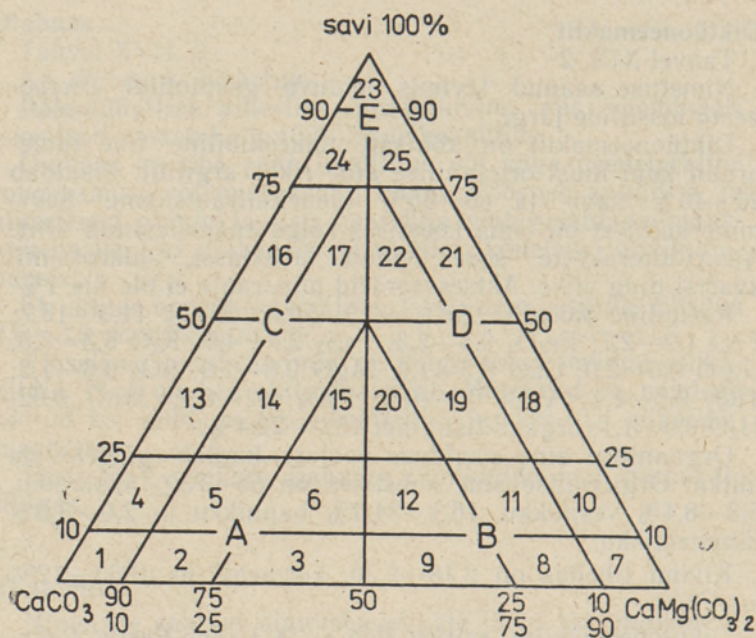
## Dioriit

Tahvel XV, 3

Kr. *diorizō* — eraldan.

Keskmise-, harvem peeneteraline hall, tume- või rohekashall süvakivim. Massilise tekstuuriga. Terad ühtlased. Koosneb küünekestist või biotiidist ja keskmisest plagioklassist (andesiinist). Tumedaid mineraale on keskmiselt 10—30%. Kvarts puudub või esineb teisejärgulise mineraalina (alla 10%). Mõnikord leidub dioriidis püriiti. Suure kvartsisisalduse korral nimetatakse kvartsdioriidiks.

Plagioklass on dioriidis valge või hallikasvalge, tuhmi või sileda läikiva lõhevuspinnaga, küünekesti ja augiitiga väljavenitunud kujuga tumeroheliste või mustade terakes-



Joonis 25. Karbonaatkivimite kolmnurkdiagramm. A — lubjakivi, B — dolomiit, C — mergel, D — domeriit, E — savi. Numbritele vastavad kivimitüübi nimetused on toodud tabelis 25.

tena. Biotiit on nendest eristatav tugeva musta läike ja ülitäiusliku lõhevuse järgi. Tihedus 2,75—2,92.

Dioriiti leidub peamiselt graniidimassiivide äärealadel üsna piiratult, mistõttu ka meie rändkivide hulgas on teda vähe.

Sarnaneb graniidi ja granodioriidiga.

Vt. kvartsdioriit, granodioriit.

## Dolomiit

Tahvel XX, 3

Nimetuse saanud mineraal dolomiidi järgi.

Enamasti mineraal dolomiidist (>50%) koosnev karbonaatne settekivim. Esineb kihtide ja läätsedena harilikult koos lubjakiviga, harvem vaheldumisi kipsi või terrigeen-sete kivimite — liivakivi, aleuroliidi ja saviga.

Dolomiidi kõrval võib ta sisaldada savimineraale, kaltsiiti, kvartsi ja mitmesuguseid autigeenseid mineraale (glaukoniiti, raudhüdroksiide jt.). Suure kaltsiidi-, kvartsi- või savisisalduse (>25%) korral kõneldakse lubidolomiidist, kvartsdolomiidist või domeriidist (joonis 25).

Kivim on peene- kuni keskmiseteraline, valge, kollakas, pruunikas, hallikas või rohekas. Tihedus 2,9.

Struktuur on teraline, tekstuur massiline. Erinevalt lubjakivist reageerib dolomiit külma lahjendatud soolhappaga vaid pulbristatud kujul. Kuuma soolhappe toimel kihiseb tugevasti.

Meie aluspõhjas leidub dolomiiti ordoviitsiumist ülemdevoni ladestuni peaaegu kõikjal. Tekkinud enamasti teiselt, lubimuda või lubjakivide ümberkristalliseerumisel. Vähesel määral on meil ka laguunsetele tingimustele osutavaid esmaseid dolomiite, näiteks siluri Rootsiküla ja Jaagarahu lademe ning devoni Narva ja Aruküla lademe dolomiidid.

Lubjakivide dolomiidistumisel muutub kivim poorseks ning kaltsiitsed kivistised hävivad. Dolomiidistumise ebaühtluse tõttu muutub ka kivimi värvus ja terajämedus ebaühtlaselt ning muutub laiguliseks. Dolomiidi- ja kaltsiidikristallide hulgast sõltuvalt on võimalikud kõik üleminekud: dolomiit — lubjakas dolomiit — lubidolomiit — dolomiitlubjakivi — dolomiidikas lubjakivi — lubjakivi. Samasugune pidev üleminekurida on ka dolomiidi ja savi vahel. Vahelülks on siin domeriit (tabel 25).

Domeriiti kasutatakse ehituskivina. Kaarma ja Selgase (Mustjala) karjäärist murtav dolomiit on hea viimistlus- kivi (tahvel XXX, 1).

Vt. domeriit, karbonaatkivimite rühm, lubjakivi.

## Domeriit

Tahvel XX, 6

Nimetus on tuletatud sõnade «dolomiit» ja «mergel» esimestest silpidest. Selle võtsid eesti geoloogid kasutusele dolomiitmergli asemel.

Domeriit on väga peeneteraline tihe hall, rohekas-, pruunikashall, pruunikas või kirju karbonaatkivim, mis koosneb peamiselt dolomiidist ja savist. Kummagi põhi-

komponendi sisaldus võib olla 25—75%. Lisandina esineb kaltsiiti, kvartsi, päevakive, vilke, rauaühendeid jms.

Soolhappes ei kihise või kihiseb nõrgalt (väikese kaltsiidisisalduse korral). Dolomiidist pudedam: laguneb lõõgil kergesti teravaservalisteks tükikesteks.

Domeriiti esineb meil kõige enam devoni ladestu Narva lademes, mille alumises osas ta on valdav kivimitüüp.

Vt. dolomiit, karbonaatkivimite rühm.

### Felsiit

Tahvel XVI, 4

Sks. *Fels* — kalju.

Tihe mikrokristalliline happeline purske kivim, võrdteralise struktuuriga, paleotüüpiline. Koosneb peamiselt kvartsi ja ortoklassi kristallikestest, vähem sisaldab happelist plagioklassi ja biotiiti. Kvartsporfüürist erineb fenokrüstide puudumise poolest.

Värvus hele- kuni tumepruun, harvemini hall või tumehall. Tihedus 2,53—2,65.

Felsiiti leidub meil rändkivina, kuid harvemini kui temaga geneetiliselt seotud kvartsporfüüre.

Vt. kvartsporfüür.

### Fülliid

Kr. *phyllon* — leht.

Peeneteraline õhukesekildaline moondekivim. Tekib savist ja argilliidist rohekiltade faatsieses, s. o. suhteliselt madalal temperatuuril ja väikesel rõhul.

Peamised koostismineraalid on vilgud (eriti seritsiit) ja kvarts, mis kokku moodustavad üle 80% kivimist.

Fülliid on tume-, rohekas-, kollakas- või pruunikashall, harvem must. Kildalisuspind on peente rööpsete vilgusoomuste tõttu siidiläikeline ning peenelaineline.

Kuigi fülliid on tüüpiline noorte kurdmäestike kivim, leidub teda vähesel hulgal ka Soome aluskorras, kust on meile kandunud rändkivina.

### Gabro

Tahvel XV, 4

Nimetuse saanud Gabbro maakonna järgi Põhja-Itaalias.

Gabro on keskmise- kuni jämedateraline aluseline süvakivim, mis koosneb enam-vähem võrdsest hulgast plagioklassist ja pürokseenist. Plagioklass on tavaliselt labrador, pürokseen aga rohekasmust augiit. Viimane annab gabrole mustjashalli või rohekasmusta värvuse. Kivimi porsumisel võivad esmased mineraalid asenduda kloriidi ja epidoodiga, mispuhul kivim omandab roheka värvuse.

Gabro tekstuur on massiline, tihedus 2,8—3,2.

Gabrot on dioriidist silma järgi raske eristada. Lõplikuks määranguks tuleb mõnikord kasutada polarisatsioonimikroskoopi. Harilikult on kriteeriumiks tumedate ja heledate mineraalide suhe: kui gabros on neid mahuliselt ligikaudu võrdsest, siis dioriidis ei ole tumedaid mineraale tavaliselt üle 30%. Peale selle on dioriidis sageli kvartsiterakesi, gabrodes aga mitte.

Gabro esineb maakoos suhteliselt väikeste massiividenä ning on graniidiga võrreldes harva esinev kivimitüüp. Monumentaalskulptuuris hinnatakse kõrgelt gabro plagioklassirikast erimit labradoriiti, mis koosneb peamiselt suurtest sinakalt sillerdavatest labradorikristallidest. Eesti NSV-sse sisseveetavat labradoriiti kaevandatakse Volõõnias (Ukraina NSV). Üksikute rändkividena leidub meil gabrot kõikjal, labradoriiti aga üksnes Kirde- ja Ida-Eestis.

Vt. labradoriit.

### **Glaukoniitliivakivi**

Tahvel XIX, 4

Peamiselt (üle 50%) glaukoniiditerakestest koosnev roheline liivakivi. Glaukoniiditerakeste läbimõõt on enamasti alla 0,5 mm.

Vastavalt tavale anda kivimile nimetus valdava kivimit moodustava mineraali järgi võib glaukoniitliivakivi nimetada ka glaukoniitidiks.

Glaukoniitliivakivi sisaldab alati rohkem või vähem kvartsi, kaltsiiti, päevakive, püriiti jt. mineraale.

Kivimi keemiline koostis sõltub mineraalsest koostisest. Separeeritud glaukoniiditerakeste koostis on järgmine: SiO<sub>2</sub> 50,7; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 6,9; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 18,1; FeO 5,0; MgO 3,6; CaO 0,2; K<sub>2</sub>O 8,4; Na<sub>2</sub>O 0,2; H<sub>2</sub>O 5,7%. Kivimis on glaukoniiditerakesi kuni 80%.

Glaukoniitliivakivi on kujunenud madalamerelise sette — glaukoniitliiva — tsementeerumisel. Kivim on

enamasti nõrgalt tsementeerunud. Tsemendiks on lubi-aines, savi või ränioksiid.

Glaukoniit on suhteliselt harva esinev kivim. Peale Eesti leidub teda NSV Liidus veel Ukrainas ja Kirovi oblastis. Meil on glaukoniitliivakivi rohkesti alamordoviitsiumi Latorpi lademes. Ta paljandub Põhja-Eesti paekaldas ja seda läbivates jõeorgudes peaaegu kõikjal — Keila-Joal, Tallinnas Suhkrumäel, Jägala-Joal, Nõmmeveski joal, Narva jõe kaldal jm. Paksus on suurim (4 m) Loode-Eestis, Ida-Eestis (näit. Narvas) ei ületa see 0,2 m.

Glaukoniitliivakivis võib olla halli savi vahekihte, muguljaid püriidikonkretsioone ja -kristalle. Kaaskivimid on glaukoniitaleuroliit ja -mergel. Lasumiks on glaukoniitlubjakivi (joonis 29).

Glaukoniitliivakivi on Eesti NSV-s suurte varude ja kasutusvõimalustega maavara. Sobib hästi kaaliväetise ning valguskindla rohelise ja pruuni värvi tootmiseks, pigmentaineks krohvimörtidele ja silikaatbetoonile, veepehmedajaks jm. otstarbeks. Kasulik kaevandada koos lasuvate maavarade oobolusfosforiidi ja argilliitkildaga.

### Glaukoniitlubjakivi

Rohkesti glaukoniiditerakesi sisaldav lubjakivi. Glaukoniiditerakesed on karbonaatses põhimassis silmaga nähtavad ning annavad kivimile roheka värvuse. Lisaks kaltsiidile ja glaukoniidile esineb savi, fosfaate, kvartsiteerakesi jm. Savisisalduse suurenedes läheb glaukoniitlubjakivi üle glaukoniitmergliks.

Glaukoniitlubjakivi on kuhjunud katkendlikult, millest kõnelevad rohked diskontinuiteed pinnal. Need on lainjad kihipinnad, raua-, mangaani- ja fosforiühenditega läbi imbunud ning täis puurivate, kaevuvate ja uuristavate organismide elujälgede süvendeid. Seesugused pinnad osutavad glaukoniidi kuhjumisele suhteliselt madalas vees.

Glaukoniitlubjakivi leidub meil alamordoviitsiumis glaukoniitliivakivi lasumina Latorpi ja Volhovi lademes (joonis 29). Kihid paljanduvad Põhja-Eesti paekaldas, Keila-Joal, Tallinna ümbruses, Valgejõel, Toilas jm.

Kihid on paksemad Ida-Eestis (kuni 4 meetrit). Kohati on kivim dolomiidistunud.

Vt. karbonaatkivimid, lubjakivi.



## Gneisi rühm

Tahvliid XVIII, 2, 6 ja XXV, 4

Nimetus pärineb arvatavasti slaavikeelsest tüvest *gnus* — pehkinud.

Keskmise- kuni jämedateralise vöödilise või gneisilise tekstuuriga moondekivim, mis mineraalselt koostiselt vastab graniidile, granodioriidile, kvartsdioriidile või dioriidile. Koosneb kvartsist, päevakivist ja ühest või mitmest tumedast mineraalist — biotiidist, amfiboolist, pürokseenist. Päevakivide koostisest ja värvusest sõltuvalt on gneisid kas punakas-, roosakas-, rohekashallid või hallid. Struktuur on enamasti granoblastiline või lepidoblastiline, tihedus 2,64—3,10.

Vastavalt lähtekivimile eristatakse sette kivimitest kujunenud paragneissi ning tardkivimite ümberkristalliseerumisel kujunenud ortogneissi. Gneiss on keskmise ja kõrgema metamorfismifaatsiese — amfiboliidi- ja granuliidifaatsiese — iseloomulik kivimitüüp. Rohekiltade faatsieses, mida iseloomustab kivimite kildaline tekstuur, teda ei esine.

Mineraalsele koostisele vastavalt jaotatakse gneisid vilkgneisiks (biotiit-, muskoviit- ja kahevilgugneiss), küünekivigneisiks, pürokseengneisiks (augiitgneiss, hüpersteengneiss), granaatgneisiks, sillimaniitgneisiks, stauoliitgneisiks, küaniitgneisiks jne. Plagiogneisis on päevakivid esindatud vaid plagioklassidega.

Gneisi peamised peeneteralised erimid on granuliit ja leptiit. Porfüroblastilise tekstuuriga gneissi nimetatakse silmisgneisiks. Graniitgneiss (tahvel XVIII, 1) ja gneissgraniit on massilise tekstuuriga graniidi ja tüüpilise gneisi vahelised üleminekulülid.

Gneiss on maakoos levimuim moondekivim. Teda leidub peaaegu kõikjal ka meie aluskorras ning ta on väga laialt levinud rändkivide seas. Graniitgneissi, gneissgraniiti ja migmatiiti arvestamata moodustab gneiss kõigist Eesti rändkividest 13%, läänerajoonides koguni kuni 18%.

Kõiki ülejäänud moondekivimeid — kvartsiiti, kiltta, marmorit jt. — on rändkivide hulgas kõigest 2%.

Vt. graniitgneiss, gneissgraniit, granuliit, leptiit, silmisgneiss.

## Gneissbretša

Rõhumaandel gneisist tekkinud omapärane moondekivim. Koosneb mitmesuguste mõõtmetega (mõnest kuni mõnekümne sentimeetrini) korrapäratult paigutunud teravaseralistest gneisitükkidest, mis on liitunud mineraalselt koostiselt samasuguse kivimiga.

Bretšalisest ehitusest tingituna on kivimil teravakandiline pind ja rahnudel sakilised kontuurid.

Suured gneissbretša rändrahnud paiknevad Osmussaarel, üksikud väiksemad rändkivid Loode-Eestis ja Vormsil.

Gneissbretša aluspõhjaline levikuala on rändkivide levikupildi alusel oletatavasti Läänemere põhjas Osmussaarest loodes.

## Gneissgraniit

Nõrgalt või väheilmekalt avalduva gneisilise või vöödilise tekstuuriga kivim, millel on samasugune koostis kui graniidil. Selline graniidi erim tekib kas graniitse magma liikumisel kristalliseerumise ajal, graniitide moonel kõrgel temperatuuril ja rõhul või gneisside ümberkristalliseerumisel graniidistumise käigus. Kivimil on peamiselt graniidi tunnused — massiline tekstuur ja graniidiline struktuur.

Gneissgraniit ja graniitgneiss on graniidi ja gneisi vahelise pideva üleminekurea lülid. Gneissgraniit esineb nii meie aluskorras kui ka rändkivide hulgas. Tema eristamine graniidist ja graniitgneisist on väikeste palade korral sageli raske. Mineraalselt koostiselt võib gneissgraniit olla biotiit-, amfibool-, granaatgneissgraniit vms.

## Graniidi rühm

Tahvlid XIII, 1—4 ja XXVI, 3

Lad. *grānum* — tera.

Graniit on peene- või jämedateraline ränihapperikas süvakivim. Ta sisaldab enam-vähem võrdsel hulgal kvartsi, ortoklassi või mikrokliini ning happelist plagioklassi — oligoklassi, harvem albiiti. Lisaks nimetatuile esineb ligikaudu 10% ühte või mitut tumedat mineraali — biotiiti, küünekivi, harvem pürokseeni. Mõnikord leidub ka muskoviiti. Teisejärguliste mineraalidena võib graniit-

dis olla granaati, turmaliini ja topaasi, aktsessorsetena aga tsirkooni, magnetiiti, apatiiti, fluoriiti jt.

Kvartsiterakesed on graniidis korrapäratu kujuga valged, hallikad või tumehallid, halva lõhevuse tõttu rasvaläikelised ning ebatasase murdepinnaga. Ortoklass ja mikrokliin on harilikult pruunid, punakad, roosakad, harvem valged, plagioklass tavaliselt valge, mõnikord kollakas või roosakas. Päevakivid on hea lõhevuse tõttu klaasiläikelised, harvem tuhmi pinnaga. Plagioklassi lõhevuspinnal on märgatav polüsünteesiliste kaksikute viirutus. Tumedad mineraalid on graniidis idiomorfsema kujuga kui päevakivid, kvarts alati ksenomorfne. Selline mineraalide kuju peegeldab mineraalide väljakristalliseerumise järjekorda (tume mineraal — päevakivid — kvarts) ning annab kivimile graniidilise struktuuri.

Päevakivide ja kvartsi värvus, samuti tumedate mineraalide hulk ja terajämedus määravad kogu kivimi värvuse. See on harilikult helehall, roosakas-, punakas- või pruunikashall.

Graniiti klassifitseeritakse detailsemalt peamiselt mineraalse koostise alusel. Vastavalt kivimis esinevale tumedale mineraalile eristatakse biotiit-, küünekivi-, biotiitküünekivi- ja pürokseengraniiti. Muskoviidi leidumise korral kõneldakse muskoviitgraniidist, mõlema vilgu puhul aga kahevilgu-graniidist. Mikrokliin- ja ortoklassgraniit sisaldavad plagioklassi vähem kui 10%, plagiograniidis on aga päevakivide ainsaks esindajaks plagioklass. Kui kaaliumpäevakiviga koos esineb plagioklass albiit, nimetatakse kivimit leelisgraniidiks. Leukokraatset graniiti, milles tumedaid mineraale on alla 5%, nimetatakse aljaskiidiks. Rohke teisejärguliste mineraalide sisalduse korral kõneldakse turmaliin-, granaat-, topaasgraniidist jt.

Graniidi struktuur on ühtlaseteraline või porfüüritaline. Viimase esindajaks on peamiselt poolsüvakivimina esinevad graniitporfüürid, samuti silmisgraniidid. Siia kuulub ka osa rabakive, need aga väärivad eraldi käsitlemist, sest nende mineraalne koostis ja tekketingimused on sootuks teistsugused.

Väga peeneteraline poolsüvakivimina esinev mikrograniit on tavaliselt tumedam kui sama mineraalse koostisega keskmise- või jämedateraline graniit.

Tekstuuri- ja tunnuste põhjal eristatakse gneissgraniiti ja migmatiiti.

Graniit on geoloogias laialt levinud konvergentse ilmekas näide. Ta võib olla nii magmalise päritoluga — kristalliseeruda magma aeglasel jahtumisel maakoos — kui ka moonelise, nn. metasomaatilise tekkega, s. t. kujuneda graniidistavate lahuste toimetel mitmesugustest varem esinenud kivimitest. Tekkeviisi väljaselgitamine eeldab iga kord graniidimassiivi põhjalikku geoloogilist uurimist.

Moondeprotsesside olulisele osale graniidi tekkel viitavad graniidi pidevad üleminekud gneisiks ja ta geneetiline seos moondekivimitega.

Graniit on kõige enam levinud kivimitüüp maakoore ülaosas, nn. graniidikihis. Tema tihedus on 2,6—2,7.

Ulatusliku leviku tõttu on graniit üldtuntud ja inimese tegevuses laialt kasutatav kivim (hea haura- ja ehituskivi, sobib kõrgemargilise killustiku valmistamiseks, skulptuuris kasutatav jne.).

Kuigi graniidi mõiste hõlmab paljusid mitmesuguse koostise, struktuuri ning tekstuuri erimeid, on mõnikord seda terminit kasutatud petrograafia seisukohalt otse rabavalt laias tähenduses. Näiteks mõistetakse skulptuuris graniidi all kõiki tard- ja moondekivimeid, välja arvatud valge marmor. Kujur peaks tema poolt kasutatava materjali omadusi ja tüüpe siiski paremini tundma. Tutvumine ENSV Riikliku Kunstimuuseumi fondide skulptuuritaiestega näitas, et meie kujurid on enda arvates graniidina kasutanud umbes kahtekümnet mittegraniitset kivimitüüpi.

Graniit on valdav kivim ka Eesti NSV aluskorras ning rändkivide seas. Soome aluskorra pindalast moodustab ta 78%. Samasugune on graniidi hulk Eesti NSV lääneosa rändkivide seas. Ida-Eestis on graniidi osa arvukate Viiburi rabakivimassiivist pärinevate rabakivirahnude tõttu suurem — 87%, mistõttu rändkivide keskmine graniidisisaldus on meil 82%.

Eesti NSV rändkividest valmistatakse ohtralt graniitkillustikku. Meie rändkivivarudest jätkub vaid lähemate aastate vajaduse katmiseks. Et rahuldada edaspidist vajadust graniitse ehituskivi järele, on kaalumisel 150 m sügavuse maa-aluse graniidikaevanduse rajamine Maardu—Jägala piirkonnas.

Vt. gneissgraniit, graniitgneiss, graniitporfüür, mikrograniit, migmatiit, rabakivi.

## Graniitgneiss

Tahvel XVIII, 1

Ebaselge gneisilise või vöödilise tekstuuriga ja graniidilise või granoblastilise struktuuriga üleminekuline kivim graniidi ja gneisi vahel. Gneisile lähedasem kui gneissgraniit.

