

A-10702

EESTI NSV MAJANDUSE TEADUSLIKU UURIMISE INSTITUUT
ENSV RIIKLIKU PLAANIKOMISJONI JUURES

A. LUHA

EESTI NSV MAAVARAD

RAKENDUSGEOLOOGILINE KOKKUVÕTLIK
ÜLEVAADE



RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“



A-16102

TALLINNA TELLISTE
TEHAS

EESTI NSV MAJANDUSE TEADUSLIKU UURIMISE INSTITUUT
ENSV RIIKLIKU PLAANIKOMISJONI JUURES

A. LUHA

EESTI NSV MAAVARAD

RAKENDUSGEOLOOGILINE KOKKUVÕTLIK
ÜLEVAADE



847 Puhkuse

RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“
TARTU, 1946



TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

Sissejuhatuseks.

Eesti maavarad on seni leidnud ülevaatlikku käsitlust ainult ühes teoses, nimelt K. Orviku raamatus „Maavarad“ (1933). Selle teose ilmunisest on möödunud juba tosin aastaid, mille jooksul on kogunenud uusi andmeid ja seisukohti. Pealegi ei olnud nimetatud teose ülesandeks käsitleda ainult Eestis leitavaid, vaid ka Eestisse veetavaid maavarasid, mille tõttu esimestele jätkus vähem ruumi.

Käesolev teos seab endale ülesandeks koondada kõik olulised andmed Eesti NSV maavarade kohta, nii et nähtuks nende uurimise seisund. Töö on kavandatud n. ö. keskmise üksikasjalisusega: ta ei taotle mitte viimase kui allika ja peenuse mainimist ega üksikleiuukohtade põhjalikku kirjeldamist, vaid püüab esitada ülevaatlikku materjali, silmas pidades praktilises tegevuses seisvate lugejate vajadusi. Et kõik maavarad kujutavad endast mineraale ja kiviliike, millede esinemine, teke ja koostis on kõige tihedamalt seotud vastava ala geoloogiaga, siis on püütud kõigepealt esitada Eesti geoloogilise ehituse peajooned ja iga maavara puhul selgitada kõigepealt tema geoloogiat. Sellega ühenduses esitatakse ka uurimise ajalugu, millest selgub varude uurimise seisund. Järgnevad mineraloogilis-petrograafilised ja keemilised andmed, millega tihedas seoses on maavara tootmise ja tehnoloogia küsimused.

Käsitlust leiavad mitte ainult juba hästi ning ulatuslikult kasutusele võetud maavarad, nagu põlevkivi ja fosforiit, vaid ka rida seni veel mitte kasutamist leidnud maavarasid, nagu kiltkivi, glaukoniit ja sapropeelid. Käsitletakse ka maavarasid, millede leidumine ei ole veel tõestatud tööstuslikus ulatuses, nagu maaõli ja maagaasid ning metallimaagid. Ei ole välja jäetud ka neid maavarasid, mis enam ei kuulu ENSV piiridesse, nagu kips ja suurem osa diatomiidist, sest uurimisandmed nende kohta on saadud ja säilitatakse Eesti NSV-s.

Juurde on võetud peatükk hüdrogeoloogia kohta, arvestades seda, et põhjavee küsimused omandavad ikka enam ja enam tähtsust tööstuses kui ka üldse majanduslikus elus.

Aine grupeerimises ei ole läbi viidud ei puhtal kujul geoloogilist põhimõtet ega ka puhtal kujul samalaadsete maavarade rühmitamist, vaid on silmas peetud esitamise hõlpsust. Nii on põlevkivide juurde liidetud diktüoneema-kiltkiviga geoloogiliselt seotud glaukoniit ja püriit, turbaga on liidetud terve rida teisi sooja järvesetteid, millede teke on lähedane.

Allikatena on kasutatud peale trükis ilmunud kirjanduse üsna suurel määral käsikirjalisi materjale, nii tööaruandeid kui ka üksikuid analüüsi jm. andmeid.

Neist on enamik mainitud kirjanduse loetelus. Siin ja seal on sisse põimitud autori enda mujal avaldamata tähelepanekuid ja loomulikult on tulnud endal võtta seisukohti, kus neid ei ole olnud või ei ole võimalik olnud ühineda juba väljendatud seisukohtadega.

NSVL rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaan 1946 — 1950 näeb Eesti NSV osas ette põlevkivi toodangu tõusu 1950. aastal 8 410 000 t ja turba toodangu tõusu 319 000 t peale. Teistes maavaradele toetuvates tööstustes tõuseb tsemendi toodang 1950. aastal 160 000 tonnini ja aknaklaasi toodang 1 400 000 ruutmeetrit. Neid toodanguarve tagavad juba seni tuntud ja uuritud vastavate ENSV maapõuevarade tagavarad.

Kuid tegelik ettevõtete projekteerimise ja ehituse töö nõuab põlevkivi, turba, lubjakivide ja klaasiliiva täiendavaid eeluurimisi ja andmete täpsustamisi rakendusgeoloogilises suunas. Sellest järgneb vajadus koostada viisaastaku plaan ka geoloogilisele uurimistöele.

Veel rohkem tuleb rõhutada selle plaani koostamise ja teostamise vajadust, kui arvestada sellega, et mitmed teised tööstusharud vajavad kõrgendatud määral mineraalseid tooraineid. Sellised on näiteks kõigepealt ehitustööstus, kus tehaste, elamute ja teede taastamisel ning ehitamisel on mitmekordselt kõrgendatud nõudmised ehitusmaterjalide suhtes, võrreldes senisega.

Viisaastaku plaan ei tähenda aga mitte ainult seni tuntud ja toodetavate maavarade kasutamise tõusu, vaid ka uute võimaluste selgitamist, uute kasutamiskõlblikkude maavarade avastamist ja nende töötlemismenetluste arendamist — ka selles suunas tuleb mõelda uurimistööde plaanile viisaastaku raamides.

Käesolev teos taotleb täita oma osa selles plaanis, hõlbustades ülevaadet senistest saavutustest ja rõhutades edasisi ülesandeid.

Otseste tõuke käesoleva teose kirjutamiseks andsid Eesti NSV Majanduse Teadusliku Uurimise Instituudi juhid L. Nikitin ja H. Reiman, kes seda tööd on mitmeti hõlbustanud ja abistanud. Neile kui ka paljudele teistele kolleegidele geoloogide ja mäeinseneride hulgast, kellega koos on töötatud Eesti maavarade uurimise alal ja kes kõik on ühel või teisel määral mõjutanud selles kokkuvõttes väljendatud seisukohti, olgu siinkohal öeldud palju tänu.

Autor.

I peatükk.

ENSV geoloogia põhijooni.

A. ORO-HÜDROGRAAFIA JA GEOMORFOLOOGIA.

Piirid. ENSV territoorium on kolmest küljest looduse poolt selgesti piiratud: põhjast piirab teda Soome laht, läänest Liivi laht ja Läänemeri, idast olulises osas Peipsi ja Pihkva järve veteväli. Järve ja Soome lahe vahemikus on looduslikuks piiriks Narva jõgi. Ainult lõuna ja kagu pool ei saa tõmmata piiri mingisuguste teravate looduslike kude tunnuste järgi, vaid siin tuleb arvestada ajaloolisi ja etnograafilisi andmeid.

Geograafilised koordinaadid. Nende piiride äärmised punktid on järgmised: põhjas Purekkari neem Pärисpea poolsaarel $59^{\circ}40'$ põhjalaiust, lõunas Naha küla Peetri jõel $57^{\circ}30'$ põhjalaiust, läänes Nottama saar $21^{\circ}46'$ idapikkust (Greenwich'ist), idas Narva jõgi Narva linnas $28^{\circ}12'$ idapikkust.

Pindala. Pindala on ümmarguselt $45\,500\text{ km}^2$, millest 4200 km^2 ehk $9,1\%$ kuulub saartele, kuna 2200 km^2 ehk $4,8\%$ on järvede all. Suurimad kaugused on järgmised: idast läände 350 km ja põhjast lõunasse 240 km .

Kõrgussuhted. Kõrgeimaks punktiks ENSV-s on Suur Munamägi Haanjas — 317 m üle merepinna. Selle punkti ümbruses levib umb. 260 km^2 suurune ala, mis ulatub kõrgemale 200 m samakõrgusjoonest. Peale selle on ainult Otepää ümbruses mõned mäetipud kõrgemad kui 200 m . Üle 100 m samakõrgusjoone ulatuvaid alasid leiame peale Haanja kõrgustiku veel Otepää ümbruses, Pandiveres ja vähemal määral Sakalas, kokku umb. $3000\text{—}4000\text{ km}^2$ ulatuses. Seega jääb valdav osa, umb. $9/10$ pindalast, allapoole 100 m samakõrgusjoont (vt. kõrguste kaart). 100 m samakõrgusjoon märgib ENSV territooriumil seega hästi ära kõrgustikud, mis moodustavad pinnaehituse suurvormid ja sisaldavad väikevormide komplekse, peamiselt jääaegse algupäraga. Need neli kõrgustikku määravad ära veelahkmed. Nende ümber koondub terve rida tekke-
loolisi küsimusi ENSV kvaternaargeoloogia alalt.

Tekkelooliselt on aga mitte vähem tähtsad neid kõrgustikke lahutavad nõod: Navesti jõe—Võrtsjärve—Emajõe nõgu, Väike-Emajõe—Võrtsjärve nõgu, Koiva jõe—Võru—Räpina nõgu ja Narva jõe madalik.

Et pinnamood on suuremalt osalt väga tasane ja iselised kõrgused väikesed, siis on suur osa maast soostunud ja jõgede uuristustöö nõrgalt arenenud.

Vooluveed. ENSV kõrguste kaardilt nähtub selgesti, et valdav osa jõgedest lähtub Pandivere kõrgustikult, suundudes igasse ilmakaarde. Siit lähtuvad kõik Soome lahe vesikonda kuuluvad jõed, aga ka suurimad läände ja edelasse suunduvad jõgikonnad — Kasari ja Pärnu — saavad siit oma alguse. Samuti saab Emajõgi siit oma suurimad lisajõed. Emajõe lähted ja lõunapoolsed lisajõed pärinevad Otepää kõrgustikult. Haanja kõrgustik toidab peamiselt Piusa jõge, kuna Sakala kõrgustikult lähtuvad mõned vähemad lisajõed Pärnu jõe süsteemi ja Võrtsjärve.

Peipsi järve basseini kogub hulgalt kõige suurema pinnavete koguse, saades neid mitte üksnes läänest ENSV alalt, vaid ka idast, Leningradi oblastist.

Suurem osa ENSV jõgedest on väikesed, pigem ojad kui jõed, ja nad kuivavad põuasel aastaajal peaaegu täiesti. See osutab lätete veevähusele. Teisest küljest aga tõusevad suurvee ajal jõed tunduvalt üle kallaste. See ei toimu mitte ainult kevadel, vaid ka suvel suurte vihmade järel ja sügisel. Laevatavad on ainult Narva jõgi, Emajõgi ja Pärnu jõe alamjooks. Metsaparvetamine toimub ka mõnedel teistel jõgedel.

Jõeorud. Geoloogilisest seisukohast on oluline mitte ainult vooluvete võrgu kujunemine, selle seos kõrgustikkudega ja veelahkmed kui piirid valgalade vahel, vaid ka jõeorgude väljakujunemine nii nende piki- kui ka põikprofiili suhtes.

Jõeorgude väljakujunemine ENSV-s voolavatel jõgedel on üldiselt nõrk, mis osutab jõgede noorusele. Milgi kombel ei või siin, eriti Põhja-Eestis, väita, et jõgede ülemjooksud oleksid karedavoolulised ja kulgeksid salkorutaliselt väljakujunenud orgudes. Enamasti on tegemist väikeste ojadega üsna vähe süvendatud sängides, kust pealegi kuivadel suvedel vesi peaaegu kaob.

Lõuna-Eestis on olukord teataval määral teine. Jõgedel ja ojadel, mis voolavad Otepää ja Haanja kõrgustikult, on suurem kõrgustevahe piki-profiili väljatöötamiseks. Siin leiame kohati tõepoolest kiirevoolulisi jõgesid kitsastes järsuveerulistest sängides, mis on moodustunud kas devoni liivakividest aluspõhjas või pinnakattes. Sageli kasutavad need jõed aga ka hästi väljakujunenud lamm- ja uurdeorge. Nende jõgede

veehulka orgude mõõdetega võrreldes on selge, et need orud ei ole praeguste jõgede uuristatud, vaid on palju võimsamate vooluvete töötulemus, ilmsesti jääaegset algupära.

Eri rühma moodustavad Soome lahte suubuvad jõed: need voolavad oma alamjooksul sageli sügavates kanjonitaolistes orgudes, mida on uuristanud joad. Need joad kujunevad kõnealuste jõgede langemisel üle paekalda-astangu, milline astang on tähelepanuväärsemaid ja ulatuslikumaid pinnavorme mitte ainult ENSV-s, vaid ka naabruses asuvas Leningradi oblastis. Selle paekalda-astangu tähendusel peatume veel alamal, aluspõhja käsitlemisel. Siin olgu osutatud sellele, et jugade tekkimisele ja nende uuristustööle aitab kaasa paekalda-astangu koostis: alumises osas koosneb ta pudedast liivakividest, ülemises kõvadest lubjakividest. Selle asjaolu tõttu kujunevad nn. Niagara tüüpi joad. Langev vesi õõnestab alt pudedaid liivakive, ja lubjakivid, kaotades toe, langevad järele, paljastades ikka uusi järke uuristustööle. Jugade uuristatud haudmikorgude pikkus on umbes $\frac{1}{2}$ —1 km. See haudmikkude vähene pikkus ja nõrk orgude kujunemine ülemjooksul osutavad ENSV jõgedesüsteemi noorusele, mis on kooskõlas sellega, mida teame kvaternaargeoloogilise ajaloo kohta meie maal.

Jõeorgude väljakujunemisel on üsna tähtis osa olnud kihtidel, millele jõed voolasid: et peamiselt Lõuna-Eestis jõeorud on paremini välja kujunenud, tuleneb muude põhjuste hulgas sellest, et Lõuna-Eesti aluspõhja moodustavad pudedad devoni liivakivid. Need on olnud kergemini uuristatavad kui Põhja-Eesti aluspõhja moodustavad paed.

Veejõud. Sisevete uurimise andmeil on ENSV jõgede keskmine aastane võimsus 143 600 kilovatti, millest 1940. a. kasutati ära 27 500 kilovatti. Kui arvestada jõgesid, mille keskmine aastavõimsus on üle 10 kilovatti kilomeetril, siis on Soome lahe valgala jõgede võimsus 20 347 kilovatti, millest kasutatakse ära 4970 kW; Liivi lahe valgala vastavalt 9874 ja 1541 kW ja Peipsi järve ning Narva jõe vesikonnas vastavalt 77 699 ja 15 599 kW.

Üksikutest jõgedest seisab kaugel esikohal Narva jõgi 70 000 kW-ga, millest kasutatakse ära 13 745 kW. Peaaegu kümme korda väiksem on Pärnu jõe võimsus — 7188 kW, millest kasutatakse ära 1308 kW. Kolmandale kohale tuleb Jägala jõgi 4365 kW-ga, millest kasutatakse ära 2874 kW.

Pinnaehitus. Suuremad kõrgustikud, millele ülemal osutasime kui põhilistele ENSV pinnamoes, on õieti kompleksed selles mõttes, et nad suurelt osalt koosnevad pinnamoe väikevormidest. Nende kirjeldamisel

ja rühmitamisel on iselised kõrgused vähem tähtsad kui suhtelised, sest viimased iseloomustavad paremini nende tähendust maastikus.

Kõige sagedamini esinevad mitmesugused künnised, seljakud, voored, künkad, kuplid, astangud, lited, aga ka sälk- ja uurdeorud, ürgorud ja vähemad lohud ning lehtrid. Suhteline kõrgustevahe nende väikevormide juures kõigub mõnest kuni mõnekümne m-ni. Harva ületab ta 50 m. Nende vormide üksikasjaliseks iseloomustamiseks on vaja andmeid põik- ja pikilõike, põhikuju, veerude kaldenurga ja koostise kohta.

Valdavas enamikus on need väikevormid tekkelt pinnakatte moodustised ja kuuluvad jääaega. Harvemini esineb nende väikevormide koostises ka aluspõhja kihte. Negatiivsed pinnavormid — orud ja nõod — on sageli uuristatud aluspõhjas. Kõiki neid pinnavorme on otstarbekam kirjeldada ühenduses pinnakatte koostise ja aluspõhja kihtide kirjeldusega. Siinkohal osutame ainult sellele, et enamikus need pinnamoe väikevormid ei esine mitte üksikult, vaid rühmadena, moodustades iseloomulikke maastikke. Sellised on Otepää ja Haanja künklikud maastikud, vooremaastikud põhja pool Tartut ja põhja pool Võrtsjärve, pikad seljakute read Tapa ja Rakvere ümbruses jne.

Täiesti tasasena, ilma kõrgendikkude ja nõgudeta esineb ENSV pinnamood eeskätt Põhja-Eestis paepealsetel ja rannikualadel, kus merelained on teinud tasandavat tööd. Laialt on levinud ka peaaegu laudtasased soostunud alad mitmes ENSV osas.

B. ALUSPÕHI.

ENSV aluspõhja kihte võib tundma õppida arvurikastel ja väga headel paljanditel, mis aga siiski ei ole ühtlaselt jaotatud üle kogu ala. Kõige suurejoonelisem neist paljandeist on Põhja-Eesti paekallas (klint) Soome lahe lõunarannikul. Seal, kus see paekallas puutub kokku merelainetega, on paljandumine kõige täiuslikum. Nii võib näiteks Pakerordi neemel näha täiesti puhast profiili umb. 25 m tüseduses. ENSV idaosas tõuseb paekalda kõrgus 56 m-ni (Ontikal), kuid siin ei ole kogu see kõrgus paljandunud: paekalda jalamil kuhjub allavarisevate kihtide rusu ja katab alumise osa kinni. Seal, kus paekallas rannast kaugeneb, kasvab see rusukalle seevõrra, et muudab järsu paekalda-astangu vähem järsuks kallakuks ilma paljanditeta. Ainult kaevamiste ja puurimistega võib kindlaks teha, et seal esinevad samad kihid, mis paljanditelgi.

Vaatamata sellele osalisele mattumisele näitavad paekalda paljandid kogusummas väga selgesti ja maaliliselt aluspõhja kihtide iseloomu ja nende asetust meie alal. Siin on otse silmaga näha, kuidas mitmesaja km

ulatuses (ENSV territooriumil üksi umb. 300 km) läänest itta mitmesugused aluspõhja kihid — saued, liivakivid, kiltkivid, lubjakivid — on asetatud peaaegu täiesti rõhtsalt, ilma suuremate riketeta.

Samalaadseid rannikupanke leiame veel Saare- ja Muhumaa põhjarannikul (osalt ka Kirde-Muhus ja Loode- ning Lääne-Saaremaal). Ka kaugemal sisemaal leidub vanu ranna-astanguid samalaadsete paljanditega. Loomulikult paljandeid leiame veel orgude veerudel, jõgede ja ojade sängides ning kallastel. Peale selle esineb laiadel aladel Loode- ja Põhja-Eestis ning saartel aluspõhja kihte peaaegu ilma pinnakatteta (loopealsed). Neil aladel leiame sageli paemurde.

Alamaltoodud tabel ja juurdelisatud koondprofiil näitavad, et mitte kõik aluspõhja kihid ei avane ENSV territooriumil ja ei või seega esineda ka paljandeis. Osa sügavamaid settelisi kihte ei paljandu kusagil Eestis, seda vähem veel nendega kaetud kristalsed kivimid.

Selles kihikompleksis kõige sügavamal asuvad kristalsed kiviliigid tuletavad meelde Skandinaavia leiukohtade skarni. Ei ole kahtlust, et enne alamkambriumi ja kõigi järgnevate kiviliikide settimist meie alal levis arheiliste kristalsete kiltkivide ja purskekivimite massiiv, jätkuna Fennoskandia massiivile. Eelkambriumis selle massiivi pind oli kulumisaluseks pinnaks väga pika aja jooksul geoloogilises mõttes. Tänapäeval on tema pealispind, mis sarnaneb Soome kaljuküngaste-rikka pinnaehitusega, maetud sügavale setekivimite alla. Erinevuseks selle maetud pinna ja Fennoskandia maapinna vahel on asjaolu, et viimane on kaotanud pea kõik, mis temal oli murenenud, jääaja kulutustöö läbi, kuna meie alal maetud eelkambriumiline kristalsete kiviliikide pind on murenenud kuni paarikümne meetri sügavuseni.

Lk. 10—12 toodud tabelis 1 on kokkusurutud kujul antud märkusi loendatud kihtide tekke kohta. Olgu siinkohal lisatud sellele veel mõnda.

Tabelist on näha, et kristalsetel kivimitel lasub alamkambriumi savide ja liivade kihirühm enam kui 200 m paksuses. Tekib küsimus, kust on pärit see tohutu kivimite kulumissaaduste hulk. Vastuse sellele küsimusele leiame, kui võtame arvesse, et eelkambriumis tekkis Fennoskandia loodeosas nn. Huroni kõrgmäestik. Et seda kõrgmäestikku enam ei ole, siis on selge, et ta allus intensiivsele kulumisele otse järgnevatel geoloogilistel ajajärkudel ja et osa neid kulumissaadusi settis meie alal.

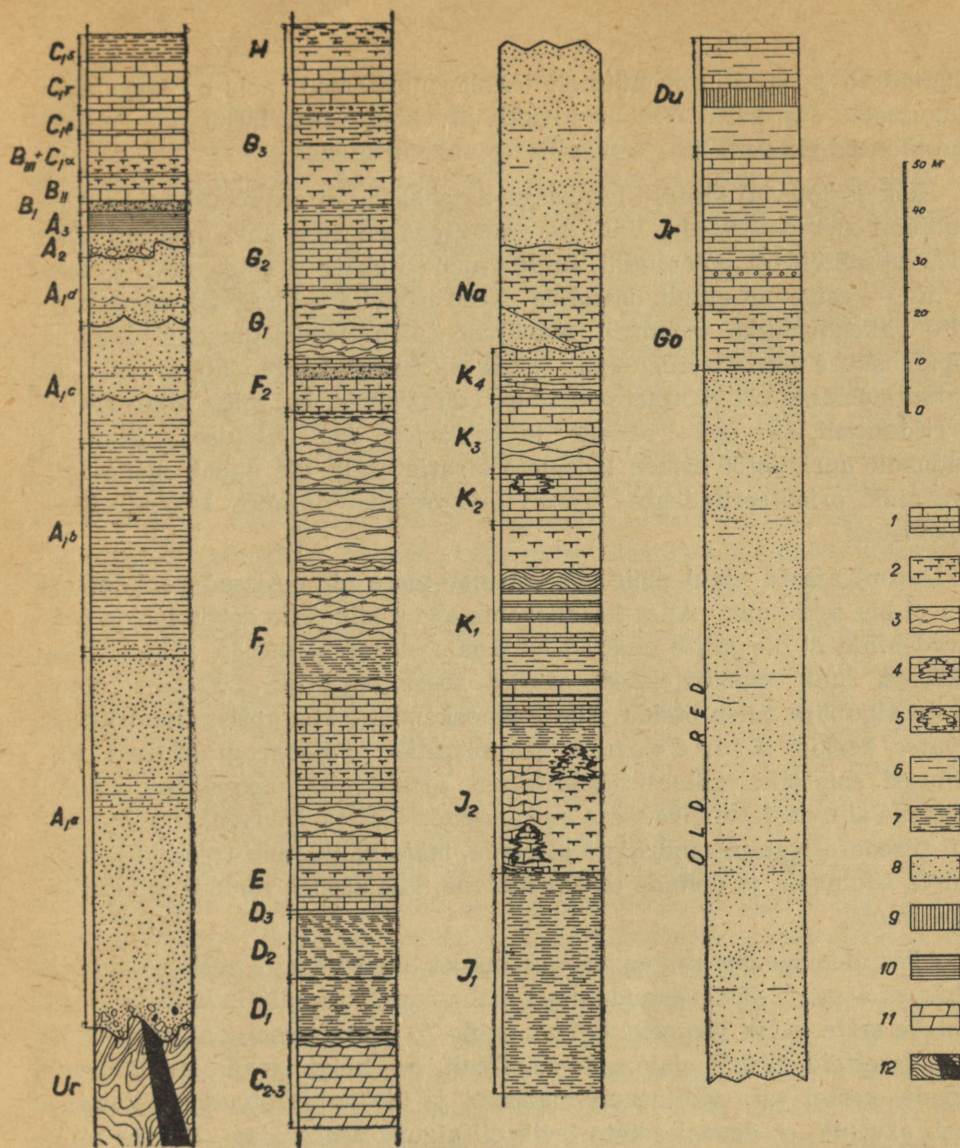
Kesk- ja ülemkambriumi ajal meie alal ei tekkinud setteid: vastavaid kihte me siin ei leia. Alles pealetungiv ordoviitsiumi meri toob jälle tähelepanndava seeria mandritekkeseid setteid. Need on *Obolus*-liivakivi, diktiõneemakilt ja glaukoniitliiv. Nende kihtide seos üksteisega, asetus-

Tabel 1. Eesti NSV paleozoilise aluspõhja lademed.

Ladestu	Ladestik	Tingmärk	Lademe nimetus	Paksus	Kivimi kirjeldus	Tähtsaid leiukohti	M ä r k u s i (teke, fauna jne.)
D E V O N	Ülem-		Dubniki	15 +	Mergliit, savisid, kipsi ja selle lahustusjääke, lubjakive	Dubniki, Smolka	Taganeva ülemdevoni mere laguunsetted
			Irboska	32	Lubjakive ja mergleid	Irboska	Mitmekesise faunaga meresetted (ilma peajalgseteta)
			Gorodištše	14	Mergeldolomiite, dolomiite ja liivakive		Pealetungiva devoni mere laguunseteid
	Kesk-		„Old Red“	200 +	Punaseid ja valkjaid pudedaid liivakive, kirjusid ja halle sauesid	Tartu, Tamme küla, Haaslava, Vastseliina	Kontinentaallaguunsed setted suurte rüükalade faunaga (artrodiirid)
			Narva jõe, Pärnu-Navesti	20	Dolomiitmergleid, sauesid ja liivakive (enamasti pudedaid)	Tori, Tamme, Gorodenko oja	Läheneva keskdevoni mere laguunseteid vana maismaa floora ja kalade faunaga
G O T L A N D I U M	Ludlow	K ₄	Ohesaare	10	Lubjakive ja mergleid, osalt lubjaliivakive	Ohesaare pank	Taanduva gotlandiumi mere setted selgrootute ja kalade faunaga
		K ₃	Kaugatuma	15	Krinoidlubjakive ja mergleid, osalt dolomiitmergleid	Kaugatuma pank, Muratsi, Kasti	
		K ₂	Paadla	10	Lubjakive, osalt rahulubjakive	Paadla, Atla, Pähkla, Uduvere	Gotlandiumi mere setted mitmekesise ja rikka faunaga
		K ₁	Kaarma	65 +	Mergeldolomiite, lubjakive ja sauesid	Kaarma, Viita, Vesiku, Himmiste	
	Wenlock	J ₂	Jaagarahu	20 +	Idas plaat- ja rahudolomiite, läänes lubjakive, rahulubjakive ja -dolomiite	Üügu pank, Kurese; Saaremaa põhjaosa kõvikud	Laguunsetted omapärase mero-stoomide (<i>Eurypterus</i>) ja vanimate kalade faunaga (ostrakodermid)
		J ₁	Jaani mergel	40 +	Mergleid ja dolomiitmergleid	Jaani, Muhu, Uisu, Panga, Suuriku	Gotlandiumi madal mere setted rohkete rahumoodustistega
							Madal mere setted rikkaliku, kuid väikesekasvulise faunaga; palju mandritekkset setet

GOTLANDIUM	Llandoverý	H	Adavere	15 +	Dolomiite, auklikke dolomiite ja purddolomiite (viimased hüdäto-termiliselt moondatud, raua-, plii- ja tsingisulfiididega ning ränimügarikega)	Adavere-Põltsamaa, Tamme	Sekundaarselt moondatud dolomiidid <i>Pentamerus estonus'e</i> faunaga
		G ₃	Raikküla	30	Dolomiite ja peeneteralisi lubjakive, osalt ränimügarikega	Järva-Jaani, Raikküla, Vodja, Paide, Jõgeva	Ühe käsijalgse liigi rõhuv ülekaal faunas
		G ₂	<i>Borealis</i> -(Tamsalu)	15	Lubjakive ja dolomitistunud lubjakive (koosnevad <i>Pentamerus borealis'e</i> kaante rusust)	Tamsalu, Rakke, Karinu	
		G ₁	Juuru	10	Punakirjalisi lubjakive, dolomitistunud lubjakive ja mergleid	Juuru	
		F ₂	Porkuni	10	Lubjakive ja dolomiite, osalt rahulubjakive ja liivakive	Porkuni, Härgla, Vohilaid	
ORDOVITSIUM	Caradoc	F ₁	Saaremõisa	90	Lubjakive ja mergellubjakive	Saaremõisa, Vormsi, Kose, Moe, Kuivajõe, Viskla, Tapa, Oandu	Kompleksne lade, mitte küllaldaselt paljandunud
		E	Rakvere	12	Peeneteralisi lubjakive	Määra, Voore, Rakvere, Munalaskme, Pagari, Oandu	Läänes krinoidide ja tsüstiitide rahumoodustisi
	Llandeilo	D ₃	Vasalemma	10	Läänes tsüstiit- ja krinoid-lubjakive, idas lubjakive, lubjalliivakive ja mergleid	Vasalemma, Uksnurme, Oandu	
		D ₂	Keila	15	Merglilisi, osalt dolomiitjaid lubjakive	Keila, Alliku, Pääsküla, Salre	
		D ₁	Jõhvi	15	Mergellubjakive	Madise, Pääsküla, Aluvere, Jõhvi	
		C ₃	Idavere	30	Lubjakive, bituumseid ja merglilisi lubjakive põlevkiviga	Kiviõli, Kohtla, Kukruse	
		C ₂	Kukruse				
	Arenig	C _{1δ}	Uhaku	5	Õhukesekihilisi merglilisi lubjakive ja mergleid	Lasnamägi, Purtse, Uhaku	Sinirohelistete vetikate rikkalik areng
		C _{1γ}	Lasnamäe	10	Hästi kihitatud ehituslubjakive, osalt dolomiite	Lasnamägi, Paldiski, Narva	
		C _{1β}	Aseri	0,2—3,0	Plaatlubjakive, osalt ooliite	Paekallas alates Pakeror-dist kuni Sillamäeni	
Karbonaatseid meresetteid mitmekesise ja rikkaliku fauna ja flooraga							

	Ladestu	Ladesük	Tingmärk	Lademe nimetus	Paksus	Kivimi kirjeldus	Tähtsaid leiukohti	Märkusi (teke, fauna jne.)
ORDOVIITSIUM	Arenig	B _{III}		Kunda (<i>vaginatum</i> -)	kuni 5	Lubjakive lamava ooliidiga	Pankrannik, alates Pakerordist kuni Sillamäeni	Karbonaatsed meresetted rikka faunaga
		B _{II}		<i>Megalaspis</i> - (glaukoniit-lubjakivi)	kuni 4	Glaukoniiti sisaldavaid lubjakive ja dolomiite	Nagu eelmine	
	Tremadoc	B _I		Glaukoniit-liiv	kuni 5	Liivakivi ja savikas liivakivi (pude)	Pakerort, Rannamõisa, Suhkrumägi, Aseri, Päite, Saka-Ontika	Pealetungiva ordoviitsiumi mere terrigeensed setted
		A ₃		Diktüoneemakilt	kuni 5	Bituumne savikilt	Pakerort, Rannamõisa, Tallinn, paekallas	
		A ₂		<i>Obolus</i> -liivakivi	kuni 16	Liivakive <i>Obolus</i> -konglomeraatidega	Pakerort, Tiskre, Suhkrumägi, Ülgase, Valkla, Tsitri, Aseri, Saka-Ontika	
							Tiskre, Pakerort, Supurui, Kunda, Aseri, Toila	
KAMBRIUM	Alamkambrium	A _{Id}		<i>Diplocraterion</i> -(fukoid-) liivakivi	kuni 9	Räniliivakive, pudedaid		Alamkambriumi mere terrigeensed setted
		A _{Ic}		Eofüüton-liivakivi	14	Liivakive ja sauesid	Kakumäe, Suhkrumägi, Aseri, Päite	
		A _{Ib}		Sinisau	kuni 100	Sau vähese liivakiviga	Kopli, Kunda, Aseri, Päite	
		A _{Ia}		Liivakive	kuni 90	Liivakive vähese sauega	Ei paljandu ENSV piirides	
ARHAIKUM				Kristalseid kivimeid		Kristalseid kiltkive ja pegmatiite maakidega		



1. joon. Eesti NSV aluspõhja koondprofiil. Märkide seletus: 1 — lubjakivi; 2 — dolomiit; 3 — mergiline lubjakivi; 4 — rahulubjakivi; 5 — rahu-dolomiit; 6 — savi; 7 — mergel; 8 — liivakivi; 9 — kips; 10 — kiltkivi; 11 — Kukruse ja Idavere lademe kivimid; 12 — kristalne aluspõhi. Ur — eelkambriumilised kivimid; \$A_{1a}\$ — alamkambriumi liivakivid; \$A_{1b}\$ — sinisau; \$A_{1c}\$ — eofiüton-liivakivi; \$A_{1d}\$ — *Diplocraterion*- (fukoid-) liivakivi; \$A_2\$ — *Obolus*-liivakivi (ordoviitsiumi põhi); \$A_3\$ — kiltkivi (diktüoneemakilt); \$B_I\$ — glaukoniit-liivakivi; \$B_{II}\$ — *Megalaspis*-lade; \$B_{III} + C_{1\alpha}\$ — *vaginatum*-lubjakivi; \$C_{1\beta}\$ — Aseri lade; \$C_{1\gamma}\$ — Lasnamäe lade; \$C_{1\delta}\$ — Uhaku lade; \$C_{2-3}\$ — Kukruse ja Idavere lade; \$D_1\$ — Jõhvi lade; \$D_2\$ — Keila lade; \$D_3\$ — Vasalemma-Oandu lade; \$E\$ — Rakvere lade; \$F_1\$ — Saaremõisa lade (ordoviitsiumi lõpp); \$F_2\$ — Porkuni lade; \$G_1\$ — Juuru lade; \$G_2\$ — Tamsalu lade; \$G_3\$ — Raikküla lade; \$H\$ — Adavere lade; \$J_1\$ — Jaani lade; \$J_2\$ — Jaagarahu lade; \$K_1\$ — Kaarma lade; \$K_2\$ — Paadla lade; \$K_3\$ — Kaugatuma lade; \$K_4\$ — Ohesaare lade; \$Na\$ — Narva jõe lade (keskdevoni algus); „Old Red“ — Tartu ja Vastseliina lade; \$Go\$ — Gorodistše lade; \$Ir\$ — Irboska lade; \$Du\$ — Dubniki lade.

Koostamisel on kasutatud käsikirjalist profiili A. Öpik'u, K. Orviku jt. koostööl.

tingimused ja koostis on mitmeti tähelepanuväärsed: neis on koondatud biogeenset fosforiiti (*Obolus*-liivakivis), biogeenset bituumi ja püriiti (diktüoneemakildas) ja glaukoniiti (glaukoniitliivas).

Kõik järgnevad kihid, tüsedusega üle 400 m, on ordoviitsiumi ja gotlandiumi merede setted. Väheste eranditega on need karbonaatsed kivimid, lubjakivid ja dolomiidid, milles mandritekkese elemendid — savi ja liiv — esinevad ainult lisandina. Need lisandid mõjutavad ometi kivimite rakenduslikke omadusi, seepärast tuleb nende omadusi tundma õppida suure üksikasjalisusega. Seda ülesannet kergendab asjaolu, et teatud lademetes või vöötmete omadused on püsivad, kui mitte kogu ENSV territooriumi, siis ometi sadade ja tuhandete km² ulatuses. Seetõttu teaduslik uurimistöö nende lademetes stratigraafia üle annab meile juhtiva niidi orienteerumiseks teatud leiukohtade kivimite rakenduslikes omadustes.

Devoni ajastu algul meie ala vabaneb mere alt. Alamdevoni setteid siin ei ole tekkinud. Alles keskdevonis algab siin jälle settimine ja tekivad kihid ei ole mitte omased normaalsoolsusega merele. Jälle kuhjub määratu hulk mandritekkese setteid tüsedusega üle 200 m. Nende setete algupära tuleb otsida jälle Fennoskandias, kus gotlandiumi lõpust arvates kerkis Kaledoonia kõrgmäestik. Paleogeograafilised tingimused, mis siin valitsesid keskdevoni ajastul, on omapärased: algul esinevad siin pealetungiva mere laguunsetted (Narva jõe lade), need kattuvad tüsedate laguunmandriliste setetega, mida nähtavasti tuleb kujutleda suurte vooluvete ja deltade moodustistena, kus areneb ainulaadne rüüklade fauna.

Alles ülemdevonis ujutas osa ala kagust üle meri, mis püsis suhteliselt lühikest aega ja jättis taandumisel maha kipsi kui väljakuivavate mere- ja jõgede sette. Kõik järgnevad vana, kesk- ja uue aegkonna ajastud ei ole jätnud setteid ENSV alale. Tõenäolikkult on kõigi nende mõõtmata aegade kestel siin valitsenud maismaa ja ülekaalus olnud kulutamine. Peab arvama, et devoni setete levik oli algupäraselt laiem, kui me nüüd näeme — puuduv osa on nende pikkade aegade jooksul ära kantud. Kahtlemata on ka aluspõhja pinnavormid kujundatud suurelt osalt sel ajal.

Aluspõhja asetus. Et saada kujutlust aluspõhja kihtide asetusest, tuleb eespool-toodud lademetes tabeli kõrvaltada nende avamuste kaardiga, mis on käesolevale teosele juurde lisatud.

Siin on kerge tähele panna, et lademetes avamused Põhja-Eestis esinevad kitsaste ribadena, mis vaatamata teatavale looklemisele on üldiselt

suunatud läänest itta. See näitabki juba aluspõhja kihtide rõhtsuunda, välja arvatud devoni kihtide oma.

Languse suunda saab määrata järgmiste kaalutluste abil: me näeme, et kambriumi kihtide avamus võtab enda alla põhjaranniku; neile järgnevad lõuna poole üksteise järele järk-järgult nooremate ordoviitsiumi ja gotlandiumi lademetes avamused. See on ainult sel juhul võimalik, kui kallaku suund on lõunasse (rikkumata kihtide puhul). Langusnurga suurust kaardi järgi määrata ei saa: ta on määratud puurimisandmete abil ja on väga väike — $\frac{1}{4}^{\circ}$ ehk 3—4 m kilomeetril. Devoni kihid ei ole asetatud gotlandiumi kihtidega rööbiti. Devoni avamuse põhjapoolne piir lõikab gotlandiumi ja ordoviitsiumi lademetes piire terava nurga all. See osutab asjaolule, et devoni kihtide rõhtsuund ei ole sama, mis vanematel kihtidel: devon lasub gotlandiumil transgressiivselt. Tema rõhtsuund meil on kirdest edelasse ja langusnurk arvatavasti natuke suurem kui vanemal kihtidel. Täpselt ei saa seda määrata küllaldaste puurimisandmete puudumise tõttu. Kallaku suund on tõenäolikult kagusse.

Neist andmeist esineb kohalikke lahkuminekuid: võib tähele panna nii suuremaid kui ka vähemaid kallakuid. Ninase pangal Saaremaal võib näiteks mõõta kuni 9° -list kallaknurka lõuna suunas umb. 1 km ulatuses. Põlevkivialal on puurimisandmeil avalikuks tulnud mõnesuguseid ebakorrapärasusi kihtides asendis — on vähemaid kohre ja vaondeid ning üksikuid üsna tunduvaldavaid käändeid (fleksuure), ka murranguid. Toila lähedal võib paekaldas kõrgel ülal, nii et seda ainult eemalt merelt saab vaadelda, märgata tunduvalt riket paekihtides. Üldise kallaku kõrval lõuna suunas võib paekalda kihtides jälgida nõrka alanemist nii läände kui idasse: sinisaue ülemine pind, mis Kunda ja Aseri piirkonnas on merepinnast üle 20 m kõrgemal, alaneb merepinnast madalamale nii Tallinna juures kui Narva lähedal. See osutab üsna lamedale kohrule, mille moodustavad ENSV aluspõhja kihid, teljega põhja—lõuna suunas. Kõik see näitab, et üksikuil kitsamail aladel tuleb üsna täpselt kindlaks teha kihtide iga-kordne asend; suurematel kaugustel näivad aga need ebakorrapärasused tasanduvat ja arvestuste aluseks sobib ülaltoodud $\frac{1}{4}^{\circ}$ -line langusnurk lõuna suunas üsna hästi. Suuremad rikked, mis osutaksid tugevamatele mäetekkelistele sündmustele ENSV alal, puuduvad siin täiesti.

Ülalloetletud vähemad kõrvalekaldumised täiesti korrapärasest asetusest tuleb panna vähem intensiivsete pingete arvele maakoos. Need pinged on rohkem epirogeneetilist kui orogeneetilist laadi. Ühenduses sellega tuleb osutada diaklasside — püstlõhede — süsteemile, mis läbivad kogu setekivimite massiivi, eriti silma torgates ordoviitsiumi ja

gotlandiumi lubjakivides ning dolomiitides. Võib tähele panna kahte süsteemi püstitõhesid: vähem silmatorkavad on N—S lõhed, mis on seotud nendega risti asetsevate O—W lõhedega; rohkem välja kujunenud on NW—SO lõhed, millega on seotud NO—SW lõhed.

Need lõhede süsteemid omavad rakenduslikku tähtsust mitmes suhtes: nad kergendavad näiteks kivimurdude rajamist ja ehituskivide formadistamist; nad muudavad iseendast läbitamatu lubjakivi vett sisaldavaks kivimiks. Selle tagajärjeks omakorda võib lugeda karstinähtuste arenemist, mis ENSV-s on kaunis laialdaselt levinud.

Lõpuks, et geoloogilise ajaloo rahulikkude käiku meie alal teataval määral on häiritud, selle tunnuseks tuleb pidada ka hüdrotermilise päritoluga polümetalliliste maakide olemasolu (Viljandimaa põhjaosas).

Üldises kokkuvõttes peab siiski möönma, et kõik need rikked ja nende tekkimisel teotsenud jõud on olnud vähe olulised, sest tulemuseks ei ole olnud setete suuremat moonet. Nii on alamkambriumi sinisau niisama pehme ja plastiline kui jääaegsed ja pärastjääaegsed saued ega näita kalduvustki muutuda savikildaks. See osutab üldiselt tektoonilisele rahule kogu geoloogilise aja jooksul, alates kambriumist.

C. PINNAKATE.

Nagu ülemaal juba tähendatud, on aluspõhja paljandid levinud väga ebaühtlaselt. Selle põhjuseks on asjaolu, et aluspõhja kihtide pind on kaetud pinnakatttega, mille paksus kõigub väga suurtes piirides. ENSV põhjaosas ja saartel esineb sageli paepealseid (alvareid), s. o. alasid, kus aluspõhja paate pind ei ole üldse kaetud või on kaetud ainult õhukese mullakorraga. Valdavas osas koosneb pinnakate aga irdkivimeist (lahtisist, pudedast kiviliikidest), nagu liiv, savi, kruus ja nende segu mitmesuguses vahekorras, samuti ka soosetteist — turbast, sapropeelist, merglist, ookrist jne. Pinnakatte paksus ei ole sageli suurem kui 1—2 m, tõuseb aga ka 4—5 m-ni ja võib vastavate pinnavormide esinemisel olla ka mõnikümmend meetrit.

Tekkeliselt on pinnakate kõige viimaste ja võrdlemisi üsna lühikeste geoloogiliste ajajärgude — jääaja ja pärastjääaja (ühise nimetusega kvaternaar) — moodustis.

Pärastjääaja kestust meil võib arvata ümmarguselt 10 000 aastale, jääaja pikkust aga tema mitme jääaja ja jäävaheajaga hinnatakse 650 000 aastale. Võrreldes ajaga, mida arvatakse möödunud olevat kambriumi algusest — 500 miljoni aastaga, on need üsna lühikesed ajajärgud.

Sellest hoolimata on pinnakattel meie maa geoloogias suur tähtsus nii teoreetilisest kui ka praktilisest seisukohast. Pinnakatte kihtide abil saab geoloogiliste sündmuste käiku selgitada sellise üksikasjalisusega, millist on võimatu saavutada vanemate kihtide suhtes; nad sisaldavad küllalt maavarasid, nagu ehitusmaterjale ja kütteaineid; neil on peale selle suur tähtsus põllumajanduses, sest nad moodustavad pinnaste aluskihi.

Jääaeg. Jääaeg on mõjutanud Eesti pinnaehitust kahte viisi: ta on kulutanud varemtekinud aluspõhja sel ajal, kui määratu paks mannerjääkate liikus üle meie ala, ja jätnud maha kuhjatisi, kui see jääkate sulas.

Jääkate kulutamistöö ei ole meile veel selge kõigis üksikasjades: meie ei tea, milline täpselt oli Eesti pinnareljeef enne jääaega ja milliseid muudatusi tõi sellesse jää kulutustöö. On näiteks kindel, et aluspõhja uuristati sügavaid vagumusi, et temast prepareeriti välja kõvemaidsid osasid, mis jäid püsima kõrgendikkudena (kõvikutena). Süvendid aga mattusid hiljem jääst maha jäetud setete alla, nii et neid praegustes pinnavormides ei ole enam sugugi märgata. Sama võis juhtuda ka kõvikutega. Ainult osaliselt on nii süvendid kui ka kõrgendikud nähtavad ja tõlgendatavad jääaegsete pinnavormidena.

Üksikutel puurimistöödel on aga üsna juhuslikult avastatud, et paiguti on aluspõhjas kuni 100 m sügavuseni lohke, mis on täidetud jääaegsete setetega (Vääna jõesuu, Sõrve poolsaar). Seetõttu on meie geoloogilise uurimise üheks ülesandeks selgitada täpsemalt, kui tüse on kusagil pinnakate ja missugune on õieti meie aluspõhja pinnareljeef. See on tarvilik eeskätt insenerigeoloogilistele küsimustele vastamiseks, aga ka pinnakattega seotud maavarade selgitamiseks.

Paljudes kohtades on mannerjää kulutustöö tagajärjed nähtavad otse pinnavormides: eeskätt on need ürg- ja uurdeorud, mis levivad suurel arvul devoni liivakivide alal Lõuna-Eestis, vähemal määral ka Põhja-Eesti paealal. Seejuures tuleb laialdasi lamedaid orundeid, milliseid leidub näiteks Lääne-Eestis, pidada otse jääkünde tulemuseks, kitsad ja sügavad uurdeorud aga ei ole moodustunud mannerjää otsesel mõjustusel, vaid on jää sulamisel tekkinud vete uuristatud (jäävee-, fluvioglatsiaalsed orud).

Jääaegsed setted on oma koostiselt mitmekesised ja moodustavad ka mitmekesiseid ning silmatorkavaid pinnavorme. Põhifaktina tuleb arvestada seda, et setted said kuhjuda ja paigale jääda alles peale mannerjää sulamist selle servas. Jääaja lõpul ei sulanud mannerjää mitte järsku ega ühekorraga, vaid vähehaaval, kahanedes nii paksuselt kui

levikult. Jälgides tekkinud setteid, saame jääaja lõpust kujutluse, et mannerjää serv taganes järk-järgult lõunast põhja poole, aeg-ajalt pike-malt peatudes ja siis jälle kiiremini liikudes. Selle ebaühtlase taganemise tulemusena võib näha rida üksteisele järgnevaid jääserva asendeid ja servakuhjatisi, mis annavad maastikule ilme ja määravad ära üsna laialdaste kruusa- ja liivakuhjatiste asendi. Nende serva-asendite ehk otsmoreenide vahemail on laialdaselt levinud nn. põhimoreen, mis koosneb sortimata sauest, liivast ja munakaist.

Põhimoreen võib olla rohkem liivane-kruusane või rohkem savikas kuni peaaegu kivideta plastilise saueni. Pinnavormidelt moodustab ta veidi lainja ja mõõdukalt künkliku maastiku. Savikas põhimoreen on meie viljakandvaim põllumaa.

Sortimata põhimoreeni kõrval levivad mitmesugused sorditud jää-vee- ehk glatsifluviaalsed setted, nagu kihilised kruusad ja liivad ning viirsavid. Nende setete iseloomustavaks tunnuseks on alati selge kihilisus voolavas vees toimunud sortimise tagajärjel, viirsavid aga levivad maapinna nõgudes.

Viirsavide kihilisus on natuke teissuguse tekkega: nad settisid seisvates veekogudes jääserval ja nende kihilisus oleneb sulavete tekkimise perioodisest aasta jooksul. Me leiame neid laiade ja tasaste nõgude põhjas ENSV lääne- ja põhjaosas.

Liivad ja kruusad settisid ka sageli veekogudesse, kuid nad moodustasid teissuguseid pinnavorme, vastavalt oma terasuurusele. Me leiame neid sageli laiade ja tüsedate massiividena — liiva-kruusa jääveedel-tadena (Tallinn-Nõmmel ja sellest kümneid kilomeetreid lõuna poole) või ligilähedaselt sarnastena liivikute ehk sanduritena (Aegviidu ümbruses). Väga levinud on liivased-kruusased vallseljakud (oosid), mis tekkisid kas rööbiti jääservaga (marginaalsed seljakud, näiteks Kuremäe-Iisaku seljak) või sellega risti (radiaalsed seljakud, näiteks Rakvere ja Tapa ümbruses); viimased tähistavad lõhedesüsteeme mannerjää serva alal.

Väga suurte liiva-kruusa aladena esinevad künklikud moreenmaastikud, mida juba ülemal on mainitud, Otepää ja Haanja mail. Väiksemaid seda laadi pinnavormide rühmitusi on ENSV-s levinud mitmel pool. Teatavat sarnasust nende moreenmaastikega on mõhnastikel (kames), mille aines on eeskätt liiv. See liiv settis jää sulavetest mannerjää servapoolses ja lagunevas „surnud“ osas (endise lasketiiru ala Petserist põhja pool, Vagula järvest loodes jm.).

Võrreldes nende teatud määral „kaootiliste“ vormidega on voored (drumlinid) enam korrapärased. Nad esinevad ikka rühmadena ja ikka orienteeritult ilmakaarte suhtes. Korrapärased on ka nende ovaalsed põhijoonised ja „voolujoonelised“ põik- ja pikilõiked. Nad koosnevad sageli liivasest-kruusasest jäävee ainesest, kuid esineb ka moreenist vööri, samuti kui rokdrumlineid, mille tuum on aluspõhja kihtidest.

ENSV keskosas võib eristada terve vöötme, kus mitmesugused ja mitmesuguse suurusega voorterühmad levivad mitmes suunas. Põhja pool seda vöödet levivad peamised seljakuteread ja lõuna pool — suuremad moreenmaastikud.

Mis puutub voorte tekkesse, siis võib osutada sellele, et nad esinevad ikka neil aladel, kus jääkeeled intensiivselt jääservast ette tungisid. Voorte vorm ja koostis seletuvad jääkündega aladel, kus juba oli settinud moreeni või jäävee setteid.

Jääkünde tulemuseks võib olla suurte (mõnikümmend tuhat m³) aluspõhja pangaste haaramine ja nende transport tervikuna üsna kaugele. Paekalda astang pakkus nähtavasti sobivat võimalust seesuguste pangaste haaramiseks, sest me leiame neid mitte kaugel paekaldast, näiteks Vaivara Sinimägedes ja sealt ida pool. Rändpankad esinevad ka Saaremaal.

Teatav tähtsus on ka suurtel rändrahnudel, mis levivad eriti Põhja-Eestis. Need rändrahnud pakuvad meile ainukese võimaluse saada kodumaalt kristalsest kivimist ehitusmaterjali. Suured rändrahnud on eriti hinnatavad mälestussammaste jms. jaoks. Muide, osa suuri rändrahne on võetud looduskaitse alla.

Viimastel aastatel on ENSV territooriumil avastatud jääaegsete setete eriline liik — interglatsiaalsed sapropeelid ja turvas, ka peenkihitatud savikasliivakad setted. Üksikasjalisemalt on tundma õpitud üks leiukoht 40 km Tartust lõuna pool, Rõngus, kuid teatmeid on veel teistestki kohtadest Lõuna-Eestis. Põhja-Eestist on nende leidmine vähem tõenäolik, sest siin on pinnakate üldse õhem. Eriline probleem on jäävaheaegsete orgaaniliste setete esinemise võimalus paekalda astangust põhja pool. Sellel küsimusel tuleb peatuda maagaaside leiukohti käsitledes.

Soomes ja Rootsis on mannerjääkatte taganemise küsimus selgitatud suure üksikasjalisusega. Sageli on kindlaks määratud iga-aastased jääserva asendid ja teatud täpsusega määratud peatuste kestus, näiteks Salpausselkä otsmoreenidel. Meil ei ole see jääserva taganemise astendus veel sellise täpsusega selgitatud. Selleks on vajalik viirsavide üksikasjaline uurimine ja täielikum kvaternaarse setete kaardistamine.

Tähtsamaid viimase mannerjäakatte taganemisfaase on võimalik ära märkida otsmoreenide ja muude marginaalsete moodustiste järgi, mis nähtuvad pinnakatte kaardil.

Pärastjääaeg ja tema setted. Eelolevast on juba selge, et jääaeg Eesti alal ei lõppenud järsku ega korraga. Jääserva taganemine Lõuna-Eestist kuni Soome laheni kestis mitu aastatuhat. Sel ajal, kui lõunas juba ammu oli pärastjääaeg, võimutses põhjas veel mannerjää. Seetõttu ei ole pärastjääaja esimesed faasid Eesti alal täpselt sünkroonilised.