Graniitgneissi leidub Eesti NSV aluskorras ja ka rändkivide hulgas. Väikeste palade korral on teda gneisist ja gneissgraniidist raske eristada.

Vt. gneisi rühm, gneissgraniit ja graniidi rühm.

## Graniitporfüür

Tahvel XIII, 5, 6

Peeneteralise põhimassi ja selles esinevate suurte (keskmiselt 1—5 cm) kaaliumpäevakivi fenokristallidega porfüüriline kivim. Päevakivi fenokristallid (fenokrüstid) on enamasti punakaspruunid, pruunid või roosad, mõnikord ka valged. Hõredalt paigutunud fenokristallidega graniitporfüüri nimetatakse silmisgraniidiks.

Graniitporfüürid on poolsüvakivimid. Neis leidub magmaliste graniidimassiivide, näiteks rabakivimassiivide servaaladel. Mõnikord võivad päevakivi fenokristallid tekkida ka süvakivimis, näiteks metasomatoosiprotsessis asetleival mikrokliini valikulisel ümberkristalliseerumisel.

Vt. graniidi rühm.

## Granodioriit

Koostiselt graniidi ja kvartsdioriidi vaheline peene- või jämedateraline happeline süvakivim.

Koostismineraalid on samad mis graniidil, kuid granodioriit sisaldab neid teistsuguses vahekorras. Päevakividest valdab plagioklass, kvartsi on vähem kui graniidis. Suhteliselt palju leidub granodioriidis tumedaid mineraale, eriti amfiboole.

Värvuselt, struktuurilt ja tekstuurilt sarnaneb graniidiga ning on sellest eristatav vaid mikroskoobi all. Tiheus on 2,65—2,85.

Granodioriite on Eesti NSV-s rändkivide hulgas tunduvalt vähem kui graniite.

## Granuliit

Lad. *grānum* — tera.

Peeneteraline hele granaatgneiss. Koostismineraalid on kvarts, kaaliumpäevakivi, plagioklass, biotiit ja granaat. Lisandina võib sisaldada sillimaniiti, küaniiti, hüpersteeni, augiiti, turmaliini ja korundi. Granaat on harilikult püroobirikas (vt. granaadi rühm). See on iseloomulik kõigile granuliidifaatsiese moondekivimitele.

Struktuur on granoblastiline või lepidoblastiline, tekstuur gneisiline või vöödiline, tihedus 2,60—2,66.

Granuliiti esineb Lõuna-Eesti aluskorras, rändkividena vähesel hulgal kogu vabariigis.

Vt. gneisi rühm.

## Helsingiit

Tahvel XVII, 6

Nimetus on antud Helsingi linna järgi, mille läheduses paikneb helsingiidi tuntuim leiukoht.

Graniidist, granodioriidist või kvartsdioriidist epidoot-amiiboliitfaatsieses kujunenud punane moondekivim. Koosneb albiidist (umbes 60%), punasest epidoodist (kuni 30%) ja kvartsist, millele mõnikord lisandub kaaliumpäevakivi.

Helsingiiti leidub Soomes mitmes kohas moondele allunud happeliste süvakivimite massiivide piires. Eesti rändkivide hulgas on suhteliselt harva esinev, kuid erkpunase epitoodi tõttu kergesti äratuntav kivim. Teda on meil leitud ühtlaseteralise, porfüroblastilise ning bretšalaadse struktuuriga erimitena, mis tõenäoliselt pärinevad eri leiukohtadest. Terajämeduselt on helsingiit keskmise- või jämedateraline, mõnikord isegi pegmatiiti meenutav.

## Karbonaatkivimite rühm

Valdavalt ühest või mitmest karbonaatsest mineraalst (kaltsiit, dolomiit) koosnevad settekivimid. Sellesse rühma kuuluvad lubjakivi, dolomiit, mergel ja domeriit ning nende vahel esinevad üleminekuvormid. Karbonaatkivimid võivad purdlisandina sisaldada kvartsi, päevakive ja savimineraale, autigeensetest mineraalidest glaukoniiti, kaltsestoni, kipsi, püriiti, fosfaate ning mineraliseerunud organismide jäänuseid.

Karbonaatkivimid tekivad kas keemilisel sadestumisel,

Tabel 25. Karbonaatkivimite jaotus vastavalt põhikomponentide sisaldusele

Kivimitüübi nr. joonisel 25	Kivimitüübi nimetus	Põhikomponentide sisaldus		
		CaCO <sub>3</sub>	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Savi
1	lubjakivi	80—100	0—10	0—10
2	dolomiidikas lubjakivi	65—90	10—25	0—10
3	dolomiitlubjakivi	45—75	25—50	0—10
4	savikas lubjakivi	65—90	0—10	10—25
5	savikas dolomiidikas lubjakivi	50—80	10—25	10—25
6	savikas dolomiitlubjakivi	37,5—65	25—45	10—25
7	dolomiit	0—10	80—100	0—10
8	lubjakas dolomiit	10—25	65—90	0—10
9	lubidolomiit	25—50	45—75	0—10
10	savikas dolomiit	0—10	65—90	10—25
11	savikas lubjakas dolomiit	10—25	50—80	10—25
12	savikas lubidolomiit	25—45	37,5—65	10—25
13	lubimergel	40—75	0—10	25—50
14	dolomiidikas lubimergel	50—75	10—25	25—50
15	dolomiitne lubimergel	25—50	25—37,5	25—50
16	savimergel	15—50	0—10	50—75
17	dolomiidikas savimergel	12,5—40	10—25	50—75
18	domeriit	0—10	40—75	25—50
19	lubjakas domeriit	10—25	25—65	25—50
20	lubidomeriit	25—37,5	25—50	25—50
21	savidomeriit	0—10	15—50	50—75
22	lubjakas savidomeriit	10—25	12,5—40	50—75
23	savi	0—10	0—10	90—100
24	lubjakas savi	5—25	0—12,5	75—90
25	dolomiidikas savi	0—12,5	5—25	75—90

biokeemiliselt, mehaaniliselt settimisel (purdlubjakivid) või hilisemate asendusreaktsioonide käigus (teiseseid dolomiidid). Enamasti on nad polügeneetilised.

Karbonaatkivimite jaotuse aluseks on nende kaltsiidi-, dolomiidi- ja savisisaldus (joonis 25 ja tabel 25).

10—25% liiva- või aleuriiditerakesi sisaldavaid karbonaatkivimeid nimetatakse liivakateks või aleuriidikateks, 25—50%-lise sisalduse korral liiva- või aleuriitlubjakiviks või -dolomiidiks.

Struktuurilis-tekstuuriiliste tunnuste põhjal eristatakse afaniitseid, mudajaid, teralisi, ooidilisi, detriidilisi, biomorfseid jt. erimeid.

Karbonaatkivimid võtavad enda alla sadade meetrite

paksuse kivimikompleksi alates ordoviitsiumi Volhovi lademest kuni devoni Narva lademeni (vt. tabel 12).

Nii püst- kui ka rõhtsihis karbonaatkivimite koostis, struktuur ja omadused muutuvad. Ometi on nende kasutamine rahvamajanduses piiratud, sest meie karbonaatkivimid kuuluvad koostiselt enamasti dolomiidivate lubjakivide ja lubjakate dolomiitide vahemikku ning nende savisisaldus on suur (enamasti üle 8%). Sagedased on ka mergli, domeriidi ja savi vahelihid. Hinnatavaks ehituskiviks ning keemiatööstuse tooraineks peetakse aga puhtaid, lisanditeta lubjakive ja dolomiite. Lubjakivi ja dolomiidi ehitustehnilisi omadusi — ilmastikukindlust, surveugevust jm. — halvendab peamiselt savisisaldus (üle 3%). Kahjulik on ka püriidilisand, mis põhjustab kivimi kiiret lagunemist.

Lubjakive ja dolomiite tunneb rahvas paena. Seda on Eestis ehituskivina kasutatud juba alates esimesest aastatuhandest m. a. j. Eriti laienes pae kasutamine 13. sajandil pärast lubja tarvituselevõtmist sideainena. Sellesse aega kuulubki Tallinna paekivise linnamüüri, Toomkiriku ja Niguliste kiriku, Haapsalu piiskopilinnuse ja lossikiriku, Paide linnuse ning paljude maakirikute ehitamine. Seoses mõisahoonete ehitamisega hakati 18. sajandil karbonaatse ehituskivi saamiseks rajama kohalikke väikesi paemurde. Neid oli möödunud sajandi keskel üksnes Põhja-Eestis üle 120.

Kuigi lubjakivi ja dolomiiti kasutatakse tänapäeval nii ehituses kui ka mineraalse toorainena väga ulatuslikult, kaevandatakse neid siiski vaid vähestes suurtes murdudes, kus tootmine on mehhaniseeritud.

Eesti NSV karbonaatsete ehituskivide tööstuslike varude (umbes 700 miljonit tonni) põhiosa sobib madalamargilise ehituskilustiku tootmiseks. Viimasel ajal kaevandatakse meil karbonaatkivimeid 16 leiukohas aastatoodanguga umbes 3,5 milj. m<sup>3</sup>. Sellest ligi 80% läheb kilustiku, 15% tsemendi ning 5% lubja tootmiseks. Suuremad karjäärid on Padise, Rummu, Harku, Vao, Maardu, Kunda, Mündi, Anelema, Kaarma ja Selgase (Mustjala). Kahes viimases murtakse dekoratiivkivimeid, mida rahvas nimetab ekslikult marmoriteks. (Tahvel XX ja XXII, 5, 6.)

Vt. dolomiit, mergel, lubjakivi.



## Kilda rühm

Kilt on mitmesuguse mineraalse koostise ning metamorfismiastmega moondekivim, mille iseloomulikuks tunnuseks on kildaline tekstuur. Selle annavad kivimile enamasti kihtstruktuuriga silikaadid — vilgud, kloriit ja talk. Kildalisust võivad põhjustada ka korrapäraselt paigutunud tahvelja või pikkprismalise kujuga mineraalid. Harvem on kildalisus tingitud korrapäratute piklike mineraaliterakeste rööpselt paigutusest (kvartskilt). Purustamisel jaguneb kilt kergesti õhukesteks tasapinnalisteks või lainelise pinnaga plaadikesteks.

Kiltade mineraalne koostis ei ole alati ühesugune. Kildad on tüüpilised rohekiltade faatsieses kujunenud moondekivimid, nagu näiteks kloriit-, talk-, seritsiit-, osaliselt ka muskoviit-, biotiit- ja amfiboolkilt. Sügavama moonde on läbi teinud grafiit- ja kvartskilt.

Vastavalt lähtematerjalile eristatakse tardkivimitest tekkinud ortokilta ja settekivimitest kujunenud parakilta.

Mõnikord laiendatakse kilda mõistet ka peenekihihelistele settekivimitele (näiteks diktüoneemakilt, savikilt) ja massilise tekstuuriga moondekivimitele (näiteks kristalse kilda all mõistetakse kõiki keskmise moondeastmega metamorfiite). Käesoleva raamatu autor seda siiski ei soovita.

Vt. kloriitkilt, talkkilt, vilkkilt.

## Kirigraniit ehk juudikivi

Tahvel I, 6

Nimetuse saanud hieroglüüfe meenutava ilme järgi. Omapärase kirigraniidilise struktuuriga pegmatiit, milles kaaliumpäevakivi- ja kvartsikristallid on korrapäraselt, kristallipindade suhtes kindlal viisil orienteeritult üksteisest läbi kasvanud. Selle tagajärjel on päevakivikristallides kiilkirja meenutavad kiilukujulised valged või tumehallid kvartsisuletised.

Kirigraniiti esineb Eestis tavaliselt kuni kümnesentimeetrise läbimõõduga läbikasvukristallidena pegmatiitsetes rändkivides.

Vt. pegmatiit.

## Kivisüsi

Hallikasmust või must taimse päritoluga settekivim — kaustobioliit ehk põlevmaavara.

Söestumisastmelt, kõvaduselt ( $2-2\frac{1}{2}$ ), tiheduselt (1,26—1,50), süsinikusisalduselt (75—95%) ja kütteväärtuselt (7500—8300 kcal/kg) pruunsöe ja antratsiidi vahepealne kivim.

Esineb mitmesuguste üksteisest välistunnustelt, koostiselt ja omadustelt erinevate erimitena. Sõltuvalt sellest, millises vahekorras sisaldab kivisüsi neid erimeid, näiteks läikivat vitraäni, poolläikivat klaräni, mattidüräni ja kiulist füsani, on ta tuhmi pinnaga või vaha-, rasva- või metalliläikeline. Murd ebatasane, nurklik või pinnuline, kriips pruunikasmust või must.

Kivisüsi süttib suhteliselt kergesti ja põleb heleda leegiga. Sisaldab peale süsiniku veel kuni 15% hapnikku, 1,5—5,5% vesinikku, kuni 5% väävlit, kuni 10% vett ning kuni 20% mineraalaineid.

Tuhasisaldus põlemisel on kuni 25%.

Kivisütt esineb vanaladekonna settekivimites alates devoni ladestust. Suurimad varud on seotud karboni ehk kivisöe ja permi ladestuga. On maapõues tavaliselt liivakivide vahel kuni 10 m paksuste kihtidena. Tekkinud omaaegsete taimede, nagu sõnajalgade, osjade, koldade, kor-daiitide jt. jäänukest.

Kivisüsi on meile kõigile hästi tuntud kütteaine, mida veetakse sisse vennasvabariikidest.

Vt. antratsiit ja pruunsüsi.

## Kloriitkilt

Tahvel III, 4

Peamiselt kloriidisoomustest koosnev kildalise ehitusega rohekas moondekivim. Lisaks kloriidile võib sisaldada epidooti, albiiti ja amfiboole. Mõnikord leidub kloriitkildas suurepärase oktaeedrilise kristallikujuga magnetiidikristalle.

Kloriitkilt tekib süvamoondel rohekiltade faatsieses, seega suhteliselt madalal rõhul ja temperatuuril. Lähtekivimiks on peamiselt domeriidid või porfüriidid ja dia-baasid.

Eesti NSV-s on kloriitkilt leitud üksikute rändkividenä.

## Konglomeraat

Tahvel XXIII, 1

Lad. *conglomerātus* — kokkurullunud.

Tsementeerunud kruus, veerised või munakad. Koostisosadeks on ümardunud kivimiosakesed ja neid liitv sideaine — tsement. Kivimiosakesed on ühesuguse (näit. lubjakivi- ja graniitkonglomeraat) või erineva koostisega. Tsemendiks kaltsiit, dolomiit, räni- ja raudoksiidid, raudhüdrosiidid, savi- vm. mineraalid.

Konglomeraadi koostisosadeks võivad olla ka faunajäänused, näiteks puudulukuliste brahhiopoodide kuhjatised — *Mickwitzia*—konglomeraat Lükati kihistu lamamis ning ooboluskonglomeraat Pakerordi lademes. Konglomeraati esineb meil mõnikord ka põhiehk basaalkonglomeraadina, kus kulunud kivimiosakesed on pärit lamavast kivimist. Basaalkonglomeraati on Gdovi kihistus ja Pakerordi lademes, harvem teiste lademetel piiril. Narva lademe alumises osas esinev kohti bretsšailmeline formatsioonisisene konglomeraat on ilmselt tektoonilise tekkega.

Konglomeraate leidub ka kvaternaarsetes kruusades, eriti Läänemere vanades rannavallides. Viimastes on kaltsiidi abil liitunud konglomeraadi koostisosad lapikud ja hästi ümarad.

Rändkivide hulgas on meil üksikuid jaatuli ja jotnia kvartsiidiformatsioonidest pärinevaid basaalkonglomeraadi leide, kus veeriste läbimõõt ulatub mitmekümne sentimeetrini.

## Kukersiit

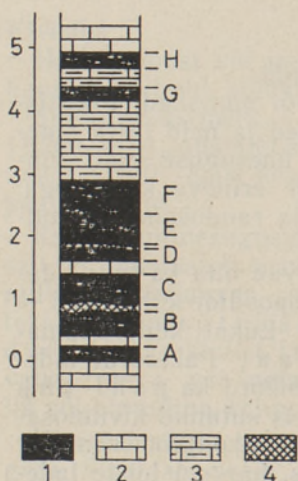
Tahvel XIX, 1, XXX, 2.

Nimetuse saanud Kukruse leiukoha (sks. *Kuckers*) järgi.

Hele- või tumepruun orgaanilise aine (kerogeeni) rikas (15—68%) settekivim, põlevkivi, kaustobioliit ehk põlevmaavara. Kütteväärtus 1400—3600 kcal/kg.

Orgaanilise aine keemiline koostis: C 75—78; H 9—10; N 0,2—0,5; S 1,2—2,0%. Orgaanilisest ainest saadakse utmisel põlevkiviõli, mis sisaldab 30—40% eetreid, ketoone jt. ühendeid.

Kukersiidi mineraalosa koosneb enamasti alla 0,01-mm terajämedusega kaltsiidist, kvartsist ja päevakividest, vähem on vilke, püriiti ja markasiiti.



Joonis 26. Kukersiidi tootuskihind.  
1 — kukersiit, 2 — lubjakivi, 3 —  
savikas lubjakivi, 4 — bituminoosse  
lubjakivi mugulad ja läätsed.

Kukersiidi tihedus (1,4—1,8) sõltub orgaanilise aine sisaldusest ja väheneb selle suurenedes. Murd on muldjas või ebatasane.

Kukersiidile on iseloomulik pruunikal pinnal esilekerkivate valge kaltsiitse skeletiga fossiilide, nagu sammalloomade, tigude, käsijalgsete, trilobiitide jt. arvukas esinemine.

Kukersiiti on Kirde-Eestis, samuti Leningradi oblastis, keskordoviitsiumi Kukruse, vähem Idavere lademe lubjakivis vahekihtidena. Tekkinud omaaegse merelahe keskossa vetikaterikkast meremudast, mis temale kuhjivate hilisemate setete tõttu tihenes, kaotas vee ja kivistus.

Tööstusliku tähtsusega põlevkivikihtide kogupaksus Kukruse lademes on keskmiselt 3 m (tahvel XXX, 2). Geoloogilises läbilõikes vahelduvad kukersiidikihid (neid tähistatakse tähtedega A-st H-ni) lubjakivikihtidega (joonis 26). Ka kukersiidikihid sisaldavad kohati lubjakiviläätsi ja -mugulaid, mistõttu puhta põlevkivi kättesaamiseks on vaja eraldada lubjakivi kui aheraine.

Eesti NSV-s on kukersiidi tööstuslikud varud praegu umbes 4,2 miljardit tonni. Põlevkivi kaevandatakse kaheksas allmaakaevanduses ning neljas karjääris. Aastatoodang on ligikaudu 30 milj. tonni. Umbes kaks kolmandikku kaevandatavast põlevkivist kasutatakse ära kütusena soojuselektrijaamades. Põlevkivi termilisel töötlemisel

sel saadakse põlevkivigaasi ja -õli. Esimest kasutatakse maagaasiga segatult majapidamisgaasina. Utmisel saadud põlevkiviõlist toodetakse elektrodikoksi, lakivaiku, kukersooli, sünteetilisi pesemisvahendeid, liime, parkaineid, taimekaitsevahendeid jm. Soojuselektrijaamade põlevkivituhka kasutatakse ehitusmaterjalitööstuses suurpaneelide valmistamiseks ning põllumajanduses põldude lupjamiseks.

Vt. põlevkivide rühm.

### **Kvartsdioriid**

Tahvel XV, 2

Keskmisest plagioklassist (oligoklassist või andesiinist) ja tumedast mineraalist koosnev keskmiseteraline süvakivim. Tumedaks mineraaliks on enamasti tavaline küünekivi või biotiit, harvem mõlemad või ka augiit. Erinevalt dioriidist sisaldab 10—20% kvartsi, üksikute terakestena ka ortoklassi.

Värvuselt hall või rohekashall. Tihedus 2,75—2,95.

On dioriidist enam levinud. Leidub meil rändkivina.

### **Kvartsiit**

Tahvel XVIII, 5

Peamiselt kvartsist koosnev teraline või tihe moondekivim, mis tekib kvartslüvivakivi süvamoondel või happeliste purskekivimite ja happelise magma puutemoondel. Viimasel juhul kõneldakse teisesest kvartsiidist.

Kvartsiidis võib vähesel hulgal esineda vilke, kloriiti, talki, raudoksiide jt. mineraale. Suure magnetiidi- või hematiidisisalduse korral kõneldakse raudkvartsiidist (magnetiit- või hematiitkvartsiidist). Kvartsiidi tihedus on 2,65—2,75.

Kvartsiit on massilise, harvem vöödilise tekstuuriga. Lüvivakivist erineb blastopsammiidilise või mosaiigilise struktuuri poolest, mis on tekkinud kvartsiiterakeste ning tsemendi ümberkristalliseerumisel. Kvartsiidi murdepind lõikab üksikuid kvartsiiterakesi, lüvivakivi murdub aga lüvaterakeste piirpindu pidi. Mõnikord on kvartsiidi murdepind nii ühtlane, et ilma mikroskoobita pole temas terakesi võimalik eristada.

Värvuselt on kvartsiit valge, helehall, kollakas, roosa, pruunikas või punakas, suure raudoksiidisisalduse korral

tumehall või must. Esineb meil aluskorrakivimina Suur-Tütarsaarel, kus paljandub umbes 2,5-km<sup>2</sup> pindalal. Suur-Tütarsaare kvartsiit on keskmise- või jämedateraline hall või kirsspunane kivim, mis on tekkinud monomineraalse kvartsiivakivi moondel. Kvartsiirikad (95—98%) on ka Suursaarel paljanduvad punased või hallid hoglandi seeriasse kuuluvad kvartsiidid.

Meie aluskorras on kvartsiiti Lõuna-Eestis, samuti Jõhvi ümbruses, kus sisaldab kohati rikkalikult magneetiiti (raudkvartsiit).

Eesti rändkivide hulgas leidub sageli roosakas- kuni violetjaspunaseid peene- või keskmiseteralisi jotnia kvartsiitliivakivi munakaid ja veeriseid. See peamiselt Edela-Soomest pärinev kivimitüüp on moondeastmelt liivakivi ja kvartsiidi vahepealne.

Vt. raudkvartsiit.

### **Kvartsporfüür**

Tahvel XVI, 1—3

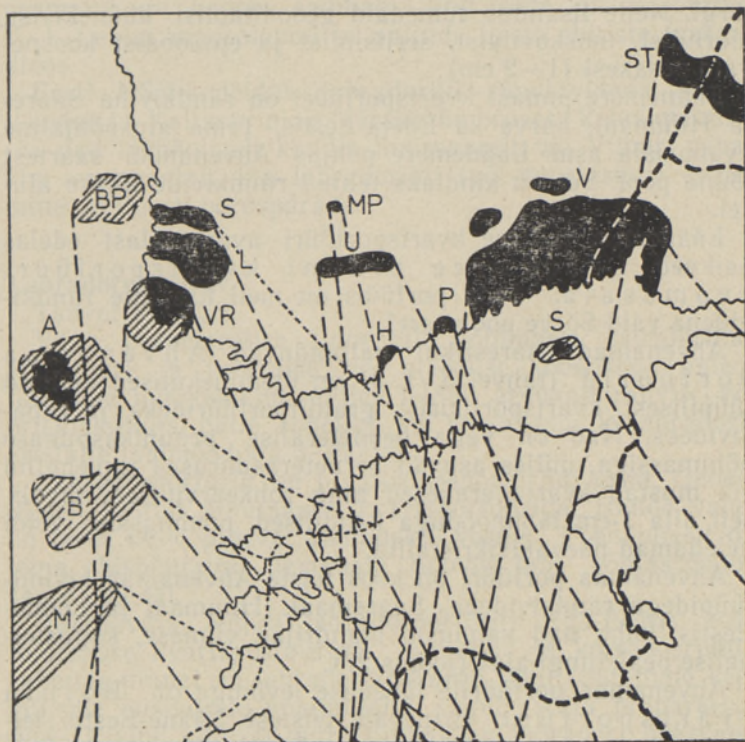
Happeline paleotüüpiline vulkaaniline kivim, mille mikrokristallilises tihedas põhimassis leidub silmatorkavalt suuri kvartsi- ja päevakivikristalle — fenokrüste.

Struktuur on porfüürline, tekstuur massiline. Põhimass on enamasti pruunikas, punakas, rohekashall või hall, tihedus 2,5—2,65.

Põhimass koosneb peamiselt väga peeneteralistest kvartsi- ja päevakivikristallikestest. Kvartsi fenokrüstitid on tavaliselt väiksemad kui päevakividel (kuni 3 cm).

Kvartsporfüüre on Eesti NSV aluskorras avastatud Saaremaal Undva puuraugus. Rändkividenä on kvartsporfüüre meile kandunud mitmelt põhjapoolsest levikualalt — Suursaarelt, Läänemere ja Botnia lahe põhjast ning Ahvenamaa saartelt. Et nendes piirkondades on kvartsporfüürid üksteisest välisilmelt erinevad, siis saab neid kasutada juhträndkividenä pleistotseense mandrijää liikumissuuna kindlakstegemisel (joonis 27).

Suursaare kvartsporfüüriil (tahvel XVI, 2) on tumehall või maksapruun tihe põhimass, milles kerkiavad esile tahveljad või ümmargused 2—10-mm, harva kuni 30-mm läbimõõduga heleroosad või roosakaspruunid päevakivi fenokrüstitid ning kvartsi isomeetrilised või korrapäratud hele- või tumehallid terakesed, mille läbimõõt on mõni millimeeter. Mõnikord võib fenokrüstitidenä leida



Joonis 27. Juhträndkivide levik Eestis. M — Läänemere mandelkivi, B — Läänemere punane ja pruun kvartsporfüür, A — Ahvenamaa rabakivi ja porfüür, BP — Botnia lahe porfüür, S — Satakunta oliiviindiabaas, L — Laitila rabakivi, VR — Vehmaa rabakivi, MP — metamorfne porfüürit, U — Tammela uraliitporfüürit, H — helsingiit, P — Pellinki uraliitporfüürit, S — Suursaari kvartsporfüür ja labradorporfüürit, V — Viiburi rabakivi, ST — stauoliitgneiss. Punktiirjoonega on näidatud viimase mandrijäätmise kõige hilisema kagu-suunalise pealetungiga kaasatoodud rändkivide levik.

ka küünekivi, biotiiti ja püriiti. Harvem on Suursaare kvartsporfüürides ainsateks fenokrüstideks hallid kvartsi-terakesed. Suursaare kvartsporfüüre leidub väikeste rändkividena vaid Ida-Eestis (joonis 27).

Läänemere punane kvartsporfüür (tabel XVI, 1) on kergesti äratuntav oma telliskivipunase tiheda põhimassi ja punase ortoklassi (1–4 mm) ning suitshalli või tumeda kvartsi (1–2 mm) fenokrüstide

järgi. Neile lisandub tumedaid geooditaolisi küünekiivist, kloriidist, muskoviidist, seritsiidist ja epidoodist koosnevaid pesakesi (1—2 cm).

Läänemere punast kvartsporfüüri on rändkivina Saare- ja Hiiumaal, harva ka Edela-Eestis. Tema aluspõhjaline avamusala asub Läänemere põhjas Ahvenamaa saartest lõuna pool. See on kindlaks tehtud rändkivide leviku alusel.

Läänemere punase kvartsporfüüri avamusalast edelas paikneb Läänemere pruuni kvartsporfüüri avamusala. Seda porfüüri on meil üksikute rändkividena vaid Sõrve poolsaarel.

Ahvenamaa saarestikul paljanduvad Ahvenamaa porfüürid (tahvel XVI, 3) on üleminekulised kivimid tüüpilisest kvartsporfüürist graniitporfüürideks ja raba-kivideks. Nad on väga peeneteralise pruunikaspunase põhimassiga, milles asuvad herneterasuured tumehallid või mustad kvartsiteakesed ning rohkearvulised, tavaliselt alla 1-cm läbimõõduga kandilised, põhimassist veidi heledamad päevakivikristallid.

Ahvenamaa porfüüri on koos teiste Ahvenamaa kivimite tüüpidega rändkividena Saaremaal, Hiiumaal ja Loode-Eestis, kuhu nad kandusid mandrijää viimase, kagusuunalise pealetungi ajal (joonis 27).

Ahvenamaa porfüürile lähedase levikuga on Botnia kvartsporfüür. Erinevalt teistest Lääne-Eestis leiduvatest kvartsporfüüridest on Botnia kvartsporfüürid tumehalli, pruuni või musta põhimassiga. Korrapäratu kujuga päevakivi-fenokrüstitid on punased või pruunid ja enamasti tugevasti korrodeerunud.

Kvartsporfüüre on rändkivide hulgas enamasti veeriste ja munakatena. Rohkem kui meetrise läbimõõduga rändrahnud on meil haruldased.

## **Labradoriit**

Tahvel XV, 5

Nimetuse saanud mineraal labradori järgi.

Jämedateraline aluseline süvakivim, gabro erim. Koosneb peaaesjalikult aluselisest plagioklassist labradorist, mis lõhevuspindadel sillerdab sinakalt või rohekassinakalt (labradorestsents). Sinaka küütleva värvuse tõttu on labradoriit kõrgelt hinnatud materjal monumentaalarhitektuuris ja haua- ning viimistluskivina.

Labradoriidist on tehtud Moskvaa V. I. Lenini nimelise



raamatukogu hoone sambad ning seda on kasutatud V. I. Lenini mausoleumi ja paljude teiste ehitiste fassaadides.

Eesti NSV-s leidub labradoriiti rändkividenä Narva lähedal ja Kallaste ning Värskä ümbruses, kuhu mandri-jää näd tõenäoliselt kandis Suursaarelt või Viiburi raba-kivi avamusalalt, kus labradoriidi (või anortosiidi) esine-mine on täiesti ootuspärane.

### **Labradorporfüriit**

Tahvel XXVI, 2

Väga peeneteralise tumehalli põhimassi, porfüüri-lise struktuuri ja keskmise või aluselise koostisega paleo-tüüpiline purskekivim, milles leidub arvukalt tahvli- või prismakujulisi halle, rohekas- või roosakashalle labradori-kristalle läbimõõduga 5—50 mm.

Labradorporfüriit on plagioklassporfüriidi erim. Genee-tiliselt seotud Suursaare kvartsporfüüriiga. Nende vahel on terve hulk pideva ülemineku vorme. Tõenäoliselt on tema aluspõhjaline levikuala Soome lahe põhjas Suur-saare lähedal.

Rändkivina leidub labradorporfüriiti Ida-Eestis koos Suursaare kvartsporfüüriiga. Porsunud ja korrodeerunud rahnude pinnal on labradorikristallid tänu suuremale kee-milisele püsivusele põhimassist sageli välja prepareeru-nud. Kivimi värskel murdepinnal on labradori läikivatel lõhevuspindadel märgatav polüsünteesilistest kaksikutest tingitud viirutust. Labradori fenokrustides ei ole labra-dorestsentsi täheldatud.

Suursaare labradorporfüriidiga välisilmelt sarnast por-füriiti on leitud meie aluskorras Saaremaal Undva puur-südamikus. Samasugust labradorporfüriiti leidub tõenäo-liselt ka Ahvenamaa piirkonnas. Sellest annab tunnistust nende leidumine rändrahnudena Saaremaal, Hiiumaal ja Loode-Eestis.

Vt. plagioklassporfüriit.

### **Leptiit**

Tahvel XXVI, 1

Päevakivist (kas kaaliumpäevakivist või albiidist) ja kvartsist koosnev mikrokristalliline tihe või peeneteraline hele moondekivim. Vähesel hulgal võib leiduda vilku, harva amfiiboole, granaati jt. mineraale.

Koostiselt ja ehituselt sarnaneb granuliidiga, millest erineb aga granaadi puudumise või selle väga väikese sisalduse poolest. On tekkinud peamiselt kvartsporfüüride ja nende tuffide moondel, mistõttu struktuur ei pruugi olla alati ühtlaseteraline, vaid võib olla ka blastoporfüüriiline. Leptiidi tekstuur on gneisiline või vöödiline, värvus helehall või punakas.

Väga tihedat massilise või vöödilise tekstuuriga halli, kollast, rohekat, pruuni või punast sarvkivimitaolist leptiiti nimetatakse hälleflindiks (rootsi k. *hälleflint* — mäekivi). Sellele on mõnikord iseloomulik vööline ehitus, kusjuures vööd on eri värvi. Hälleflint on tekkinud peamiselt felsiidi moondel.

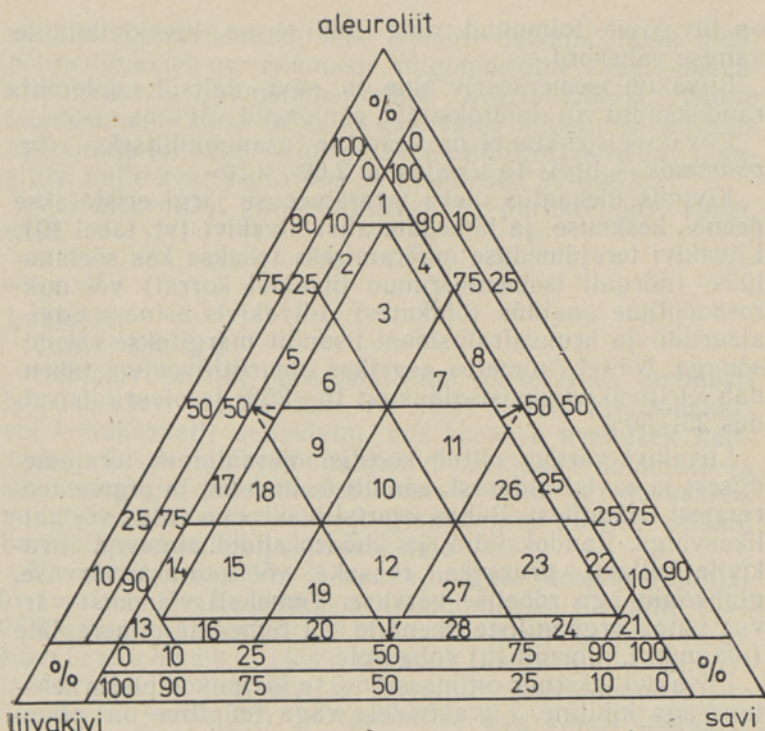
Leptiite on Eesti NSV-s vähesel hulgal rändkividenä. Neile on iseloomulik pinnakorrosioonivormide esinemine. Hälleflint on Saaremaa lääneosas leiduv väga haruldane. Rootsist pärit kivimitüüp.

### Liivakivi

Purdkivim, mis koosneb peamiselt (>50%) liivaterakestest (0,1—1,0 mm) (joonis 28). Tekkinud liiva tsementeerumisel. Purdosakeste mineraalses koostises valdab enamasti kvarts (kvartsliidakivi). Rohke päevakivisisalduse (üle 50%) korral kõneldakse arkoosliivakivist, glaukoniidirohkuse puhul glaukoniitliivakivist. Vilgurikast liivakivi nimetatakse vilkliivakiviks. Oobolusliivakivi sisaldab suurel hulgal lukuta käsijalgse *Oboluse* fosforiitset detriiti. Lubiliivakivi, mis koosneb peamiselt purdmineeraalse kaltsiidi liitunud terakestest, on eelmistega võrreldes meil haruldane.

Kivimit moodustavate mineraalide koosluse alusel jaotatakse liivakivi monomineraalseks (sisaldab ühte mineraali enam kui 90%), oligomiktiks (koosneb kahest põhimineraalist, näiteks kvartsist ja päevakivist) või polümüktiks (sisaldab nimetamisväärsel hulgal mitut eri mineraali). Puhas monomineraalne liivakivi on sageli hea mineraalne tooraine (näiteks puhast kvartsliidakivi klaasitööstusele, glaukoniitliivakivi keemiatööstusele jne.).

Liivakivis leidub alati põhimineraalide kõrval keskmiselt 0,5—1% haruldasi, kristalsetes kivimites aktessoor-



*Joonis 28.* Mikro- ja pisipurruliste kivimite kolmnurkdiagramm. 1 — aleuroliit, 2 — liivakas aleuroliit, 3 — liivakas-savikas aleuroliit, 4 — savikas aleuroliit, 5 — liivaleuroliit, 6 — savikas liivaleuroliit, 7 — liivakas savialeuroliit, 8 — savialeuroliit, 9 — liivakas-aleuriidikas miktiit, 10 — liivaleuriitsavi-miktiit, 11 — aleuriidikas-savikas miktiit, 12 — liivakas-savikas miktiit, 13 — liivakivi, 14 — aleuriidikas liivakivi, 15 — aleuriidikas-savikas liivakivi, 16 — savikas liivakivi, 17 — aleuriitliivakivi, 18 — savikas aleuriitliivakivi, 19 — aleuriidikas saviliivakivi, 20 — saviliivakivi, 21 — savi, 22 — aleuriidikas savi, 23 — liivakas-aleuriidikas savi, 24 — liivakas savi, 25 — aleuriitsavi, 26 — liivakas aleuriitsavi, 27 — aleuriidikas liivakivi, 28 — liivakivi.

selt esinevaid mineraale. Suurem osa neist on kvartsist ja päevakividest tihedamad, mistõttu nende eraldamiseks kasutatakse rasket vedelikku (näit. bromoformi). Nende nn. raskete mineraalide uurimine võimaldab teha kindlaks, kust on need pärit, missugused muutused

on liivakivis toimunud ning milline on liivakivikihtide vanuse vahetõrk.

Liivakivi tsementeeriv aine on savi, kaltsiit, dolomiit, raudoksiidid või -hüdroksiidid, ränioksiid või kips.

Liivakivi struktuuri nimetatakse psammiidiliseks (kr. *psammos* — liiv). Ta tihedus on 2,60—2,70.

Kivimis ülekaalus oleva terajämeduse järgi eristatakse peene-, keskmise- ja jämedateralist liivakivi (vt. tabel 10). Liivakivi terajämeduse määramiseks tehakse kas sõelanalüüs (nõrgalt tsementeerunud liivakivi korral) või mikroskoopiline analüüs (õhikutes). Liivakivis esineva savi-, aleuriidi- ja kruusafraktsiooni lisandit märgitakse täiend sõnaga. Näiteks nimetus «savikas aleuriitliivakivi» tähendab, et liivakivi savisisaldus on 10—25% ja aleuriidisaldus 25—50%.

Liivakivi värvus sõltub koostismineraalidest, terajämedusest ja savisisaldusest, samuti tsemendist ja pigmenteerivatest lisanditest. Puhast kvartsliidakivi on valge või hallikasvalge. Raudoksiidid ja -hüdroksiidid annavad liivakivile kollaka, pruunika, roosaka või punaka värvuse, glaukoniit aga rohelise värvuse. Tumehall või must värvus viitab orgaaniliste ühendite või tumedate mineraalide (magnetiit, ilmeniit jt.) rohkusele.

Liivakivi tekstuuri on massiline, ta kivimikompleksi tekstuuri aga kihiline. Liivakividele väga tüüpiline on põimkihiline tekstuuri. Selle alusel on võimalik selgitada settimiskeskonna dünaamikat, voolusuunda jms.

Settimisbasseinis valitsenud tingimustest kõnelevad ka kihipinna tekstuuri, näiteks virgmärgid, setete libisemise jäljed, kuivalõhed ja organismide elutegevuse jäljed.

Liivakivi tekketingimuste väljaselgitamiseks tuleb uurida purdterakestes toimunud hilisemaid muutusi, tsementeeriva aine iseloomu ja jaotust, hiljem tekkinud mineraaliterakesi ja konkretsioone, lõhetäiteid jms.

Liivakivilasundite vajumisel maakoore suurematesse sügavustesse kristalliseerusid liivakivide mineraalid hiljem kuhjunud settekihtide rõhu ja maasisese kõrgema temperatuuri mõjul ümber ning kujunesid moondekivimid kvartsiidid. Kvartsiidid on väga levinud kambriumeelsetes kivimikompleksides.

Liivakivi on settekivimitest levikusageduselt savide ja argilliitide järel teisel kohal.

Eesti NSV geoloogilises ehituses valdab liivakivi koos saviga settekivimite kompleksi kõige vanemas osas —

vendist alamordoviitsiumini, samuti devonis. Meie aluspõhja liivakivi on enamasti oligomiktiline kvarts-päevakivi-liivakivi. Monomineraalset kvartsliidakivi leidub kambriumis Tiskre ja sellel lasuvates kihistutes, devonis aga Gauja lademes. Viimasesse kuulub Piusas leiduv klaasiliiv, mille kvartsisisaldus on keskmiselt 97—98%.

Vt. aleuroliit, glaukoniitliivakivi, purdkivimite rühm, savi.

## Lubjakivi

Tahvel XX, 1, 2

Lubjakivi on tihe peitkristalliline või teraline, enamasti heledat värvi (valge, hall, roosakas-, punakas-, rohekas- või kollakashall) sette kivim, mis koosneb peamiselt kaltsiidist. Lisandina võib lubjakivi sisaldada dolomiiti ja savimineraale, purdmineraalidest kvartsi ja päevakive, autigeensetest mineraalidest glaukoniiti, püriiti, opaali, barüüti, raudoksiide ja -hüdrosiide jms.

Vastavalt lisanditele ja nende hulgale jaotatakse lubjakivi savikaks, aleuriidikaks, dolomiidikaks (lisandit 10—25%) ning aleuriit-, liiva-, dolomiit- ja glaukoniitlubjakiviks (lisandit üle 25%). Lubjakivi ja mergli ning lubjakivi ja dolomiidi vahel toimub pidev üleminek (joonis 25). Orgaanilise aine rikast lubjakivi nimetatakse bituumseks lubjakiviks. Raudoksiididest või fosfaatidest koosnevate umbes 1-mm läbimõõduga läätsjate või kerajate ooidide sisalduse korral kõneldakse oliitlubjakivist.

Terajämeduselt jaotatakse lubjakivid afaniitseteks ehk peitkristallilisteks (alla 0,01 mm), mikrokristallilisteks (0,01—0,1 mm), peeneteralisteks (0,1—1 mm) ja jämedateralisteks (üle 1 mm).

Kui lubjakivis on üle 25% terveid organismijäänuseid, nimetatakse teda biomorfseks, rohke detriidisisalduse korral aga detriidiliseks. Vastavalt kivististe koostisele eristatakse karplubjakivi (pentaameruslubjakivi), koralllubjakivi (rifflubjakivi), tsefalopoodlubjakivi (sisaldab peajalgsete kivistisi) jt.

Kivististerikas ja detriidiline lubjakivi kuuluvad tekkelt organogeense lubjakivi rühma. Biokeemilise tekkega lubjakivi on kivististevaene. Tema koostises esinev lubiaines on settinud merepõhja peamiselt kas keemiliselt või lubibak-

terite toimet. Purdlubjakivi, mille koostismaterjaliks on varasemate lubjakivide purdosakesed, on meil haruldane.

Lubjakivi tihedus on 2,2—2,6. Tekstuur on massiline või mikrohiiline. Esineb tavaliselt mitmesuguse paksusega kihtidena ning vaheldub mergli ja dolomiidiga.

Lubjakivi määramisel ja dolomiidist eristamisel tilgutatakse lubjakivi pinnale lahjendatud (5%) sool- või äädikhapet. Süsihappekaltsiumi energilise lahustumise ning süsihappegaasi eraldumise tõttu algab lubjakivi niisutatud pinna kihisemine, «keemine», dolomiiti aga jahe soolhape ei lahusta.

Eesti NSV-s on lubjakive koos teiste karbonaatkivimitega ohtralt ordoviitsiumi ja siluri ladestus, vähem ülemdevonis.

Lubjakivid on Eesti NSV levinumaid ja kasutatavamaid maavarasid (tahvel XXI, 1). Lubjakivi kui ehituskivi varud on meil väga suured. Viimistluskiviks sobivate lubjakivierimite, samuti väga puhta lubjakivi varusid, mida kasutavad lubjatehased (Rakkes ja Tamsalus), paberi-, tselluloosi- ja metallurgiatööstus, on meil vähe kindlaks tehtud.

Vt. dolomiit, karbonaatkivimite rühm, mergel.

## Mandelkivi

Tahvel XVI, 5

Nimetus on saksakeelse päritoluga.

Keskmise või aluselise koostisega poorne paleotüüpiline purskekivim, mille ümmargused või piklikud õõnsused (mandlid) on täitunud mitmesuguste hiljem tekkinud mineraalidega, näiteks kaltsiidi, epidoodi, kloriidiga. Kivimi põhimass sarnaneb tiheda diabaasiga. Värvuselt hall, rohekas, tumepruun või pruunikasmust. Mandlite läbimõõt on tavaliselt alla 1 cm.

Mandelkivi on Eesti NSV-s vaid Saaremaa lääneosas üksikute Läänemere mandelkivi munakate ja veeristena. Selle kivimi hallikas- või tumerohelises, harvem tumepruunikas põhimassis leidub peale kaltsiidi, kloriidi ja epidoodiga täitunud mandlite ka ümmargusi halli või musta kvartsi ning kandilisi valge või roosakaskirju päevakivi fenokruste.

Läänemere mandelkivi aluspõhjaline avamusala asub rändkivide leviku järgi otsustades Läänemere põhjas Gotlandi saarest põhja pool, kuid jääb Läänemere punase kvartsporfüüri avamusest lõunasse (joonis 27).

## Marmor

Tahvel XVIII, 3

Kr. *marmaros*, lad. *marmor*.

Lubjakivide või dolomiitide moondel tekkinud kristallteraline kivim. Koosneb peamiselt kaltsiidist, millele võib lisanduda vähesel hulgal kvartsi, küünekivi, pürokseeni, granaati jt. mineraale.

Struktuur on granoblastiline, kuid kaltsiidikristallikesed on sageli hambuliste piirjoontega. Tekstuur on massiline, tihedus 2,65—2,80. Marmorit iseloomustab sageli kirju värvus, mis on tingitud pigmenteerivate lisandite laigulisest jaotumisest.

Hea ilmastikukindluse, poleeritavuse ja dekoratiivsuse tõttu hinnatakse marmorit kõrgelt ehitustehnikas, monumentaalarhitektuuris, skulptuuris ning hauatahvlitena.

Meile veetakse marmorit hauaplaatide valmistamiseks sisse peamiselt Ukrainast. Rändkivide hulgas leidub teda väga harva. Aluskorras on marmorit Jõhvi ümbruses.

Vasalemma «marmorina» (tahvel XXI) tuntakse meil marmorit meenutava detriidilise struktuuriga ja hästi poleeritavat lubjakivi. Saaremaa ehk Kalana «marmoriks» nimetatakse Rootsiküla lademe dolomiiti.