Käsitleda hilis- ja pärastjääaja ajalugu tähendab arutleda järgmisi probleeme: 1) jääpaisjärvede levik ja faasid; 2) kliima muutused ja metsade areng; 3) epirogeneetiline Fennoskandia tõus; 4) Läänemere ajalugu; 5) muinasaegsed kultuurid.

Jääpaisjärved. Mannerjää sulamisel moodustusid tema serva ees, olenevalt igakordseist pinnavormidest, suuremad või vähemad sulavete kogud. Need nn. jääpaisjärved muutsid alatasa oma kontuure ja veepinna kõrgust, vastavalt taganemise käigule. Seda saab tänapäeval jälgida nende rannamoodustiste ja setete järgi. Nende järvede põhja settisid kõigepealt viirsavid, pärastpoole aga omandasid suure, tähtsuse peeneteralised mölli- või lössitaolised setted. Lainetus ja jääsurve kujundasid nende jääpaisjärvede kaldail randvalle, ranna-astanguid, rändkivide koondumisi jne. Selliseid rannavorme võib praegu jälgida kuni 100 m üle nüüdse merepinna. Peipsi ja Võrtsjärve ümbruses võib laial alal jälgida vanade jääpaisjärvede levimist. Samuti on otsmoreenide naabruses, mis kulgevad üle Aegviidu — Paide — Lelle, laialdane soine ja metsane „kõrvemaastik“, kus levivad jääpaisjärve setted.

Kliima muutused ja metsade ajalugu. Jääpaisjärved järgnesid vahetult jääservale ja olid suhteliselt lühiealised moodustised. Neile järgnes maismaa, mille biogeograafilise ilme määras see kliima, mis temal valitses. Kahtlematult järgnes jääle tundra, tundrale mets; metsad esinesid umbes selles järjestuses, nagu näeme neid NSVL põhjapoolsetelt aladelt lõuna poole minnes. Seda metsade koostise järjestust, seega ka kliima muutusi on võimalik olnud selgitada soogeoloogia abil, sest soodes on säilinud tuulelembeste taimede õietolm. Õietolmu analüüsi meetodi abil on kaunis suure täpsusega kindlaks tehtud metsade ajalugu ja kliima perioodid kuni käesoleva ajani. Nende ülevaade antakse alamal tabeli kujul.

Maatõus Fennoskandias. Rööbiti jääserva taganemisega ning kliima ja taimkatte muutustega arenesid teised sekulaarsed sündmused, mis jätsid sügavaid jälgi maa geoloogilisse ajaloosse. Fennoskandia kristalliline

kilbi epirogeneetiline tõus kajastus ka meie alal. Maatõusu keskus asub Põhjalahel, kus absoluutne tõus küünib peaaegu 300 m-ni. Samatõusujooned alanevad sellest keskusest äärte poole ja jõuavad nullini näiteks Liivi lahel. Maatõusu kiirus oli suurim vahetult peale jääkatte sulamist ja vähenes hiljem. Tänapäeval tõusevad loodepoolsed Eesti rannad ümmarguselt 5 mm aastas, kagus aga ei ole maatõusu hoopiski. Selle maatõusu peamine geoloogiline mõju oli mere kontuuride, üldse suuremate veekogude piiride ümberkujundamine kogu maatõusu alal.

Läänemere ajalugu. Viimane asjaolu avaldus eriti Läänemere ajaloos. Kui mannerjää serv oma taganemisel jõudis Billingeni mäeni Kesk-Rootsis, sai sellal olev Balti jääpaisjärv ühenduse ookeaniga. Tema veepind langes lühikese ajaga umb. 75 m ja soolased ookeani veed pääsesid Läänemere alale. Seda Läänemere faasi nimetatakse Joldia-mereks ja ta oli olemas umbes 8500—7500 a. e. m. a. Aja jooksul sulges maatõus ühenduse ookeaniga Kesk-Rootsi kaudu ja Läänemeri muutus mageveeliseks Antsülus-järveks (aastail 7500—6000 e. m. a.). Edasise maatõusu tagajärjeks oli Taani väinade tekkimine, ja jälle muutus Läänemeri soolaseks Litoriina-mereks. Soolsuse muutuste kõrval arenesid mere pealetungid ja taganemised, mis avaldusid lahkuminevalt mere eri osades, sest maatõus ei olnud igal pool ühtlane. Eesti alal on hästi väljendunud Antsülus-järve ja Litoriina-mere pealetungi rannad. Esimesed tõusevad Loode-Eestis tänapäeval 36 m, teised 25 m kõrgemale praegusest merepinnast. Praeguse merepinnani laskuvad Antsülus-järve rannad Heinaste — Tartu joonel, kuna Litoriina-mere rannad jõuavad praeguse mere pinnani Riia — Pihkva joonel. Sel kombel on üsna tunduv osa Eestist pärastjääajal olnud lainete tegevuse all. Ei ole kahtlust, et see tugevasti muutis pinnaehitust ja -katet neil aladel. Nende muutuste tulemused avalduvad looduslikes tingimustes ja majanduslikes olukordades seevõrra, et ENSV territooriumi võib täiesti põhjendatult jagada allvee- ja pealvee-alaks.

Muinaskultuurid. Pärastjääajal toimus ka Eesti ala asustamine inimese poolt, kes arendas siin eelajaloolisi kultuure. Nende kultuuride tunnused esinevad muinasaegsete leidude näol pärastjääaegseis setteis ja aitavad kaasa nende setete tekkimisaja täpsemaks määramiseks.

Kokkuvõtlikult võib Eesti pärastjääaegse ajaloo peajooni väljendada lk. 22 toodud tabeliga.

Pärastjääaeg oli pinnaste moodustumise aeg, kuna see varem tüseda mannerjääkatte tõttu oli võimatu. Teisest küljest olid biogeensed setted

Tabel 2. Pärastjääaeg Läänemere alal.

Aastad	Muinaskultuurid	Läänemere arengu faasid	Kliima-perioodid	Metsade ajalugu
1900	Ajalooline aeg		Subatlantiline	Kuusk esikohal
1000				
0	Rauaaeg			
—1000	Pronksiaeg	Litoriina-meri	Subboreaalne	Tamme-segamets hakkab vähenema
—2000	Noorem kiviaeg			Kuusk hakkab idast levima
—3000	Ertebölle-aeg (üleminek keskmi-sest kiviajast noo-remasse; nimetus Taani asula Erte-bölle järgi)		Atlantiline	Tamme-segamets valdaval kohal. Kuusk idas ja lõunas
—5000	Maglemose aeg (keskmine kiviaeg; nimetus Taani suur-soo Maglemose järgi)	Antsülus-järv	Boreaalne	Valdab mänd, lisaks kask Kasemetsad männiga
—6000		Joldia-meri	Subarktiline	
—7000		Jääpaisjärv		
—8000				Tundra
—9000				
—10000				
—11000		Mannerjää		

järvedes ja soodes võimalikud samuti alles pärastjääajal. Nende setete hulgas leidub terve rida maavarasid, nagu näiteks turvas, sapropeel jt. Seega avaldab pärastjääaeg oma lühikesest kestusest hoolimata suurt mõju maa majanduslikule elule.

D. MAAVARADEST.

Maavaradena esinevad kivimid, mida inimene kasutab rakenduslikul otstarbel. Teatud kivimeid kasutatakse juba ammu, nagu näiteks ehitus-kive, saue, kivisütt, naftat, rauamaake. Teisi on kasutama hakatud alles uusimal ajal koos tehnika arenguga, näiteks boksiti, sapropeele, põlev-kive. Üldiselt võib iga kiviliik osutada maavaraks, sõltuvalt tehnika ja

majanduselu erilistest tingimustest. Seetõttu on teatud maa-ala geoloogia tundmaõppimine ühtlasi selle maa-ala majanduslikkude ressurside tundmaõppimine.

Käesolev ülevaade peab silmas kõigepealt neid ENSV maavarasid, mida on juba tundma õpitud ja kasutatakse. Teises järjekorras tulevad need maavarad, mis on olemas, kuid mida ei toodeta. Kolmandas järjekorras võtame lühidalt vaatlusele ka need maavarad, mis meil veel lõplikult ei ole kindlaks tehtud, kuid mis võiksid esineda. Kõigi nende maavarade loetelu antakse sisukorras.

Maavarad rühmitame nii, et neid oleks hõlpsam kirjeldada. Selleks käsitleme lähedase geoloogilise asetusega maavarasid koos.

Eesti geoloogilise ehituse järgi jagunevad meie kihid kolmeks geneetiliseks rühmaks: pinnakate (kvaternaarsed setted), setekivimiline aluspõhi ja kristalne aluspõhi eelmise all. Igas rühmas esinevad maavarad on seega samuti geneetiliselt lähedased, nii et neid tuleb kirjeldusel ühendada.

On aga maavarasid, mis oma omaduste poolest lubavad liita paari eri rühma leidumusi. Sellistena esinevad meil savid ja liivad, mis aluspõhjas on niisama plastilised või vastavalt peaaegu niisama pudedad kui pinnakattes. Nagu ülemal selgitasime, on see tektoonilise rahu tagajärg, mis siin on valitsenud kambriumist alates.

Teisest küljest, metallide maagid (raud ja polümetallid) seovad mõlemat aluspõhjakihtide rühma, sest rauamaake leidub kristalses aluspõhjas, ja polümetallid, kuigi nad esinevad settelises aluspõhjas, näitavad kaheldamatuid hüdrotermilise tekke tunnuseid, mis seob neid sügavustega.

Eriline peatükk on pühendatud põhjavete käsitlemisele. Hüdrogeoloogiat ei seota harilikult maavaradega. Et aga käesoleva ülevaate sihiks on anda kokkusurutud kirjeldus kõigist maapõuevaradest ENSV-s, siis ei oleks õige välja jätta põhjavesi, sest neil on kõik maavarade tunnused.

Maapõuevarade varude liigitamine. Maavarade tootmist on võimatu otstarbekalt korraldada, kui ei ole küllaldasi uurimisandmeid nende leiukohtadest. On võimatu projektida kaevandust, kui ei ole andmeid varude hulga, maarde keha kuju, asetuse, keemilise ja mineraloogilise koostise kohta, samuti ka tehnoloogiliste protsesside kohta, mis on vajalikud kivi- mi töötlemiseks. Et saada kõiki neid andmeid, on vajalikud vastavad eeluurimised.

Eeluurimiste iseloom ja ulatus olenevad kõigepealt maavara geoloogiast; mitte vähem tähtis pole siht, milleks vajatakse eeluurimise andmeid. Uurimistööd ise koosnevad üldjoontes kõigi andmete hoolikast

kogumisest ja läbitöötamisest, mida saadakse: 1) paljandeilt, 2) kaevamistest, 3) puurimistest ja 4) mäetööstuslikest uurimistöödest. XI Rahvusvahelise Geoloogiakongressi otsusel liigitatakse maavarade varud kategooriateks A, B ja C, vastavalt andmete täielikkusele, mis on olemas maavara kohta.

NSVL-s kehtib RKN määrus 14. veebruarist 1941. a. nr. 299 maavarade varude liigitamise kohta. Selle määruse järgi A-kategooriasse „kuuluvad varud, mille looduslikud tüübid ja tehnoloogilised omadused on tundma õpitud“ täielikult. Seejuures „varude paigutamiseks liiki A_1 on vaja kõigi sortide omaduste ja nende töötlemise tehnoloogia tundmaõppimine tööstuslikus ulatuses“; liigi A_2 jaoks see tundmaõppimine „peab läbi viidud olema tüüpiliste keskmiste üldproovide abil pooltööstuslikus ulatuses“.

Varude arvamiseks kategooria B alla peavad määratud olema maavara looduslikud tüübid ja tööstuslikud sordid, mille töötlemise tehnoloogia on esialgselt määratud; peale keemiliste ja mineraloogiliste analüüside nõutakse laboratoorset uurimist omaduste ja töötlemise tehnoloogia kohta tüüpilistel proovidel.

Madalaimasse kategooriasse — C — määratakse maavara siis, kui tema omadused on selgitatud üksikutel proovidel või analoogia põhjal sama laadi toorainega. See kategooria jagatakse ka kahte rühma — C_1 ja C_2 , kusjuures esimese jaoks on vaja vähese arvu proovide uurimine leiukohtadelt, mille varusid arvestatakse. Teise liigi jaoks on nõutavad ainult geoloogilised kaalutlused, ja üksnes uute rajoonide või leiukohtade suhtes on vaja üksikute proovide uurimist.

Varude hulk määratakse kõrgemates kategooriates täpsemalt. Nii on A_1 jaoks maavara kehandi piiritlemine vaja läbi viia kaevetööde abil, A_2 jaoks kaevetööde, puurimiste või nende kahe kombinatsiooni abil. B-kategooria jaoks peavad varud samuti olema kvantitatiivselt küllalt täpselt määratud. C_1 alla paigutatakse varud, mis oletatavasti esinevad kõrgemate kategooriate kontuuridest väljaspool, kuid otseses seoses nendega, samuti ka varud paljandite geofüüsikaliste andmete põhjal. C_2 -varud määratakse ainult geoloogilistel kaalutlustel.

Kõigi nende jaotuste mõte seisab selles, et iga kategooria tähendab teatud tööstuslikku kasutussiht, milleks võib arvestada varusid.

A_1 -kategooria on vajalik tootmistööde tööstuslikuks plaanimiseks. A_2 -varud on määratud tehniliste projektide koostamiseks ja kapitalimahutuste põhjendamiseks ehitustesse, teatud juhtudel ka tootmistööde tööstuslikuks plaanimiseks.

B-varusid kasutatakse projektimisülesannete lahendamiseks ja üksik-asjaliste ning tootmiseks vajalikkude eeluurimiste plaanimiseks. Tehnilisi projekte neile rajada ja põhjendada nendega kapitalimahutusi ehitus-tesse võib siis, kui on olemas ka teatud hulk A-kategooria varusid või kui varud on keerukad kujult või levikult.

C₁-varudele põhjendatakse tööduse perspektiivseid plaane ja krediidi määramisi geoloogilisteks eeluurimistöödeks; haruldaste metallide, kulla ja tina suhtes võib teha ka projektimisülesandeid.

C₂-varusid kasutatakse rahvamajanduslikuks perspektiivseks plaanimiseks ja geoloogiliste eeluurimiste plaanimiseks.

Kõik üleliidulise tähtsusega varud peavad eeluurimise aruande põhjal olema registreeritud Üleliidulise Varude Komisjoni poolt, ja rajooni varude komisjones, kui nad on kohaliku tähtsusega. Uurimise aruanded koos materjalidega säilitatakse Üleliidulises ja vastava rajooni Geoloogilises Fondis.

II peatükk.

Põhjaveed.

Põhjavett võib vaadelda maavarana, mille levik maapõues oleneb kihtide pooridemahust. Näiliselt on seda põhjavett määratu palju, ta on tülikas liiga rohke esinemisega madalamates kohtades ja mitmesuguste kaevamistööde juures. Ometi osutub põhjavesi väga vajalikuks aineks tööstusele, samuti kui asulate varustamiseks tarbe- ja joogiveega. Seejuures ei ole põhjavee varud mitte lõpmata suured, vaid nendega tuleb väga kokkuhoidlikult talitada.

Et kivimite ja kihtide pooridemaht on omadus, mis oleneb nende kivimite ja kihtide koostisest, tekketingimustest ja vanusest, siis on ilmne, et kogu põhjavete küsimus on äärmiselt tihedasti seotud vastava ala geoloogiaga kõige laiemas mõttes. ENSV geoloogia põhijooni arvestades peab kõigepealt pinnakattes levivad põhjaveed eraldama aluspõhja omadest. Aluspõhjas omakorda võib kindlasti eeldada, et devoni kihtide põhjaveed eralduvad siluri omadest (kõige laiemas mõttes) ja need omakorda kambriumi omadest. Järgnevas käsitelus vaatlemegi põhjavesi sellises stratiograafilises järjestuses, ülalt allapoole.

Põhjaveed pinnakattes (I põhjaveekord). Nagu me ülemal üldises osas nägime, on pinnakate ENSV alal väga vahelduva koostise ja paksusega. Täiesti paljaste paepealsete vahetus naabruses võib esineda 50-m ja paksemaid suure pooridemahuga liivasid ja kruusaid, mis vett sisaldavad, või samuti meetritepaksusi moreensauesid, mis on läbitamatud ja kuivad. Pinnakatte kihtide paksus oleneb seejuures nii pinnakatte enda kuhjumisvormidest kui ka aluspõhja õõnestusvormidest. Seega ei saa kõnelda mingisugusest ühtlasest põhjavee tasemest pinnakattes. Ainult enamvähem piiratud aladel omab pinnakate tähelepandavat osatähtsust põhjavee kogujana või põhjavete eraldajana.

Toome üksikuid sellekohaseid näiteid:

1) Põhjavee vool kvaternaarse liivade ja kruusadega täidetud vagumuses risti Emajõe oruga Tartu linnas.

Tartu linna veevärk saab vee nn. Meltsi allikaist, mis asuvad põhja pool Emajõge. Nende allikate kaudu pääseb osaliselt päevavalgele suur põhjavete vool jääaegseist setteist, mis täidavad sügavat vagumust devoni punastes liivakivides. See vagumus läbib Tartu linna Raadi — Maarjamõisa joonel, on umb. 300 m lai ja üle 50 m sügav. Teda täidavad glatsifluviaalsed kruusad ja liivad mitmesuguse terasuurusega. Allikate toodang on 38,5 l/sek. Proovipumpamisel on saadud vett 82 l/sek., kusjuures põhjavee pind alanes 1 m võrra. Vett iseloomustab väike rauasisaldus, karedus 16—18°, Ca : Mg suhe 3 : 1 ja umb. 350 mg kuivjääki liitris; ta on hea joogivesi. Tartu linna veevärk rajati 1929. a. sellele veele peale aastakümneid kestnud arutlusi ja kaalumisi. Projekti järgi peaks ta andma 4 000 000 l vett 24 t. jooksul ehk 47 l/sek.

Lõuna pool Emajõge voolab samas vagumuses põhjavee vool, mis vähem rikkalikult päevavalgele tuleb Botaanikaia allikas. Vee omadused on samad, mis Meltsi allika veel.

Veel suurem ja sügavam samalaadne täidetud vagumus suundub Raadilt Jaama sovhoosi poole. Selles on puurimistel leitud jääaegseid setteid enam kui 80 m paksuses, ilma et neid oleks suudetud läbistada. Omadustelt on selles vagumuses voolav põhjavesi pehmem, kuna hulga kohta andmed puuduvad. Läheduses oleva sügava Emajõe ürgoru tõttu on neis üldiselt suure pooridemahuga setteis põhjavesi voolamas Emajõe oru poole. Selle põhjavee päritolu ja kogunemisala kohta ei ole küllalt kindlaid andmeid. Võrdlemisi suure kareduse tõttu võib arvata, et Meltsi allikate vesi ülekaalus koguneb lubjaaineselt rikkast moreenmaterjalist; kuna mingisugust põhjust ei ole arvata, et need vagumused oleksid eraldatud neid ümbritsevaist devoni liivakividest, siis võib nende põhjaveevoolude vesi koguneda ka ümbritsevaist devoni liivakivi kihtidest.

2) Põhjavesi Kurtna glatsifluviaalses liivaseljakus.

Ühenduses põlevkivitööstuse veega varustamise küsimuse selgitamisega võeti 1943. a. uurimisele küsimus, kuivõrd oleksid Kurtna liivaseljaku põhjaveed kvantitatiivselt ja kvalitatiivselt sobivad rahuldama põlevkivitööstuse tarbeid. See liivaseljandik on suuremõõteline ja üsna keeruka pinnamoega glatsifluviaalne servamoodustis põhja—lõuna suunaga lõuna pool Oru jaama. Puurimisandmed näitavad, et ta asetseb paatesse süven-

datud vagumuses, mille sügavus põhjapoolses otsas ulatub 25 m-ni. Seljandiku maksimaalne suhteline kõrgus on umb. 30 m, laius kõigub 2 km ümber ja pikkus küünib 15 km-ni.

1943. a. tehti selles seljandikus umb. 6 km pikkuses osas 24 puurauku põhjavete uurimiseks. Nende puuraukude järgi tõuseb kruusa-liiva kuhjatise paksus paiguti üle 50 m. Koostis on ülekaalukalt liiv keskmise ja peene terasuurusega. Seljaku poorideruum on täidetud põhjaveega, mille kohta aga ei ole ei pumpamiskatseid ega analüüse. Puuritud ala kohta tehtud kalkulatsioonid näitavad, et umb. 2×6 km suurel maa-alal on vett sisaldava liivamassi kubatuur ümmarguselt 250 000 000 m³, millest umb. $\frac{2}{3}$ on täidetud põhjaveega; põhjavee pind on nimelt ümberkaudsete järvede veepinna tasemel. Arvestades umb. 40%-lise pooridemahuga võiksime sellel alal põhjavee hulka arvestada 60 000 000 m³-le. Ka siin on võimalik ja isegi tõenäolik, et selle liivaseljandiku põhjavesi on otseselt ühenduses aluspõhja paates sisalduva põhjaveega. Igatahes on tal aga ühendus ümberkaudsete järvedega; seega on siin tegemist ulatuslikuma põhjaveekoguga ka just pinnakattes, mis võib tulla arvesse üsna tõsise tarbevee-reservuaarina tööstuse jaoks.

3) Glatsifluviaalsete liivade ja kruusade kuhjatised on põhjavete reservuaaridena märgitavad ka mujal.

Näitena võiks mainida Sinialliku seljakuid Viljandi lähedal, kus uurdeoru lammil kulgeva kruusaseljandiku jalamil tulvab tuntud Siniallik (11,8 l/sek.). Siin ei ole tehtud lähemaid uurimisi, kuid arvestades ümbruse geoloogiat ja pinnamoodi on üsna tõenäolik, et selle kruusaseljaku pooriderikas materjal on sobivaks levimisteks orgu koonduvaile põhjavetele. Teise näitena võib osutada Saaremaa Kodaramägede idaosas Põitse juures voolavaile rikkalikele allikaile, mis kohalikku pinnamoodi arvestades võivad oma vee saada ainult selle võrdlemisi suure jääaegse liivase-kruusase pinnavormi poorideruumist. Analoogilise nähtusega on tegemist, kui me näeme Männiku deltaliivade kuhjatise veerust väljavoolavaid, Pääsküla rappa suubuvaid veerikkaid allikaid või Nõmme Mustamäe alt väljavoolavat allikat.

4) Loomulikkude põhjavee-reservuaaridena võime vaadelda kõigi jõgede uhtlammorgudel levivaid alluviaalseid setteid, mis koostiselt on tavaliselt ülekaalukalt liivakad. Seal levivad aga ka sageli niidumergli ja turba kihid. Kõik need on küllalt pooriderikkad ja läbitavad. Nad võtavad vastu sademete veed, oru veerudest välja voolavate allikate veed ja orus endas voolava jõe või oja veed, eriti suurvee ajal. Kõige selle tõttu on põhjavee pind neil orulammidel maapinna lähe-

dal ja võib tõusta maapinnani ning isegi üle selle (suurvete ajal). Orulammil levivais asulais, nagu näiteks Tartu linnas, on see põhjavesi kõige hõlpsamini kättesaadav ja kaevudes kasutatav. 1927. a. oli 2229-st Tartu kaevust üks kolmandik madalaid kaevusid orulammil.

Need pinnalähedased põhjaveed on kõige hõlpsamini reostatavad pinna- ja reovetega, seetõttu ei ole nende kasutamine asulate alal soovitav. Just Tartu linna vesivarustuse olud varemalt aastail pakuvad hea näite nende põhjavete kasutamise vastu. Väheasustatud aladel ei ole reostamise küsimus terav ja seal võib tulla küsimusse ka nende vete suuremõduline kasutamine joogi- ja tarbeveena.

See, mis ülemal on öeldud jõgede uhtlammorgude kohta, on oluliselt kehtiv ka alluviaalsete ja jääaegsete setetega ümbritsetud järvebasseinide kohta. Nende ümbruses levivad samalaadsed pinnalähedased põhjaveed. Ühe näitena võiks mainida Tallinna Ülemiste järve loodepoolse kalda liivakuhjatisi, milles on konstateeritud üsna rikas põhjaveevool, mis läbi nende liivade filtreerub järvest välja. See põhjaveevool on niivõrd veerikas, et on toimetatud uurimisi tema kasutamiseks Tallinna vesivarustuse huvides.

Pinnalähedased kaevuveed. Maa-asulad ENSV-s ja ka suur osa linnu saavad oma joogi- ja tarbevee väikese sügavusega kaevudest. Nende kaevude vesi pärineb kahtlemata suurelt osalt pinnakattest, kuid mitte ainult sellest; sageli ulatuvad need kaevud ka aluspõhja. Andmeid nende kaevude kohta on ulatuslikumalt kogunud Tartu Ülikooli Tervishoiu Instituut ja avaldanud nad maakondade tervishoiulistes kirjeldustes (1928—1938).

Neist kirjeldustest me ei saa kaevuprofiile ega andmeid põhjavete päritolu ja kvantumi kohta, küll aga teatud kujutluse pinnalähedaste põhjavete kvaliteedist. Ümmarguselt 3000 kaevu kohta on määratud pH , O_2 -tarve, N_2O_3 ja N_2O_5 esinemine, NH_3 , Fe_2O_3 , CaO ja MgO , karedus saksa kraadides ja vee kõlvulisus üldiselt. Selgub, et uuritud veeproovidest on täitsa head ainult 33%, 36% on kahtlased ja 31% kõlbmatud. Ei ole kahtlust, et enamik kahtlasi ja halbu vesi on sellised reostamise tagajärjel ja et neis andmeis peegeldub peaasjalikult kaevude puudulik ehitus ja seisund. Kuivõrd vee puudused on tingitud looduslikest põhjustest, see jääb lahtiseks. Me võime ainult väita, et pinnalähedaste põhjavete kasutamine ei ole mitte lihtsalt võetav küsimus, vaid nõuab hoolt ja asjatundmist.

Siiski võib nende kaunis arvurikaste analüüsides põhjal teha ka mõne üldist laadi järelduse nende vete kohta. Osutub nimelt, et vete karedus

on paealadel suurem kui devoni liivakivi alal. 5 m ja sügavamate kaevude vee karedus oli keskmiselt (sulgudes kaevude arv):

Saaremaal	.....	(75)	—	23,3°
Põhja-Pärnumaal	.....	(40)	—	23,1°
Läänemaal	.....	(50)	—	18,7°
Järvemaal	.....	(30)	—	20,0°
Põhja-Viljandimaal	....	(15)	—	20,6°
Lõuna-	„	....	(45)	— 17,7°
Põhja-Tartumaal	.....	(25)	—	21,9°
Lõuna-	„	.....	(75)	— 18,0°
Harjumaal	.....	(50)	—	17,6°
Virumaal	.....	(25)	—	17,9°
Valgamaal	.....	(50)	—	16,1°
Võrumaal	.....	(50)	—	16,4°
Petserimaal	.....	(35)	—	21,4°

Nähtavasti kajastub ka pinnalähedastes põhjavetes aluspõhja karbonaatiderikkus. Selles mõttes on eriti huvitav, et Petserimaa karbonaatne aluspõhi juba arvudes avaldub, kuigi mitte kogu maakond ei ole sellise aluspõhjaga.