## Mergel

Lad. *marginilla*.

Koostiselt lubjakivi ning savi vahepealne settekivim. Sisaldab nii kaltsiiti kui ka savi või purdosakesi 25—75%. Sõltuvalt põhikomponentide ning lisandite hulgast eristatakse lubi- ja savimerglit, dolomiidikat ja dolomiitmerglit (joonis 25), bituminooset ja glaukoniitmerglit jne. Mergel on hall, rohekas või pruun, harvem kirju. Tekstuur kildataoliselt õhukesekihiline, muguljas või ühtlane. Tihedus 2,6—2,7.

Mergel on lubjakivist pudedam ja ehituskiviks ta ei sobi. Kasutatakse tsemenditööstuses.

Eesti NSV-s on mergel koos lubjakivi ja dolomiidiga laialt levinud ordoviitsiumi ja siluri ladestus. Eriti mergli-rikkad on ordoviitsiumis Oandu lade ja siluris Adavere ning Jaani lade. Vähesel määral leidub mergleid ka devonin Narva ja Snetogori lademes.

Vt. domeriit, karbonaatkivimite rühm, lubjakivi.

### Metabentoniit

Kr. *meta* — järel, ümber; *bentoniit* — montmorilloniit-savi, mida esmakordselt leiti USA-s Benthoni lähedal ja mis on tekkinud merepõhja kuhjunud vulkaanilise tuha diagenetilisel muutumisel.

Metabentoniit on tekkelt bentoniidiga lähedane valge või helehall aleuriitne või aleuriidikas savi, millest suurem osa on porsunud ning savimineraalidega asendunud vulkaaniline tuhk.

Tüüpiline savimineraal on montmorilloniit, millega üheskoos võib leiduda illiiti, vähem kloriiti ja kaoliniiti. Purdmineraalidest leidub teravaservalisi kvartsi-, kristobaliidi- ja kaltsedoniterakesi, vesiselgeid sanidiinikristallikesi ning mustjaspruune kuusnurkse kujuga rauarikka biotiidi — lepidomelaani — soomuseid. Need on teistest purdmineraalidest tublisti suuremad ning heleda kivimi taustal sageli palja silmaga nähtavad.

Metabentoniiti leidub meil ordoviitsiumi ja siluri karbonaatkivimites mõne kuni 20 cm paksuste vahekihtidena. Arvukamalt on vahekihte Keila ja Idavere lademes. Mida enam lääne poole, seda paksemad need on. Kõige paksemad kihid on jälgitavad nii Baltimaadel kui ka Skandinaavias ja nad on olulised kihtide vanuselisel rööbistamisel.

Metabentoniidikihid annavad tunnistust praeguse Inglismaa alal asunud vulkaanide kunagistest võimsatest pursetest.

### Metamorfne porfüriit

Tahvel XXV, 3

Moondele allunud plagioklassporfüriit, mille peeneteralises hallis amfiboolist ning plagioklassist koosnevas põhimassis asuvad kuni 1 cm pikkused valged plagioklassi fenokristallid. Plagioklassi korrapärased prismakujulised kristallid on paigutunud enam-vähem ühes sihis. Selle asjaolu ja põhimassi gneisitaolise tekstuuri tõttu ongi porfüriidil moondekivimi ilme.

Metamorfset porfüriiti on leitud väheste munakaliste rändkividena kitsal Tallinna—Viljandi—Valga-suunalisel vöötmel. Piiratud levikuala ning iseloomuliku välisilme tõttu kuulub ta Eesti NSV-s juhträndkivide hulka. Aluskorra avamusalaks on arvatavasti Tampere linna ümbrus Soomes (joonis 27).

Vt. plagioklassporfüriit.



## Migmatiit

Kr. *migma* — segu.

Migmatiit on magma ja ümbriskivimite hübriid, mis on tekkinud magma tungimisel kõvadesse kivimitesse piki kihipindu, kildalisuspindu või mööda lõhesid ümbriskivimit osaliselt üles sulatades. Vastavalt sellele saab migmatiidis eristada para- või ortogneisilist substraati ning sellesse tunginud sulamagma kristalliseerumisel tekkinud sooni. Need sooned on enamasti leukokraatsed ja koosnevad graniidist või granodioriidist. Migmatiidid on vöödilise tekstuuriga peene- või jämedakristallilised kivimid. Värvuselt hallikad, roosakad, pruunikad või punased, kusjuures nii värvus kui ka terajämedus jaotub vöödiliselt vastavalt tekstuurile.

Tänapäeval arvatakse, et migmatiidid on tekkinud mitmel viisil. Kõrvuti ülalkirjeldatud hübriidse magmalise tekkega võisid sooned kujuneda suurel rõhul ja temperatuuril kivimi selektiivsel ülessulamisel, samuti metasomaatilisel — mitmesuguste lahuste ja lenduvate ühendite tungimisel moonduvatesse kivimitesse.

Migmatiidid on maakoos esialgselt levinud, eriti sügavates graniitgneisi- ja gneisikompleksides, samuti suurtes tektoonilistes rikkevööndites.

Eesti NSV rändkivide seas on migmatiite 5%.

Vt. ptigmatiit.

## Mikrograniit

Väga peeneteralise (terakesed alla 1 mm) struktuuriga hall või tumehall poolsüvakivimina esinev graniit. Minaeraalselt koostiselt ei erine harilikust graniidist. Tume värvus, mille alusel teda mõnikord ekslikult peetakse aluseliiks kivimiks, on tingitud kivimi peeneteralisusest.

Mikrograniiti on nii meie aluskorras kui ka rändkivide seas.

Vt. graniidi rühm.

## Moreen

Nimetus pärineb kreeka- ja prantsuskeelsest sõnast «moraine».

Mäeliustiku või mandrijää poolt edasikantav materjal ja selle sulamisega mahajäänud sete, mis koosneb mitmesuguse terajämedusega purdosakestest: savist, aleurii-

dist, liivast, kruusast, veeristest ja rahnudest. Tekkinud jää poolt küntud aluspõhjakevimitest ja varasematest setetest.

Moreen on pleistotseenis põhjapoolkeral mandrijääga kaetud aladel, sealhulgas ka meie vabariigis laialt levinud. Suhteliselt suure savisisalduse tõttu on ta enamasti kompaktne ja tihe. Moreeni kivimiline ja mineraalne koostis ning värvus sõltuvad lamavatest aluspõhjakevimitest, vähem temas toimunud hüpergeneesiprotsessidest. Eesti NSV-s on moreen klindiesisel tasandikul valkjast või rohekashall, lubjavaene ja kristalsete kivimite rikas; karbonaatkivimite levikualal esinev hallikas moreen on lubjarikas ja sisaldab rohkesti karbonaatkivimeid; Lõuna-Eestis devoni purdkivimitel lasuv moreen on enamasti punakaspruun ja liivarikkam ning lubjavaesem.

Moreen esineb kuni mitmekümne meetri paksuste kihtidena, vaheldudes liivade, kruusade ja teiste setetega. Tekstuur on harilikult massiline.

Moreenil arenenud muld on mineraalide ja keemiliste elementide mitmekesisuse tõttu viljakas.

### Müloniit

Tahvel XVII, 5

Kr. *mylos* — veski.

Tektoonilistes rikkevööndites esinev rõhumoondel purunenud ja seejärel suurel rõhul uuesti tsementeerunud tihe, rööpse tekstuuriga, enamasti graniidi koostisega kivim. Et rõhumoondel peenestub eriti kvarts, suuremad päevakivikristallid jäävad aga püsima, siis sarnaneb müloniit porfüroblastilise struktuuri korral silmisgneisiga.

Müloniiti leidub Eestis kohati rändkivina.

### Oliviindiabaas

Tahvel XVII, 1

Peene- või keskmiseteraline helehall või hall aluseline tardkivim, mis sisaldab oliviini. Erinevalt tavalisest diabaasist on tal selge teraline ehitus ning palja silmaga nähtav ofiidiline struktuur, mida iseloomustab plagioklassi pikkprismaliste kristallikeste idomorfism tumedate mineraalide suhtes ning nende korrapäratu ruumiline paigutus.

Labradori või bitauniidi koostisega plagioklassil esinevad enamasti polüsüntetilised kaksikud. Plagioklassikris-

tallide vahele jääva ruumi täidavad must titaanirikas augiit ja titaanmagnetiit. Luubi all nähtavad kollakasvõi oliivrohelistes oliiviiniterakesed on ümmargused (tahvel XXIII).

Oliiviindiabaasi tavalisest diabaasist suurem terajämedus seletub ta poolsüvakivimilise päritolu ning aeglasema jahtumisega. Seda kivimitüüpi on kirjeldatud Edela-Soomes Pori ja Rauma vahel Satakunta oliiviindiabaasina, mis esineb soonkivimi ehk daikina nii jotnia kvartsiidilaadsetes liivakivides kui ka rabakivides. Satakunta oliiviindiabaas on meil üks juhträndkividest, mille leviku alusel on täpsustatud Lääne-Eestis pleistotseense mandrijää liikumist.

Üksikute rändkiviliste oliiviindiabaaside leiud Ida-Eestis vihjavad selle kivimitüübi piiratud avamusele ka Soome kaguosas.

### Ooboluskonglomeraat

Tahvel XIX, 3

Puudulukuliste käsijalgsete (peam. perekonnast *Obolus* ja *Schmidtites*) fosfaatsete karbipoolmete kuhjatis Eesti NSV ja Leningradi oblasti alamordoviitsiumi Pakerordi lademe liivakivis (joonis 29).

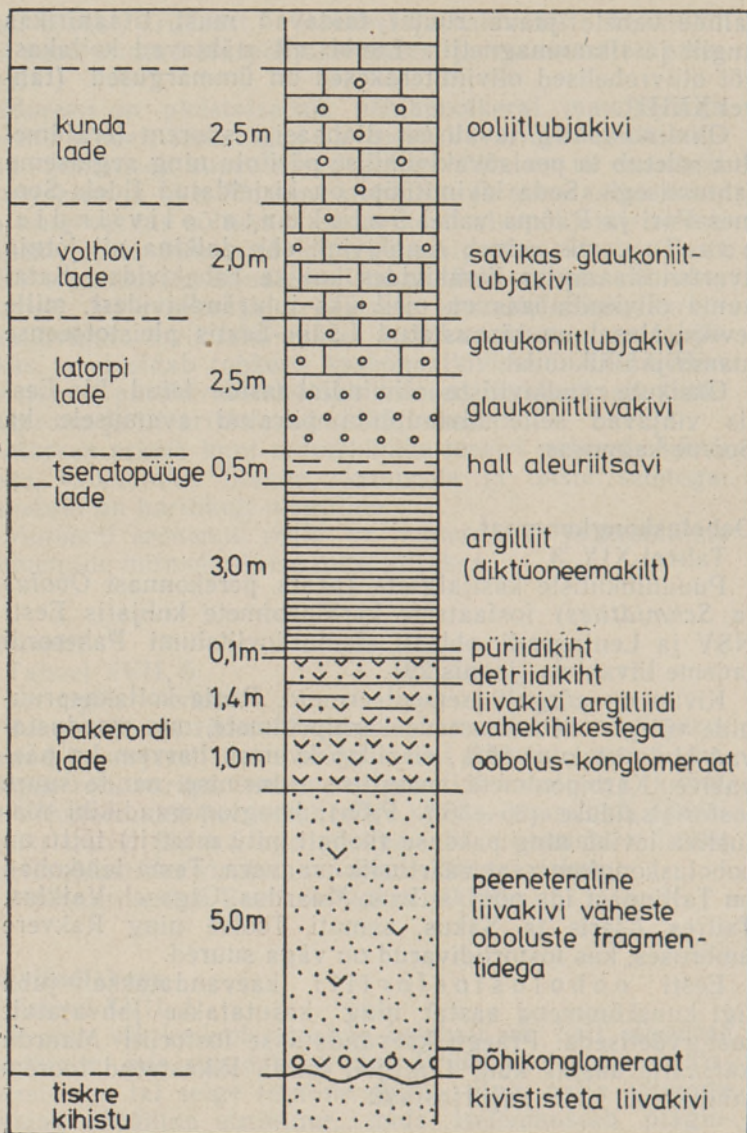
Kivim on nõrgalt tsementeerunud. Peale kollakaspruunide või pruunikasmustade karbipoolmete, mis moodustavad kivimist kuni 85%, sisaldab kvartsi, harvem ka päevakive. Karbipoolmete massilise esinemise, nende suure fosforisisalduse (35—36%  $P_2O_5$ ), konglomeraadikihi ulatusliku leviku ning paksuse (kohati mitu meetrit) tõttu on ooboluskonglomeraat väärtuslik maavara. Tema leiukohad on Tallinnast ida pool — Irus, Maardus, Ülgasel, Valklas, Tsitres, Aseris ja Sakus, samuti Toolse ning Rakvere ümbruses, kus fosforiidivarud on väga suured.

Eesti oobolusfosforiiti kaevandatakse juba ligi kuuskümmend aastat ning kasutatakse jahvatatult fosforvætisena. Praegu kaevandatakse fosforiiti Maardu karjääris aastas kuni 1 miljon tonni. Rikastatud toorem võimaldab toota superfosfaati.

### Ooliitlubjakivi

Tahvel VI, 6

Silmapaistval hulgal ooides sisaldav lubjakivi. Ooidid on kuni mõnemillimeetrise läbimõõduga kontsentrisiliskoori-



Joonis 29. Eesti alamordoviitsiumi kihtide skemaatiline profiil.



1



2



3



4



5



6



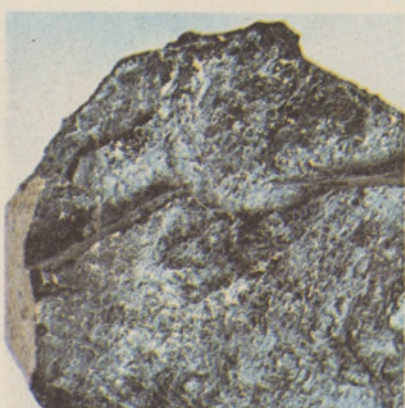
1



2



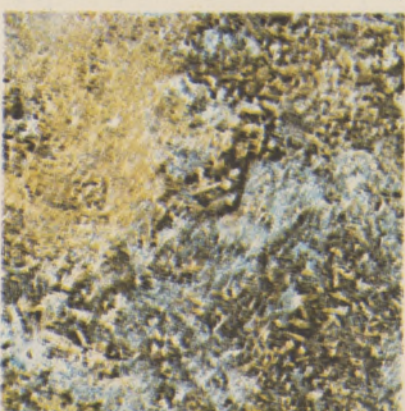
3



4



5



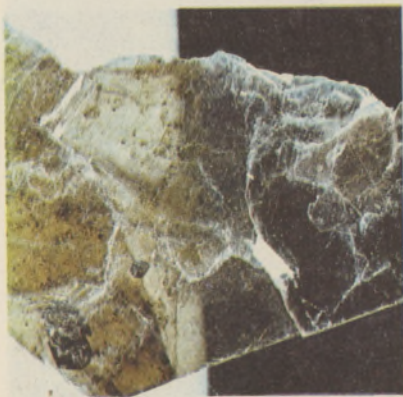
6



1



2



3



4



5



6



1



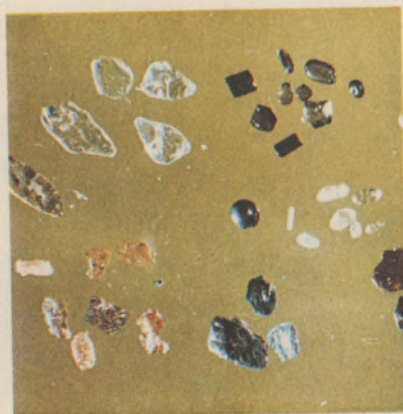
2



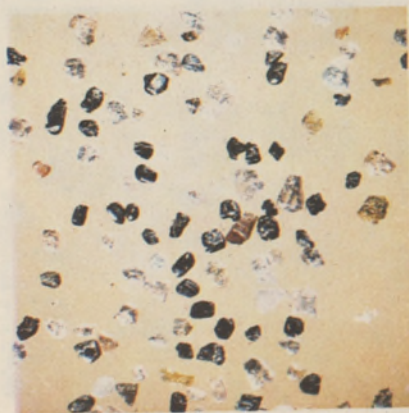
3



4

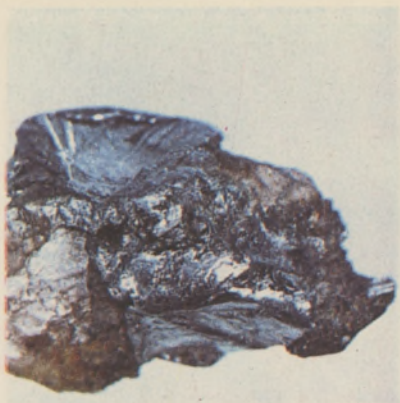


5



6

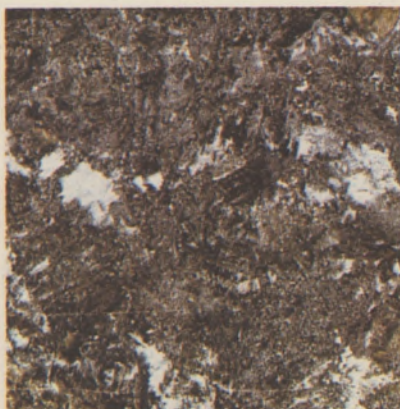




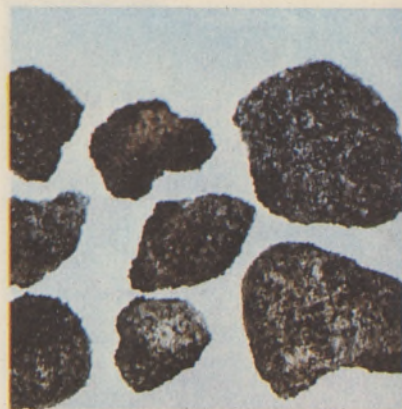
1



2



3



4



5



6



1



2



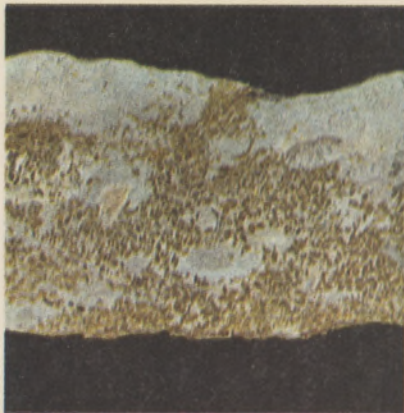
3



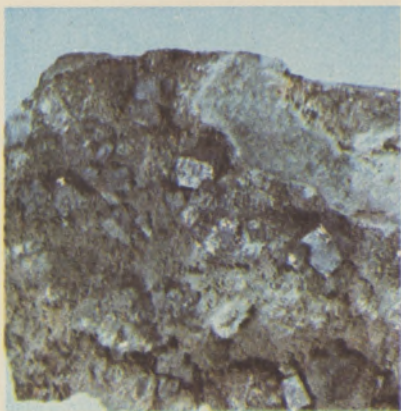
4



5



6



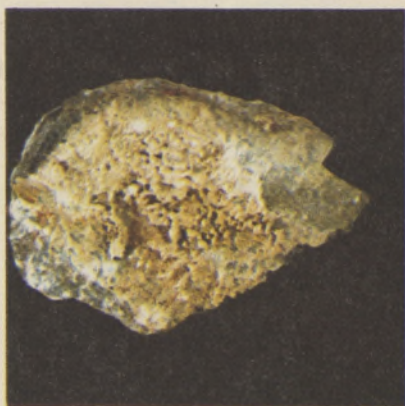
1



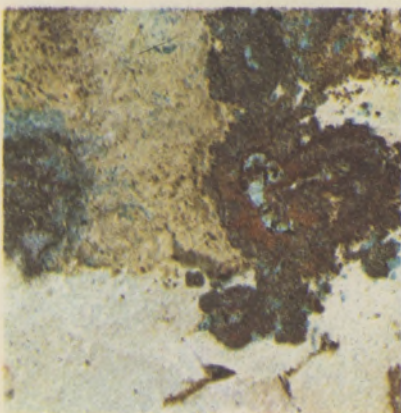
2



3



4



5



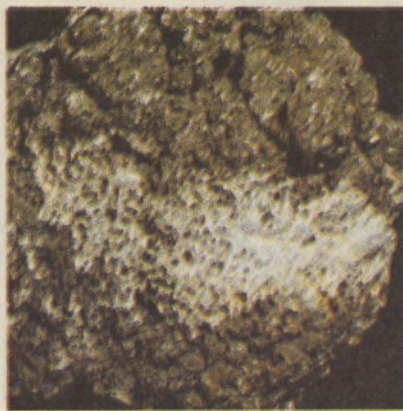
6



1



2



3



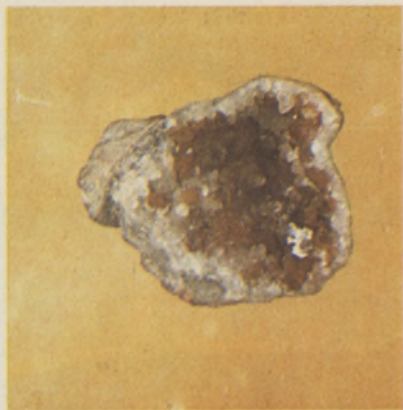
4



5



6



1



2



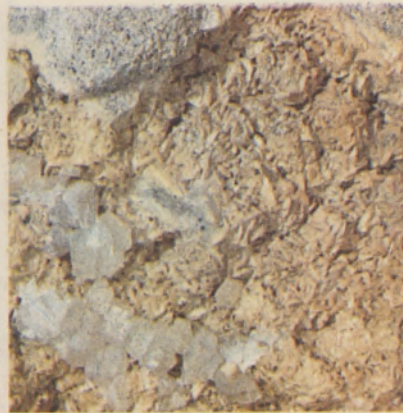
3



4



5



6



1



2



3



4



5



6



1



2



3



4



5



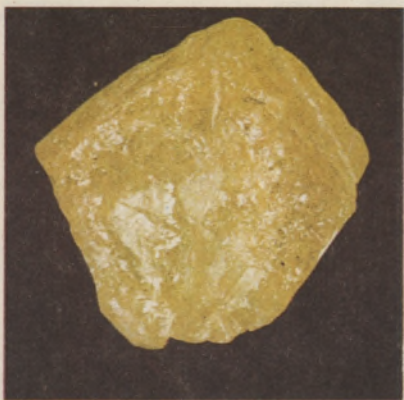
6



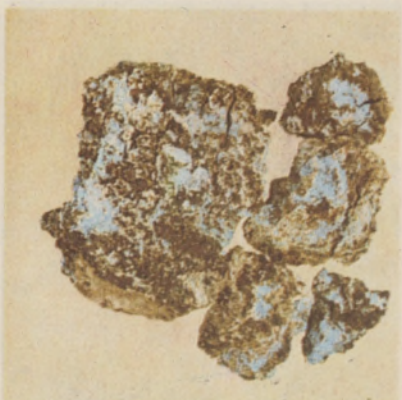
1



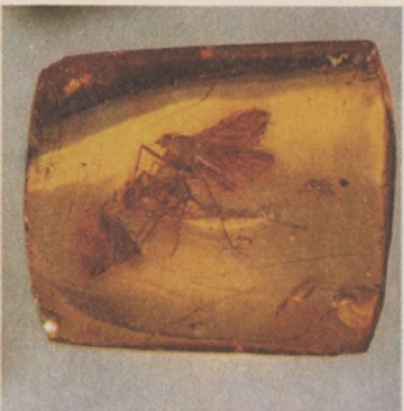
2



3



4



5



6





1



2



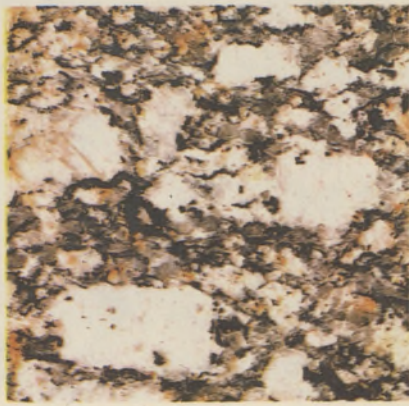
3



4



5



6



1



2



3



4



5



6



1



2



3



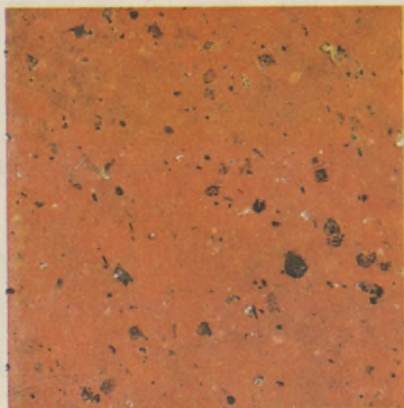
4



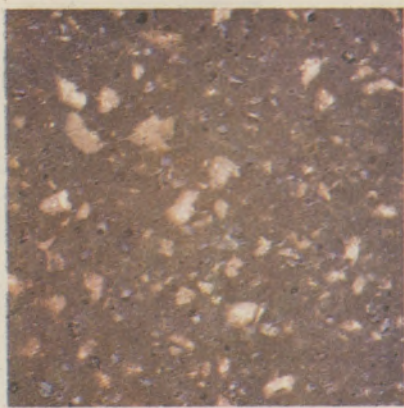
5



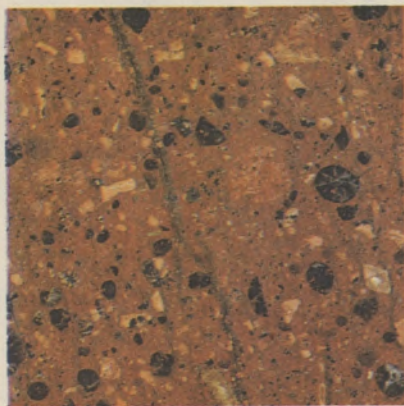
6



1



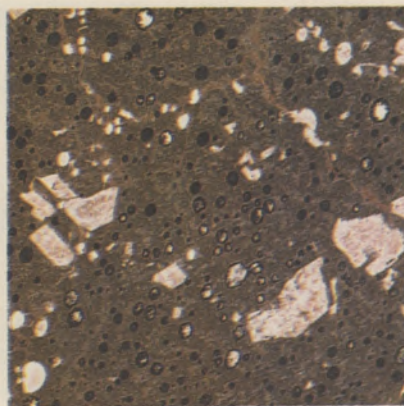
2



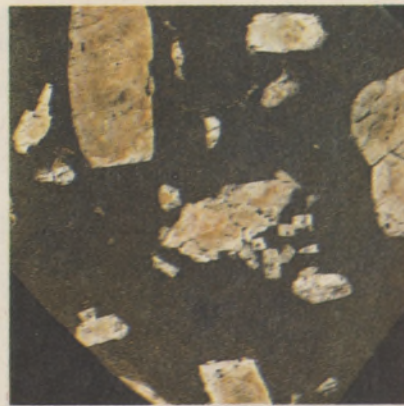
3



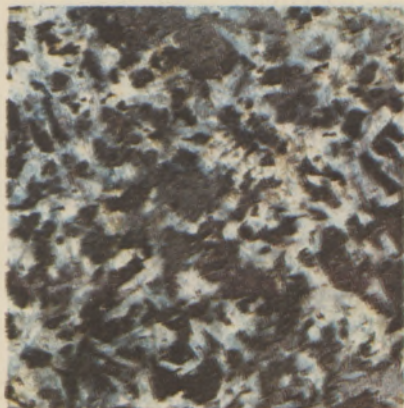
4



5



6



1



2



3



4



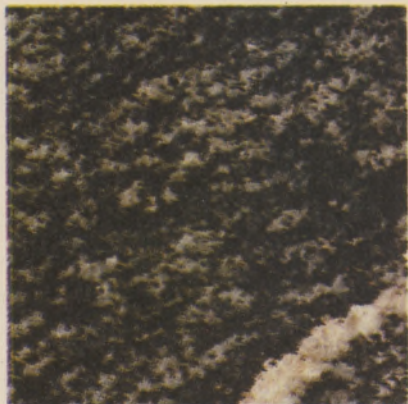
5



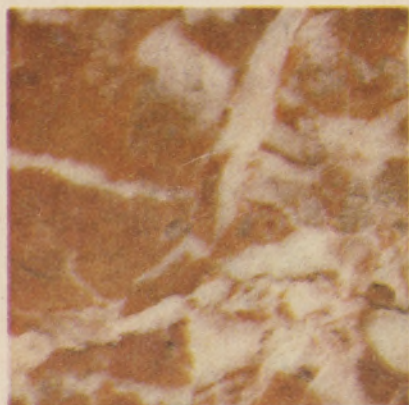
6



1



2



3



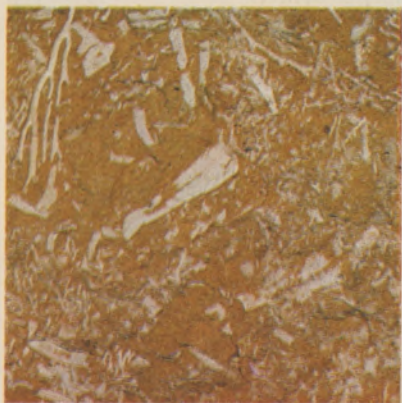
4



5



6



1



2



3



4



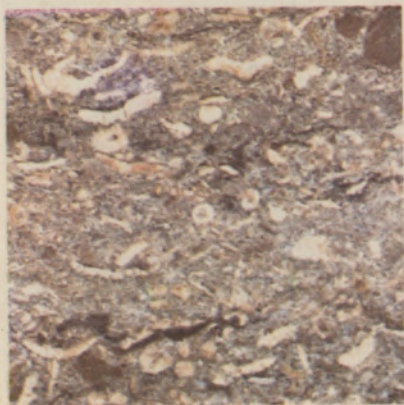
5



6



1



2



3



4



5



6





1



2



3



4



5



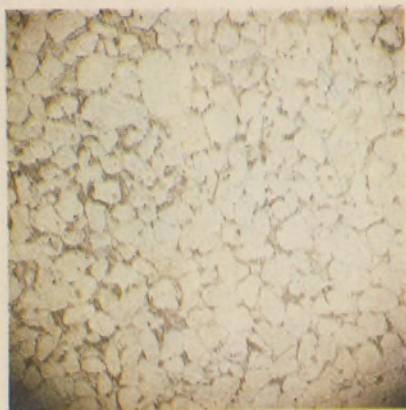
6



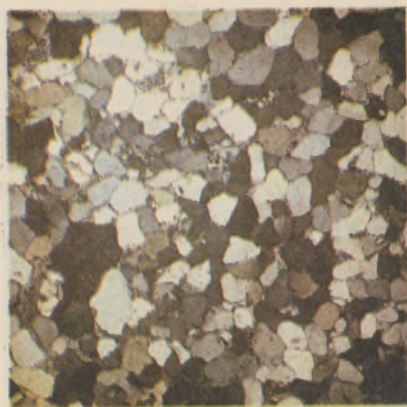
1



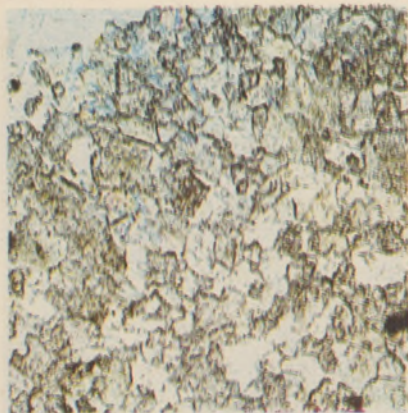
2



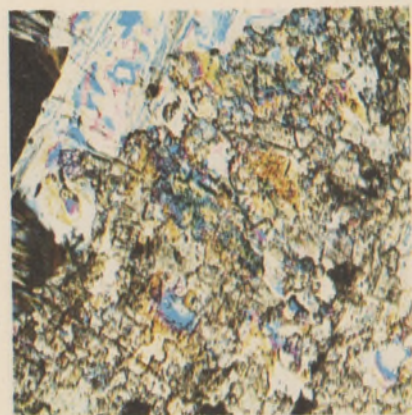
3



4



5



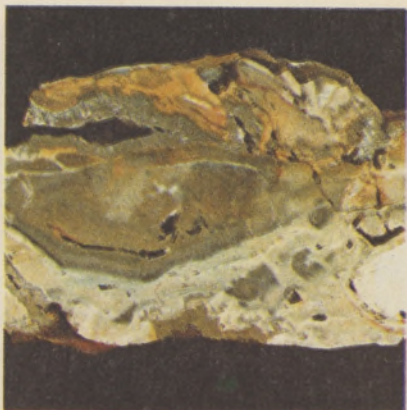
6



1



2



3



1



2



3



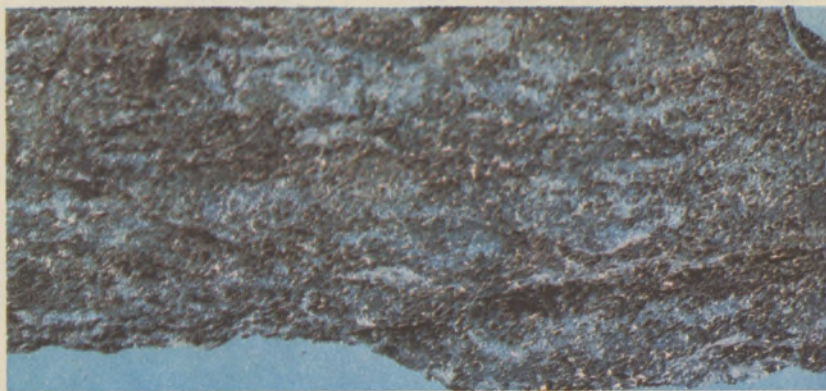
1



2



3



4



1



2



3



4



5



1



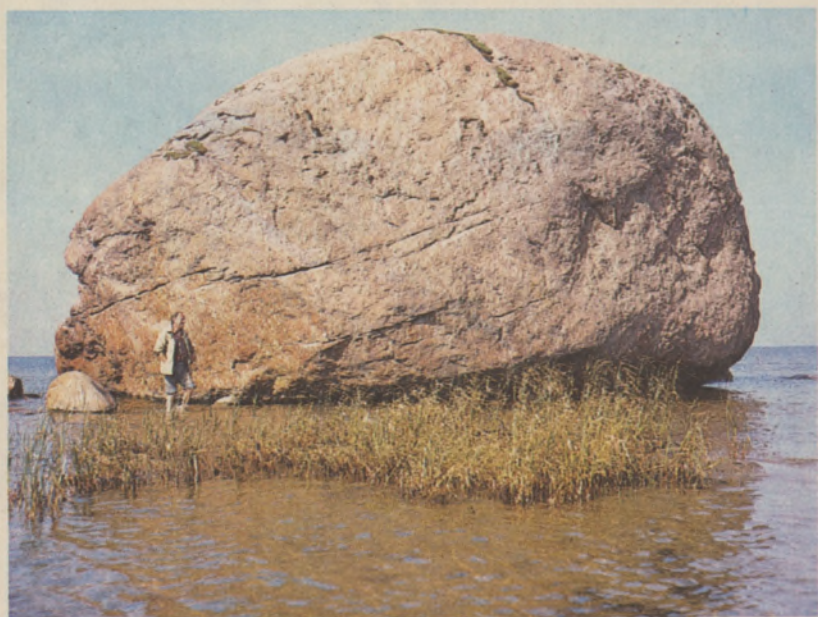
2



3



1



2





1



2



3



1



2



1



2



kulised või radiaalkiirjad kera- või läätsekujulised moodustised, mis võivad koosneda kaltsiidist, raud- ja mangaanoksiidist, fosfaadist jm. ning tekkida kas settimisega üheaegselt või hiljem, juba kõvastuvas kivimis.

Ooliitlubjakivi on näiteks meie alamordoviitsiumi Aseri lademe lubjakivi, milles on kohati arvukalt umbes 1-mm läbimõõduga pruunikaskollaseid götiitse koostisega ja valkjaid fosfaatse koostisega frankoliitseid ooide. Lubi-ooide on kohati Porkuni lademe lubjakivis.

### Pegmatiit

Tahvlid I, 4 ja XXVIII, 2

Kr. *pēgma* — liitunud.

Soonkivim, mille iseloomulikud tunnused on koostismineraalide suured mõõtmed, kvartsi ja päevakivi rohkus ning mitmesuguste aktsessorsete mineraalide, nagu granaadi, turmaliini, topaasi, tsirkooni jt. leidumine silmaga nähtavate kristallidena.

Mineraalselt koostiselt vastab pegmatiit enamasti graniidile. Kõige sagedamini leidub temas roosakas- või punakaspruune ortoklassi- ja mikrokliini- ning valgeid oligoklassikristalle, samuti valge või halli kvartsi korrapäratuid tihedaid rasvaläikelisi pesi. Kohati on pegmatiidis leitud mäekristalli. Mõnikord on kvartsi- ja kaaliumpäevakivikristallid üksteisest korrapäraselt läbi kasvanud, moodustades kirigraniidi (vt.). Tumedatest mineraalidest võib pegmatiidis leida suuri (kuni paarkümmend sentimeetrit) biotiidi-, muskoviidi- ja flogopiiditahvleid. Pegmatiidi tihedus on 2,65—2,74.

Pegmatiiti võib esineda suurte kivimkehadena või soontena graniidis ja gneisis.

Eesti NSV-s on pegmatiit üsna levinud rändkivitüüp: ta moodustab kõigist rändkividest meil keskmiselt 3%. Sageli esineb hiidrahnuna. Pegmatiit on ka meie suurim rändrahn — Letipea rannal asuv Ehalkivi (maht 930 m<sup>3</sup>).

### Piiterliit

Tahvel XIV, 2

Nimetuse saanud Piiterlahti leiukoha järgi Viiburi rabakivimassiivis.

Rabakivi erim, mida iseloomustab mikrokliinikristallide

kandiline kuju ja ovoidide puudumine. Ka rohekasvalge või -hall oligoklass esineb enamasti idomorfsete prismaliste kristallidena. Kvartsiterakesed on tavaliselt ümmargused.

Piiterliiti esineb meil rändkivina koos viiburgiidi ja rabakivigraniidiga Ida-Eestis, kuid harvemini kui viiburgiiti.

Vt. rabakivi.

### **Plagioklassporfüriit**

Tahvel XVI, 6

Porfüüriilise struktuuriga ja keskmise koostisega paleotüüpiline purskekivim, mille fenokrüstitideks on keskmine või aluseline plagioklass.

Hallikas, pruunikas- või rohekasmust põhimass on tihe või mikrokristalliline. Plagioklassi prisma- või tahvlikujulised fenokrüstitid on mitmesuguse suurusega ja tavaliselt valged või hallikasvalged, harvem rohekas- või pruunikasmustad.

Heledate plagioklassi fenokrüstitidega plagioklassporfüriit on meil rändkivina harva esinev kivimitüüp. Tunduvalt sagedasem on tumedate fenokrüstitidega erim — labradorporfüriit (tahvel XXVI, 2).

### **Pruunsüsi**

Tumepruun kuni must taimse päritoluga settekivim, üleminekuaste turba ja kivisöe vahel. Kütteväärtus 1900—7500 kcal/kg. Pruunsüsi sisaldab 60—76% süsinikku, 5—6% vesinikku, 18—30% hapnikku, kuni 1% lämmastikku, kuni 50% vett ning mitmesugusel hulgal mineraalaineid. Tuhasisaldus on 5—30%. Tihedus 1,2—1,4, kriips tumepruun, murd ebatasane või muldjas.

Erineb kivisööst pruunikama värvuse, väiksema tiheduse ja kõvaduse ning madalama kütteväärtuse poolest. Lahjendatud lämmastikhape muutub pruunsöepulbri lisamisel erkkollaseks või punakaspruuniks.

Pruunsütt leidub peamiselt kesk-, eriti aga uusladekonnas. Kihi paksus võib olla üle 100 m (Kansk-Atšinski leiukoht).

Meile veetakse sisse. Kasutatakse kütteenaina.

Vt. antratsiit, kivisüsi.

## Ptigmatiit

Tahvel XXVII, 2

Kr. *ptigma* — kurd

Migmatiidi tekstuuriline erim, mille iseloomulikuks tunnuseks on graniidilise või apliidilise koostisega soonte kurruline kuju. Selliste tekstuuride teket seletatakse magma sissetungi aegsete tektooniliste liikumistega.

Ptigmatiiti leidub meie rändkivide hulgas koos migmatiidiga sageli.

Vt. migmatiit.

## Purddolomiit

Tahvel XX, 4

Siluri Adavere lademe hüdrotermaalsete maagisoonte naabruses esinev bretšalaadne dolomiit. Kivimi värskel murdepinnal leidub jämedateralise tumesinise dolomiidi teravaservalisi murdosakesi, mida ümbritseb ja tsementeerib peenemateraline heledam dolomiit. Selle dolomiidiga on seotud ka galeniidi-, sfaleriidi- ja püriidimineralisatsiooni ilmingud, samuti purddolomiidis esinevad kaltetsonkonkretsioonid.

Kohati läheb purddolomiit üle konglomeraaditaoliseks kivimiks, kus hele domeriit tsementeerib ümmarguste mugulatena esinevat tumesinist dolomiiti.

## Purdkivimite rühm

Mitmesuguste mineraalide või kivimite purdosakestest koosnevad settekivimid. Koostisosad on kuhjunud vastavalt mehaanilise diferentsiatsiooni seadustele, mille kohaselt need jaotuvad osakeste suuruse, tiheduse ja kuju alusel. Valdava terasuuruse järgi jaotatakse purdkivimid aleuroliidiks, liivakiviks, graveliidiks jne. Keskmise- ja jämedapurrulised kivimid jaotatakse osakeste kuju järgi ümarjate koostisosadega konglomeraadiks ja teravakandiliste koostisosadega bretšaks (tabel 10).

Savi käsitlemine purdkivimite rühmas on tinglik ja põhjendatav vaid terasuuruse klassifikatsiooni täiuslikkuse seisukohalt. Tekkelooliselt erineb savi oluliselt purdkivimitest, sest ta ei koosne ainult mehaaniliselt purunemisest tekkinud aineosakestest, vaid ka kivimi porsumisel kujunenud uutest mineraalidest.

Vt. savi, terrigeensete kivimite rühm.

### Põlevkivide rühm

Põlevmaavarade ehk kaustobioliitide hulka kuuluvad orgaanilised settekivimid, mis erinevalt sütest sisaldavad rohkesti mineraalühendeid ja annavad põlemisel palju tuhka. Nende orgaaniline aine ei sisalda looduslikku bituumenit, vaid seda saadakse alles põlevkivide utmisel. Põlevkivid on selge kihilise tekstuuriga.

Põlevkivide orgaaniline aine (kerogeen) on kuhjunud merelahtede või laguunide põhja koos terrigeensete setetega. Kattunud nooremate setenditega, tihenes ta hapnikuvaeses keskkonnas, vabanes veest ning muutus sapropeliiks, millest miljonite aastate jooksul kujuneski kõvastunud kivim — põlevkivi.

Põlevkivi võib olla väga erineva vanusega. Teda on leitud alates vanaladekonnast kuni uusladekonnani.

Eesti NSV-s esindavad põlevkive alamordoviitsiumi argilliit — diktüoneemakilt — ja keskordoviitsiumi kukersiit. Viimane on praegu üks vähestest kaevandatavatest põlevkividest. Teda kasutatakse tahkekütusena, põlevkivigaasi ja -õli utmiseks ning keemiatööstuse tooremina.

### Pürokseeniit

Tahvel XV, 6

Nimetuse saanud mineraal pürokseeni järgi.

Ultraaluseline (sisaldab  $\text{SiO}_2$  43—53%) keskmise- või jämedateraline pürokseenist koosnev süvakivim. Mõnikord võib sisaldada vähesel hulgal aluselist plagioklassi. Maakmineraalidest on iseloomulik magnetiit. Tihedus 3,1—3,3.

Värvuselt tumeroheline või must.

Leidub meil üksikute rändkividena.

### Rabakivi

Tahvel XIV

Soome k. *rapea* — rabe, mure. Kivim rabeneb kergesti.

Biotiitküünekivigraniidi omapärase struktuuriga erim, mis moodustab maakoos kindla vanusega ulatuslikke tardkivimimassiive. Väga iseloomulik on suurtest kaaliumpäevakividest põhjustatud porfüüritaoline struktuur. Päevakivid on kas neile omase tahveljas-prismalise kujuga või ümmargused. Viimaseid kutsutakse ovoidideks ja neid



ümbritseb sageli 2—8 mm paksune rohekashall oligoklass-kest. Oligoklass esineb tihti ka suurte prismaliste kristallidena. Kvarts, mis koos ortoklassi, oligoklassi ning tumedate mineraalidega moodustab kivimi peene- või keskmiseteralise põhimassi, esineb peale selle veel kuni herne-terasuuruste ümmarguste tumehallide või mustade terakestena. Sellised varem väljakristalliseerunud kvartsite-akesed on rabakivi eristamisel üks olulisemaid tunnuseid.

Peamiselt struktuurist olenevalt on rabakivil mitmeid erimeid. Arvukate kaaliumpäevakiviovoididega rabakivi nimetatakse viiburgiidiks. Piiterliit on hulgaliste tahveljas-prismaliste kaaliumpäevakivi fenokrüsti-odega rabakivi. Porfüüritaolise rabakivi üsna peeneteralises põhimassis leidub suuri fenokrüste. Suhteliselt ühtlaseteralist rabakivi nimetatakse rabakivi-graniidiks. Teistest märksa tumedamat, rohkesti rohekat oligoklassi või pürokseeni (augiiti, hüpersteeni) sisaldavat rohekashalli või pruunikasrohelist rabakivi nimetatakse tiriliidiks. Tumedate mineraalideta peene- või keskmiseteraline rabakivi on rabakivi-apliit. Kui selles on rohkesti musti biotiidipesi, nimetatakse kivimit tähnisgraniidiks.

Rabakivi leidub Saaremaa lõunaosa aluskorras Riia massiivina, mis hõlmab Riia lahes ja Kuramaal umbes 2700 km<sup>2</sup> suuruse ala. Soomes on teistest suurimad Viiburi, Laitila, Vehmaa ja Ahvenamaa massiivid, mille kivimeid on meil rohkesti rändkivide seas (joonis 27). Eri lähtealade rabakivide välisilme erinevuste, Edela- ja Kagu-Soome rabakivimassiivide suure vahemaa ning rabakivirahnude arvukuse tõttu peetakse rabakivi Eesti NSV-s heaks juhträndkiviks.