Võib osutada veel kloori esinemisele neis analüüsides: kuigi kõrged Cl-arvud vetes esinevad sporaadiliselt igal pool ja osutavad ilmselt vete reostamisele, siis ometi on tähelepanev suur Cl-sisaldus Kuressaare ja Pärnu linna põhjavetes. Kuressaares on näiteks ühe sügavama puurkaevu vees kõige suurem Cl-sisaldus (700 mg/l), samuti ei ole Pärnus mitte ainult madalad kaevud soolakad. Tõenäolikult peegeldub kõrgetes Cl-arvudes neil aladel aluspõhja kihtide teatav soolasisaldus, mis on põhjustatud geoloogiast ja millest allpool natuke lähemalt.

Allikatest. Allikad võiksid anda üsna olulist informatsiooni mitte ainult pinnakatte, vaid ka sügavamate kihtide põhjavete kohta. Meil ongi tehtud katseid koguda andmeid allikate üle. Ühest küljest on olemas Riigiparkide Valitsuse ankeet allikate kohta a-st 1936/37, teisest küljest 1940. a. Sisevete Büroo poolt kogutud andmed. Esimene ankeet toetub peamiselt koolijuhatajate ja metsaülemate kaastööle ja registreerib mitu tuhat allikat. Teise tulemuseks on ligi 500 allika nimestik nende absoluutse kõrguse, vee hulga ja vee temperatuuri märkimisega. Vee analüüsid puuduvad mõlemal, samuti ka geoloogiliste tingimuste vaatlus igal üksikjuhul. Seetõttu ei saa kogutud materjali täiel määral kasutada meie põhjavete iseloomustamiseks. Kui aga saaks need andmed kanda suuremõõdulisele topograafilisele kaardile, siis võiks mõnel juhul küll

teha järeldusi allikate päritolu kohta põhjavetest ja nende vee omaduste järgi otsustada teatud põhjaveetasemete omaduste üle. Et meil allikad võivad varustada joogiveega üsna suuri asulaid, seda tõestab ülaltoodud näide Tartu vesivarustuse kohta. Registreeritud allikate hulgas on mitmeid, mille toodang tõuseb 70—100 l/sek. ja veelgi kõrgemale. Rõhuvas enamikus on allikate vee omaduste kohta tähendatud, et vesi on hea, ja mõned olemasolevad analüüsi tulemused kinnitavad sedasama.

Mitmel pool leidub väävelvesiniku lõhna ja maitsega allikaid, nagu näiteks Läänemaal Lihula ümbruses, Paatsalus ja Vanamõisa asunduses. Väävelvesinik võib meie põhjavetes tekkida püriidi lagunemisel, eriti hapude soovete mõjul. Püriit esineb nimelt aluspõhja paates ja liivakivides sageli konkretsioonidena, peale selle aga peaaegu kõigis paekihtides peenjaotatult. Eriti on püriidirikas just Jaani mergel, mis levib Läänemaal neil aladel, kus asuvad ülalmainitud väävliallikad.

Peale selle esineb allikais sageli rauda, eriti soodest tulevais maakeallikais. Paari Pärnu linnas oleva allika vee analüüsid näitavad sulfaate (Ca, Mg). Karbonaate on kõigis vetes ja mõnikord märgitakse ka soolakaid vesi. Kuid neid viimaseid leidub peamiselt merelähedastel aladel. Üldiselt võib öelda, et mineraalallikaid, millel oleks suurem tähtsus, ei ole seni leitud. Ühtlasi tuleb aga möönda, et allikavete tundmaõppimine ei ole veel küllaldane.

Devoni ala põhjaveed (II põhjaveekord). Pinnakatte all esinevaist kihtidest on devoni kihid nooruselt järgmised. ENSV kagunurgas levivad noorimad devoni kihid — ülemdevoni merglid, dolomiidid ja lubjakivid ühes lasuvate saue ja kipsi lademetega (Gorodištše, Irboska ja Dubniki lademed). Nende lademete kogupaksus tõuseb umb. 60 m-ni. Et on tegemist lõhestatud kivimitega, siis on eeldusi suuremate põhjaveevarude kogunemiseks neis kihtides olemas. Et see ka nii on, seda näitavad vee-rikkad allikad, mis voolavad välja Vana-Irboska aleviku lähedalt oru vee-rust, otse paljanduvate Gorodištše lademe dolomiitmerglite vahelt. Neist allikaist kõige suurema toodang on 274 l/sek., kuna kaks teist annavad veel üle 40 l/sek. lisa. Need on vist suurima kogutoodanguga allikad, mis välja voolavad ENSV-s ja tema lähemas naabruses avanevaist kihtidest. Lääne poolt, nende kihtide avamuse alalt Võrumaa piirides ei ole lähemaid teatmeid põhjavete kohta. Tuleks vahest ka sellelt alalt mainida mõnda õige veerikast allikat, mis voolavad välja tõenäolikult neist kihtidest. Sellised oleksid näiteks kolm allikat Saarlase veski juures Rõuge vallas Võrumaal, kogutoodanguga 17,8 l/sek.; Loosi asunduse pargi allikad, kogutoodanguga 19,4 l/sek.; Illi asunduses Oru veski maal ühel pool oja paekihtide

vahel hulk allikaid, kogutoodanguga 125 l/sek. Üldiselt on ENSV piirides tegemist selle kihikompleksi suhteliselt õhukese serva-alaga ja ka vähese pindalalise levikuga; seetõttu ei ole ka nende kihtide põhjavetel erilist tähtsust.

Devoni hüdrogeoloogia seisukohast on tähtsad järgmised asjaolud: järgnevad madalamad devoni kihid meil („Old Red“) koosnevad ülekaalukalt nõrgalt liidetud liivakividest, milledes esineb korduvalt savivahekihte. Kogu kihikompleksi paksus ületab 200 m ja on täpsemalt kindlaks tegemata. Seega on eeldusi suuremate põhjavee kvantumite sisaldumiseks neis kihtides. Ühtlasi peab arvestama mitut eri põhjaveetaset nendes kihtides, kuna esineb savivahekihte. Need savivahekihid ei ole aga pidevad. Isegi võrdlemisi lühikesel vahemaal ei ole ühes puuraugus esinevad saued rööbistatavad teises puuraugus esinevatega. Seetõttu me ei tea, millised saued on rohkem ja millised vähem ulatuslikud, millistel lasuvad suuremad ja millistel vähemad põhjavee varud.

Devoni avamuse põhimoreeniga kaetud aladel Lõuna-Eestis on harilikuks nähtuseks, et kaevu kaevamisel enne sellesse küllaldast ja head vett ei saa, kui pole läbi moreeni jõutud „punase paeni“, s. o. devoni liivakivini. Nähtus on kergesti seletatav: harilikult ei sisalda savikas põhimoreen vett, vaid vastuoksa, vettpidava kihina ta takistab nii põhjavete tõusu kõrgemale kui ka pinnavete nõrgumist liivakivisse. Et moreenikiht on vahelduva paksusega (kuni 15 ja enam m), siis võib moreenialust liivakivi täitev põhjavesi kohati olla surve all ja kerkida kaevudes kõrgemale oma emakivimist. Sellise moreenkatte alt saadud devoni põhjavesi on heade omadustega. Sama ei või aga kaugeltki öelda madalamate kaevude vete kohta seal, kus pinnavetel on otsene juurdepääs devoni liivakivisse. Näiteks olgu Tartu linna kõrgemate osade kaevud, mis paha tihti annavad halba vett devoni punasest liivakivist.

Et Tartus on arvurikkaid kaevusid devoni punases liivakivis, madalate kõrval ka terve rida sügavaid, siis Tartu põhjavete vaatlusest on saadudki teatud üldisemaid andmeid devoni põhjavete kohta. Prof. K. Orviku vastava kokkuvõtte alusel võib tähendada, et Tartu devoni punase liivakivi põhjavete hulk on vähene, sest nad moodustavad mitte ühe tüseda veekihi, vaid jagunevad mitmeks õhemaks kihiks, vastavalt mittepidevatele savikaile vahekihtidele liivakivis. Kvaliteedilt on need põhjaveed suhteliselt karedamad kui jääaegsete kruusade omad (vt. eespool) ja sisaldavad rauda, mis seistes punaka sademena välja langeb. Ca : Mg on selles vees umbes 2 : 1.

Kõige sügavamad Tartu kaevud läbivad punase devoni liivakivi („Old Red“) ja tungivad Pärnu-Navesti lademesse. Osutub, et selle lademe kihid sisaldavad merglilis-dolomiitsete kihtide vahel vettandvaid heledaid liivakive umb. 4—5 m paksuses. Selle vettandva kihi sügavus on Tartus umb. 50 m allpool merepinda ja vesi temas on surve all, nii et ta kaevudes tõuseb umb. 30 m üle merepinna (s. o. umbes Emajõe pinna kõrguseni ja üle selle). Emajõe orus on seega võimalik ehitada arteesia kaevusid seltest põhjavee tasemest.

Oma kvaliteedilt on Pärnu-Navesti lademe põhjaveed devoni põhjavee hulgas paremaid. Nad ei ole väga karedad (karedus 12—13,5°), $\text{Ca} : \text{Mg} = 1 : 1$, sisaldavad K_2 ja Na_2 karbonaatidena, ei sisalda lämmastikuühendeid, ka mitte rauda nimetamisväärsel hulgal.

Viljandi linna sügavate puurkaevude andmeist on samuti näha, et Pärnu-Navesti lademest tuleb rikkalikult põhjavett küllalt hea kvaliteediga. Viljandis on selle lademe vettandvad liivakivid umb. 20—30 m allpool merepinda. Ka siin on kõrgemal asuvad „Old Red'i“ kihid põhjaveelt vaesemad, sest ühes puuraugus on Pärnu-Navesti lademete vesi märgitud „esimese veesoonena“. Viljandis on „Old Red'i“ kihtide hulgas puurimisandmetel kuni 50—60 m savi- või savikaid kihte, mis loomulikult seletab, miks neis kihtides ei saagi oodata suuri põhjavee varusid. Viljandi sügavad kaevud tungivad aga kõik sügavale siluri paatesse, saades nähtavasti sealt tugevasti lisa. Andmeid, mis lubaksid määrata üksikute tasemete veehulka ja -omadusi eraldi, Viljandi kohta ei ole. On olemas linna veevärgi puurkaevu vee analüüs, mis näitab väikest karedust (8,2°), üsna väikesi raua, Cl, SiO_2 ja SO_4 hulki ja kahjulikkude lisandite puudumist. Selles vees on aga tõenäolikult mitme taseme põhjaveed segunenud.

Selle lademe põhjavesi kasutavad tõenäolikult ka Lõuna-Pärnumaa kaevud, millest paar tükki annavad artesilist vett. Mujalt Lõuna-Eestist on teada ligi 20 sügavat puurkaevu, mis ei läbi „Old Red'i“, seega saavad vee neist kihtidest. Enamasti on need meiereide, osalt aga raudteejaamade kaevud. Kõik kaevud on löökpuuriga puuritud, seega on profiilid vähe täpsed; osalt puuduvad needki andmed. Veeanalüüse ei ole, toodanguarvud on ainult mõne kohta. Need arvud on sügavamatel kaevudel 2,4—3,0 l/sek. Et enamik neist kaevudest varustab meiereisid, siis peab järeldama, et vee kvaliteet on hea, sest meiereisaadused (või) on eriti tundlikud vee halbade omaduste suhtes. Suuremate asulate vesivarustuseks ei ole puurkaeve „Old Red'ist“ veel rakendatud. „Old Red'i“ põhjavesi tuleks märkida II-b, kuna Narva jõe lademe oma oleks II-c.

Kaevude sügavuse näitamiseks toome nimestiku:

Tarvastu meierei .	38,7 m	Sangaste	146,2 m
Kamali „	43,3 „	Vana-Antsla meierei	157,9 „
Helme „	72,0 „	Karula „	152,6 „
Mõisaküla	180,5 „	Mõniste „	141,7 „
„	217,0 „	Tilsi „	111,2 „
Parve talu	68,3 „	Võru linn	59,8 „
Vastse-Kuuste	180,9 „	„	110,3 „
Põlva	202,3 „	Valga linn	152,4 „
Veriora	199,2 „	Petseri linn	187,8 „

Paeala põhjaveed (III põhjaveekord). Ordoviitsiumi ja gotlandiumi (üldiselt siluri) kihid moodustavad üldkokkuvõttes ümmarguselt 400 m paksuse karbonaatsete kivimite massiivi. Kuigi siia kuuluvad lubjakivid, dolomiidid ja merglid iseendast on läbitamatud, on nad, nagu eespool nägime, lõhestatud ja seetõttu võimelised sisaldama põhjavett. Arvestades selle kihirühma suurt paksust, võib eeldada temas suuri põhjavee varusid. Tuleb aga märkida, et kogu siluri paksus võiks olla esindatud ainult Sõrve poolsaarel, kus esinevad kõrgeimad ja noorimad gotlandiumi kihid.

Mida rohkem põhja poole, seda rohkem on nooremaid kihte pealt kulu- nud, kuni Eesti põhjarannikul paekalda astangul esineb veel ainult 10—20 m karbonaatseid kihte. Seega on paealal tegemist mitte ühtlaselt 400 m paksuse kihikompleksiga, vaid põhja poole kiilutaoliselt lameda- kujulise lademega. Siit järeldub ka iseenesest, et põhjavee varud nendes kihtides on seda suuremad, mida kaugema koha põhjarannikust lõuna poole me võtame.

Põhjaranniku paekaldal on näha, et kogu seda paekivimassiivi kannab glaukoniitliiv koos diktüoneemakildaga. Need kihid on läbitamatud. Paekaldal niriseb põhjavesi allikatena glaukoniitliiva pealt välja. Kuivõrd siluri kihtide endi hulgas on läbitamatuid, see on alles lahendamata küsi- mus. Saviaines esineb küll paljudes kihtides, muutes need lubi- ja dolo- miitmergleiks, nagu neid on Uhaku, Jõhvi, Saaremõisa, Jaani ja Kaarma lademeis. On ka õhemaid savivahekihte, kuid erilist tusedamat sellist kihti, mis kahtlematult kannaks põhjavett, ei ole teada.

Põhjaveeolud paealal teeb keerukaks karstinähtuste esine- mine. Karstilehtreid, kuristeid, esineb paealal peaaegu igal pool. Eriti suuremõdulisi selliseid kuristeid esineb Mustjalas Saaremaal, kus Küde- maa ümbruses luitevallidega ülespaisutatud suurveed kaovad neljas suu- remas lohus arvurikkaisse kuristesse, et paar kilomeetrit eemal jälle

allikatena maapinnale ilmuda. Salajõgesid leidub ENSV-s mitmel pool: parimini tundma õpitud ja kirjeldatud on Uhaku jõgi Virumaal; väga tuntud on Kostivere urked Jõelähtmes ja Kuivjõgi Kose kihelkonnas, samuti Salajõgi Läänemaal. Vähem tuntud on Jõeotsa talu juures kaduv oja Pajakal Varbola vallas ja teised vähemad maa alla kaduvad ojad. Põlevkivikaevandustes on avastatud paates õõsi, mis sekundaarselt on täitunud saue, liiva, kivimi lahustusjäägi ning rusuga. Nende õõnte mõõted ulatuvad mõnest kuni mõnekümne meetrini. Puurimistöodel paates satub puur peaaegu igas puuraugus korduvalt tühikuisse, mille ulatus vertikaalsuunas on mõni kuni mõnikümmend sentimeetrit. Selle kaasnähtuseks on, et puurimistehnilisel otstarbel puurauku pumbatav vesi sageli mitte tagasi ei tule, vaid sinna kaob. Esineb puurauke, mis teatud sügavuses fontaneerivad, siis aga jälle vett neelavad.

Kõik see näitab, et paekivimassi läbivad ebakorrapäraselt õõned, milles tsirkuleerib põhjavesi. Oleneb nende õõnte süsteemist ja omavaheelistest ühendustest, kas nad on täitunud veega või mitte, kas esineb neis vesi isegi surve all.

Maapinnalähedased põhjaveed paekihtides on kasutusel kogu siluri avamusel kõigis maa-asulais ja linnades, kus on paesse ulatuvaid kaevusid. Ülemal nägime, et need veed on suhteliselt karedamad ja viibivad reostumise ohus. Siinkohal võib juurde lisada, et kõrgeim põhjavee pind paates kõigub õige tunduvalt, olenedes sademeist ja aastaaegadest. Seesama nähtus kajastub näiteks ka põlevkivikaevandustest aasta kestel väljavoolava vee hulgas. Vete hulk, mis kuuest põlevkivikaevandusest kokku 1940 a. välja voolas, oli suurvee ajal $3 \text{ m}^3/\text{sek.}$, keskmiselt $1 \text{ m}^3/\text{sek.}$ Miinimum kuival aastaajal on vaevalt $\frac{1}{6}$ maksimumist, nimelt $0,471 \text{ m}^3/\text{sek.}$ See suur kõikumine näitab ühest küljest nende põhjavete tugevat olenevust sademeist ja pinnavetest, teisest küljest aga ka põlevkivikaevanduste pinnalähedust. Senised põlevkivikaevandused on esialgu kaetud ainult paarikümne meetri paksuse paelademega.

Püsivama toodanguga ja rikkalikumate põhjavee varudega peaksid olema igal pool sügavamad paekihid. Sellepärast leiamegi peamiselt meiereidel sügavamaid puurkaevusid, mis peaksid andma informatsiooni põhjavete hulga ja omaduste üle. Selles suhtes on aga andmed puudulikud. Et kõik need kaevud on puuritud löökpuuriga, siis on puurprofiilid ebatäpsed, paljudel juhtudel puuduvad nad hoopis. Tihti puuduvad ka andmed toodangu kohta, samuti kui kõik muud hüdroloogilised andmed ja andmed kaevu tehnilise külje üle. Seetõttu ei saa käesolevas teoses

esitada küllalt täielikku pilti paeala põhjavetest. Tuleb leppida ainult osalise andmestikuga.

Kõige kõrgemad ülemsiluri (gotlandiumi) lademetes avamused esinevad Saaremaa lõunarannikul; naabruses oleval mandrialadel ja Pärnu ümbruses on nad arvatavasti olemas, kuid paksu pinnakatte all. Nendes esinevate põhjavete üle saame otsustada ainult ühe teadaoleva puurkaevu põhjal Sõrves ja Kuressaare linna puurkaevude põhjal; tõenäolikt võime arvestada ka Pärnu linna ja Tõstamaa poolsaare omi. Kahjuks on hüdroloogilised andmed nende kaevude kohta üsna puudulikud, näiteks ses osas, mis puutub nende toodangusse. Rohkem on keemilise analüüsi andmeid ja need näitavad võrdlemisi suurt kloorisisaldust (kuni 700 mg/l Kuressaares, kuni 814 mg/l Pärnus). Kloorisisaldus pinna lähedastes põhjavetes neis rannäärseis linnades võib pärit olla ka mereveest (Pärnus näiteks on ka jõevees üle 600 mg/l kloori) ja selle arvele tulebki vist panna osa analüüsides tulemusi. Kuid näib, et just ka esimene sügavam kiht sisaldab rohkesti kloori. Ka on siin karedusarvud kõrged (20—30°). Suusõnalised teatmed, mis on saadud 1941. a. Saaremaa baasides kaevupuurimisi teostanud hüdrogeoloogilt, kõnelevad samuti, et Lõuna-Saaremaal tehtud puurkaevud on andnud tunduvalt soolakat vett. Kloori esinemine kõrgemais Saaremaa lademeis, alates Kaarma lademega, on nende tekketingimuste seisukohast arusaadav: need ei ole normaalmariinsed, vaid mahkja vee kihid, kus võime arvestada soolalaguune.

Sama hüdrogeoloogi suusõnalise teatme järgi sisaldavad Põhja-Saaremaal kuni 60 m puuritud kaevud head magedat vett. Need kaevud peaksid läbima alumisi Saaremaa kihte (J_2 — J_1) ja neisse valgub põhjavesi võiks pärit olla juba Adavere lademest (H). Jaani mergli väga tugevasti savikas koostis sunnibki arvama, et see lade suuremat hulka põhjavett ei sisalda.

Järgmisest madalamast — Adavere lademest (H) saavad oma vee peale Põhja-Saaremaa puurkaevude veel Audru, Sindi ja Tori omad, teda läbivad Viljandi linna sügavad puurkaevud (devoni all) ja tõenäolikt ka paar Tartu linna kõige sügavamat puurkaevu, mis ulatuvad läbi devoni kihtide. Vesi on hea kvaliteediga; toodangu kohta puuduvad andmed. G_1 — G_3 lademed gotlandiumi kihtide hulgas on arvurikaste kaevude põhjakihideks näiteks järgmistes kohtades: Leisi Hiiumaal (G_2), Tuuru ja Rannajõe Martnas (G_2 — G_3), Lihula (G_3), Vigala (G_2 — G_3), Konuvere (G_1 — G_2), Võhma (G_2 — G_3), Puurmanni (G_1 — G_2), Härjanurme (G_1 — F_2), Udeva Koerus (G_1 — F_2). Siin esineb selliseid toodanguarve, nagu

2,8 l/sek. (Puurmanni, Härjanurme) ja isegi 6,9 l/sek. (Võhma tapamaja).

Porkuni lademesse ulatuvad kaunis kindlasti Viljandi tuletikuvabriku puurkaev, Väätsa (toodang 1,7 l/sek.), Mäiste (Rakke lähedal) ja Palamuse puurkaev.

Eriti rohkesti puurkaevusid ulatub Saaremõisa lademesse (F_1), mida ei saa ka imeks panna, sest see on õieti kompleksne kihirühm paksusega kuni 90 m. Kahjuks ei ole küllaldasi andmeid, et täpsustada seda taset, milleni selles lademes need puurkaevud võivad ulatuda. Ligikaudu näib aga, et kaevud lõpevad enamasti Saaremõisa lademe ülemises osas. Siia kuuluksid Oru, Kullamaa, Märjamaa, Juuru, Ambla, Koigi, Koeru, Põltsamaa, Laekvere, Ulvi kaevud. Ka Jämejala kaev Viljandi lähedal tungib arvatavasti sellesse lademesse. Toodanguarvud on suurimad Amblas ja Koigis — 1,7 l/sek., mujal on toodang alla 1 l/sek.

Rakvere lademe vett kasutab võib-olla Tuhala kool ja üks Ambla kaevudest.

Jõhvi-Keila lademed on nähtavasti veeandjaiks Hageris ning Kohilas ja neis lõpeb tõenäolikult ka Kolga-Jaani sügav puurkaev. C_1 - ja B_{I-III} -lademeid kasutatakse võrdlemisi vähestes kaevudes eeskätt põlevkivialal ja Nõval (C_{1a}).

Kokkuvõttes võib selle põgusa puurkaevude ülevaate põhjal öelda, et paeala lademeist on suurim tähtsus veeandjaina ENSV-s lademeil F_{1-2} ja G_{1-3} .

Põhjaveed kambriumi sinisaue ja diktüoneemakilda vahel (IV põhjaveekord). Seni käsitletud kolm kõrgemat põhjaveekorda toituvad peaaesjalikult sademeist, mis langevad kogu ENSV territooriumil. Neid põhjavesi sisaldavad lademed avanevad väga laiadel aladel. Moreenkate, mis võiks takistada pinnavete tungimist sügavamale, ei ole selleks küllalt pidev ega küllalt läbitamatu.

Sügavamal järgneb põhjaveekord, mille toitumisala maapinnal esineb ainult kitsa ribana mööda Eesti põhjarannikut. Juba eespool on osutatud sellele, et diktüoneemakilt koos glaukoniitliivaga isoleerib paates levivad põhjaveed altpoolt. See isoleeriv kihirühm on eriti Lääne-Eestis väga tüse (umb. 10 m), kuna ta ida poole üha õheneb. Narva ümbruses see isoleeriv kiht ei täida tõenäolikult enam oma ülesannet, sest seal on diktüoneemakilt redutseerunud paarisentimeetriliseks vahekihikeseks ja ka glaukoniitliiv on niisama õhuke. Seega on võimalik, et Narva mail on III põhjaveekorral (paates) ühendus IV-ndaga. Valdavas osas ENSV-st on aga see kihirühm ilmselt läbitamatu. Veel mõjuvam isoleerikiht asub

sügavamal kambriumi sinisaue näol. Seetõttu moodustavad nende vahele jäävad liivakivid täiesti eraldatud põhjavee reservuaari, millel nähtav ühendus välisilmaga on ainult nende liivakivide avamusel paekalda astangul ja selle vahetus läheduses.

Põhjaveet sisaldavate lademetena esinevad siin kambriumi eofüüton- ja *Diplocraterion*-liivakivid ning esimene ordoviitsiumi lade — *Obolus*-liivakivi. Nende lademetete tüsedus tõuseb läänes umb. 40 m-ni, idas aga väheneb 12—13 m-ni. Eeldused hea ja eraldatud põhjaveekihi leidumiseks on kõik olemas.

Seda põhjaveekorda kasutataksegi Põhja-Eestis üsna arvurikastes kaevudes. Peamine teadaolevate kaevude levimisala on Virumaal põlevkivimail ja Rakveres (21 kaevu). Teine suurem rühm on Tallinnast lõunas ja edelas Haapsalust kuni Rohukülani (8 kaevu) ja Tallinnas endas (5 kaevu). Rohkem eraldi asetsevad kaevud on Kolga-Kõnnus (1), Kehra sulfaattselluloositehases (1), Järvakandi klaasivabrikus (1) ja Massus Läänemaal (1). Viimased kaks kaevu on ka kõige sügavamad puurkaevud ENSV-s üldse (314,6 m Järvakandis ja 315 m Massus).

Niivõrd kui on andmeid nende kaevude kohta, osutub see põhjavesi omadustelt täiesti heaks joogi- ja tarbeveeks. Virumaal on vee karedus kahel analüüsitud juhul 14—15°. Rohuküla puurkaevus on isegi väga pehme vesi — karedus 2,2°. Põhjavesi on surve all ja tõuseb kaevutorudes kõrgele üle diktüoneemakilda, ühel juhul isegi kõrgele üle maapinna (5,5 m Haapsalus). Kaevude toodang on vähemalt 2 l/sek., mitmel juhul 5—7,2 l/sek. Võrreldes III ja II põhjaveekorraga on see põhjaveekord niisiis näiliselt produktiivsem. Üsna paekalda läheduses on kaevud selles põhjavees väikese toodanguga, sest seal ei ole enam kõrgemal asuvaid veereserve.