Rabakivide värvus sõltub lähtealast. Viiburi ümbruse rabakivid on harilikult pruunid või rohekaspruunid, Edela-Soome rabakivid aga hallikad või punakad. Edela-Soome rabakivid on alati ka peeneteralisemad ning nende kaaliumpäevakivide fenokrüstid on väiksemad. Ahvenamaa saarestiku rabakivid on enamasti pruunikaspunased. Siit pärinevad ka telliskivipunased kvartsporfüürid ja rabakivigraniidid.

Rabakivi on geneetiliselt seotud aluseliste süvakivimite — anortosiitidega, mida leidub rabakivimassiivide servaosas. Rabakivimassiivide äärealal esineb sageli kvartsporfüüre, mis omakorda assotsieeruvad aluseliste labradorporfüüritidega. Rabakiviga samavanused

(1,65—1,75 miljardit aastat) purskekivimid on näiteks Suursaare kvartsporfüür ja labradorporfüriit, Ahvenamaa kvartsporfüür ja Saaremaal asuva Undva puuraugu vulkaaniidid.

Rabakividega on geneetiliselt seotud ka meie aluskorras väiksemate massiividena (Märjamaa, Naissaare, Tallinna idapiiril asuv Neeme ja Kohtla-Järve lõunapiiril asuv Ereda massiiv) esinevad porfüüritaolised graniidid, mis sarnanevad Soome väikeste rabakivimassiivide (Bodom, Onas, Obbnas) kivimitega.

Enamik uurijaid peab rabakivi tema teravapiiriliste kontaktide tõttu ümbriskivimitega tüüpiliseks magmakivimiks. Seda seisukohta kinnitab ka rabakivi geneetiline seos aluseliste ja vulkaaniliste kivimitega.

Vt. piiterliit, tähnisgraniit, viiburgiiit.

### Raudkvartsiiit

Raudkvartsiiit on rauamaagi vahekihte sisaldav või magnetiidi- ja hematiidirikas tume peeneteraline kvartsirikas kivim. Tekstuur vöödilise või massiline.

Eesti NSV-s on raudkvartsiiiti avastatud aluspõhja magnetilistes anomaaliates korraldatud puurimistel Jõhvi ja Viitna ümbruses.

Jõhvi leiukohas on raudkvartsiiiti leitud kuni 20 m paksuste läätsetaoliste kihtidena rohkem kui 550 m sügavusel. Kihid vahelduvad biotiitgneissidega ning neid läbivad pegmatiidisooned. Maagi mineraalses koostises on ülekaalus kvarts ja magnetiit (kuni 50%). Leidub ka granaati ja pürokseene, vähem amfiboole, keskmist plagioklassi ja kaaliumpäevakive. Peale magnetiidi leidub ka teisi maakmineraale, eeskätt hematiiti ja ilmeniiti. Sulfiidseid maakmineraale — püriiti, pürrotiini, kalkopüriiti, sfaleriiti, galeniiti ja markasiiti — on vaid kohati (kuni 10% kivist).

Jõhvi rauamaak on suhteliselt suure mangaanisaldusega (MnO kuni 6%), mis on tingitud ilmselt granaat spessartiini sisaldusest. Lahustuvat rauda on maagis 25—34%. Magnetiiiti on Jõhvi ümbruses ligikaudu 160 miljonit tonni, suure sügavuse tõttu aga ei paku need maagilasundid praegu veel tööstuslikku huvi.

Viitna lähedal Sakusaare puursüdamikus on samasugust raudkvartsiiiti küll maapinnale lähemal (260—283 m

sügavuses), kuid geofüüsikaliste uuringute andmete kohaselt on seal varud väikesed.

Jõhvi rauamaagi teket on seletatud mitmeti. Näiteks on maaki peetud puutemoondeliseks, kvartsiitset kivimit aga granaadi- ja pürokseenisisalduse järgi skarniks. Teised uurijad on rauamaagi tekke põhjustajaks pidanud metasomaatilisi protsesse. Tõenäolisem on arvamus, et nad on tekkinud esmaste rauarikaste settelis-vulkaaniliste kivimite moondel.

### Sarvkivi

Nimetus pärineb saksakeelsest sõnast *Hornstein*.

Tardkivimi ja savi puutevööndis tekkinud tihe mikrokristalliline valkjas või hall moondekivim. Tekstuur enamasti massiline, murd karpjas.

Koostismineraalid on kvarts ja biotiit, mõnikord ka päevakivid, amfiboolid, granaat, pürokseenid jt. mineraalid.

Mikroskoobi all ilmneb sarvkivile iseloomulik munakivisillutist meenutav struktuur. Välisilmelt sarnaneb sarvkivi sageli jaspise ja kaltседонiga.

Sarvkivi leidub Eesti NSV-s üksikute väikeste rändkividenähtudega.

### Savi

Tahvel XIX, 5

Savi on maakooses väga laialt levinud sete või settekiivim, mida iseloomustab plastilisus, voolitavus ja vees paisumine. Kuivamisel säilitab savi talle niiskelt antud väliskuju, põletamisel aga muutub kivikõvaks. Sellised omadused on savil tänu tema peeneteralisusele ja mineraalsele koostisele. Erinevalt liivakivist ja aleuroliidist, mille koostismineraalid on peaaesjalikult kvarts ja päevakivi, koosneb savi kihtstruktuuriga alumosilikaatidest — peensoomusja ehitusega savimineraalidest.

Savi moodustub harva ainult ühest savimineraalist — kaoliniidist, illiidist, kloriidist, montmorilloniidist vms. Enamasti on savimineraale mitu. Neile lisandub mitmesugusel hulgal kvartsi, päevakive, vilke, raudoksiide ja -hüdrosiide, kaltsiiti, glaukoniiti, orgaanilisi ühendeid jm.

Savimineraalid on savis kas allohtoonsed või autohtoonsed. Esimesed kujunesid lähtekivimi murenemisel ning kandusid mandriliselt kulutusaltalalt veekogudesse, teised

tekkisid aga settes selle tihenemise ja ümberkujunemise ajal allohtoonsetest mineraalidest. Savimineraalid on maapinnal püsivaimad mineraalid. Nad tekivad enamiku kivimit moodustavate mineraalide, nagu päevakivide, vilkude, amfiboolide, pürokseenide jt. porsumisel.

Savi ning tema tihenemisel ja kõvastumisel tekkinud argilliit esinevad maakooses kihtidena vaheldumisi aleuroliidi, liivakivi, kipsi jt. settekivimitega. Savikihid on maapõues veepidemeks põhjaveele, ekraneerivaks kihiks gaasi- ja naftamaardlatele ning barjääriks reostusainetele.

Meie aluspõhjas leidub pakse savilasundeid vendi seeria Kotlini (laminariitsavi) ja alamkambriumi Lontova (sinisavi) kihistus.

Devonis ei ole savikihtidel ulatuslikku rõhtlevikut, kuid kohati moodustavad nad mitmekümne meetri paksusi lasundeid. Devoni savi on paiguti kaoliniidirikas ning rasksulav (Joosu leiukoht Põlva rajoonis).

Savi on sage ka pinnakattes, kus teda võib kohata viirsavina, mere-, järve- või jõesettona ja uhtsavina. Kvaternaari savi sisaldab savimineraalina peamiselt illiiti.

Savi kasutatakse ehitusmaterjalide (tsemendi, telliste) tootmisel, keraamikatööstuses, dreanažitorude valmistamisel, keemiatööstuses jm. Meie uuritud savivarudest jätkub tööstuse tarvis enam kui sajaks aastaks.

Vt. sinisavi, viirsavi.

### Silmisgneiss

Tahvel XVIII, 6

Silmisgneisina tuntakse biotiit-, harvem amfiboolgneissi, milles suuri valgeid, roosakaid, punakaid või pruunikaid päevakivikristalle või nende läätsekujuliselt liitunud agregate ümbritsevad tumedad mineraalid. Selline mineraalide jaotumus annab kivimile omapärase silmistekstuuri.

Silmisgneiss on blastoporfüürlise struktuuriga ja kujunenud graniitporfüüri süvamoondel. Jämedateralise graniidi või gneisi rõhmoondel võib tekkida silmisgneisiga sarnanev porfüroblastilise struktuuriga müloniit.

Vt. müloniit.

### Sinisavi

Tahvel XIX, 5

Alamkambriumi Lontova kihistus, vähesel hulgal ka Lükati kihistus esinev rohekas- või sinakashall, kohati lil-

lakashalli- või pruunikaskirju tihe savi. Kuhjunud omaeegse suure mere šelfialal, mille loodepiirile jääb meie vabariik. Idas levib see lasund peaaegu Moskvani, lõunas Ukraina NSV-ni. Enamasti lasub ta sügaval maapõues. Maapinnale tuleb vaid kitsa vöötmena Põhja-Eestis ja Leningradi oblastis paekalda jalamil.

Eesti NSV-s on sinisavilasundi paksus kuni 90 m. Sinisavikihtidest on leitud vanimad meile teada olevad skeletiga loomade kivistised. Ühtlasi on ta vanim teadaolev savi, mis tänu suhteliselt väikesele lasumissügavusele on säilitanud võime muutuda vette kastmisel plastiliseks.

Suure illiidi- ja püriidisisalduse tõttu ei ole sinisavi keraamikatööstusele kahjuks kuigi hea tooraine. Tema sulamistemperatuur on 1225—1300°C. Sinisavi on kasutatud ehitusmaterjalide valmistamiseks juba enam kui sada aastat. Suuremad karjäärid on Tallinnas Koplis (Lükati kihistu sinisavid), Loxsa lähedal Kolgakülas, Kundas ja Aseris (Lontova kihistu sinisavid).

Sinisavivarud on meil väga suured.

Vt. savi.

## Skarn

Nimetus on pärit rootsi keelest.

Tard- ja karbonaatkivimite puutemoondel tekkinud kivim. Koosneb pürokseenist (diopsiidist), küünekest ja grossulaari- või andradiidirikast granaadist. Skarn on enamasti jämedateraline kivim. Sageli sisaldab ohtralt magnetiiti, kalkopüriiti, volframimaake jms.

Skarni leidub meil üksikute rändkividena Tartu, Tapa ja Jõgeva ümbruses.

## Süeniit

Tahvel XV, 1

Nimetus pärineb kreekakeelsest kohanimest *Syēnē* (praegune Assuan).

Päevakivirikas teraline hele süvakivim. Päevakivid moodustavad kivimist vähemalt 80% ja on esindatud ortoklassi, mikrokliini ja albiidiga. Kvartsi leidub teisejärgulise mineraalina. Tumedatest kivimit moodustavatest mineraalidest leidub küünekest või biotiiti, harvem pürokseeni.

Süeniit sarnaneb välisilmelt graniidiga, kuid erineb sellest kvartsi puudumise poolest. Enamasti punakas või

pruunikas, massilise tekstuuriga.  $\text{SiO}_2$ -sisaldus on harilikult 55—65%, tihedus 2,65—2,79.

Süeniiti leidub Eesti NSV-s rändkividenä veelgi harvemini kui dioriiti ja gabrot.

### Talkkilt

Tahvel III, 5

Peaasjalikult talgisoomustest koosnev kildalise tekstuuriga hallikas või rohekas moondekivim. Lisandina võib sisaldada kloriiti, vilke ja küünekiivi.

Talkkilt on tekkinud aluseliste tardkivimite — gabro, diabaasi ja porfüriidi — moondel. Kuulub moondetingimustelt rohekiltade faatsiesse.

Maakooses on talkkiltä palju vähem kui samasse faatsiesse kuuluvat vilk- ja kloriitkiltä.

Eestis on talkkiltä vaid üksikute rändkividenä.

Vt. talk.

### Terrigeensete kivimite rühm

Lad. *terra* — Maa, kr. *genos* — teke.

Terrigeensed kivimid on sellised settekivimid, mille koostisosadeks on mandrilistelt kulutusäladelt kantud kristalsete kivimite — graniitide ja gneisside, samuti varasemate settekivimite purdosakesed.

Terrigeensete kivimite hulka kuuluvad graveliit, liivakivi, aleuroliit ja savi, s. o. valdavalt purdkivimid. Terrigeense kivimi mõiste ei kattu siiski täpselt purdkivimi omaga. Purdkivimid hõlmavad kõiki purrulise struktuuriga, s. o. kivimiosakestest või mineraalterakestest liitunud kivimeid, sealhulgas ka purdlubjakive ja -dolomiite, vulkaanipursete tagajärjel tekkinud kivimeid, settelis-vulkaanilisi segakivimeid (metabentoniit) jt.

Vt. purdkivimite rühm, savi.

### Tuff

Nimetus pärineb ladinakeelsest sõnast *tōfus*, mis tähendab vulkaanilist kivimit.

Tuff on vulkaanilisest tuhast ja suurematest vulkaanilise tekkega purdosakestest koosnev poorne kõva kivim. Tihedus on 1,5—2,5.

Tuffi on leitud Suursaarelt kvartsporfüüride levikupiirkonnast. Tä erineb tekkelooliselt lähedasest kvartsporfüürist peenevöödilise (kuni 5 mm) tekstuuri poolest. Põhi-

massis on ka kuni 10-mm läbimõõduga murdosakeste pesi ja teravaservalisi kvartsi- ning päevakivikilde, mis kvartsporfüüris puuduvad. Vulkaanilise tuha ümberkristalliseerumisel tekkinud tuff sarnaneb välisilmelt sageli mikrograniidiga.

Mõnikord nimetatakse tufiks ka muid lubja- või ränikkeid poorseid setteid, kuid see ei ole õige.

### **Tähnisgraniit**

Tahvel XIV, 5

Peeneteraline helepruun või -punane rabakivierim, mille eripäraks on kivimi tähniline ilme. Seda põhjustab kuni 5-mm läbimõõduga biotiidilehekeste või nende kogumite hajutatud esinemine.

Biotiit on tähnisgraniidi ainus tume mineraal. Tähnisgraniiti esineb nii Viiburi kui ka Edela-Soome rabakivimassiivides. Meil leidub teda Ida-Eestis, Saaremaal ja Loode-Eestis rändkivina.

Vt. rabakivi.

### **Uraliitporfüriit**

Tahvel XVII, 3

Diabaasilise põhimassi ning uraliidi fenokrüstidega aluseline paleotüüpiline vulkaniit.

Kivimi põhimass on tihe, mikrokristalliline või peeneteraline. Lühiprismalise või tahvelja kujuga rohekashallid või mustad uraliidikristallid (amfibooli pseudomorfoosid pürokseeni järgi) on harilikult 2—8-mm läbimõõduga ja neid esineb kivimis kord rohkem, kord vähem.

Kivimi struktuur on porfüüriline, tekstuur massiline või ebaselgelt kildaline.

Uraliitporfüriiti leidub Eesti NSV mandrialal väikeste rändkividena. Nende lähtealaks on Soomes kas Tammela—Kalvola või Pellinki ümbrus (joonis 27). Tähtis juhträndkivi.

### **Viiburgiit**

Tahvlid XIV, 1 ja XXV, 1

Nimetuse saanud Viiburi linna järgi, mille ümbruses on selle kivimi tüüpiline levikuala.

Rabakivi erim, milles enamik kaaliumpäevakivi ümmargusi lihaprune ovoidseid fenokrüste on ümbritsetud kuni 8 mm paksuse hallikasroheline oligoklasskestaga. Kivimi porsunud pinnal on fenokrüstit nähtavad valgete rõngastena, mis annavad kivimile ainulaadse mustri.

Ovoidide kõrval võib esineda ka suuri prismalis-tahvelja kujuga kaaliumpäevakivikristalle, millel oligoklassist ümbris puudub.

Kaaliumpäevakivi ovoidide läbimõõt on viiburgiidis harilikult 1—5 cm, erandjuhtudel kuni 20 cm.

Viiburgiit on meil laialt levinud rändkivi Ida-Eestis, kus kohati moodustab hiidrahne. Viiburgiiditaolist rabakivi leidub ka Lääne-Eestis, kuhu ta on kandunud Edela-Soomest Laitila ümbrusest või Ahvenamaalt.

Vt. rabakivi.

## Viirsavi

Nimetuse saanud viirkihilisuse järgi.

Viirsavi on rütmiliselt peenekihtiline peeneteraline sete, mis kuhjus taanduva mandrijää ees vohanud kohalikes jääjärvedes. Kihilisus on tingitud liivakas-aleuriitse ning savirikka settematerjali reeglipärasest vaheldumisest jääsulamisvee sesoonsete muutuste tõttu. Suvel settis jämedateraline materjal. Talvel, kui uut settematerjali juurde ei tulnud, settisid vaid vees hõljunud saviosakesed ja moodustus õhuke savikiht. Aasta jooksul tekkinud kaheosalist kihti nimetatakse aastakihiks ehk *v a r v i k s*. Ilmastikutingimustest ja jääserva kaugusest sõltuvalt on varvi paksus (tavaliselt 0,5—5 cm) ja terajämedus ning savi- ja liivakihikese paksuste vahekord erinev ning aasta-aastalt muutuv.

Varvide hulga loendamise teel saab välja selgitada viirsavilasundi kuhjumise kestuse, eri leiukohtade viirsavide võrdlemisel põhineb aga kihtide absoluutse vanuse määramise *v a r v o m e e t r i l i n e* meetod. Selle abil on mandrijää taandumise aeg ja kiirus tehtud nii meil kui ka naaberladel kindlaks väga täpselt.

Viirsavi savifraktsiooni (<0,001 mm) koostismineraalid on illiit koos vähese kaoliniidiga. Purdosakesi on vaid 10—20%. Purdmineraalide (kvarts, kaltsiit, päevakivid, vilgud jt.) sisaldus on suur aleuriidifraktsioonis.

Viirsavi on meil laialt levinud Lääne-Eesti madalmikul, Peipsi nõos ja klindiesisel tasandikul. Moodustab kohati kuni 20 m paksusi lasundeid.

Kasutatakse telliste, katusekivide ja dreneažitorude valmistamiseks.

Vt. savi.



### Vilkkilt

Selge kildalise tekstuuriga vilgurikas moondekivim. Koostismineraalid on biotiit või muskoviit, harva mõlemad korraga. Alati esineb kvartsi. Kui kvartsihulk suureneb, läheb vilkkilt üle kvartsiidiks. Päevakivide lisanandumisel ning kildalise tekstuuri asendumisel vöödilisega tekib vilkgneiss.

Teisejärguliste mineraalidena võib vilkkildas esineda granaati, turmaliini ja grafiiti. Metallitaolise läikega mustade või tumehallide grafiidisoomuste rohkuse korral kõneldakse grafiitvilkkildast või grafiitkildast.

Ülekaalus oleva vilgu järgi eristatakse biotiit- ja muskoviitkilda. Porsunud kullaläikeliste vilgulitrite olemasolu korral on tegemist seritsiitkildaga. Vilkkilda tihedus on 2,7—2,9.

Vilkkilt on Eesti NSV-s suhteliselt laialt levinud kivi- mitüüp nii aluskorras kui ka rändkivina.

Vt. kilda rühm.

## IV JUHTNÖÖRE MINERAALIDE JA KIVIMITE KOLLEKTSIONEERIMISEKS

Paljude maade mineraalsete rikkuste tundmaõppimisel ja mineraloogia edasiarendamisel on asjaarmastajad etendanud märkimisväärset osa. Tänu nendele on avastatud suur osa mineraalide leiukohtadest ja isegi mitmeid tööstusliku tähtsusega maardlaid. Londoni, Washingtoni, Pariisi, Freibergi, Moskva ja Leningradi suurte mineraloogiamuseumide fondides on asjaarmastajate kingitusi ja muuseumile pärandatud erakogusid üsna palju. Seejärel tuleb asjaarmastajate mineraloogide ja petrograafide hobis näha olulist ühiskondlikku jõudu, mis aitab kaasa nii teaduse arengule kui ka loodusrikkuste kiiremale kasutuselevõtmisele.

Kolleksionäärile endale pakub värvikirevate mineraalide ja kivimite kogumine esteetilist elamust, süvendab huvi looduse vastu, avardab silmaringi ning õpetab dešifreerima looduse kivist salakirja.

Mineraale ja kivimeid koguvad Eesti NSV-s vähesed asjaarmastajad. Selle paljudes välisriikides üldtuntud harastuse ebapopulaarsus meil tuleneb suurel määral Eesti

NSV geoloogilise ehituse omapärast. Meil puuduvad tard- ja moondekivimitest koosnevad kõrged mäed, sügavad ja ulatuslikud tilkekivide ja sammassaalidega koopad ning aluskorrakivimitesse rajatud kaevandused, kus aeg-ajalt võib sattuda suurepärasele mitmevärvilistele sillerdavatele kristallidele või müstilise kujuga nõrgvormidele. Sageli öeldakse, et üksnes mägedega seostub tõeline geoloogi eksotika, mis äratav sügavat mineraloogiahuvi igas loodusesõbras.

Olen veendunud, et me oleme oma koduümbruse mineeraale ja kivimeid põhjendamatult alahinnanud. Meie matkajad, kes on kaugetest mägedest kaasa toonud kristallidruuse või mitmevärvilisi kivimipalu tihti ei teagi, et niisama suuri ja ilusaid kaltsiidikristallide pesi võime leida meie paljudest paemurdudest ja lubjakivipaljandeist. Suurepäraseid kuldkollase metalliläikega püriidikristallid ja nende kogumid ei ole meil üldsegi haruldused. Raskusi ei tohiks valmistada ka Eesti mineraalide kollektsiooni jaoks galeniidipala hankimine. Selle eest, et leiaksime peaaegu kõikjal suures valikus tard- ja moondekivimite tüüpe, on hoolitsenud pleistotseeni mandrijää.

Eriti suur kivimitüüpide, värvide ja muustrite mitmekesisus ilmneb meie rändkivirikastes rannapiirkondades, kus lainetus on kivipindu poleerinud ja neid värskena hoidnud. Pegmatiitsetes rahnudes leidub üsna suuri ja ilusaid vilgu-, päevakivi-, kvartsi-, turmaliini- ja granaadikristalle. Piisavas mitmekesisuses on mineeraale ka meie settekivimeis. Seega pakub meie lähemgi ümbrus mineraloogia- ja petrograafiaharastuseks päris häid võimalusi.

Kollektsioneerimise võib eesmärkidelt ja iseloomult jaotada stiihiliseks, teadlikuks ja teaduslikuks, kaks viimast aga omakorda ametkondlikuks ja individuaalseks. Asjaarmastaja kivihuvilise tegevus erakollektsiooni loomisel on sõltuvalt ta teadmistest ja ettevalmistusest teadlik, harvem ka teaduslik.

Kivide teadlik ja isegi teaduslik kollektsioneerimine ei eelda tingimata mineraalide ja kivimite väga head tundmist. Teaduslikule kollektsioonile esitatavatele nõuetele vastava kollektsiooni võib luua iga asjaarmastaja juba oma tegevuse algperioodil. Millised on need nõuded?

Kollektsiooni teaduslikku väärtust ei määra põhimõtteliselt küsimus **mida**, vaid **kuidas** koguda.

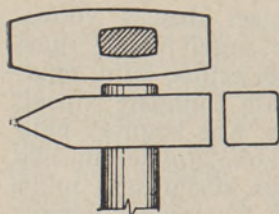
Suurt teaduslikku huvi pakkuvaid kollektsioone võib koostada mitmesuguseid kivide tunnuseid ja omadusi sil-

mas pidades või neid süstematiseerimisel aluseks võttes. Näiteks koguvad asjaarmastajad kive sageli nende ilusa ja erksa värvuse, läike, korrapärase või erilise kuju, omapärase ilme või muude silmatorkavate tunnuste alusel. Seejuures ei ole määrav objekti suurus. Kas kogutav pala on mahutatav tikutoosi või on tema kohaletoiemamiseks vaja tõstuki ja veoauto abi, seegi sõltub küsimusest, mida nimelt kogutakse. Näiteks on Tallinnas Mustamäel Johann ja Marta Maalme oma individuaalelamu õue koondanud üsnagi suuri ainulaadse kujuga rändrahne, millel kõrvuti dekoratiivsusega on eriteadlaste silmis teaduslik väärtus mitmesuguste korrosioonivormidega kivimite kollektsioonina. Kodu-uuriija Oskar Raudmetsa kivimite ja mineraalide kollektsioonis mahuvad palad enamasti laegastesse, mis on jaotatud lahtriteks, mille mõõtmed on  $6 \times 9 \times 5$  cm. Mõlema kollektsiooni muudab teaduslikult huvipakkuvaks ja väärtuslikuks asjaolu, et iga objekti kohta on täpselt teada leiukoht ja muud vajalikud andmed.

Mineraloogiliselt või petrograafiliselt väga põnevadki palad kaotavad eriteadlase jaoks suure osa oma väärtusest, kui neil puudub aadress — täpsed andmed leiukoha, ümbriskivimite, geoloogilise vanuse, kogumisaja ja leidja kohta. Sellised n.-ö. nimetud palad on eriteadlaste silmis paremal juhul kasutatavad vaid õppekollektsioonis. Täpsed leiuandmed võivad aga spetsialisti juhtida talle tundmatule leiukohale või olla vajalikud mineraali ja kivimi tekketingimuste uurimisel.

Leiutingimuste täpse kirjeldamise tagamiseks on soovitatav kõik vajalikud andmed kogutud palade kohta kirjutada pala juurde lisatavale etiketile juba väljas — pae-murrus, karjääris, kruusaaugus või looduslikus paljandis. Kui pala koguti paljandiseinast, on vaja märkida, millisest kihist ja kui sügavalt maapinnast ta leiti.

Huvitava mineraalipesa või muu agregaadid leiu korral ei ole õige kiirustada selle väljatagumisega kivimist. Enne tuleb teha leiu asukohast skeem ja võimaluse korral ka foto, millel oleks näha objekti algne looduslik asend ning tema suhe ümbriskivimi või kaasmineraalidega. Leiu väljatagumisel kivist vasara (joonis 30) ja meisli abil ei tohi liialdada mineraali liigse puhastamisega ümbriskivimist. Mineraali teaduslik väärtus on suurem, kui temaga koos on võimalik näha ka ümbriskivimitükikest või kaasmineraale. Kui tabavalt me leiutingimusi ja ümbriskivimit ka püüaksime kirjeldada, ei suuda ükski kirjeldus informat-



Joonis 30. Geoloogivasar (kaal 400—600 g, varre pikkus 40—50 cm).

siooni üksikasjalikkuselt asendada kiviminäidist ennast.

Mineraalide kollektioneerimisel ei ole võimalik anda palade suuruse kohta kindlaid soovitusi. See sõltub suurel määral mineraalikogumi või kristalli suurusel. Soovitatav on siiski, et palad oleksid enam-vähem ühesuurused. Kui muuseumikollektsioonide standardiks on saanud vähemalt  $9 \times 12$  cm suuruse pinnaga palad, siis asjaarmastajate kollektsiooni jaoks piisab, kui palade suurema pinna mõõtmed on  $6 \times 9$  cm. Väiksemates näidistes jääb jämedateraliste kivimite struktuur ja tekstuur väheilmekaks. Kollektsioonis olevate kivimipalade murdepind peab olema värsked.

Kogutud mineraali- ja kivimipalad võib süstematiseerida kas leiukohtade, tekketingimuste, koostise, tunnuste või mõne muu printsiibi alusel. Kollektsiooni hoitakse karpides või laegastes, mille suuruse, kuju ja materjali valib iga kollektionäär vastavalt oma vajadustele ja võimalustele. Väga väikesi mineraaliterakesi ja kristallikesi saab hoida tablettide jaoks ettenähtud klaaspurgikeses. Ühes karbis või purgikeses võib hoida vaid ühest ja sellestsaamast leiukohast kogutud mineraale või kristallikesi.

Kollektsiooni palad on vaja inventariseerida, s. t. iga näidis nummerdada ning kõik tema kohta olemasolevad andmed selleks eraldi sisseseatud päevikusse kanda. Numbrid võib kleepida palale kas väikeste paberruudukestena või kirjutada musta tušiga näidise pinnale kantud valge emailvärvi laigukesele.

Kuigi kollektsiooni väärtus sõltub ka sellest, kui täpselt on leitud palad määratud, ei ole kogutud palale nimeandmisega vaja rutata.

Kui teil ei ole täit veendumust oma määrangu õigsuses, nimetage leidu parem mineraaliks X või kivimiks Y. Oma harrastust jätkates omandate mõne aja möödudes kogemusi ja te otsused muutuvad järjest kindlamaks. Ajaks, mil teie kollektsioonis jääb eriteadlase autoriteetset otsust

ootama umbes kümnendik kogutud paladest, olete saavutanud Eesti NSV mineraalide ja kivimite määramisel tunnustust vääriva vilumuse. Siis on ka kindlasti põhjust näidata oma kogu eriteadlasele, kellelt võite edaspidiseks tegevuseks saada kasulikke näpunäiteid. Võimalikud haruldased leiud teie kollektsioonis ei lähe sel juhul kaduma ka teadusele.

## LÖPPSÖNA

Kividest on raske üldarusaadavalt ja haaravalt kirjutada, maksmata lõivu lihtsustamisele või sattumata teadusest fantaasiavaldada. Käesolev raamat mineraalidest ja kivimitest ei ole mõeldud kõitvaks lugemismaterjaliks. Pigem on ta kuivasjalik ekskursioonijuht kiviriiki. Et taibata selle riigi keelt ja mõista giidi juttu, on vaja meelde jätta teatud hulk kõige tarvitavamaid sõnu. Raamatu kirjeldava eriosa paremale mõistmisele peaks kaasa aitama uute terminite rohke ja kohati võib-olla isegi raskepärane üldosa.

Oma sihiseadelt ei ole raamat ainult määraja, vaid ka teatmik, käsiraamat. Ta annab kõigepealt ülevaate mineraalidest ja kivimitest üldse — nende omadustest, tunnustest, tekkest ja levikust. Selle foonil on püütud kokku võtta ja üldistada kõike olulisemat, mis on teada Eesti mineraalide ja kivimite kohta. Eriosas tähestikulises järjekorras antud kirjeldused koos määramistabelite ja värvitahvlitega peaksid kergendama asjaarmastajate mineraloogide ja petrograafide tööd ning ergutama neid tegelema oma meelisharrastusega.

Autor loodab, et käesolevas raamatus esitatu osutub vajalikuks ja huvitavaks mitte üksnes kivihuvilistele, vaid kõikidele loodusesõpradele.

## SOOVITATAV KIRJANDUS

Eesti keeles

- Kark, J.** Mineraloogia õpperaamat. Tartu, 1940. 288 lk. (Selles leidub 13-leheküljelise lisana A. Öpiku poolt kirjutatud peatükk «Eesti mineraalid».)
- Klaamann, E., Müürisepp, K., Viiding, H.** Eesti maavarad, kivimid ja kivistised. Abimaterjal õpetajale. Tallinn, 1974. 68 lk.
- Müürisepp, K.** Eesti NSV maapõuevarad. Tallinn, 1957. 52 lk.
- Ojaste, K., Reier, A., Mens, K.** Kristallograafia, mineraloogia, petrograafia. Tallinn, 1964. 464 lk.

**Viiding, H.** Mineraalid Eestis. — Eesti Loodus, 1969, 3, 4, 5, lk. 144—147, 208—212 ja 271—275.

#### Saksa keeles

**Bunte Welt der Mineralien.** Text J. Kourimsky, Fotos F. Turz. Prag, 1977. 320 S.

**Jubelt, R.** Mineralbestimmungsbuch. Leipzig, 1970. 272 S.

**Jubelt, R., Schreiter, P.** Gesteinsbestimmungsbuch. Leipzig, 1974. 184 S.

**Seim, R.** Minerale. Entstehung. Vorkommen. Bestimmung. Verwertung. Leipzig, 1974. 280 S.

#### Vene keeles

**Вийдинг Х., Гайгалас А., Гуделис В., Раукас А., Тарвидас Р.** Кристаллические руководящие валуны Прибалтики. Вильнюс, 1971. 96 с.

**Годовиков А. А.** Минералогия. М., 1975. 520 с.

**Кузин М. Ф., Фролов Н. И.** Полевой определитель минералов. М., 1974. 232 с.

**Музафаров В. Г.** Определитель минералов, горных пород и окаменелостей. М., 1979. 328 с.

**Юбельт Р.** Определитель минералов. М., 1978. 328 с.

## REGISTER

- |                          |               |                      |          |
|--------------------------|---------------|----------------------|----------|
| afaniitne struktuur      | 67, 68        | andesiin             | 157, 158 |
| agaat                    | 133           | andesiiit            | 74       |
| agregaat                 | 33            | andradiit            | 125      |
| ahelstruktuur            | 60            | anglesiit            | 110, 123 |
| ahhaat                   | 133           | anisotroopia         | 23       |
| aktessoorne mineraal     | 57            | anortiit             | 157, 158 |
| alabaster                | 139           | anortoklass          | 156      |
| albiit                   | 110, 157, 158 | anortosiit           | 221      |
| aleuriidiline struktuur  | 68            | antimoniit           | 123      |
| aleuriit                 | 79            | antrakoniit          | 111, 136 |
| aleuroliit               | 79, 178       | antratsiit           | 180      |
| aljaskiit                | 191           | apatiit              | 112      |
| allikalubi               | 178           | apliit               | 180      |
| allokromaatileine värvus | 38            | aragoniit            | 112      |
| allotigeenne mineraal    | 51            | argilliit            | 180      |
| almandiin                | 125           | arkoosliivakivi      | 206      |
| aluseline kivim          | 72, 74        | arsenopüriit         | 113      |
| aluskord                 | 55, 62        | asenduspseudomorfoos | 35       |
| aluspõhi                 | 224           | asfaltiit            | 21, 181  |
| amasoniit                | 152           | asuriit              | 113      |
| ametüst                  | 142           | augiit               | 113      |
| amfibiidifaatsies        | 82            | autigeenne mineraal  | 51       |
| amfibioliit              | 179           |                      |          |
| amfibool                 | 110           | Balti kilp           | 83       |
| amfiboolgneiss           | 224           | barüüt               | 114      |
| amfiboolkilt             | 179, 197      | basaalkonglomeraat   | 199      |
| amorfne aine             | 21            | basalt               | 74, 182  |

- bernessiit 130  
 biogeenne protsess 54  
 biokeemiline settekivim 78  
 bioliit 150  
 biomorfne struktuur 68  
 biomorfoos 163  
 biosfäär 15  
 biotiit 115, 176  
 biotiitgneiss 189  
 biotiitgraniit 191  
 biotiitkilt 197  
 biotiitküünekivigraniit 220  
 bitauniit 157, 158  
 blastees 68  
 blastiline struktuur 68  
 blastograniidiline struktuur 68  
 blastoofiidiline struktuur 68  
 blastoporfüüriline struktuur 224  
 blastopsammiidiline struktuur 68, 201  
 borensiit 167  
 borniit 116  
 bretša 79, 181, 219  
 bromoform 46  
 bronsiit 117  
 datsiit 74  
 dendriit 33, 160, 161  
 detriit 80, 122  
 detriidiline struktuur 68  
 diabaas 182  
 diagenees 53, 63  
 diamagnetiline mineraal 46  
 diatomiit 155, 182  
 didodekaeeder 27  
 dieeder 27  
 diktüoneemakilt 79, 183, 220  
 diopsiid 117  
 dioriit 183  
 dipüramiid 24  
 disteen 144  
 dolomiit 118, 184  
 dolomiitlubjakivi 209  
 domeriit 185  
 druus 34  
 dünamometamorfism 64  
 dürään 198  
 ebatäiuslik lõhevus 42  
 eklogiidifaatsies 82  
 eksogeenne mineraal 56  
 elementaarrakk 22  
 endogeenne mineraal 56  
 enstatiit 118  
 epidoot 119  
 epidootamfiboliidi faatsies 82  
 epitaksia 32  
 epsomiit 120  
 eraldisvorm 71  
 erim 14, 116, 119, 138, 145  
 eriteraline struktuur 67  
 esmasmineraal 57  
 fajaliit 154  
 felsiit 186  
 fenokristall ehk fenokrüst 67  
 ferriit 166  
 ferromagnetiline mineraal 46  
 fibroblastiline struktuur 69  
 flogopiit 120, 176  
 fluidaalne tekstuur 69  
 fluorapatiit 112  
 fluorestsents 48  
 fluoriit 120  
 formatsioonide õpetus 12  
 forsteriit 154  
 fosforestsents 48  
 fosforiit 112, 121  
 fossiil 51, 80  
 frankoliit 122  
 fulguriit 144  
 fumarool 50  
 fülliid 186  
 füsään 198  
 gaasigeoloogia 17  
 gabro 186  
 galeniit 123  
 geiseriit 61  
 geokeemia 12  
 geood 34  
 glaukofaankilda faatsies 82  
 glaukoniiit 123  
 glaukoniiitliivakivi 187, 206  
 glaukoniiitlubjakivi 188, 209  
 glaukonitiit 187  
 gneisiline tekstuur 70  
 gneisi rühm 189  
 gneiss 81  
 gneissbretša 190  
 gneissgraniit 189, 190, 192  
 grafiit 124  
 grafiitkilt 197, 229  
 granaadi rühm 125  
 granaat 125  
 granaatgneiss 189, 194  
 granaatgraniit 191  
 graniidi rühm 190  
 graniidikiht 192  
 graniidiline struktuur 68  
 graniit 74  
 graniitgneiss 189, 193  
 graniitporfüür 191, 193  
 granoblastiline struktuur 69

- granodioriit 193  
 granuliidi faatsies 82  
 granuliit 189, 194  
 granulomeetriline koostis 80  
 graveliit 79  
 grossulaar 125  
 guaano 122  
 götiit 127  
  
 haabitus 27  
 haliit 128  
 happeline kivim 72, 74  
 heksaeeder 30  
 heksagonaalne süngoonia 29  
 heksaoktaeeder 30  
 heksatetraeeder 30  
 heliotroop 133  
 helsingiit 194  
 hematiit 129  
 hälleflint 206  
 hüatsint 173  
 hüdrogötiit 37, 127, 130, 160  
 hüdrohematiit 129  
 hüdrolepidokrokiit 146  
 hüdroterm 50  
 hüdrotermaalne protsess 54  
 hüdrovilk 130  
 hüpergenees 53  
 hüpergeneesivöö 53  
 hüpergeneesiprotsess 53, 54  
 hüpersteen 130  
 hüpersteengneiss 189  
  
 idiokromaatiline värvus 37  
 idiomorfism 67  
 ihniit 51  
 illiit 130, 167  
 ilmeniit 131  
 impregnatsioonivaap 163  
 injektsioon 64  
 inversioonitelg 23  
 islandi pagu 135  
 isokemism 15  
 isotroopsus 21  
  
 jaspis 133  
 joodmetüleen 46  
 jooneline tekstuur 70  
 juudikivi 197  
 järvemaak 146  
  
 kaaliumpäevakivi 162  
 kahalong 133  
 kahevilgugneiss 189  
 kahevilgugraniit 191  
 kainotüüpiline purskekivim 67, 76  
  
 kaksikud 31  
 kalkopüriit 132  
 kalkosiin 132  
 kaltседон 133  
 kaltsiit 134  
 kamassiit 166  
 kaoliin 137  
 kaoliniit 137, 167  
 karbonaatkivimite rühm 194  
 karkass-struktuur 60  
 karneool 133  
 karplubjakivi 80, 209  
 kassikuld 115  
 katageneetiline protsess 53  
 kataklastiline struktuur 69  
 katkestuspind 163  
 katoodluminesents 48  
 kaustobioliit 78, 198  
 kavernoosne tekstuur 70  
 keemiline settekivim 78  
 keratofüür 74  
 kerogeen 199, 220  
 keskmine kivim 72, 74  
 keskmine lõhevus 42  
 kihiline tekstuur 71  
 kihitstruktuur 60  
 kildaline tekstuur 69  
 kilevärvus 39  
 kilda rühm 197  
 kimberliit 74  
 kips 137  
 kirigraniidiline struktuur 68  
 kirigraniit 32, 197, 217  
 kirju vasemaak 116  
 kirme 35  
 kivim, defin. 14  
 kivimikompleks 13  
 kivimit moodustav mineraal 14, 56  
 kivisool 128  
 kivistis 35, 51, 80  
 kivisüsi 198  
 klaasiläige 40  
 klaasjas struktuur 67  
 klark 15  
 klarään 198  
 kleiofaan 168  
 Kleritši lahus 46  
 klinokloor 139  
 klinotsoisiit 119  
 kloriit 139  
 kloriitkilt 198  
 kloorapatiit 112  
 koesiit 144  
 kogeniit 167  
 kokkukasvukaksik 31



- konglomeraat 79, 199, 219  
 konkretsioon 34  
 kontaktmetamorfism 64  
 koorik 35  
 korallid 51  
 korall-lubjakivi 209  
 korund 139  
 kosmiline tolm 167  
 kovelliin 140  
 kriips 39  
 kristalliline struktuur 67  
 kristallipesa 34  
 kristallstruktuur 23  
 kristallivorm 22  
 kristallivõre 22  
 kristalloblastiline struktuur 68  
 kristallograafia 12  
 kristobaliit 141  
 kromofoor 37  
 krüsopraas 133  
 ksenoliit 64  
 ksenomorfism 68  
 kukersiit 199, 220  
 kupriit 140  
 kuubiline süngoonia 30  
 kuukivi 159  
 kuup 30  
 kvarts 141  
 kvartsdolomiit 185  
 kvartsdioriit 183, 201  
 kvartsi rühm 141  
 kvartsiit 201, 208  
 kvartskilt 197  
 kvartsporfüür 202  
 kõvadus 43  
 küaniit 144  
 küaniitgneiss 189  
 küünekivi 144  
 küünekivigneiss 189  
 küünekivigraniit 191
- laava 12  
 labrador 145, 157, 158, 159  
 labradorestsents 39, 145, 159  
 labradoriit 204  
 labradorporfüüriit 205  
 laiguline struktuur 68  
 lainjas kihilisus 71  
 laminariitsavi 224  
 leelisgraniit 191  
 leeliskivim 73  
 lepidoblastiline struktuur 69  
 lepidoliit 176  
 lepidomelaan 116, 157, 176  
 leptiit 189, 205
- lešateleriit 21, 141  
 leukokraatne kivim 75  
 leukokseen 132  
 lihtvorm 24  
 liivakivi 206  
 limniit 146  
 limoniit 146  
 lintstruktuur 60  
 lipariit 74  
 litifitseerumine 77  
 litioforiit 160  
 litogenees 63  
 litologia 12, 63  
 litosfäär 13  
 lubidolomiit 185  
 lubiliivakivi 206  
 lubimergel 195  
 lubinõrg 61  
 lubjakivi 209  
 luminesstsents 48  
 lõhevus 41  
 lõhn 49  
 läbikasvukaksik 31  
 läbipaistvus 41  
 läige 40, 41  
 läätstektuur 70
- maagikeha 15  
 maak 12  
 maakmineraal 12, 15  
 maakoor 13, 65  
 maavara 12, 15, 16, 17, 18  
 magma 12, 50  
 magmakivim 222  
 magmaline protsess 54  
 magnetiit 147  
 magnetiitkvartsiit 201  
 magnetilisus 46  
 maitse 49  
 malahhiit 148  
 mandel 34  
 mandelkivi 210  
 mandelkivitektuur 70  
 manganiit 149, 160  
 markasiit 149  
 marmatiit 168  
 marmor 211  
 martiit 148  
 massiline tekatuur 69  
 matt pind 40  
 mehaaniline settetikivim 77  
 melanokraatne kivim 75  
 merevaik 14, 21, 150  
 mergel 211  
 mesokraatne kivim 75  
 metabentoniit 63, 153, 212

- metakolloid 22  
 metalliläige 40  
 metamorfiit 53  
 metamorfism 64  
 metamorfismifaatsies 65, 82  
 metamorfne porfüriit 212  
 metasomatoos 65  
 meteoriit 11, 12  
 meteoriitika 12  
 migmatiit 64, 192, 213  
 mikrograniit 191  
 mikrokihiline tekstuur 70  
 mikrokliin 152  
 mikrokliingraniit 191  
 mikrokristalliline struktuur 67  
 mikiit 207  
 mineraal, defin. 10  
 mineraaliliik 14  
 mineraloogia 10  
 Mohsi astrik 44  
 molübdeenlääk 152  
 molübdeniit 152  
 monoeeder 27  
 monokliinne süngoonia 28  
 monomineraalne kivim 77, 206  
 montmorilloniit 153, 167  
 moondekivim 53, 63  
 moorion 142  
 moreen 213  
 mosaiikne struktuur 68  
 mudastruktuur 68  
 mugul 34  
 murd 43  
 murenemine 52  
 murenemiskoorik 53  
 muskoviit 153, 176  
 muskoviitgneiss 189  
 muskoviitgraniit 191  
 muskoviitkilt 229  
 mõrusool 120  
 mäekristall 141  
 mähiskristall 136  
 müloniidiline struktuur 69  
 müloniit 64, 214, 224
- naatriumpäevakivi 162  
 naftageoloogia 17  
 nematoblastiline struktuur 69  
 nõeljas rauamaak 127  
 nõrg 35, 136
- obsidiaan 21  
 ofiidiline struktuur 68  
 oktaeeder 27  
 oligoklass 154, 157  
 oligomiktiline kivim 206
- oliviin 154  
 oliviindiabaas 214  
 oobolusfosforiit 78, 215  
 ooboluskonglomeraat 122, 215  
 ooid 34, 127  
 ooidiline struktuur 68  
 ooliitlubjakivi 209, 215  
 ooker 146  
 oonüks 133  
 opaal 21, 155  
 orgaaniline sette kivim 77, 78  
 ortofüür 74  
 ortogneiss 81, 189  
 ortokilt 197  
 ortokivim 81  
 ortoklass 155  
 ortoklassgraniit 191  
 ortosilikaat 57  
 ovoid 220, 228
- paas 196  
 paleotüüpiline purskekivim 67, 76  
 paragneiss 81, 189  
 parakilt 197  
 paramagnetiline mineraal 46  
 pealiskord 62, 83  
 pegmatiit 217  
 peitkristalliline struktuur 67  
 peliidiline struktuur 68  
 penniin 139  
 pentagoon-dodekaeeder 30  
 pentagoon-trioktaeeder 30  
 pentagoon-tritetraeeder 30  
 peridotiit 74  
 pertiitne eraldis 33  
 petrograafia 14  
 piimkvarts 142  
 piiterliit 217, 221  
 pikriit 74  
 pimss 70  
 pinakoid 27  
 pindvõre 22  
 pinnakate 224  
 plagiogneiss 189  
 plagiograniit 191  
 plagioklass 157  
 plagioklassi rühm 157  
 plagioklassporfüriit 218  
 planetoloogia 13  
 plasma 133  
 polarisatsioonimikroskoop 22, 66  
 polaroid 22  
 polümüktiline kivim 206  
 polümorfne modifikatsioon 51  
 polüsünteeiline kaksik 31  
 poolklaasjas struktuur 67