Põhjaveed kambriumi sinisaue all (V põhjaveekord). Kui IV põhjaveekorda sisaldavad liivakivid avanevad kitsa ribana maapinnal, siis viimase, V põhjaveekorra kivimid ei avane ENSV piirides kuski. Nende avamus jääb Soome lahe vete alla. Sellest tuleb ka, et meil teadmised nende lademetete koostisest on puudulikud. Nad on tuntud õieti ainult kaevupuurimiste kaudu ja need ei ole võimaldanud selgitada täpset kihijärjestust. Meie teame ainult, et nn. kambriumi sinisau kujutab endast tüsedat, kuni 80—90 m paksu ülekaalukalt sauest koosnevat ladet, milles siiski esineb vähemal määral ka liivakivikihte. Nende all lasuvad kuni üle 100 m paksuses peamiselt liivakivid, milles esineb aga ka üsna tundu- vaid sauekihte. Need liivakivid ongi põhjavee kandjaiks, mida kasutavaid kaevusid eeskätt Tallinnas, Nõmmel ja Piritall on ehitatud arvurikkalt

(üle 70) vesivarustuse otstarbel. Väljaspool Tallinna levivad kaevud selles põhjavees mööda rannikut kuni Paldiskini, Viimsi poolsaarel, Aegnal, Naissaarel. Vanemaid kaevupuurimisi on teostatud Kundas ja Aseris. Uuemat ajal on suuremate tööstusettevõtete — fosforiidivabrik Kroodil, põlevkivitööstused Virumaal — ja mõne muu asutise varustamiseks hakatud laiendama selle põhjaveekorra kasutamist.

See põhjaveekord on kaugelt veerikkam kõigist teistest ENSV kõrge-
mais tasemeis asuvaist. On korduvalt selliseid toodanguarvusi nagu 14 l/sek., ühel juhul isegi 27 l/sek., kuna 8—10 l/sek. näib olevat tavaline. Enamal jaol juhtudel ei kasutata nähtavasti ära kogu kaevu võimsust, kuna selleks ei ole tarvidust. Mis puutub vee omadustesse, siis ta on pehme (Kundas jääv karedus kõigest 3,5°), väheste Cl ja SO₃ hulgaga. Mõned andmed kõnelevad paiguti rohkest Cl esinemisest, näiteks Piritas kaevudes. On võimalik, et see põhjavesi jaguneb enam kui ühte tasemesse ja mõni eri tase on soolakas, teine aga ei ole. Selle kohta puuduvad seni täpsemad uurimisandmed. Tallinna kaevudest tuleb ühes veega mittepõlevat gaasi. Sellest võib järeldada, et vesi on surve all, ja see vastab ka tegelikkusele: puuraukudes tõuseb veepind enamasti ligikaudu merepinna tasemeni või mõni m sellest kõrgemale.

Põhjavee kvantitatiivne ja kvalitatiivne võrdlus ja kokkuvõte. Nagu eeltoodust näha, võib andmete puudulikkusest hoolimata eristada õige mitu kas täiesti või osaliselt teistest eraldatud põhjaveekorda. Neist on kõige võimsam ilmselt viimane (V), millesse puuritud kaevud küllaldase läbimõõdu juures annavad toodanguid kuni 30 l/sek. Seejuures on vesi küllalt hea kvaliteediga. Ebaselge on veel ainult, kuivõrd oluline on selles tasemes Cl-sisaldus, sest mõnes kaevus annab ta end tunda, paljudel juhtudel aga mitte. Et seda põhjavett Tallinnas ja selle lähemas ümbruses juba pikemat aega arvurikaste kaevude kaudu kasutatakse ja ei ole veel märgata toodangu vähenemist, siis kannatab ta veel intensiivsemat ekspluateerimist. Selleks on ka vajadus olemas põlevkivialal, kus tööstuse vesivarustuseks on vaja kindlaid, üsna suure võimsusega lisaallikaid.

Järgmine (IV) põhjaveekord on samuti püsivaimeline ja hea kvaliteediga, kuid vastavalt vettsisaldavate kihtide vähemale түsedusele ka vähema toodanguga. Kui eelmine põhjaveekord suudab rahuldada kaunis suurte tööstuste tarbeid, siis see on kohane kommunaalse veetarviduse rahuldamiseks asulais. Kaevude toodang sellest põhjaveest on 5—7 l/sek. Kui kasutatakse ka kõrgemate põhjaveekordade vett, siis võib vastava kaevu toodang tõusta samuti kuni 30 l/sek., nagu nähtub Järvakandi klaasivabriku kaevust.

Käesoleval ajal teadaolevad kaevud, mis tungivad neisse kahte põhjaveekorda, on koondunud Põhja-Eestisse. Ka tulevikus on nende tähtsus eeskätt Põhja-Eesti jaoks suur. Selle põhjuseks on kaevude sügavuse küsimus: kaevusid üle 300 m sügavusega ei puurita nii kergesti, sellepärast on IV põhjaveekorda kasutavate kaevude levikut vaevalt oodata Järvakandi laiusest lõuna pool. V põhjaveekorra jaoks on see riba veel palju kitsam. Lõuna pool Rakvere laiust ei ole selles põhjavees veel kaevusid ja siin on selle sügavus 200 m. Seega võiks eeldada sellesse põhjaveesse ulatuvate kaevude ehitamist normaalselt veel ainult mõnekümne km laiuses ribas lõuna pool Tallinn-Narva raudteed.

III põhjaveekorda iseloomustab suhteliselt ebaühtlane toodang, kui arvestada kogu siluri kihtide avamust. See on seletatav peamassiivi ebaühtlase paksusega: ainult lõuna pool, kus paelademete paksus tõuseb 100 ja rohkem meetrini, võib eeldada suurt põhjavete tagavara. Teiseks ebaühtluse põhjuseks on karstinähtuste levik neis karbonaatkivimeis, mille tagajärjel lühikesel vahemaal võime leida nii vettneelavaid kui ka fontaneerivaid puurauke. Suurim teadaolev toodang on 6 l/sek. Võhma tapamaja puurkaevul, kui mitte arvestada Viljandi puurkaevusid, kus aga võivad kaasa mõjuda ka kõrgemad põhjaveekorrad. Vee kvaliteet on enamasti küllalt hea, kuid jällegi esineb erandeid — suure karedusega, H_2S -lisandiga jm. vesi.

Kõrgemais gotlandiumi kihtides võib eristada soolaka põhjavee korda III-a, mis alumistest küllalt selgesti on eraldatud.

Nagu osutab Järvakandi puurkaevu näide, on III põhjavesi (antud juhul küll koos IV-ndaga) võimeline sügavates kaevudes andma suuri toodanguid, seega varustama tööstusi ja asulaid. Viljandi ja Tartu laiuses, devoni kihtide all, on III põhjaveekord selleks sügavamaks tasemeks, mille abil saab lahendada suuremat nõudmist vee järele.

II põhjaveekorras, devoni kihtides, võib eristada alajaotusi.

Ülemdevoni karbonaatkivimeis Kagu-Eestis esineb põhjaveetase II-a, mille osatähtsus on siiski vähene, sest nende kihtide levikuala ENSV-s on väike.

Järgmine sügavam põhjaveetase II-b, peamiselt keskdevoni punases liivakivis, on iseloomustatud suhteliselt väikese toodanguga (suurim teadaolev 4,1 l/sek.) ja teatava ebaühtlusega kvaliteedis. Tartus on selle taseme veed näiteks karedad, Võrumaal aga on enamasti ka madalamais kaevudes ja ilmselt aluspõhjast väljavoolavais allikais vesi hea. Lõuna pool Tartu-Viljandi laiust on selle taseme veed üldiseks tarvitamiseks siiski vahest kõige kättesaadavamad.

II-c põhjaveekorrana tuleb eristada Narva jõe (Pärnu-Navesti) lademe põhjavett. Tartu kaevude põhjal võib öelda, et see on heakvaliteediline ja küllalt rikas põhjaveekord, mida nähtavasti kasutavad ka Viljandi-maa kaevud ja osa Pärnumaa kaevudest. Selle põhjaveekorra ekspluateerimisele tuleks rohkem tähelepanu pöörata neil aladel, kus ta jääb kättesaadavasse sügavusse, s. o. veel mõnikümmend km lõuna pool Tartu-Viljandi laiust.

Kui I põhjaveekorrana käsitleda pinnakattes esinevaid põhjavesi, siis ei saa neile anda üldist iseloomustust. Eespool on toodud üksikuid näiteid, kus on tegemist heakvaliteedilise vee suuremate hulkadega. Seetõttu tuleb niisuguseid võimalusi alati eraldi uurida ning kasutada.

Arteesia veed. Ülemaltoodud kirjelduses osutati möödaminnes sellele, et põhjaveekorrad II-c, IV ja V on surveelised, seega artesia veed. Tõepoolest, kõigil teadaolevail juhtudel on näiteks V põhjavee kaevudes veepind ligikaudu merepinna tasemel (Tallinnas) või mõni meeter sellest kõrgemal (Rakveres +7,8 m, Kundas +5,57 m, Unukses +14,24 m, Oru lossi juures +11 m, Kiviõlis +6,4 m), kuna vettandvad kihid asuvad sügaval merepinnast alamal.

Sama nähtus esineb IV põhjaveekorra kaevudes. Rakvere linna täitevkomitee kaevus tõuseb vesi diktüoneemakilda alt 71,15 m sügavusest kuni 4,09 m-ni puuraugu suudmest, Rakvere end. kasarmute juures on vastavad arvud 81,70 ja 13,42 m, Ubjas 46,98 ja 9,2 m, Kiviõlis 51,40 ja 8,60 m, 49,70 ja 10,80 m, Küttejõus 45,90 ja 8,48 m, 42,60 ja 5,40 m, Kohtla-Järvel 41,50 ja 10,80 m, Kohtlas 49,00 ja 10,00 m, Jõhvis 81,00 ja 19,00 m, 55,00 ja 5,20 m, Vaivaras 27,30 ja 3,80 m. Haapsalus tõuseb vesi diktüoneemakilda alt 157,3 m sügavusest kuni 5,5 m üle maapinna.

Tartus fontaneerivad Emajõe oru lammil põhjaveekorda II-c süvendatud kaevud. Sama nähtus esineb Viljandi oru veerul, kus Viljandi veevärgi puurkaev annab iseoolavat vett. See kaev läbib küll II-c ja lõpeb III-ndas põhjavees. Iseoolavad kaevud Surjus ja Ristikülas kasutavad tõenäolikult ka põhjavett II-c.

Seega on õieti kõik kolm kõige väärtuslikumat põhjaveekorda ENSV-s artesilised.

Mis puutub põhjaveekorrasse III, siis vastavalt olukorra keerukusele seda põhjavett sisaldavais paekihtides leiame siin artesia vett ainult paiguti. Suuremaid ja tähelepanuväärsemaid artesia vee alasid on P. Lannus'e poolt selgitatud Kasari jõe süsteemis Teenuse ja Vigala jõe ääres, kus vähemalt 13×19 km alal on 18 talul artesia kaevud, mille sügavus küünib kuni 60 m-ni. Puurimisandmeil ühe kaevu kohta leidis

selles kihivahesid, millest just tulvas põhjavett maapinnale. Tervel real kaevudel tõusis vesi üle 6 m maapinnast kõrgemale. Vesi on selge, pehme, hea maitsega. Suurim toodang on algul olnud 5—6,5 l/sek. Arvestades geoloogiat on väga tõenäolik, et see arteesia vesi kerkib peamiselt lademe G_3 karstiõõntest, mis võib-olla ulatuvad ka lademesse G_2 . Nagu nägime juba eespool, on need lademed arvurikaste kaevude andmeil peamiselt põhjavett sisaldavaid kihte. Puurkaevude kaardilt näeme, et neist samadest kihtidest pärineb Vigala meierei kaevu arteesia vesi kõnealuse piirkonna vahetus läheduses ja Lihula keskkooli arteesia vesi mõnikümme km kaugemal. Prof. J. Kark'i andmeil on arteesia kaevud Kasari koolimajal, Läti talul Vigala jõe lähedal ja Paekülas, mis kõik võivad ühenduses olla sama arteesia vee leiukohaga.

Paealal leiame aga mitmel pool mujal eraldi vähemaid arteesia vee alasid, mis on avalikuks tulnud puurimistel põlevkivialal Virumaal, Hiiumaal (Tareste-Pühalepal) ja Ristil Padise vallas.

Devoni kihtide alalt on ainult Sooru asundusest Telliste vallast prof. J. Kark'i andmeil teada 18 m sügav kaev, mille vesi tõuseb 2 m üle maapinna. See vesi võiks pärineda põhjaveekihi II-c.

Kokkuvõttes võib öelda, et arteesia veed ENSV alal ei ole sugugi haruldased, vaid paljudel juhtudel alles avastamata ja üksikasjus tundma õppimata.

Sügavate puurkaevude levik. Eeloleva põhjavete ülevaate lugemist hõlbustab juurdelisatud sügavate puuraukude kaart, mis toetub prof. J. Kark'i koostatud kaardile, sisaldades autori lisandusi ja täiendusi.

Peamine hulk kaardile kantud kaevusid on saanud prof. J. Kark'i poolt 1939/40. a. teostatud ankeedi abil. Virumaa osas on autor seda arvu täiendanud 1942.—43. a. puuritud kaevudega ja kaardi andmed üldiselt läbi töötanud. Nii on eri põhjaveekordadesse ulatuvad kaevud tähistatud eri märkidega ja paelademetesse ulatuvate kaevude suhtes püütud veel eraldi määrata, missugused on vanimad lademed, millest nad ammutavad vett. Seda on võimalik olnud teostada teatava tõenäolikkusega, arvestades uuemaid andmeid ENSV siluri stratigraafia ja kihtide tüseduse kohta (vrd. tulpprofiil ja aluspõhja geoloogiline kaart). Sel kombel on võimalik olnud teatava lähedusega määrata peamised põhjavett sisaldavad paelademed, mida siiani eeskätt kasutatakse.

Kaardil ja eelolevas ülevaates toodud andmeid on võimalik edaspidi veel täiendada, kui saab kohal käies rohkendada hüdrooloogilisi andmeid kaevude kohta ja mõnel juhul ehk ka täpsustada puurprofiile. Üldiselt tuleb aga meie põhjaveeolude lõplikumat selgitamist oodata edaspidi sihikindlalt tehtavatekt põhjavee uurimistelt.

III peatükk.

Lubjakivid ja dolomiidid.

Eesti looduslikest ehituskividest üldiselt. Kui vaadelda Eesti aluspõhja kihtide loetelu ja lühikest iseloomustust (peat. I), siis nähtub, et lubjakive ja dolomiite esineb ainult ordoviitsiumis-gotlandiumis ja kõige ülemistes devoni kihtides. Kambrium ja suurem osa devonist ei sisalda neid kivimeid. Liivakivid, mis neis lademeis esinevad, on üldiselt niivõrd pudedad, et nad ehitus- ja tarbekivina ei tule arvesse. Seega võib geoloogilise kaardi najal ilma raskusteta ära näidata, missugustel aladel ENSV-s üldse esineb looduslikke ehituskive (lubjakivide ja dolomiitide näol) ja missugustel neid ei ole. Jääaegsed setted sisaldavad rohkesti rändkive ja nende hulgas võib esineda ka rakenduslikult kasutatavat materjali; ainult neist lademeist võime leida raudkive mitmesuguses suures. Nende esinemisest toome andmeid VIII peatükis (D). Lubjakivid ja dolomiidid on võrdlemisi hästi iseloomustatavad lademetega kaupa. Seetõttu toomegi alamal ülevaate neist vanuse järjekorras, kusjuures peatume eeskätt neil kivimeil, mis peamiselt on ehituskividena tarvitusel olnud.

Ordoviitsiumi lubjakivid. Kõige alumine ordoviitsiumi karbonaatkivimite lade on glaukoniit- e. *Megalaspis*-lubjakivi. Selle lademe kivimid on kasutusel idas, Leningradi oblastis, kus Volhovi jõe ääres on selles lademes suuri murde, eriti tema alumistes kihtides. ENSV piirides on selle lademe paksus märksa väiksem kui ida pool, peale selle on tema avanemise ja paljandumise tingimused paemurrutegevuseks ebasoodsad. Ta avaneb nimelt paekalda astangu lubjakivise osa põhjas. Paemurru rajamine neis kihtides on ainult siis võimalik, kui lasuvad kihid kõik kaasa murtakse. Seetõttu ei ole ka glaukoniit-lubjakivis tegelikult paemurde olemas, kuigi selles lademes on kihte, mis oma vastupidavuse ja roheka värvitooni poolest on silmapaistvad.

Niisama vähe on kasutusel *vaginatum*-lade, mille mürdmistingimused on samalaadsed ja mille kivim on savikam ning vähem vastupidav.

Alles järgneva — Aseri lademe kihte murtakse sageli vähemates mürdudes ja paekalda ülemisel serval Ida-Eestis, sest Lääne-Eestis langeb lademe paksus üsna tähtsusetuks (kuni 0,2 m). Ida-Eestis aga ulatub lademe paksus 3 m-ni. Tüüpilises leiukohas, Aseris, murti neid kihte suu-remas paemurrus, eeskätt tsemendi valmistamise otstarbel. Ehituskivina murtakse Aseri ladet suuremas ulatuses Narva paemürdudes, kus ta on dolomiitne ja kus tema tusedus tõuseb 3,35 m-ni.

Järgmine kõrgem — Lasnamäe lade on tähtsaimaks ehituskivide allikaks ENSV-s. Tüüpiliseks leiukohaks on suured Lasnamäe paemürud Tallinna lähedal. Neist on murtud ehituskive Tallinna müüride ehitamiseks juba sajandite jooksul. Tallinna ehitised ja müürid näitavad selle kivimi loomulikku vastupidavust. Teisest küljest on neid kihte kõige enam ka laboratoorselt uuritud.

Lademe täielik profiil lõunapoolseis paemürdudes on järgmine (dr. K. Orviku järgi, 1940):

6,20 m — hall, kõva, peenekristalliline, paksukihiline lubjakivi

0,40 m — tumehall, kristalne, veidi urbne dolomiit

2,10 m — hall, tihe-peeneteraline, mergeljas lubjakivi

Kokku 8,70 m

Kivimurrutöölised on üksikuile kihtidele andnud omapäraseid nime-tusi. Need iseloomustavad kihte sageli väga hästi, tõstes esile omadusi, mida välisel vaatlusel ei märka. Sel kombel on kujunenud Lasnamäe pae-murru tööprofiil, mille siinkohal lühidalt esitame, kasutades K. Orviku ja E. Möls'i töid 1940. a. Hea ehitus-, kõnnitee- ja vooderduskivina saab tarvitada ülemisi dolomiidi peal lasuvaid kihte ja dolomiiti ennast. Maa-pinna lähedal murenevad kihid 7—10 cm paksusteks plaatideks, mida saab aga suurte tükkidena murda ja töödelda. Sügavamaid kihte murtakse 20—25 cm paksustena. Paksemate kihtide juures võib eraldada vastu-pidavat „südant“ vähem vastupidavaist „nahakordadest“ peal- ja all-pool. „Nahakorrad“ sisaldavad rohkem savikat ainet ja eralduvad „süda-mest“ külma mõjul. Dolomiidikihid sisaldavad rohkem püriiti ja muu-tuvad murenemisel kollakaspunakaks, ilma et selle tõttu nende vastupi-davus tunduvalt väheneks.

Petrograafiliselt on need lubjakivid rikkad vähemate ja suuremate kivistis-mürdosade poolest, mida ümbritseb peeneteraline põhimass. Dolo-miidikihid koosnevad pea täiesti kaunis ühtlastest dolomiidi romboeed-ritest. Dolomiidi all lasuvad kihid on savikailt koosteosiseilt rikkamad

ja vähem vastupidavad, milletõttu neid ka vähem kasutatakse. Kõigis suuremais tuntud paemurdudes murtakse ülemisi kihte, välja arvatud Paldiski paemurd, kus ka alumisi kihte kasutatakse (K. Orviku, 1940). Peab tähendama, et kirjeldatud profiil ja üksikasjad on kehtivad tüüp-lokaliteedi ja lademe lääneosa kohta. Tervet lademe profiili idas veel ei tunta. Mõnes tuntud idapoolses paemurrus murtakse ka alumisi kihte. Üldiselt paljanduvad ainult osaprofiilid. Petrograafiliselt erineb kivimid osaliselt läänepoolsest: teda läbivad sageli roosteviirud. Tehnilistelt omadustelt ei erine ta siiski läänepoolsete leiukohtade kivimist.

Lasnamäe lademetes kivimite laboratoorsel uurimisel (Jürgenson-Möls, Mineraalsetest ehitusmaterjalidest ENSV-s, 1946) teimiti proovikehi igast kihist Lasnamäe paemurrust murenevuse, veeimavuse, löögi- ja survekindluse suhtes, kusjuures saadi üsna häid tulemusi. Näiteks survekindlus kõigub 800—1700 kg/cm vahel (üksikasjalised andmed vt. tabelkaart nr. 5).

Lasnamäe lade avaneb umb. 10 km laiusel maaribal lõuna pool paekaldajoonest kogu selle joone ulatuses idast läände. See maariba on merele lähedane, temal kulgeb paiguti suur Tallinn-Narva maantee ja temast mitte kaugel ka raudtee. Seega on selle umb. 6—7 m paksuse tootsa ehituskivi lademe kättesaadavus ühendusteede mõttes soodne. Tootmistingimused ei ole ka rasked: 1) kate on õhuke, sageli puudub (paepealsed); 2) korrapärane püstlõhede võrk hõlbustab murrutööd; 3) põhjaveeolud ei ole paekalda läheduses rasked; ainult kaugemal lõuna pool teevad soostumine ja pinnaveed raskusi. Suuremate murruettevõtete puhul on need raskused võidetavad.

Suurimad selle lademe paemurrud on Tallinna juures Lasnamäel ja Kadaka küla juures. Nende paemurdude pindala on mitu km². Mitte igal pool ei ole kõik tootsad kihid välja murtud. Uuemates murdudes paljandub kogu Lasnamäe lademe profiil. Murdude sügavus on 10 m ja rohkem. Teisi suuremaid Lasnamäe lademe paemurde on Kunda-Ojakülas, Lüganusel ja Narvas; Paldiski murdudele on osutatud juba eespool. Peale selle on laialdasi madalaid paemurde Tallinnast ida pool kuni 15 km kauguseni Narva maantee ääres. Vähemaid paemurde esineb igal pool lademe avamusel, kus kate on õhuke või puudub.

U h a k u lade sisaldab palju savikat ainet ja seetõttu ei sobi ehituskiviks. Laboratoorsed katsed näitavad, et vastupidavus murenemisele on palju väiksem Lasnamäe kihtide omast, ja see on kooskõlas ka vaatlustega looduses.

Järgnev kõrgem — K u k r u s e lade (ühes Idavere lademega) sisal-

dab ainult vähe kihte, mis sobivad ehituskiviks. Seda näitab ka asjaolu, et tema avamusel puuduvad paemurrud. Ehituskivina kasutatakse vaid kahekordset paat — lubjakivi kihti, mis põlevkivikaevandustes koos põlevkiviga välja murtakse ja mis on küllalt ühtlane ning vastupidav.

Ka järgmine kõrgem — Jõhvi lade ei sisalda ehitustarbeiks sobivaid kihte, sest ta on esindatud peamiselt mergliliste lubjakividega. Suurim paemurd selle lademe kihtides — Aluveres — annab materjali Kunda tsemendivabrikule, kusjuures mergliline koostis ei ole puuduseks, vaid pigem paremuseks. Keemilisi analüüse on sellest paemurrust olemas kihikaupa. Tehniliselt on teinitud ainult ühte proovi Pääsküla paemurrust, mis andis soodsaid tulemusi. Ent need ei ole kooskõlas vaatlusandmetega looduses, kus see kivi kiiresti mureneb kildudeks. Kohalikkudeks lubjapõletamise ja ehitustarveteks on seda kivimit siiski varemmail aegadel murtud (Jõhvi, Madise, Pääsküla, Veltsi jt. paemurrud, mis aga enamasti on kinni kasvanud).

Järgmine kõrgem — Keila lade on mitmeti kivimiliselt sarnane Jõhvi lademega. Ka siin on varemmail aegadel olnud kohalikke murde, nagu näiteks Keilas, Pääskülas, Raasikul, Kehras, Sõmerul Rakvere lähedal jm.

Pääsküla murdudes töödeldakse seda kivimit killustikuks teesillutamise otstarbeks ja selleks näib ta kohane olevat, sest ta mureneb mitte täielikult kildudeks, vaid nurgelisteks tükkideks ja mügarikeks. Sellega on vist ka seletatav, et proovikehade teimimisel saadi üsna häid tulemusi. Nähtavasti on teatud osa Keila lademe kihtidest vähemates tükkides vastupidavamad, kuid suuremate tükkidena, nagu nad vajalikud on ehitustes, ei ole see lubjakivi püsiv.

Lääne-Eestis lasub Keila lademel Vasalemma lademe kristalne lubjakivi, mille tekkel tsüstiidide ja krinoidide murdosad suurt osa mängivad. Kristalse ehituse ja poleeritavuse tõttu on ta üldiselt tuttav „marmori“ nime all. Keemiliselt on see kivi väga puhas kaltsiumkarbonaat (97%), mille tõttu ta väga sobib lubjapõletamiseks ja tselluloosini ning teiste keemiatööstuste tooraineks. Elektriliste omaduste uurimisel on selgunud, et ta isoleerivad omadused ei ole küllaldased jaotustahvlite valmistamiseks.

Murenemiskindluse seisukohast on vastupidiseid laboratoorse uurimise andmeid: ühest küljest näitavad teinud murenemiskindlust, teisest küljest aga, et ta ei ole külmakindel. Need vasturääkivad andmed on põhjustatud sellest, et kivi on rööpselt kihipindadega läbitud peente rõhusutuuridega. Proovikehade valikul võivad need peened lõhed niivõrd

mõjuda, et teimimistulemused on halvad, mõnel teisel juhul aga võib nende mõju olla väiksem ja tulemused on paremad. Looduslikes tingimustes osutub Vasalemma lubjakivi küllalt vastupidavaks, nagu näitavad sajan-dite eest ehitatud Padise kloostri müürid. Üksikud tükid on võib-olla rohkem lõhenenud; need koosnevad siis aga vähem puhtaist kivimi osa-dest, mida murdmisel on võimalik välja sortida.

Sisevooderduseks ja mitmesugusteks ehitiste sisedetailideks sobib Vasalemma lubjakivi väga hästi, sest ta on murtav mitmesugustes for-maatides, ka näiteks kantmeetrilistes plokkides. Poleeritavuse tõttu köl-bab ta ka vähemate tarbeesemete valmistamiseks.

Levikult esineb see kivim Vasalemma ja Tuula vahel ja on kättesaadav eriti paeplatoodel Vasalemma lademe avamuse alal. Kivimi paksus on suurimisandmeil ümmarguselt 10 m. Vanemais Vasalemma murdudes on umb. pool sellest paksusest ligikaudu 1 km² ulatuses välja murtud. Tallinnast ida pool ei näi seda kivimit enam esinevat; Vasalemma lade on Uksnurme ja Saku juures esindatud lubjaliivakividenä ja Rakvere juures lubjakivide, savide ja merglitena, mis ehituskiviks ei kõlba.

Vasalemma lubjakivi kasutamine ulatub tagasi keskaega, mil temast on peale Padise kloostri ehitatud ka Marienburgi loss Ida-Preisimaal. 1881. aastast peale murtakse Vasalemma juures kivi ja enne Esimest Maailmasõda veeti teda ehitusteks välja Peterburisse, Soome ja Rootsi. Toodang on tõusnud kuni 2300 t-ni aastas. On tegevuses ka lubjavabrik, mis 15 000 m³ lubjakivi aastas läbi põletas ja kahte suuremat tselluloosi-vabrikut Eestis varustas.

Peale selle tootis paemurd vooderduskive (umb. 3500—4000 m²), trepiastmeid (umb. 2000 m), ehituskive (umb. 1500 m³) ja karniise (umb. 2000 m aastas). Enamasti lihviti ja poleeriti neid tooteid.

Kõrgeim kesk-ordoviitsiumi lade — Rakvere lade — koosneb väga iseloomuliku välimusega lubjakivist: see on tihe, karpliku murruga, sageli tumedamate viirudega. Tal on sageli suur sarnasus litograafiakiviga, kuid ta pole sellena kasutamiseks küllalt ühtlane.

Suuremaid murde (kuni 3 m sügavuseni) on Rakvere läheduses, kus seda lubjakivi juba vanadel aegadel on murtud ehitusteks ja lubjapõle-tamiseks. Kivimi vastupidavus ilmastiku tingimustele looduses on aga mitteküllaldane. Ta lõheneb õhukesteks plaatideks ja teda kasutatakse uuemal ajal peamiselt täitematerjaliks. Ka vanematel sellest kivist ehi-tatud majadel võib tähele panna murenemise tunnuseid. Selle kõrval on aga laboratoorsete katsete teel Rakvere lademe kivimi kohta saadud häid tulemusi, mis sarnanevad Lasnamäe lubjakivi omadega. On võimalik, et

kivimi tehnilised omadused on muutuvad kihtide ja leiukohtade järgi. Lubjapõletamiseks on ta hästi kohane; enamik vanematest murdudest Rakvere lademes olidki lubjapõletamise jaoks, nagu näit. Pagari, Põlula, Sõmeru, Kiviloo, Perila, Vaida, Voore, Munalaskme.

Uuemate uurimiste järgi läheb ordoviitsiumi ülemine piir Saaremõisa lademe pealt või isegi tema seest läbi. See lade on nimelt puudulikult paljandunud ja alles Rakke sügava puuraugu kaudu on teatavaks saanud, et tema paksus tõuseb 90 meetrini. On arusaadav, et sellise tüsedusega lademes võib esineda mitmesuguste tehniliste omadustega kivimeid. Lähemalt on uuritud Tapa juures paljanduvaid kihte: seal on all merglilisi kriitjaid ja dolomiidistunud kihte ja peal Rakvere lademe kivimiga sarnanevaid. Laboratoorsete teimade põhjal ei ole esimesed vastupidavad, teised aga küll. See on kooskõlas ka vaatlustega looduses, sest selle kivimi murdosad kohalikus moreenis on niisama värsked kui avanev kivim ise. Selle lademe paemurde tuntakse arvurikkalt. Idast läände minnes on paemurde Tudulinna ja Oonurme juures, Roelas, Kulinal, Voorel ja Kütis, Kiviloos lõuna pool Kehrat, Loo, Oru ja Pahlka juures Kose kihelkonnas, Kohilas, Kirnas ja Mõnnustel, Turvaste ja Piirsalu juures, Noarootsis (Lyckholm-Saaremõisa), Vormsil ja Hiiumaal. Head ehituskivi saab neist murdudest, näiteks Vormsi murdudest (Saaremõisa ja Saksby) ja eriti Kirnast (Saunja), kust kivi on veetud Peterburisse suuremate ehituste jaoks. Tänapäeval on aga enamik murdudest maha jäetud, osalt lubjaküsimuse teisiti lahendamise tõttu, osalt transpordi raskuste tõttu, osalt aga ka seepärast, et kivim ei ole ehituskivina sobiv.

Gotlandiumi lubjakivid. Porkuni ladet vaadeldi varem kõige ülemise ordoviitsiumi lademenä. Tänapäeval on kindel, et ta kuulub gotlandiumi.

Tema tüüpilise leiukoha (Porkuni) profiil näitab mitmesuguste omadustega kihte, millest osa on tehnilisiks otstarbeiks kõlblikud, teised mitte. Selles lademes on esimesi korallrahusid, mis annavad head lubjapõletamise materjali. Teisest küljest on ka dolomiitseid kihte, mis sobivad ehituskiviks, kuid näib, et need kihid ei ole mitte tüsedad. Varemini kasutusel olnud paemurde võib nimetada peamiselt Ida- ja Kesk-Eestist (Tudu, Roela, Ahula, Inju, Kurisoo). Uemal ajal on Lohu ümbruse kivi laboratoorselt teinitud, kusjuures selgus, et seal leiduv tihe, kristalne korallidega lubjakivi ei ole vastupidav. Seevastu leidub Seli murrus dolomiite ja lubjakive, mis andsid häid tulemusi ja mis arvatavasti on ehituskivina kõlblikud.

Porkuni lademel lasuv Juuru lade koosneb dolomiitjaist lubjakividest ja mergleist, millest kohe võib järeldada, et tegemist on ehitusotstarveteks vähesobivate kivimitega. Vanemal ajal on murdusid olnud Juurus, Härglas, Lümandus, Maidlas, Põllil, Russalus; Ida-Eestis Paasveres ja Avandusel; Hiiumaal Pühalepas. Praegu leidub veel ainult 3—4 kohas kivimurde Juuru lademe maismaa-osas. See asjaolu osutab muu seas ka kivimi vähesele kõlblikkusele rakenduslikeks otstarbeiks.

Seda enam väärib tähelepanu aga järgnev kõrgem — Tamsalu lade. See on Ida- ja Kesk-Eestis esindatud tüsedal *borealis*-lubjakiviga. See kivim koosneb peamiselt käsijalgse *Pentamerus borealis*'e karpidest, mis kivimi murdepinnal paistavad silma heledate kaarte ja ringidena (sellest rahvalik nimetus „rõngaspaas“). Sageli on ta osaliselt või ka täiesti dolomiidistunud. Ka sedimentpetrograafiliselt võib eristada selle kivimi eri varjundeid, kuid tehniliselt on ta küllalt ühtlaste omadustega. Ta on üsna urbane (peenelt) ja mergliline ning pehme, kuid hea ilmastikukindlusega. Lubjapõletamiseks sobib ta hästi. Suurimad lubjaahjud ENSV-s — Tamsalus ja Rakkes — kasutavad seda kivimit toorainena. Lademe tüsedus on võimaldanud siin arendada suurimaid paemurde ENSV-s. Paemurd Tamsalus on 9,5 m sügav. Pinnaliselt levib sama kivim üle kogu Ida- ja Kesk-Eesti. Kättesaadav on ta eeskätt Pandivere lõunanõlvadel Viru- ja Järvamaa osas, tihedasti asustatud ja põllustatud aladel, kus lademe tüsedus on ka suurim. Sellest alast itta ja läände on soised ja metsased alad, kus paljandeid on vähe. Suurem arv murdusid on jälle Juuru ümbruses, kus aga lademe paksus on väiksem. Sama tüüpilist kivimit leidub veel Kirimäel Haapsalu lähedal. Kaugemal läänes on kivim teissugune ja mitte enam ühtlane.

Enne Esimest Maailmasõda oli lubjatoodang Tamsalus 30 000 t. Viimastel aastakümnetel on kolme suurema lubjaahju kogutoodang ulatunud kuni 9000 t-ni. Lubjakivi varud on aga nii suured, et toodangut võib piiramatult tõsta.

Ehituskivina on *borealis*-lubjakivi omanud ainult vähemat kohalikku tähtsust. Üksikute ehituste jaoks on seda kivimit veetud ka kaugemale, näiteks Tartu.

Lõuna pool Tamsalu lademe avamust levib Kesk-Eestis Raikküla lademe oma. Sellel avamusel on rida vanemaid rohkesti kasutatud ja ka suuri paemurde, mis näitab, et selles lademes leidub rakenduskõlblikke kivimeid. Uuema aja uurimised ei ole suutnud veel selgitada selle lademe tüüpilist profiili. Rakenduslikult tähtsamad on kaks kivimitüüpi: 1) pee-

neteralised, tihedad, Rakvere lubjakivi meenutavad lubjakivid ja dolomiidid, 2) dolomiidid ja merglisisaldusega dolomiitjad lubjakivid.

Selle lademe idapoolsemad leiukohad, ühtlasi ka kõige lõunapoolsemad gotlandiumi leiukohad Ida-Eestis, on Jõgeva juures. Siin leiduvad mõlemad ülalkirjeldatud kivimiliigid, kusjuures lubjakivid osutavad head vastupidavust ja näivad sobivat nii killustikuks kui ka ehituskiviks. Pedja jõe ääres, Jõgevast lõuna pool, Kursi kihelkonnas, paljanduvad kivististerikkad valged, kompaktsed ja peenekristallilised lubjakivid, millest varematal aegadel on paljudes väikestes lubjaahjudes lupja põletatud.

Kaugemal idas on tuntud Kalana „marmor“ — peeneteraline ja peenekristalliline kompaktnel lubjakivi, mis on poleeritav. Tehniliste omaduste uurimisel kannatas ta mitmes suhtes võrdluse välja Carrara marmoriga. Kahjuks saab seda lubjakivi ainult vähemate tükkidena murda. Väiksemaiks poleeritavaiks esemeiks, sisevooderduse plaatideks jne. saab teda eduga kasutada, samuti ka lubjapõletamiseks (98% CaCO_3). Selleks teda kohal kasutataksegi, peale selle varustatakse klaasivabrikut lubjaga. Kivimis esinevaid ränikonkreetsioone võib välja sortida.

Järgmine kõrgem — Adavere lade on esindatud ainult dolomiitide ja merglitega, millest allpool rohkem. Ka sellel lasuv Jaani lade (mergel) on idas dolomiitne, kuid alates Leisist (Saaremaal) läände on see kui ka temale järgnev Jaagarahu lade rikkad lubjakividest. Jaani (J_1) lademe piirides on need peamiselt merglilised lubjakivid, milles aga pesadena esinevad rahu- ja krinoidlubjakivid. Eriti silmapaistev on lubjakivide poolest Tagamõisa poolsaar Saaremaal. Selle põhjarannikul kerkib Suuriku pank, milles paljanduvad kristalsed lubjakivid rohke mergli vaheainesega umb. 20 m paksuses. Nende lubjakivide avamus võtab suure osa poolsaarest enda alla. Ehituskivina on nende lubjakivide tähtsus väike, sest nende merglirikkus on liiga suur. Küll aga saaks siit materjali lubja ja tsemendi valmistamiseks.

Sama on kehtiv Jaagarahu lademe lubjakivide kohta, mis avanevad Tagamõisa poolsaare lõunapoolses osas ja Mustjalas. Kurevere pangal paljanduvad krinoid- ja sammalloomade-lubjakivid, millele vastavad õhukesekihilised ja kivististerikkad lubjakivid Ninase poolsaare lõunaosas ja Mustjala ümbruses. Siin on arvukalt väikesi lubjaahje.

Jaagarahul on aga suurim lubjakivitööstus ENSV-s. Siin murtakse üsna puhast stromatopooride ja korallide rahulubjakivi, mis selle tekke tõttu on ebakorrapärase murdega ja ehituskivina ei tule kasutusele. Lubjapõletamiseks aga on ta esmajärguline tooraine, mis läheb eeskätt tselluloosivabrikute varustamiseks. Paemurd asub üsna lähedal mere-

rannale, kus on sadamaseadmed eriti kivi laadimiseks laevadele. Kahekümnendail aastail arendatud kivimurrutegevus tõusis siin haripunktile a. 1930, mil eksporditi 45 000 t rahulubjakivi Läänemerd ümbritsevasse maadesse.

Ühenduses Jaagarahu lubjakiviga tuleb mainida ka Metsküla lubjakive Pammana poolsaarel, kus eelmise sajandi 80—90-ndail aastail äratas huvi rahulubjakivi marmorja välimusega, millest olevat saanud murda suuri kivipanku $1 \times 1 \times 2$ m mõõdetega. Transpordi- ja murrutingimuste tõttu ei ole seal aga suuremat murrutööd arendatud. 1927. a. teostati Metskülas Tagamõisa poolsaarel ja Atla ümbruses rida puurimisi, mis on selgitanud neid lubjakivi esinemisi ja ülemgotlandiumi stratigraafiat üldse.

Järgnevas — K a a r m a lademes (K_1) on peamiselt dolomiidid, millest allpool lähemalt.

P a a d l a lade (K_2) koosneb jällegi lubjakividest ja need on praktiliselt kasutatavad. Lubjakivid on kivististerikkad ja koosnevad suurel määral organismide pudemeist; nad sobivad ehituskiviks ja lubjapõletamiseks. Peamisi paemurde on Paadla ja Kogula juures, siis Lümanda — Kihelkonna ümbruses ja Pärni—Uduvere—Kiratsi—Sagariste joonel. Avamuse loodeosas esineb rahumoodustisi stromatopooride ja korallidega, nagu neid juba J_1 — J_2 -lademeis esines. Üks vähem selline rahu on paljandunud Katri pangal. Atlas arendati niisuguses rahus paemurrutegevust, kuid töö katkestati, sest kivimi kvaliteet ei olnud küllalt hea, võrreldes Jaagarahu kivimiga. Lademe üldpaksus ei ole väga suur, kuid ulatub siiski 10—15 m piiridesse; seega on lubjakivi varud küllalt suured, kui arvestame üsna laialdast avamust.

Saaremaa lõunarannik on K a u g a t u m a lade avamusel, mille tüüpiline paljand asub Kaugatuma pangal Sörve poolsaare põhjaosas. Siin on paljandunud umb. 2—3 m paksuses jämedakristallilisi krinoidlubjakive, mis lasuvad merglilistel lubjakavidel. Pealmised lubjakivid on ilmselt murenemiskindlad ja ka omapärase mustriga (heledad meriliilia varrerõngad tumedamas jämedakristallilises põhimassis), mis peaks soodustama nende kasutamist ehituskivina. Teisest küljest on aga seni seda kivi murtud peamiselt tööstustarveteks. Nii on endine Waldhofi tselluloosivabrik Pärnus murdnud oma tarveteks lubjakivi Loona ja Leina juures. Need murrud on mere vahetus läheduses, samuti ka teised leiukohad (Muratsil, Kastil). Rannikumeri on aga madal, seetõttu ei ole laadimine suurematele laevadele kergesti teostatav.

Kõige ülemine gotlandiumi lade — O h e s a a r e lade — paljandub

ainult samanimelisel pangal ja selle lähemas ümbruses. Ta koosneb plaat-
jaist lubjakividest ja lubjaliivakividest vahelduvalt savide ja merglitega.
Kihid on õhukesed ja ei murdu suuremate plaatidena; vastupidavus on
üldiselt hea. Paemurde ei ole siin rajatud; kohalikud elanikud rahuldavad
oma vajadusi, murdes kivi otse pangajärsakult mere ääres.

Kogu keskdevoni ladestiku avamuse alal lubjakive ei leidu. Alles ülem-
devonis, Irboska ümbruses, levivad jälle lubjakivid. ENSV piiridesse ei
jää sellel alal enam lubjakive nimetamisväärsel hulgal.

Kokkuvõttes võib öelda, et lubjakivi varud Eestis on väga ulatuslikud
ja mitmekesised. Mõnes osas on nende tundmine aga veel puudulik, mis
oleneb sellest, et osalt on lademetest stratigraafia ja regionaalne levimine
alles täpsemalt selgitamata. Seega peaks edaspidi nii geoloogiline kui
ka rakendusgeoloogiline lubjakivide uurimine minema käsikäes.

Dolomiitidest üldiselt. Välimuselt ei ole dolomiidid mitte alati lubja-
kividest kergesti eristatavad. Dolomiiti iseloomustab tema keemiline
koostis, mille väljendiks on $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. Normaaldolomiidis, mis täp-
selt vastaks sellele väljendile, peaks olema 55% CaCO_3 ja 45% MgCO_3 .
Looduslikke kivimeid vaadeldes leiame kõiksuguseid üleminekuid lubja-
kivide ja normaaldolomiitide vahel. Et kolmanda komponendina tavalis-
t esineb ikka savikat ainet, siis on tegelikult mitmesuguseid kombi-
natsioone neist elementidest, mille tulemusena saame dolomiitjaid lubja-
kive ja mergleid, mergeldolomiite ja lubjakaid dolomiite. Rakenduslikult
väärtuslikumad on puhtad normaaldolomiidid, eriti tööstuse toorainena,
ehituskivina aga on sageli väärtuslikud ka dolomiidid lubjakivi ja mergli
lisandiga mitmesuguses vahekorras.

Vastavalt mitmekesisusele koostises on dolomiitide esinemine looduses
ka teataval määral kirju. Ühed ja samad kihid stratigraafilises mõttes
võivad olla välja kujunenud ühes kohas dolomiitidena, teises aga lubja-
kividena. See kirjusus võib olla kas üsna tihe, nii et mõnemeetriliste
vahemaade järel esineb näiteks dolomiidipesi lubjakivis, või esinevad
muutused regionaalselt suuremate vahemaade järel. Sageli on teatud
stratigraafilised võõtmed suure järjekindlusega dolomiitsed, nagu näi-
teks nn. „põhjaapoonased“ kihid Lasnamäe ehituslubjakivis. On selge, et
rakenduslikku tähtsust positiivses mõttes saab olla peamiselt ulatusliku-
mail ja geoloogiliselt püsivamail dolomiidikihtidel. Kivimi kui ehitus-
kivi omadustele laiguline dolomiidistumine erilist halba mõju ei avalda.
Küll aga võib see kivimi kui keemilist laadi tooraine väärtust alandada.
Näiteks on Aseri ja Lasnamäe lademe lubjakivid Aseri ümbruses laiguti
dolomiidistunud, mis teeb raskusi tsemenditööstusele sobiva tooraine

muretsemisel. Alam-ordoviitsiumi kihtides ongi meil nähtusega tegemist, et dolomiitsus suureneb ida poole minnes. Pea kõik alam- ja kesk-ordoviitsiumi lademed on Lääne-Eestis lubjakividenä välja kujunenud, kuna Ida-Eestis üha rohkeneb ebakorrapärane dolomiitsus.

Tähtsamaid dolomiidilademeid Eestis. Alumistes ordoviitsiumi lademetes esineb Eestis dolomiidikihte ainult sporaadiliselt ja neil ei ole dolomiitidenä erilist rakenduslikku tähtsust. Nii näiteks on glaukoniit-lubjakivis teatud kihid välja kujunenud dolomiitidenä. Kuid nagu nägime, on selle lademe kivimite kättesaadavus vähe soodne. Lasnamäe lademe dolomiidikihti kasutatakse koos lubjakiviga ehituskiviks. See lade, samuti kui Aseri ladegi, on idas dolomiitne ja samuti kasutatav ehituskivinä kui lubjakiviseski osas. Kukruse lademes on idas laiguline dolomiidistumine tähelepandav ja siiani ei ole selgitatud, kuivõrd selle lademe dolomiidistunud kihid oleksid ehituskiviks sobivamad kui lubjakivised. Pidevamaid dolomiidikihte on Saaremõisa ja Porkuni lademeis; Porkuni lademe dolomiitjad kihid on Porkunis endas ja veel paaris teises leiukohas (Härgla) ehituskivinä kõlblikud. Saaremõisa lademe dolomiidid on seni vähe paljandunud ja vähe tuntud, nii et nende kohta ei saa anda üldist hinnangut.

Gotlandiumi lademeis esineb kindlailmelisi dolomiidikihte palju rohkem kui ordoviitsiumis. Juuru ja *borealis*-lademes on tegemist muutuva dolomiidistumise nähtusega nii horisontaal- kui ka vertikaalsuunas. Seejuures on alles vähe andmeid täpsemaks kirjeldamiseks, kuidas ja millisel määral see dolomiidistumine levib ning missugune tähtsus on tal kivimi rakenduslike omaduste suhtes.

Raikküla lademes on seevastu tegemist juba rohkem kindlailmeliste ja püsivate dolomiitidega lademe alumises osas kuni 15 m paksuses. Kohati on need dolomiidid merglilised ja ilmastikule vähe vastupidavad, nagu näiteks Jõgeva ümbruses. Paide Mündi murrus on nad juba ammu kasutamist leidnud. Lääne-Eestis Märjamaa, Orgita, Raikküla ja Puskuküla murdudes on tegemist mõnevõrra mergliliste dolomiitide või dolomiitjate lubjakividega, mis äsja murtuna on suhteliselt pehmed, kuid õhu käes kuivades kõvenevad. Seejuures on nad murtavad tüsedate plokkidenä ja sageli sobivad lihtsamaiks karniisitöödeks. Vastavate paemurdude asukohad on aga transpordi mõttes ebasoodsad, nii et kivimite kuulsus on sageli kaugemale ulatunud kui nende murdude saadused tegelikult.

Laboratoorsed teimimised on näidanud Raikküla, Keava ja Orgita kivimi head ilmastikukindlust, Keava kivimi silmapaistvat löögi- ja survekindlust; viimased omadused on Orgita ja Raikküla kivimil natuke väiksemad, ent siiski küllaldased. Mündi kivimi kohta ei ole andmed üht-

lased, tegelikult on selle paemurru kivimid siiski püsivad. See on ka ainuke paemurd Eestis, kus kivi on murtud maa-aluste töödega.

Peamiselt dolomiitidest koosneb Adavere lade, mille avamus üsna laia ribana levib läbi Kesk- ja Lääne-Eesti. Tüüpilises leiukohas, Adaveres, on suur paemurd, mis aga uuemal ajal ei ole sugugi kasutamist leidnud ja on tugevasti kinni kasvamas. Seal esineb jämedakristalliline auklik dolomiit ebatasaste kihipindade ja ränimugulatega. Murenemisel tekib kivimi pinnale kore dolomiidipuru, sest seos dolomiidi kristallide vahel lõdveneb ja katkeb. Samalaadne on kivim Põltsamaa—Pilistvere—Võhma ümbruses, kus ta mitmel pool leiab kasutamist ehituskivina. Sama kivimit kasutati näiteks Tartu kaubajaama ehitusel 1938/39. a. (kaubajaama hoone elevaator).

Adavere lademe dolomiidi koredad kristallid on võib-olla välja kujunenud metamorfiliste mõjude tõttu. On ju Võhma lähemas ja kaugemas ümbruses tegemist uuestiliidetud dolomiidibretšiaga, mis sisaldab plii-, tsingi- ja rauasulfiide ning näitab selgeid hüdrotermilise moonde tunnuseid. Kaugemal läänes, Vigala jõe piirkonnas ja Matsalu lahe põhjarannikul, on tegemist tihedamate ja merglilisemate kihtidega, kus puuduvad ülemaltähendatud moonde tunnused. Kivimurde on Keskvere ja Rõude juures. Kivimi tehniliste omaduste kohta puuduvad siin andmed.

Ka järgnevad kõrgemad lademed on suurel määral dolomiitidena välja kujunenud. Nii on tüse Jaani lade idaosas (kuni umb. Leisini Saaremaal) kõikjal dolomiitne mergel, mis ei ole praktiliselt mingil kombel kasutatav, sest ta laguneb kohe õhu ja vee mõjul („vesipaas“).

Jaani merglil lasuvad Muhu dolomiidid on teissugused: siin on tegemist peenkihitatud, võrdlemisi pehmete plaatdolomiitidega, mille vastupidavus vaatlusandmeil on täiesti rahuldav. Sageli on need kihid ka väliste tunnuste järgi vabad mittekarbonaatseist lisandeist ja sel juhul kõlblikud keemiliseks tooraineks klaasi- ja metallurgiatehastes. Teistel juhtudel on neil peeneurbeline struktuur ja teatav savika ainese lisand.

Nende dolomiitide levikuala on väga suur. Eesti mandriosas võib neid jälgida Põhja-Pärnumaal Pööraverest alates üle Änge ja Kärgu, siis Lõuna-Läänemaal, eriti Mihkli kiriku lähedal, Veltsa vallas, Kirbla, Lihula ja Virtsu ümbruses, samuti ka Paatsalus; pea terve Muhumaa sisaldab neid ja Kirde- ning Põhja-Saaremaal võib neid jälgida Jaanis ja Karjas. Kogu sellel alal on arvukaid paemurde, enamasti väikesemõõdulisi, kust rahuldatakse kohalikke tarbeid. Enne Esimest Maaailmasõda on Taalikul Saaremaa põhjarannikul olnud kivisaagimise ja -hõõveldamise tehas, mis kasutas selle lademe dolomiite Taaliku ümbrusest ja nähtavasti ka kauge-

malt maa seest suurtest Tagavere murdudest. Toodangut on veetud välja Peterburisse, Soome ja Rootsi. See tehas oli saanud töötada ainult lühikest aega, kui sõda tema tegevuse lõpetas.

Nendesamade plaatdolomiitide peal ja sees esinevad pesadena rahudolomiidid, mis kujutavad endast enamasti jämedaurbelisi mittekihitatud või tihedamaid nõrgalt väljendatud kihisusega kivimeid. Urbsetes liikides võib tähele panna rahumoodustajate organismide — sammalloomade, stromatopooride, korallide, aga ka muude faunarühmade jäänuseid. Kivim on enamasti puhas dolomiit ja teda on murtud enne Esimest Maailmasõda suuremõõdulisemalt Muhus Üügu pangal, kus teda laaditi otse laevadele ja viidi Peterburisse metallurgiatehastesse. Tänapäeval on peamiselt Eesti klaasitööstus tundnud huvi nende dolomiitide vastu. Järvakandi klaasivabrik kasutab ühte paemurdu rahudolomiidi laadi kivimis Kaismal Kärgu lähedal.

Rahudolomiidi esinemised on maastikus enamasti nähtavad juba välselt: need on kõrgendikud väga mitmesuguse suurusega, mõnemeetrise kuni mõnekilomeetrise läbimõõduga. Suhtelised kõrgused on samuti väga muutlikud. Nende kõrgendikkude tekkele osutasime juba üldosas: need on kõvikud, mida mannerjää suhteliselt pehmemast ümbrusest välja voolis. Seetõttu on nad enamasti ka silekalju taoliselt orienteeritud, asetledes järsuma otsaga põhja või loodesse, jää liikumise suunas. Aluspõhja geoloogilisel kaardil on need rahud tähistatud reana Muhu dolomiitide põhjaserva läheduses nii maismaal kui ka Saaremaa ja Muhu põhjarannikul. Rahva seas on koredaurbelised rahudolomiidid tuntud „rahkja pae“ nimetuse all. Tuleb tähendada, et ka Muhu lademe lubjakivises osas Lääne-Saaremaal mõned rahud esinevad dolomiitidena (näit. Undvas, Tagamõisa poolsaarel).