- poolläbipaistev mineraal 41  
 poolmetalliläige 40  
 poolsüvakivim 67, 75  
 poorne tekstuur 70  
 porfüroblastiline struktuur 214, 224  
 porfüüriline struktuur 67, 76  
 porfüüritaoline struktuur 67, 75  
 porsumine 52  
 portselanplaadike 90  
 primaarne mineraal 57  
 prisma 24  
 pruunrauamaak 146  
 pruunsüsi 218  
 psammiidiline struktuur 68  
 psefiidiline struktuur 68  
 pseudokromaatileine värvus 38  
 pseudomorfoos 35  
 psilomelaan 160  
 ptigmatiit 219  
 punane vasemaak 140  
 purddolomiit 219  
 purdkivimite rühm 77, 219  
 purskekivim 67, 75, 76  
 puutemoone 64  
 põhikonglomeraat 199  
 põimkihiline tekstuur 71  
 põlevkivide rühm 220  
 põlevmaavara 198, 220  
 päevakivi rühm 161  
 päikesekivi 152  
 pärlmutriläige 41  
 pääsubakaksik 32, 137  
 püknomeetiline meetod 45  
 püramiid 24  
 püriit 162  
 püroklastilised kivimid 63  
 pürokseeni rühm 164  
 pürokseengneiss 189  
 pürokseengraniit 191  
 pürokseeniit 220  
 pürolusiit 160, 165  
 püroop 125  
 pürrotiin 165
- rabakivi 220  
 rabakiviapliit 221  
 rabakivigraniit 221  
 rabenemine 52  
 radioaktiivsus 49  
 raske mineraal 207  
 raske vedelik 45  
 rasvaläige 40  
 ratovkiit 121  
 rauamaak 222  
 rauaooker 146
- raud 166  
 raudkvartsiid 201, 222  
 raudläik 129  
 regionaalmetamorfism 64  
 retrograadne metamorfism 54  
 riffiubjakivi 209  
 rohekilda faatsies 82  
 rombiline süngoonia 29  
 rombdodekaeder 27  
 romboeder 27  
 roosakvarts 142  
 rubiin 140  
 rutiil 167  
 rõhtkihilisus 71  
 rõhumoone 64  
 rømm 131  
 rõngasstruktuur 59  
 rändkivi 55, 88  
 rüoliit 74
- saarstruktuur 59  
 safiir 140  
 safiirkvarts 142  
 safiriin 133  
 sandiin 157  
 sandiinifaatsies 82  
 sapropeel 61, 220  
 sarder 133  
 sarvkivi 64, 223  
 savi 77, 223  
 savidomeriit 195  
 savimineraalide rühm 167  
 sedimentoloogia 63  
 sekretsioon 34  
 sekundaarne mineraal 57  
 seleniit 138  
 serdoolik 133  
 seritsiid 154  
 seritsiitkilt 154, 229  
 sete 62, 77  
 setend 63  
 settetikvim 62, 63, 76  
 sfaleriid 168  
 sferoliit 22, 34  
 sideriid 169  
 siidiläige 41  
 sillimaniit 169  
 sillimaniitgneiss 170, 189  
 silmisgneiss 189, 224  
 silmisgraniit 191, 193  
 sinisavi 224  
 skalenoeeder 27  
 skarn 64, 225  
 skleromeeter 43  
 smitsoniid 168, 170  
 sulfataar 50

- soojusmoone 64  
 soomaak 146  
 sotsiosfäär 13  
 spessartiin 125  
 stalagmiit 35, 136  
 stalaktiit 35, 136  
 stauroliid 170  
 stauroliidgneiss 171, 189  
 stišoviit 144  
 struktuur, defin. 66  
 suitskvarts 142  
 suktsiniit 150  
 sõegeoloogia 17  
 süeniit 225  
 süeniitporfüür 74  
 sülviiin 171  
 sümmeetria 23  
 sümmeetriakese 23  
 sümmeetriapind 23  
 sümmeetriatelg 23  
 süngoonia 28  
 süvakivim 67, 75  
 süvamoone 64  
 šamosiit 124, 137, 167  
 taksiidiline tekstuur 69  
 talk 171  
 talkkilt 171, 226  
 tardkivim 15, 63, 72  
 teemandiläige 40  
 tehiskivi 12, 15  
 tehismineraal 11  
 tehnosfäär 13  
 teisejärguline mineraal 57  
 teisend 14, 36, 133, 141, 152  
 tekstuur, defin. 66, 69  
 tektiit 64  
 telluurne raud 166  
 teniit 166  
 tennantiit 172  
 termoluminestsents 48  
 termometamorfirm 64  
 terrigeensete kivimite rühm 226  
 tetraeeder 27, 30  
 tetraedriit 172  
 tetragonaalne süngoonia 29  
 tetragoon-trioktaeeder 30  
 tetragoon-tritetaeeder 30  
 tetraheksaeeder 30  
 Thoulet' lahus 46  
 tihedus 45  
 tilkekivi 35, 136  
 tinaläik 123  
 tiriliit 221  
 titanomagnetiiit 147  
 titaanraud 131  
 topaas 172  
 topaasgraniit 191  
 trahhüüt 74  
 trapetsoeeder 29  
 travertiin 61, 178  
 triboluminestsents 48  
 tridümiit 141  
 trigonaalne süngoonia 29  
 trigoon-trioktaeeder 30  
 trigoon-tritetaeeder 30  
 trikliinne süngoonia 28  
 tsefalopoodlubjakivi 209  
 tsement 199  
 tserussiit 123, 173  
 tsirkoon 173  
 tsoisiit 119  
 tsölestiin 174  
 tuff 63, 70, 226  
 tuhmmaak 172  
 tulekivi 134  
 turmaliin 174  
 turmaliingraniit 191  
 tuumkristall 136  
 tähnisgraniit 221, 227  
 täitpseudomorfoos 35  
 täiuslik lõhevus 42  
 täringõõs 35, 128  
 ultraaluseline kivim 72, 74  
 uraliid 145  
 uraliidporfüüriit 227  
 uvaroviit 125  
 vaad 160  
 vahaläige 40  
 varv 228  
 varvomeetria 228  
 vaserähk 132  
 viiburgiit 221, 227  
 viirsavi 228  
 vilgu rühm 175  
 vilk 176  
 vilkgneiss 189, 229  
 vilkkilt 229  
 vitraän 198  
 vivianiit 176  
 voolutekstuur 69  
 vulkaanilis-settelised kivimid 63  
 võrdteraline tekstuur 67  
 vöödilise tekstuur 69  
 vääriskivi 14  
 väävel 177  
 Widmanstätteni joonis 166  
 õhik 65  
 õile 35  
 ülitäiuslik lõhevus 42  
 ümbriskivim 213, 232

## TAHVLIITE ALLKIRJAD

### Tahvel I

1. Mäekristalli druus Aluvere paemurrust. Suurendatud 7×.
2. Ortoklassi ja suitskvartsi kristallid pegmatiit-  
sest rändkivist. 1 : 1.
3. Mäekristall pegmatiitsest rändkivist. Suurenda-  
tud 5×.
4. Kvarts, muskoviit ja ortoklass pegmatiitsest  
rändkivist. Vähendatud 1,5×.
5. Mikrokliin kvartsiga rändkivist. 1 : 1.
6. Kirigraniit pegmatiitsest rändkivist. 1 : 1.

### Tahvel II

1. Kaltседони mugul opaaliga (valged pesad).  
Rändkivi Laeva kruusaaugust. Vähendatud 1,5×.
2. Ahhaat Adavere lademest Navestist. 1 : 1.
3. Disteen rändkivist. Vähendatud 1,5×.
4. Pürokseen rändkivist. Vähendatud 1,5×.
5. Epidoodi kristallid (tumerohelised) kvartsiga  
rändkivist. Suurendatud 2×.
6. Epidoodi kristallid diabaasi lõhepinnaal. Ränd-  
kivi. Suurendatud 2 ×.

### Tahvel III.

1. Biotiit pegmatiitsest rändkivist. Vähenda-  
tud 3×.
2. Seritsiit seritsiitkilda pinnalt. Rändkivi. Suu-  
rendatud 2 ×.
3. Muskoviit pegmatiitsest rändkivist. 1 : 1.
4. Kloriit kloriitkildast. Rändkivi. Suurendatud  
2 ×.
5. Talk talkkildast. Rändkivi. Vähendatud 1,5 ×.
6. Kaoliniit (valge) Gdovi liivakivis. Vähendatud  
1,5 ×.

## Tahvel IV

1. Albiit ja turmaliin (must) pegmatiitsest rändkivist. Vähendatud 1,5 ×.
2. Oligoklassi kristall pegmatiitsest rändkivist. Vähendatud 1,5 ×.
3. Labrador labradoriitsest rändkivist. Vähendatud 1,5 ×.
4. Granaadi kristall graniidis. Rändkivi. Vähendatud 1,5 ×.
5. Kristalle mikroskoopilises pildis. **Ulal** vasakul — muskoviidi lehekesed, **paremal** — turmaliin ja rutiil; **keskel** kosmilise tolmu magnetiitkerake ja tsirkooni kristallikesed; **all** vasakul stauroliit (pruunikad), biotiidisoomused (rohekad ja pruunid) ning disteeni kristallikesed (läbipaistvad). Suurendatud 15 ×.
6. Rannapuist Peipsi rannalt. Tumedad terakesed — magnetiit ja ilmeniit, läbipaistvad — granaat. Suurendatud 15 ×.

## Tahvel V

1. Grafiit graniitsest rändkivist. Suurendatud 2,5 ×.
2. Molübdeniit rändkivist. Suurendatud 3 ×.
3. Magnetiit rändkivist. 1 : 1.
4. Psilomelaani mugulad Aruküla lademest. Suurendatud 3 ×.
5. Psilomelaani dendriit lubjakivi veerisel. Valguta kruusaauk. Vähendatud 2 ×.
6. Malahhiit Narva lademe dolomiidis. 1 : 1.

## Tahvel VI

1. Götiidi kristallikeste suletised kaltsiidi kristallis. Suurendatud 1,5 ×.
2. Limoniitkoorik devoni liivakivist. Vähendatud 1,5 ×.
3. Sooraud Kroodilt. 1 : 1.
4. Limoniit Kiisa ookri leiukohast. Vähendatud 1,5 ×.
5. Raudooiidid kambriumi liivakivist. 1 : 1.
6. Raudooiidid Aseri lademe lubjakivist. Vähendatud 1,5 ×.

## Tahvel VII

1. Galeniidi kristallid Navestilt Adavere dolomiidis. Vähendatud 1,5 ×.
2. Galeniidi mugul Uhtnalt. Vähendatud 2 ×.
3. Sfaleriidi mugulad püriidi kristallikestega Adavere lademe dolomiidi pinnal. Vöhma leiukohast. Vähendatud 1,5 ×.
4. Tserussiit ja anglesiit galeniidi porsunud pinnal. Uhtna. Vähendatud 1,5 ×.
5. Borniit, kalkosiin, kupriit ja malahhiit Laeva kruusaaugu dolomiitveerises. Suurendatud 3 ×.
6. Kalkopüriit Pirgu lademe lubjakivi õõnsustes. Vähendatud 1,5 ×.

## Tahvel VIII

1. Püriidi kristallid Saastnast. 1 : 1.
2. Püriidi kristallpesa Pilistverest. Vähendatud 2 ×.
3. Püriidi kristallid Navestilt. Vähendatud 2 ×.
4. Püriidi mugulad Tiskre liivakivist Kakumäelt. Vähendatud 1,5 ×.
5. Markasiidi kristallid Jaagarahu paemurrust. Suurendatud 2,5 ×.
6. Pürroitiin rändkivist. Vähendatud 2 ×.

## Tahvel IX

1. Fluoriidi kristallid kivistise õõnsuses Vormsi saarelt. 1 : 1.
2. Fluoriit (lilla) rändkivist. Suurendatud 1,5 ×.
3. Kivisoola kristalli täringõõnsus Narva lademe dolomiidis. Vähendatud 1,5 ×.
4. Kivisoola kristallide jäljendid Aruküla lademe dolomiidis. Vähendatud 1,5 ×.
5. Dolomiidi kristallid dolomiidi pinnal. Vähendatud 2 ×.
6. Dolomiidi ja kaltsiidi (valged) kristallid. Vähendatud 1,3 ×.

## Tahvel X

1. Kaltsiidi kristallide druus. Jaagarahu paemurd. Vähendatud 2 ×.
2. Kaltsiidikaksik Jaagarahu paemurrust. Suurendatud 2 ×.
3. Kaltsiidi kristallid Jaagarahu paemurrust. Vähendatud 2 ×.
4. Kaltsiidi kristallid lubjakivi lahustusõõnsuses. Lasnamäe paemurd. 1 : 1.

5. Kaltsiidi kristallid okasnahkse siseõõnsuses. 1 : 1.
6. Kaltsiidinõrg lubjakiviveerise pinnal. Kruusakarjäär Kagu-Eestist. Vähendatud 1,5 ×.

## Tahvel XI

1. Antrakoniidi mugulad diktüoneemakildast. Vähendatud 2,5 ×.
2. Sideriit Kotlini savidest. Mustajõe puurauk. 1 : 1.
3. Barüüt kaltsiidi kristallidega Jaagarahu paemurrust. Suurendatud 1,5 ×.
4. Barüüt Lasnamäe paemurrust. 1 : 1.
5. Kipsi rosetjad kristallid. Irboska. Suurendatud 1,5 ×.
6. Seleniit ehk kiudkips. Irboska. Vähendatud 1,5 ×.

## Tahvel XII

1. Fosfaatmugulad Mickwitzia konglomeraadist. Vähendatud 2 ×.
2. Väavli kristallikeste õilmed diktüoneemakildal Maardus. 1 : 1.
3. Väavli kristall. Suurendatud 3 ×.
4. Vivianiit turbamullal. Kloostrimetsa. Vähendatud 2 ×.
5. Merevaik fossiilse putukaga. Suurendatud 2,5 ×.
6. Merevaik Eeriku saarelt. Suurendatud 1,5 ×.

## Tahvel XIII

1. Graniit peeneteraline. 1 : 1.
2. Graniit keskmiseteraline. 1 : 1.
3. Graniit jämedateraline. 1 : 1.
4. Graniit keskmiseteraline. 1 : 1.
5. Graniitporfüür. 1 : 1.
6. Graniitporfüür. 1 : 1.

## Tahvel XIV

1. Viiburgiit. 1 : 1.
2. Piiterliit. 1 : 1.
3. Tiriliit. 1 : 1.
4. Rabakivigraniit. 1 : 1.
5. Tähnisgraniit. 1 : 1.
6. Porfüüritaoline rabakivi. 1 : 1.



- Tahvel XV
1. Süeniit. 1 : 1.
  2. Kvartsdioriit. 1 : 1.
  3. Dioriit. 1 : 1.
  4. Gabro. 1 : 1.
  5. Labradoriit. 1 : 1.
  6. Pürokseniit. 1 : 1.
- Tahvel XVI
1. Läänemere punane kvartsporfüür. 1 : 1.
  2. Suursaare kvartsporfüür. 1 : 1.
  3. Ahvenamaa porfüür. 1 : 1.
  4. Felsiit. 1 : 1.
  5. Mandelkivi. 1 : 1.
  6. Plagioklassporfüüriit. 1 : 1.
- Tahvel XVII
1. Oliiviindiabaas. 1 : 1.
  2. Diabaas. 1 : 1.
  3. Uraliitporfüüriit. 1 : 1.
  4. Granaatapliit. 1 : 1.
  5. Müloniit. 1 : 1.
  6. Helsingiit. 1 : 1.
- Tahvel XVIII
1. Migmatiit. 1 : 1.
  2. Graniitgneiss. 1 : 1.
  3. Marmor. 1 : 1.
  4. Amfiboliit. 1 : 1.
  5. Kvartsiit. 1 : 1.
  6. Silmisgneiss. 1 : 1.
- Tahvel XIX
1. Kükersiit Oktoobri karjäärast. 1 : 1.
  2. Argilliit, diktüoneemakilt Maardust. Vähendatud 2 ×.
  3. Ooboluskonglomeraat Irust. Vähendatud 2 ×.
  4. Glaukoniitliivakivi Maarjamäelt. Vähendatud 1,5 ×.
  5. Sinisavi Aseri karjäärast. 1 : 1.
  6. Bretša Narva lademe basaalkihtidest. 1 : 1.
- Tahvel XX
1. Karplubjakivi. Vähendatud 2 ×.
  2. Vasalemma «marmor». 1 : 1.
  3. Selgase dolomiit. Värske pind hall, porsunud pind pruunimustriline. 1 : 1.
  4. Purddolomiit Adavere lademest. Vähendatud 2 ×.

5. Kihiline kips. Vähendatud 2 ×.  
6. Domeriit Narva lademest. 1 : 1.
- Tahvel XXI
1. Graniidiline struktuur. Graniidi õhiku mikrofoto. Suurendatud 10 ×.
  2. Sama polariseeritud valguses.
  3. Ofiidiline struktuur. Oliiviindiabaasi õhiku mikrofoto. Suurendatud 10 ×.
  2. Sama polariseeritud valguses.
  5. Porfüüriline struktuur. Kvartsporfüüri õhiku mikrofoto. Suurendatud 10 ×.
  6. Sama polariseeritud valguses.
- Tahvel XXII
1. Gneisiline tekstuur. Gneisi õhiku mikrofoto. Suurendatud 10 ×.
  2. Sama polariseeritud valguses.
  3. Massiline tekstuur, psammiidiline struktuur. Liivakivi õhiku mikrofoto. Suurendatud 10 ×.
  4. Sama polariseeritud valguses.
  5. Lubjakivi õhiku mikrofoto. Suurendatud 10 ×.
  6. Sama polariseeritud valguses.
- Tahvel XXIII
1. Konglomeraat. Vähendatud 5 ×.
  2. Kaltsedoni sekretsioon Põõsaspea neemelt. Keskmises õõnsuses mäekristallide druus. Vähendatud 2 ×.
  3. Kaltsedoni konkretsioon Adavere lademe purdolomiidist, Navestis. Vähendatud 2 ×.
- Tahvel XXIV
1. Püriidi konkretsioon Tiskre lademe aleuriidikihist. Vähendatud 1,5 ×.
  2. Lubinõrg pseudomorfoosis sambla järgi. Türi-salu. Vähendatud 2,5 ×.
  3. Asfaltiidi mugul kukersiidikihist. Vähendatud 4 ×.
- Tahvel XXV
1. Viiburgiit. Vähendatud 1,5 ×.
  2. Graniit sinise kvartsigiga. Vähendatud 1,5 ×.
  3. Metamorfne porfüriit. 1 : 1.
  4. Biotiitgneiss. Vähendatud 1,5 ×.

- Tahvel XXVI
1. Leptiidi korrosioonipind. Vähendatud 2,5 ×.
  2. Labradorporfüriidi korrosioonipind. Vähendatud 3 ×.
  3. Granaatgraniidi korrosioonipind. Vähendatud 3 ×.
  4. Stauoliitkilda korrosioonipind. Vähendatud 5 ×.
  5. Sama. 1 : 1.
- Tahvel XXVII
1. Ortoklassi kristall rändkivina. Vähendatud 5 ×.
  2. Ptigmatiit rändkivina. Vähendatud 2 ×.
  3. Kivikülv Lahemaal Muuksi külas.
- Tahvel XXVIII
1. Rabakivist hiidrahn Ojakivi Lahemaal Võsu lähedal.
  2. Pegmatiitne hiidrahn Ehalkivi Letipea rannas. Ümbermõõt 50 m.
- Tahvel XXIX
1. Devoni kirjuvärvilise liivakivi paljand Ahja jõe kaldal. Suur-Taevaskoda.
  2. Põimkihilise devoni liivakivi tekstuur.
  3. Sama rauaoksiidide sekundaarsete viirgudega (Liesegangi rõngad).
- Tahvel XXX
1. Sinisavi karjäär Aseris.
  2. Kukersiidi tootmiskihind Oktoobri karjääris.
- Tahvel XXXI
1. Kaarma dolomiidikarjäär.
  2. Lubjakivi ehituskivina Kuressaare lossi müüris.
- Tahvel XXXII
- Eesti NSV aluspõhja geoloogiline kaart (reproduktsoon Eesti NSV atlasest).

## VANALADEKOND

### DEVONI LADESTU

1. Ülemdevoni ladestik. Sargajevi (sr) ja Šventoji (šv) lade. Lubjakivi, dolomiit, liivakivi.
2. Keskdevoni ladestik. Burtnieki (br), Aruküla (ar), Narva (nr) ja Pärnu (pr) lade. Liivakivi, savi, dolomiit.

### SILURI LADESTU

3. Ülemsiluri ladestik. Ohessaare (oh), Kaugatuma (kg), Kuressaare (kr), Paadla (pd) ja Rootsiküla (rt) lade. Lubjakivi, dolomiit ja mergel.
4. Alamsiluri ladestik. Jaagarahu (jg), Jaani (jn), Adavere (ad), Raikküla (rk) ja Juuru (jur) lade. Lubjakivi, dolomiit ja mergel.

### ORDOVIITSIUMI LADESTU

5. Ülemordoviitsiumi ladestik. Porkuni (pr), Pirgu (prg), Vormsi (vr), Nabala (nb) ja Rakvere (rk) lade. Lubjakivi, mergline lubjakivi.
6. Keskordoviitsiumi ladestik. Oandu (on), Keila (kl), Jõhvi (jh), Idavere (id), Kukuruse (kk), Uhaku (uh), Lasnamäe (ls) ja Aseri (as) lade. Lubjakivi ja mergel põlevkivi vahekihtidega.
7. Alamordoviitsiumi ladestik. Kunda (kn), Volhovi (vl), Latorpi (lt) ja Pakerordi (pk) lade. Liivakivi, dolomiit ja liivakivi savi ja kiltkivi vahekihtidega.

### KAMBRIUMI LADESTU

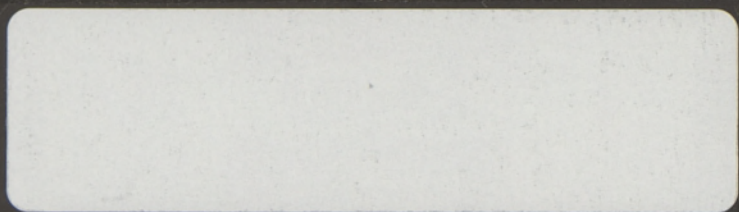
8. Alamkambriumi ladestik (Tiskre, Lükati ja Lontova kihistu). Savi, aleuroliit ja liivakivi.

## AGU- JA ÜRGLADEKOND

9. Ülemproterosoikumi ladestik (vendi settekompleks). Liivakivi, aleuroliit, savi.
10. Alam- ja keskproterosoikum ja ürgladekond. Gneiss, kristalne kilt, graniit jt. kivimid.
11. Lademe piir.
12. Süvamurrangujoon.
13. Geoloogilise läbilõike joon.







# Eesti MINERAALID ja KIVIMID

EESTI AKADEEMILINE RAAMATUKOGU



1 0200 00061594 2



Rbl. 1.30