Ka järgmine kõrgem — Kaarma lade, mille avamus on tuntud ainult Saaremaa keskosast, on esindatud ülekaalukalt dolomiitidena. Need dolomiidid on aga enamasti tunduva merglisisaldusega ja sarnanevad Raikküla lademe dolomiitidega ses mõttes, et nad maast murdmisel on pehmed ja õhus kõvenevad. Iseloomulik on harilikult peenkihisus ja peeneurbelisuus, aga nendes leidub ka veidi suuremaid auke. Viimaseid võib sageli ära tunda õõntena, mis on jäänud kivististe hävimise tagajärjel. Seda dolomiiti on sajandite kestel murtud Kaarma suurtes murdudes ja sellest ehitatud Kuressaare linn. Et sealt saab suuri monoliite kuni üle poole meetri paksusega ja mõnemeetrise pikkuse ning laiusega, siis on võimalik saada materjali monumentideks ja mitmesuguseiks ehitustarbeiks. Saaremaal on see kivi hinnatav eriti korstnakivina. Teda on veetud

üsna palju ka väljapoole Saaremaad, Tallinna ehituste jaoks, hauakivideks ja mälestussammasteks.

Kaarma lademe paksus on Saaremaa keskosas üle 60 m, mis aga kõik ei tule ülalkirjeldatud dolomiidiliigi arvele. Selles on ka üsna savikaid vahekihte ja teissuguse struktuuriga dolomiite; ometi on tüüpilise Kaarma dolomiidi түsedus küllalt suur ja esinemine laialdane, nii et tema tootmist saaks üsna tugevasti laiendada. Peale Kaarma murdude leidub samalaadset kivimit näiteks Pähkla, Läägi, Kareda, Koksi, Reeküla, Purtsa, Pamma, Tõrise, Järise jt. murdudes.

K a u g a t u m a lademe idaosas Saaremaal Uue-Lõve ümbruses leiame kristalseid krinoidkihte ka dolomiitidena, mida varem al ajal on murtud. Nüüd on aga murrud maha jäetud ja kinni kasvanud.

Dolomiite ja dolomiitmergleid leiame veel keskdevoni alumises — Narva jõe lademes ja ülemdevoni alumises — Gorodištše lademes Võrumaal. Need kihid on aga ilma suurema praktilise tähtsuset, sest nad on vähe levinud ja enamasti ka vähesobivate tehniliste omadustega.

IV peatükk.

Põlevkivid

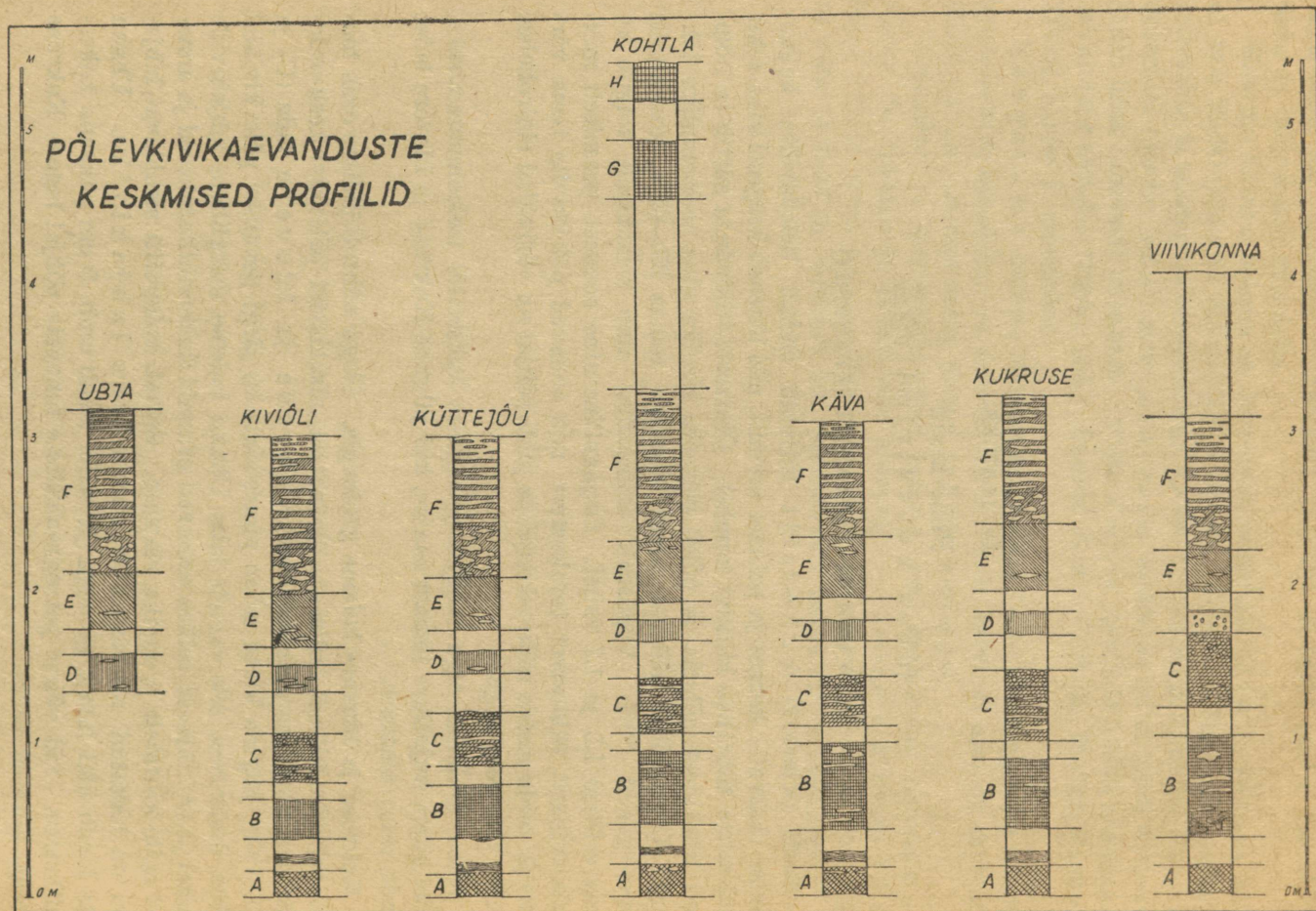
(ühes kaaskivimitega).

A. KUKRUSE PÕLEVKIVI (KUKERSIIT).

Eesti põlevkivi kukersiit kujutab endast heledavõitu kakao-pruuni (kuivalt) kerget ja pehmet kivimit, mis lõheneb kergesti kihtideks, kuid mitte tüüpilise kiltkivi kombel. Õhukeste kildudena süttib ta hõlpsasti tikutulest põlema ja põleb suitseva leegiga ning iseloomuliku lõhnaga. Orgaanilist põlevat ainet sisaldub temas 35—65%, keskmiselt ümmarguselt 50%. Vastavalt orgaanilise aine sisaldusele kõigub ka tema erikaal 1,3 ja 1,7 vahel. Orgaaniline aine koosneb peamiselt mikrokoopiliselt väikestest terakestest, mis annavad põlevkivile tema värvuse ja mida nende mikrokoopilise pildi põhjal on võrreldud sinirohelise vetika *Gloeocapsa*'ga.

Need andmed olgu toodud esialgseks kukersiidi iseloomustamiseks. Täielikuma kujutluse temast saame, kui jälgime Kukruse ja Idavere ladet nende täies ulatuses.

Kukruse ja Idavere lademe geoloogia. Nagu nähtub üldises osas toodud tabelikujulisest lademete ülevaatest, sisaldavad põlevkivi kesk-ordoviitsiumi alumises osas esinevad Kukruse ja Idavere lade (C_2 ja C_3). Kui jälgida kihte mõne puursüdamiku järgi peamisel põlevkivialal Jõhvi ümbruses, siis esineb juba Uhaku lademe mergiliste lubjakivide keskel paar kihikest, milles esinevad pruunid kukersiiditerakesed ja annavad neile kihtidele pruunika värvuse. Sellist, kukersiiti sisaldavat lubjakivi on hakatud nimetama bituumseks lubjakiviks. Uhaku lade lõpeb ülal lainja pinnaga ja sellel lasub umb. 5 cm paksune kukersiidikihi. Siit võime petrograaafiliste tunnuste põhjal lugeda Kukruse lademe alumist serva.



2. joon. Põlevkivikaevanduste keskmised profiilid. Põlevkivikihid üksikult viirutatud, lubjakivi valge. Tähed tulpade kõrval märgivad tootsaid põlevkivikihte.

Ülespoole järgneb ligi 9 m merglilisi mügarjaid lubjakive, mis vahelduvad bituumsete lubjakividega, ilma et uuesti esineks puhtama põlevkivi kihte.

Tootsate põlevkivikihtide järk algab järsupiirilisel nn. A-kihiga, millele järgneb ülespoole veel 7 kihti põlevkivi. Tootsa kihirühma kogupaksus on 5 m, millest põlevkivikihid moodustavad 2,50—2,75 m. Ülejäänud kihid tootsas osas on lubjakivid, merglilised ja bituumsed lubjakivid. Kõrgemale järgneb veel ligi 6,5 m lubjakivi bituumse lubjakivi vahekihtidega, mille hulgas esineb 3 õhukest kukersiidikihikest.

Tabel 3. Idavere ja Kukruse lademe geoloogia.

Lade	Vööde	Kivimi kirjeldus	Paksus	Märkusi
Idavere lade	(C ₄)	Peenkihitatud merglid vahelduvad lubjakividega; all laikudega merglikihike (4 cm), 1,60 m allpool pealispinda põlevkivikihi (5 cm)	4,95	Fauna Eesti alal täpsemalt fikseerimata. Petrograafilise ilme ja asendi poolest väga tõenäolik, et need kihid vastavad Leningradi oblastis Assatkini poolt väljaeraldatud käsnakihtidele (C ₄). Eestis ei ole teada silmatorkavalt rikkalikku käsnade esinemist.
		Mügarjad, vähemerglilised lubjakivid, alumises osas bituumsed (kukersiidiilisandiga) . .	3,10	
		Püüdistunud lohkpindadega ja ebakorrapärase kukersiidiilisandiga lubjakivid	2,20	
Kukruse lade	C _{3αβ}	Põlevkivi rohke lubjakivimügarike lisandiga; peal bituumne lubjakivi ussikäikudega (20 cm) Mergeljäid lubjakive, mis vahelduvad bituumsete lubjakividega; 3 üksikut õhukest põlevkivikihti	1,25 6,33	Faunas: trilobiite — <i>Chasmops wrangeli</i> , <i>Chasmops marginata</i> , <i>Asaphus iferensis</i> ; käsijalgseid — <i>Dalmanella navis</i> , <i>Leptelloidea musca</i> , <i>Rafinesquina dorsata</i> . Faunas: trilobiite — <i>Chasmops odini</i> , <i>Ceraurus spinulosus</i> , <i>Lichas kukersianus</i> ; käsijalgseid — <i>Leptelloidea leptelloides</i> , <i>Leptaena trigonalis</i> , <i>Porambonites teretior</i> , <i>Leptetia musculosa</i> ; graptoliit <i>Diplograptus beckeri</i> .
	C _{2β}	Põlevkivi lubjakivi ja bituumse lubjakiviga; all kahekordne paas (22 cm), peal ussikäike (12 cm; tootsad kihid D—H)	3,73	
	C _{2α}	Põlevkivi lubjakivi-vahekihtidega, peal ussikäike (tootsad kihid A—C)	1,45	
		Mergeljas lubjakivi bituumsete vahekihtidega; all põlevkivikihi (5 cm)	8,90	
K O K K U			31,91	

Siis esineb ümmarguselt 1 m põlevkivi rohkete bituumse lubjakivi mügarikega.

Seni on vähe tähelepanu pööratud järgnevaile kõrgemaile kihtidele ja C_2 — C_3 -lademete üleminekule D_1 - e. Jõhvi lademesse. Käesolevat puursüdamikku vaadeldes võib veel järgnevas 10 meetris jälgida kukersiidi-lisandit ja umb. 1,5 m allpool selle kihirühma ülemist serva õhukest põlevkivikihti. On väga tõenäolik, et need kihid kuuluvad veel C_2 — C_3 -kihi kompleksi juurde, nagu on näidatud eelnevas tabelis.

Tootsad kihid. Tootsate kihtide profiil samas puursüdamikus oleks üksikasjaliselt järgmine:

$\frac{2,19}{p. 0,35}$	{	0,12 m —	põlevkivi	ussikäikudega ja lubjakivi
		0,11 „ —	„	(kiht H)
		0,28 „ —	lubjakivi	ja bituumne lubjakivi
		0,24 „ —	põlevkivi	(kiht G)
		1,44 „ —	lubjakivi	ja bituumne lubjakivi (ülemise kolmandiku põhjas 5 cm põlevkivi)
$\frac{2,86}{p. 2,25}$	{	1,05 „ —	põlevkivi	lubjakivi mügaratega, eriti ülemises osas (kihid F+E)
		0,07 „ —	bituumne lubjakivi	(„roosa paas“)
		0,08 „ —	põlevkivi	(kiht D)
		0,21 „ —	lubjakivi	(kahekordne paas)
		0,40 „ —	põlevkivi	ülal ussikäikudega (kiht C „hobuse- nahaga“)
		0,09 „ —	lubjakivi	
		0,60 „ —	põlevkivi	(kiht B)
		0,14 „ —	lubjakivi	
		0,10 „ —	savikas põlevkivi	
		0,12 „ —	põlevkivi	(kiht A)
		5,05 m		

Alumine pool sellest profiilist sisaldab peamise osa põlevkivikihtidest 2,25 m kogupaksuses, ülemises osas aga esineb ainult 2 kihti, G ja H, 0,35 m paksuses. Neid viimaseid on toodetud ja toodetakse ainult lahtistes kaevandustes, näiteks Kohtlas, kuna allmaakaevandustes toodetakse peamiselt kihte A—F. Seega on nende kihtide omadused Eesti põlevkivile mõõduandvad.

Esitatud tootsate põlevkivikihtide profiil on tüüpiline Jõhvi ümbruse põlevkivi leiukohtadele. Siit ida, lääne ja lõuna poole muutub see profiil

selles mõttes, et üksikud kihid kohati õhenevad või ka paksenevad.

Toome tootsa kihirühma põhja—lõuna läbilõike ligikaudu Kohtla-Järve meridiaanil:

Tabel 4. Tootsate põlevkivikihtide geoloogiline läbilõige põhja—lõuna suunas.

Kaugused	← 10 km →		← 6 km →		← 21 km →			
Kihid	Järve		Apandiku		Arvila		Tõkke	
	põlevkivi	paas	põlevkivi	paas	põlevkivi	paas	põlevkivi	paas
H	0,06		0,12		0,30		0,30	
G	0,33	0,21	0,18	0,23	0,30	0,25	0,30	0,22
F	0,60	1,30	0,74	1,52	0,55	1,46	0,60	1,44
E	0,55		0,47		0,30			
D	0,24	0,10	0,06	0,10	0,03	0,03	0,03	0,06
C	0,26	0,23	0,28	0,22	0,58	0,30	0,20	0,26
B	0,70	0,21	0,62		0,52	0,08	0,28	0,04
		0,25		0,15		0,28		0,22
		2,30		2,32		2,40		2,24
A	0,23		0,24		0,12		0,18	
	2,97		2,71		2,70		1,89	

Sellest tabelist nähtub, et tootsa kihirühma kogupaksus ja põlevkivikihtide kogupaksus selles on kaunis püsiv 16 km ulatuses põhjast lõunasse minnes. Veel 21 km lõuna poole on juba ligi 1 m vähenemist, mis tuleb peamiselt põlevkivikihtide arvele. Ka puhta põlevkivi sisaldus neis kihides näitab vähenemise tendentsi.

Ida—lääne suunas saab jälgida puur- ja kaevandusprofiile veel pike-mas ulatuses (kaugused projekteeritud rööbikule; vt. tabel 5, lk. 62).

Selles suunas on tegemist samalaadse nähtusega: kaevanduste piirkonna keskmises osas, Kiviõli ja Jõhvi vahel, on nii tootsa kihirühma kogupaksus kui ka põlevkivikihtide kogupaksus selles kaunis püsiv. Nii ida kui ka lääne poole väheneb see paksus, peamiselt põlevkivi arvel.

Üksikute profiilide hindamisel ei ole aga otsustav ainult kihtide paksus, vaid ka puhta põlevkivi sisaldus. Juba väliselt võib põlevkivikihtides kergesti tähele panna karbonaatse osa esinemist enam või vähem korratute lubjakivimügarikena. Kus ei ole mügarikke, seal esineb tihti kivistisi, mille karbonaatsed koad ja koorikud pruunist põlevkivimassist heleva- getena välja paistavad. Jämedates joontes võib selle karbonaatse lisandi

**Tabel 5. Tootsate põlevkivikihtide geoloogiline läbilõige
ida—lääne suunas.**

Kaugused	27 km	19 km	13 km	17 km	
Kihid	Vanamõisa	Kiviõli	Apandiku	Rausvere	Kokolok
H	0,10	0,16	0,12	0,11	0,12
G	0,30 . . . 0,15	0,29 . . . 0,22	0,18 . . . 0,23	0,24 . . . 0,28	0,22 . . . 0,16
F	0,87 . . . 1,00	1,00 . . . 1,36	0,74 . . . 1,52	1,05 . . . 1,44	0,58 . . . 1,34
E	0,40	0,36	0,47	1,05	0,26
D	0,20 . . . 0,10	0,17 . . . 0,12	0,06 . . . 0,10		0,04 . . . 0,08
C	0,08 . . . 0,23	0,31 . . . 0,27	0,28 . . . 0,22	0,40 . . . 0,21	0,30 . . . 0,28
B	0,10 . . . 0,20	0,26 . . . 0,10	0,62 . . . 0,15	0,60 . . . 0,09	0,24 . . . 0,18
A	0,08 . . . 0,25	0,16 . . . 0,21		0,12 . . . 0,24	0,12 . . . 0,24
	2,13	1,93	2,71	2,32	2,60
					2,33
					1,88
					2,28

osatähtsust hinnata, mõõtes vertikaalses profiilis, kui palju tuleb sellest põlevkivi ja kui palju lubjakivi arvele. Sel kombel võib saada suhtarve, kui palju on profiilis puhast põlevkivi; seda võib teha, kõrvutades põlevkivikihtide bruto- ja netomõõte.

Tabel 6. Puhta põlevkivi hulka iseloomustavad suhtarvud kaevandustes.

Kihid	Ubja	Kiviõli	Küttejõu	Kohtla	Käva	Kukruse	Viivikonna
F	54%	39	33	37	41	32	32
E	99%	95	94	98	97	96	97
D	97%	83	99	100	100	100	100
C		59	56	52	53	46	79
B		100	100	99	96	100	87
A		99	100	99	97	99	100
Ee kõrgus m	1,83	2,98	2,98	3,27	3,04	3,21	2,88
Põlevkivikihtide kogupaksus							
bruto p ₀	1,67	2,27	2,45	2,54	2,33	2,51	2,29
neto p	1,18	1,48	1,46	1,74	1,71	1,68	1,63
Tihedus $\frac{p}{h}$	0,64	0,50	0,49	0,53	0,56	0,53	0,57

Need arvud näitavad, et peaaegu puhtad lubjakivimügarikest on kihid A, B, D ja E. C-kihis tuleb ligi pool lubjakivikihtide arvele ja F-kihis

tugevasti üle poole. See avaldub juba kohe profiili vaatlusel, sest kiht F on vahelduvalt põlevkivi ja lubja kihitusega; samuti on C-kihis lubja-vahekihte ja -mügarikke, kuna tema pinnaosa vastu kahekordset paat on suure järjekindlusega tihedalt läbitud peenikeste lubjaoksakestega — ussikäikudega. Tabelis mitte näidatud G- ja H-kiht on tavaliselt puhtad põlevkivid.

Välisel vaatlusel on raskem hinnata teisi lisaaineid, mis esinevad põlevkivis: need on liiva- ja saueosakesed. A-kihi juures on seda siiski kõige kergem tähele panna. Selle kihi ülemine osa on tavaliselt tugevasti savi-ainesega täitunud, kuigi ta värvuselt alumisest vähe erineb. Seetõttu võib talitada kahte viisi: mõõta A-kihi paksust koos savika osaga ja netopaksusena arvestada ümmarguselt pool sellest, või siis määrata iga kord piir nende osade vahel ja mõõta ainult puhast osa. Teiste kihtide suhtes tuleb pöörduda analüüsiandmete poole.

Laboratoorsete analüüside põhjal on järgnevas tabelis esitatud üksikute kihtide mineraalne- (tuha-) sisaldus ühenduses mahukaalu ja niiskusega (K. Luts'u järgi, 1934).

Tabel 7. Põlevkivikihtide mineraalainese-sisaldus.

	A	B	C	D	E	F
Niiskus	10	10,4	12,2	11	14,4	12,4
Mahukaal	1,53	1,5	1,5	1,66	1,34	1,5
CO ₂	10,6	13,4	10,4	12,8	8,4	11,7
Mineraaltuhk	40,7	37,9	44,9	54,0	30,4	37,9
Üldtuhk	51,3	50,9	55,3	66,8	38,8	49,6

Millest see mineraaltuhk koosneb, sellest annavad kujutluse M. Wittlich'i ja S. Vešnjakov'i analüüsid 1922. a. Proovid pärinevad Kohtla-Järve lahtisest kaevandusest (vt. tabel 8, lk. 64).

Selles tabelis esitatud analüüsiandmeid ei saa kõigis üksikasjus üldistada, sest nad põhjenevad piiratud alalt võetud proovil. Kuid ometi nähtub siit, et põlevkivikihtide mineraalaines koosneb ligikaudu tasakaalus olevaist karbonaatidest ja terrigeenseist aineist. Seega ei saa põlevkivi pidada tüüpiliseks õlikiltkiviks, vaid ta on kivimitüüp omaette.

Teine huvitav järeldus sellest tabelist on, et rohke orgaanilise aine puhul kivimis on ka terrigeenset ainet palju. Põlevkivikihte eraldavates lubjakivikihtides on neid mõlemaid vähe. Kihtides A ja D on terrigeenne aines eriti rikkalik.

Orgaanilise aine hulk põlevkivis nähtub neistsamust viimasest kahest tabelist. Enamikus kihtides on orgaanilise aine protsent õige lähedane

Tabel 8. Põlevkivi mineraalainese koostis.

	Paksus	Orgaanilist ainet %	Karbonaate %	Terrigeenseid aineseid %
F		49,76	28,5	21,9
E		54,8	22,7	22,9
D		38,2	24,6	36,0
Kahekordne paas	0,22—0,24	0,8	88,9	10,1
C	0,35—0,52	50,2	21,4	25,0
Bituumne lubjakivi	0,5—0,13	5,9	89,2	4,8
B	0,5—0,68	51,7	30,4	17,6
Bituumne lubjakivi	0,12—0,15	4,7	79,8	15,3
Punane savikas põlevkivi	0,04—0,07	29,8	29,6	40,2
Bituumne lubjakivi	0,03—0,10	7,3	82,1	10,1
A	0,20—0,28	49,8	24,2	22,5

50-le. Kihis E tõuseb see kõrgemale, kihis D on aga isegi alla 40. Üldise keskmise arvuna võib võtta 50%.

Kukersiidi teke. Kukersiidi tekke küsimust on võimalik lahendada ainult siis, kui määrame üldised füüsikalise-geograafilised setete tekkimise tingimused selles lademes. Need tingimused kajastuvad aga eeskätt neis kihtides esinevais kivististes ehk faunas.

Kõik kõnesolevad kihid on tekkinud meres, kus elutses rohkesti taime- ja loomariigi esindajaid.

Põlevkivi orgaaniline peamass, nagu ülemal juba tähendatud, koosneb terakestest, mis väga meenutavad praegu esinevat sinirohelist mikroskoopilist vetikat *Gloeocapsa*'t ja mis seetõttu vene paleobotaaniku Zalesski poolt on nimetatud *Gloeocapsamorpha prisca*. Selle kõrval esineb ka veel teisi lubivetikaid (näit. *Coelosphaeridium*). Eriti rikkalikult aga sisaldab põlevkivi mitmesuguste mereloomarühmade, nagu trilobiitide, käsijalgsete, sammalloomade, karpide, tigude, graptoliitide, okasnahksete ja peajalgsete jäänuseid. Neist kihtidest on kirjeldatud üle 300 eri liigi; see on rikkalikumaid faunasid, mis on tuntud selleaegseist, s. o. kesk-ordoviitsiumi alumistest kihtidest. Rikkaliku elustiku olemasolu just põlevkivikihtides võib tingitud olla sellest, et ültähendatud siniroheline vetikas moodustas rikkalikku toitu teistele, loomariiki kuuluvaile olendeile.

Meri, milles tekkis Kukruse lade, oli laialdane: selleaegseid rannamoodustisi on teada 600—700 km kaugusel läänes. Kui kaugele see meri ulatus põhja poole, on teadmata. Tuleb arvata, et meri ei olnud sügav, kuid ka mitte madalam kui paarsada meetrit, sest lainete töö tunnuseid ei ole ei kihtides ega faunas näha.

Selle üldiselt tunnustatud vetikate-teooria kõrval on P. Kogerman (1931) väljendanud vaadet, et vetikalaadilised terad põlevkivis võivad olla ka sünteetilist päritolu, nagu õietolmu meenutavad terad mõnedes kivi-sütes. Seda vaadet toetavad järgmised asjaolud: proteiinide lagunemissaaduste — lämmastikuühendite — peaaegu täielik puudumine, vaha- ja kautšukitaoliste ainete olemasolu lähtematerjalina, kuna need on väga vastupidavad lagunemisele; ka valkude ja tselluloosi lagunemissaadusi võib siin olla, samuti ka mitteseeditud organismide jäänuseid. Seega võiks osa orgaanilisest ainest olla koprogeenne (organismide seedimiskanalist läbi käinud). Igal juhul on põlevkivi sapropeliit, milles planktoni jäänused mängivad tähtsat osa.

Orgaanilise ainese kõrval tootis sama meri ka kaltsiumkarbonaati, mis lubjasettena segunes orgaanilise planktonainesega. Meretekkelised ained moodustavad seega peamise osa põlevkivimassist. Ülejäänud osa on mandrilt pärit savi- ja liivasete, mille osatähtsus põlevkivikihtides on suurem kui lubjakivikihtides (vt. analüüside tabel eespool).

Millega seletada sagedasi ja järske faatsiese ehk nähu muutusi — üleminekut põlevkivist lubjakivisse ja ümberpöörduvalt, see on probleem, mida veel ei saa ühemõtteliselt lahendada. Et siin oleks tegemist järskude sügavuse muutustega, see on vaevalt mõeldav. Pigem võib neid seletada kliimaliste või merehoovuste muutustega.

Põlevkivikihtide avamus ja levik. Kukruse-Idavere lade avaneb maapinnale ribana teiste ordoviitsiumi lademetete vahel, alates Osmussaarelt, Pakri saartelt ja Paldiski poolsaarelt ning ulatudes läbi kogu Põhja-Eesti kuni Narva jõe keskjooksuni. Avamuse kuju ja levik nähtub geoloogiliselt kaardilt. Eri kaardil (nr. 6) on suuremas määras kujutatud tootsate kihtide avamuse põhjapoolne piir Virumaal. See piir kulgeb tugevasti lookleva joonena Valgejõelt üle Haljala, Ubja-Vanamõisa, teeb sügava sopi lõuna poole Kabala jaama kohal ja jõuab Tapa-Narva raudteeni Kiviõli-Küttejõu piirkonnas. Küttejõu ja Kohtla jaama vahel teeb see piir suure looke lõuna poole raudteed, et siis Kohtla ja Jõhvi jaama vahemikus põhja poolt suures kaares kulgeda üle Kohtla-Järve ja Kukruse-Edise Jõhvi ja Toila jaama vahelt lõuna poole raudteed. Sügava sopi

lõunasse teeb see piir veel Kurtna seljaku kohal ja lõikab Narva jõge Mustjõe suudme piirkonnas.

Selle joone vahetus läheduses asuvad kõik senised põlevkivikaevandused, mille ümbruses on eeluurimise otstarbel tehtud tihe võrk puurauke. Kaevandustealadel on puuraugud sageli üksteisest 250 m kaugusel. Üldse võib maariba lõuna poole ültähendatud piiridest Rakvere ja Narva jõe vahemikus pidada puurimiste teel läbiuurituks tööstuslikus ulatuses enamasti 4—5 km laiuses. Paiguti tõuseb see laius kuni 10 km-ni (Kohtla-Jõhvi vahel). On aga alasid, kus puurimisi on tehtud veel üsna vähe, nagu Vaeküla ja Kabala vahemikus ja Kurtna seljaku ning Viivikonna kaevanduse vahel.

Kaugemal lõuna pool on puuraukude võrk üsna hõre. Osa puuraukude andmeid ei ole ka säilinud. Eesti kodanliku vabariigi mäeameti poolt a-il 1923—25 puuritud järgmised augud on kõige lõunapoolsemad: Kokolok (Narva jõe ääres), Lõppe (Iisakus), Tõkke (Tudulinna lähedal), Tudu (samanimelise jaama juures Sonda-Mustvee raudteel) ja Kamariku (Rakke jaama lähedal).

Need viimased täielikult säilinud puuraugud võimaldavad tõmmata ligikaudseid tootmisväärse põlevkivivälja kontuure ja näitavad, et nendes punktides ei ole veel saavutatud põlevkivi lõunapoolset piiri. Seega jääb seniste puurimiste põhjal selgitamatuks, kui kaugele üldse ulatus omal ajal põlevkivi-meri.

Seni teostatud puurimiste põhjal võib teatava täpsusega tõmmata tootsa kihirühma põhja, nn. „põhipae“ samakõrgusjooni ja seega määrata nende kihtide asendi ruumis. Kooskõlas kogu meie aluspõhja struktuuriga osutavad tootsad kihid üldiselt lääne—ida rõhtsuunda ja keskmist kallakut lõunasse ligi 3 m kilomeetril (2,8 m). Kihtide struktuur ei ole mitte ideaalselt ühtlane ja tasane, vaid tihedama ja täpsema puurimise juures looklevad põhipae samakõrgusjooned kaunis tugevasti.

Üksikutel aladel esineb silmatorkavaid rikkeid kihtide asendis. Näiteks on Uljaste järve läheduses paaris kohas kihid kuplitaoliselt üles painutatud ja kupli tipp ühes tootsate kihtidega ära kantud. Ahtme piirkonnas selgus puurimistel kaunis tunduv fleksuuritaoline rike, mille rõhtsuund on ONO—WSW ja kus kihid umb. 200 m laiusel ribal alanevad tervelt 14 m. Vähemad sarnased rikked avamuse piirkonnas tulevad panna kahtlemata jääaegse ja mannerjää surve arvele. Kuplid Uljaste järve juures ja Ahtme fleksuur, eriti viimane, on aga selliste mõõdetega rikked, et nad sugereerivad mõtte tektoonilisest mõjutamisest.

Karsti- ja muid erinähtusi põlevkivis. Seoses viimase rikkega ilm-

neb tugevaid lõhestumisinähtusi põlevkivikihtides, millega ühenduses on toimunud põlevkivi asendamine savi- ja liivasettega. Ereda ja Ahtme piirkonnas, samuti Narva jõe mail, on puurimisel mõnes üksikus puur-
augus põlevkivikihtide asemel leitud plastilise halli savi või siis musta, nagu kõrbenud savika põlevkivi kihte.

Ahtme kaevandustööde alustamisel, lähenedes ülemaltähendatud flek-
suurile, satuti peastolliga piirkonda, kus kümmekonna meetri ulatuses
normaalsed põlevkivikihid on asendatud nende rusuga, savi ja liiva ning
dolomiitliiva ebakorrapärase täitematerjaliga. Teatmete järgi, mis on
olemas põlevkivi lademeist ida pool Narva jõge, on seda laadi nähtused
seal tavalised. Eesti põlevkiviväljas on nad seni kaevandustega avatud
piirkondades üsna haruldased, näivad aga ida poole minnes tihenevat.

Selliseid ebakorrapärasusi tuleb nähtavasti seletada kihtide lõhestu-
misega (mille põhjuseks on tõenäolikult teatav tektooniline mõjustus,
nagu eespool tähendatud); lõhedes liikuv põhjavesi on neid laiendanud,
uhtunud nad suurteks õõnteks, ja need on siis täitunud nii lahustusjäägi
kui ka lõhede kaudu juurde uhtunud savi-liiva-ainesega. Seega oleks siin
tegemist täidetud karstiõõntega.

Nagu üldgeoloogilises osas (vt. peatükk I, lk. 16) juba osutatud, on
karstinähtused paealal Eestis väga levinud. Ei ole peaaegu ainustki puur-
auku põlevkivigi alal, kus ei oleks õõsi ning tühikuid, millesse kukub
puur. Kui suur pindala nende karstinähtuste tõttu üldisest põlevkivi-
pindalast tuleks maha arvata, selle arvutamiseks ei ole veel küllaldaselt
materjali. Lõhestumise ja nendes lõhedes liikuvate vetega on seletatav
ka ebakorrapärane dolomiidistumine lubjakivikihtides Eesti idaosas üldse,
eriti aga ka põlevkivikihtides. See dolomiidistumine on ebakorrapärane
nii horisontaal- kui ka vertikaalsuunas. Mõnes puuraugus on profiil kogu
ulatuses dolomiidistunud, enamasti aga osutab dolomiitsust teatav osa
Kukruse ja Idavere lademe kihte. Näiteks on sagedamini teistest dolo-
miidistunud F—G piirkond.

Dolomiidistumine sel juhul, kui põlevkivi on säilitanud oma normaalse
välimuse, ei ole mõjutanud orgaanilist osa temas. Tehtud võrdlevad
analüüsid kahest puuraugust Ahtme alal, millest üks oli üleni dolomiitne
ja teine lubjakivine, näitasid, et orgaanilise aine ja õlisaagise suhtes ei
olnud olulist vahet. Antud konkreetset juhul oli dolomiidistunud proovil
isegi väike paremus.

On tunnuseid, et vertikaalsetes ja karstilõhedes ei ole liikunud mitte
üksnes tavaline põhjavesi, vaid ka sügavama päritoluga vesilahused. On
leidusid kaevandustest, kus diaklassi täitena esineb mustavärviline kalt-

siit püriidi ja magnetiidiga. On ka vertikaalseid paarisentimeetrilise läbimõõduga lõhesid, mis on täidetud kvartslivakiviga. Esialgu puudub nende nähtuste üksikasjalisem selgitus.

Samuti on veel vähe selgitatud üksikute asfaltiidipesade esinemine põlevkivis. Niipalju näib aga selge olevat, et tähendatud asfaltiidipesad on süngeneetilist laadi ja osutavad mingisugustele erilistele orgaanilistele protsessidele peale settimist, kuna ülaltähendatud lõhetäited on ilmselt epigeneetilised ja materjal allohtoonne.

Põlevkivikaevandused. Põlevkivi tootmist alustati 1917. a. lahtiste töödega Kohtla-Järvel ja Kukrusel. Kukrusel jõuti teostada ka umb. 100 m allmaa-kaevanduskäiku. Samuti on kõik hilisemad kaevandused arendanud algul lahtisi kaevetöid ja hiljem üle läinud allmaatöödele, kasutades lahtisi kaevandusi ainult lisaks allmaa-kaevetöödele. Lahtisi kaevandusi on võimalik arendada kitsas ribas tootsate põlevkivikihtide avamusel. Maariba laius ei ületa tavaliselt paarisada meetrit, sest peagi tõuseb koristise paksus niivõrd, et töö muutub ebatasuvaks. Töö lahtistes kaevandustes on toimunud peamiselt käsitsi, ainult vähemal määral on kasutatud ka ekskavaatoreid. Kaevanduse veed kõrvaldatakse lahtistes kaevandustes kraavide abil, mis suubuvad jõgedesse.

Kaevandusi on üldse 9, neist üks (Vanamõisa) seisab a-st 1931 kasutamata. Need kaevandused on levinud mööda põlevkivi avamuse põhjarserva Rakvere meridiaanilt kuni ligi Vaivara meridiaanini, umb. 70 km ulatuses piki rööbikut, vahemaadega, mis kõiguvad 4—5 km-st kuni 27—28 km-ni. Nende kaevanduste kaudu on selgitatud ulatuslike mäetööde abil Eesti põlevkivivälja põhjarserva geoloogia ja mäetehnilised töötingimused. Enamiku kaevanduste juures asuvad õlivabrikud, mis on välja töötanud teatavad stabiilsed menetlused põlevkivi töötlemisel.

Tabel 9. Eesti põlevkivikaevandused.

Kaevandus	Asutamise aasta	Põlevkivi toodang	Tööliste arv		Tööliste üldarv	Ümber-tööt. põlevkivi	Saadud toor-õli
			kaev.	Õlivabr.			
I Põlevkivitöös-tus(Käva, Kohtla-Järve, Kukruse)	1918	588 200	875	385	2090	301 925	48 977
Kiviõli	1922	509 971	548	480	1064	328 876	65 079
Küttejõu	1925	136 587	110	—	283	—	—
Kohtla	1937	65 933	148	64	277	54 498	10 637
Viivikonna . .	1928	103 344	118	321	648	81 904	14 938
	(1936)						
Ubjä	1926	70 132	301	—	353	—	—
Kokku	—	1 474 167	2100	1250	4 715	767 203	139 631

Kaevanduste suurusest ja toodangust (a. 1938) annab ülevaate eelnev tabel.

Kaevandused on sõja ajal raskesti kannatanud. Enne sõda oli saavutatud teatav tööde mehhaniseerimise aste puurimistöode ja kaevandustranspordi alal, mille tõttu keskmine toodang kaevuri kohta vahetuses tõusis ligi 4 tonnini (varem kõikus see 2,5 ümber). Et kõik senised kaevandused on alustatud avamuselt, kust kihid väikese langusnurgaga suunduvad maapinna alla, siis kõigis kaevandusis toimub ühendus pealmaaga eeskätt kallakkäikude kaudu. Ainult üksikuil juhtudel (Käval) kasutatakse ka tõstešahti põlevkivi väljatoomiseks. On loomulik, et uute kaevanduste rajamisel lõuna pool praegusi tuleb kasutada eeskätt šahte.

Kaevandustöödel üksikuid põlevkivikihte eraldi välja ei võeta ja et põlevkivi omadused on regionaalselt küllalt püsivad, siis ei ole looduslikke põlevkivi eri sorte. Sordid tekivad kaevandustehnilistel põhjustel, nagu nähtub järgnevast tabelist.

Tabel 10. Eesti põlevkivi turustatavad sordid.

Sort	Iseloomustus	Kütteväärtus cal	Niiskus %	Tuhk %	Kasutusviis
I-a	Suured tükid läbimõõduga üle 38 mm	3200—3500	11—15	47—52	Vedurite ja kollete jaoks, mis on ette nähtud puidu, kivisöe ning turba põletamiseks
I-b	Tükid läbimõõduga 10—38 mm	2800—3150	13—18	52—58	Suurtööstustes kütteks erilistes küttekolletes
II	Kaevandustest tulev sortimata põlevkivi	2600—2800	13—20	54—58	Õliutmiseks
III	Peenmaterjal läbimõõduga alla 10 mm	2100—2600	20—25	56—63	Suurtööstustes kütteks erilistes küttekolletes; briketitult utmiseks ja kütteks harilikudes kolletes

Põlevkivitööstuse tegevuse algusest peale kuni 1. juulini 1939. a. oli põlevkivi kogutoodang kõigis kaevandustes kokku 10 163 483 t. 1940. a. oli kogutoodang 141 000 t, päevas 4700 t. Sellest läks õliajamiseks 83 000 t kuus ehk 2800 t päevas ja saadi õli 15 000 t kuus ehk 500 t päevas.

Põlevkivi kütteinena. Eespool-toodud põlevkivisortide tabelist nähtub, missugune on üksikute sortide kütteväärtus ja milleks kasutatakse põlevkivi üldse. On kaks peamist kasutamist — kütteinena kasuta-

mine raudteel ja tööstustes ümbertöötamata kujul ja töötlemine toorõliks ning selle saadusteks. Ülemaltoodud üldtoodangu arvust 10 000 000 t suuruses on kütteks tarvitatud ümmarguselt 6 000 000 t, kuna ülejäänud 4 000 000 t on kasutatud õliajamiseks, kusjuures sellest on saadud ligi 700 000 t õli (17,5%).

Põlevkivi tarvitamisel kütmiseks tuleb üle saada järgmistest raskustest: 1) tuhka jääb 50% ja rohkem; 2) põlemisel tekib mitte ainult tahma, vaid ka uttesaadusi, mis ummistavad tõmmet. Seetõttu on vaja kütmiseks erilisi koldeid ja erilisi menetlusi. Ainult suurtes tükkides toodetud põlevkivi on kasutatav igas koldes ka väiketarvitaja juures, kui ainult eriliselt hoolitseda tuha kõrvaldamise ja küllalt sageda lõõride puhastamise eest. Muidu on aga suurtööstuse jaoks väiksematükkilise põlevkivi kasutamiseks vastavad kolded liikuvate restidega välja töötatud, vedurid põlevkiviküttele ümber ehitatud jne. Et Eesti kodanliku vabariigi raudteed läksidki üle põlevkiviküttele, siis olid raudteed põlevkivi tarvitajate hulgas esikohal, suurtööstused teisel kohal, tsemenditööstus kolmandal. Üldse rahuldab põlevkivi juba 1928. a. 44% kogu Eesti suurtööstuse küttevajadusest; 1934. a. tõusis see % 51-le. Suur- ja kesktööstuses kokku rahuldab põlevkivi 1934. a. 42,6% kogu küttestarvidusest.

Kütteaine seisukohast on eri probleemiks olnud kolmanda sordi põlevkivi — peen puru alla 10 mm läbimõõdus — kasutamine väiketarvitaja poolt. Praegu võib ka seda küsimust pidada suurtes joontes lahendatuks, sest on välja töötatud lihtsalt teostatav menetlus temast briketi valmistamiseks. Brikkett on kasutatav ka harilikult küttekolletes väiketarvitaja poolt. Briketi valmistamiseks tuleb põlevkivipurule lisada umb. 20% vett, vormida kas käsitsi või mingi seadme abil pätsid soovitavas suuruses ja need kuivatada. Suvel toimub kuivamine vabas õhus paari päeva jooksul.

Põlevkivi keemia ja tehnoloogia. Põlevkivi anorgaanilise ja orgaanilise osa suhtarvude kohta on ülemaal juba andmed toodud.

Peamine tähtsus on orgaanilisel osal. Selle koostis on porsumata põlevkivil järgmine:

C	—	76,5	—	76,8%
H	—	9,1	—	9,3%
S	—	1,7	—	2,2%
Cl	—	0,5	—	0,7%
N	—	0,2	—	0,5%
O	—	10,5	—	11,9%

See koostis vastab umbkaudu empiirilisele valemile $C_7H_{10}O$, mis aga ei ole mõeldud tema tõelise koostise ja struktuuri väljendamiseks. Puhtorgaaniline osa on harilikul temperatuuril väga stabiilne. Temas on hulk küllastumatuid sidemeid, mida võib järeldada broomi ja joodi tugevast aditsioonist.

Puhtorgaanilise osa põlemissoojus on keskmiselt 8900 cal, kütteväärtus 8400 cal.

Utmisel algab esimene märgatav lagunemine juba alla $200^{\circ}C$. Kuni 360° tõuseb lagunemise kiirus, kuid on veel küllalt aeglase. Siit kõrgemale läheb lagunemine väga kiireks. Mõne tunniga võib orgaaniline aine muutuda mustaks primaarasfaldiks, kusjuures asfalti saab üle 80%. 400° juures laguneb tekkinud asfalt omakorda edasi uueks aineks — toorõliks, mille aurud väljuvad utmisnõust. Toorõli hulk on kuni 68,2% orgaanilisest osast. Toorõli erikaal ja fenoolidesisaldus olenevad utmise temperatuurist ja $CaCO_3$ hulgast põlevkivis. Ühes toorõliga ilmuvad ka uttegaasid, mis madalatel uttetemperatuuridel sisaldavad palju CO_2 ja H_2S , kuna kõrgematel temperatuuridel ilmuvad rasked süsivesinikud, metaan ja vesinik. Põlevkivi utmisele suurtööstuslikus ulatuses valmistas algul suuri raskusi ühest küljest põlevkivi nõrk soojusejuhtivus, teisest küljest tema muutumine asfaldiks enne, kui ta hakkab andma lenduvaid uttesaadusi. Seetõttu ei õnnestunud teostada utmist otsese välise retordi kütmisega ega pidada retordi seinu seestpoolt puhtaina kleepuvast asfaldist.

Küsimus lahendati siiski mitmel eri menetlusel, millest kolm on rakendatud Eesti õlitööstustes. Need kolm on järgmised: 1) Pintschi süsteemi püstgeneraatorid, mis töötavad kõrgahju viisil. Kõrge silindriline ahi täidetakse ülalt põlevkiviga, kuna all toimub põlemine, mille kuumade põlemisgaaside mõjul retordi ülemises osas toimub utmine. Süsteem on rakendatud Kohtla-Järve õlitööstustes. 2) Tunnelahju süsteem, kus põlevkivi erilistes vagonettides läbib pika tunnelitaolise ahju, milles ventilatorite abil puhutakse igast vagonetist läbi kuuma, välise kütte abil saadud uttegaasi. See süsteem on rakendatud Kiviõlis ja Sillamäel. 3) Davidsoni pöörlev retort välise küttega, mis oli rakendatud Kohtla õlitööstuses ja võrreldes teistega omas väikest osatähtsust.

Eri menetlusel toodetud õlid on ka teatava määrami erineva koostisega. Ka õlisaagis on erinev: püstretordid annavad põlevkivist 17—18% uttesaadusi, tunnelahjud 20—21% (misjuures ei ole aga arvesse võetud, et kütteks tarvitatakse põlevat lisaainet, mida püstretordi puhul ei vajata).

Püstretordi toorõli on viskoosne õli, rohke fluorestsentsiga. Erikaal

on 0,98—1,01. Ta on nn. asfaltne õli ja ei sisalda peaaegu sugugi para-fiini. Fenooli karboolhappe kõrgemate homoloogide näol (mitte karboolhapat ennast) sisaldab ta 25—30%. Aluseid on toorõlis alla 0,3%, orgaanilisi happeid kuni 1,5%. Suurema osa toorõlist moodustavad neutraalõlid, mis leelises ei lahustu; süsivesinikkude suurem osa on küllastumatu, väävelhappes pea täiesti lahustuv. Toorõli koostis on järgmine:

C	— 83,0%
H	— 9,7%
S	— 0,9%
O + N + Cl	— 6,4%

Toorõli põlemissoojus on 9400—9600 cal, olenedes erikaalust. Viskoossus oleneb samuti erikaalust ja kõigub 4° ja 6° E vahel 50° C juures. Ka leekpunkt kõigub 30—50° C vahel. Veesisaldus ulatub kuni 1,5%. Põlevkivi-toorõli on oma koostiselt maaõli ja madalatemperatuursete kivisöetõrvade vahel.

Toorõlist kui lähteainest saadakse: kütteõli, immutusõli (fenoolid), puhumisprotsessi abil õhuga asfalti (estobituumeneid) ja viimasest katuse- ja rualakki; temast valmistatakse ka maanteeõli (tolmu sidumiseks). Kui toorõli krakkida umb. 400° juures, siis saab temast kerge- ja raskebensiini, mootoripetrooleumi, mootorinaftat, diiseliõli ja kondensaati. Krakkimisjäägist saab jälle asfalti.

Põlevkivi mineraalse osa kasutamise küsimus oleks mitte väikese tähtsusega, kuid rohke tuha paigutamine ja transport on kulukas. Osutub, et selle tuha koostis on lähedane romaantsemendi koostisele.

Tabel 11. Eesti põlevkivituha keemiline koostis.

	Püstretordi tuhk	Küttekoalde tuhk 1	Küttekoalde tuhk 2
Niiskus	1,6	0,10	0,30
Konst H ₂ O	4,6	määramata	määramata
Orgaanil.	määramata	2,00	1,40
CO ₂	7,6	7,10	8,20
S	0,2	Üld-S 1,06 (2,65 SO ₃)	Üld-S: 2,53 (6,32 SO ₃)
SO ₂	1,0	0,14	0,18
SO ₃	4,7	0,64 (1,60 SO ₃)	1,94 (4,71 SO ₃)
SiO ₂ lahustumata . . .	16,1	24,22	23,36
SiO ₂ lahustuv	13,1	18,36	13,71
Fe ₂ O ₃	6,5	5,92	5,41
Al ₂ O ₃	4,5	6,13	4,32
CaO	36,9	31,30	35,90
MgO	1,0	0,84	1,02
K ₂ O + Na ₂ O	2,7	määramata	määramata

Peale jahvatamist tsemendijahu peenuseni on neil tuhkel, eriti küttekolde tuhkel, siduvaid omadusi. Proovikehad on andnud survekindlust 8—12 kg/cm² ja tõmbekindlust 7—10,4 kg/cm². Sellel alusel on Balti puuvillavabrikus teostatud ehituskivide valmistamist küttekolde põlevkivituhast tööstuslikus ulatuses. Ehituskivide vastupidavus niiskusele on aga esialgu vähene. Ei ole siiski kahtlust, et põlevkivituhha kasutamine tsemendina on lahendatav lähemas tulevikus.

Põlevkivi kasutamisel kütteainena Kunda tsemendivabrikus rakendatakse tema keemiline koostis sajabrotsendiliselt: orgaaniline osa põleb kütteainena, tuhk aga põleb ühe osisena tsementklinkrisse.

Üldiselt võib öelda, et põlevkivi kasutamise tehnoloogilised protsessid nii kütteaine kui ka õliajamise lähteaine seisukohast on arendatud küllalt kõrgele astmele, et põlevkivi tootmine oleks tasuv. Seejuures on eriti positiivseks asjaoluks, et põlevkivi koostis on hästi püsiv kogu leiukoha ulatuses. Ainult maapinnalähedased kihid näitavad teatavaid aegumise ning porsumise tunnuseid ja sisaldavad natuke vähem orgaanilist ainet. Kuid see asjaolu ei mõjuta oluliselt tehnoloogilisi protsesse.

Põlevkivi varud. ENSV põlevkivivälja põhja- ja idapoolne piir on teravad ja küllalt hästi selgitatud. Põhja pool on selleks tootsate kihtide avamuse alumine piir ja idas Narva jõgi. Selle piiriga rööbiti kulgeb põlevkivivälja riba, mis on maksimaalselt selgitatud kaevanduste ja puuraukude võrgu kaudu. Selle riba mõõted on, nagu üleval (lk. 66) selgitatud, 80 km pikuti ja 4—5 km, paiguti kuni 10 km laiuti. Seni on pindala, mis kaevanduste ja puuraukude kaudu on tööstuslikus ulatuses selgitatud (A-varud), arvestatud ümmarguselt 500 km²-le. Põlevkivi toodang sellel alal on arvestatav ühest küljest profiilide andmete ja põlevkivi keskmise mahukaalu põhjal, teisest küljest kaevanduste toodangustatistika abil. Esimesel teel saame kaevanduste jaoks 2,2—2,5 t/m²-lt, ainult Ubja kaevanduse jaoks 1,75 t/m²; teisel teel on näiteks Kiviõli jaoks prof. J. Kark'i järgi toodang alates 1937. a. samuti veidi üle 2 t/m². Enne seda oli ta tunduvalt alla 2 t/m², mis on seletatav mitmesuguste tehnilist laadi asjaoludega.

Endise Loodusvarade Instituudi ülesandel on neil alustel A₁-varusid arvestatud: 500 km² à 2 000 000 t, kokku 1 000 000 000 t. Kaugemale lõuna poole on põlevkivivälja uurimine teostatud hõreda puurimisvõrgu kaudu, mis pealegi ei ole kõik säilinud. Arvestades aga põlevkivivälja geoloogia korrapärasust ja põlevkivi keemia ja tehnoloogia püsivat ilmet ning küllalt kõrget selgitusastet, võib teha arvestusi ka toetudes võrdlemisi hõredaile andmeile.

Tootmisväärse põlevkivivälja lõunapoolne kontuur on tõmmatud Kokoloki ja Lõppe puuraugu kaudu natuke põhja poolt Tudu puurauku Rakvere peale. See on põhjustatud asjaolust, et puhta põlevkivi paksus Kokoloki puuraugus puurimist teostanud inseneri J. Reinvaldi määramise järgi on 0,99 m, Lõppe puuraugus 0,94 m, Tudu puuraugus 0,96 m ja Tõkke puuraugus 0,50 m. Arvestades erikaalu 1,5, annaks see esimese kolme puuraugu jaoks ligi 1,5 t/m², viimase jaoks 0,75 t/m². See viimane arv ei ole enam tootmisväärne, seega on põhjendatud Tõkke puuraugu jätmine väljapoole kontuuri.

Prof. J. Kark on interpoleerimise teel jaotanud põlevkivivälja kaevandusterajooni ja Tõkke puuraugu laiuse vahel kahte vööndisse: põhjapoolne liitub otse kaevanduste piirkonnaga, on 1000 km² suur ja annaks B-kategoorias toodangu 1,7 t/m², seega 1 700 000 000 t. Ülejäänud pindala on prof. J. Kark'i hindamise järgi samuti 1000 km² ja toodang 1 t/m²; seega oleks C-kategooria 1 000 000 000 t. Kõik varud kokku oleksid 3 700 000 000 t.

Tuleb tunnustada, et põlevkivivälja lõuna- ja läänepoolses osas oleks vaja tihendada puuraukude võrku ja teostada uusi analüüse puursüdami-kest, et täpsustada põlevkivivälja kontuure neis suundades ning hinnata üldist tootmisväärsust ja tootmistingimusi. A-kategooria varud on aga küllalt suured ja põlevkivi tehnoloogia küllalt selgitatud, et arendada suuremõõdulist tööstust.

B. DIKTÜONEEMA-KILTKIVI.

Eesti aluspõhja lademeis esineb 20—30 m Kukruse lademest sügavamal teine bituumne kiviliik, mis on tuntud diktüoneema-kiltkivi ehk -kilda nime all.

Väliseilt tunnuseilt erineb see õige tunduvalt põlevkivist: värvus on tumepruun, kihitus väga korrapärane ja ühtlane, mis avaldub kõige paremini selles, et kivim murenemisel lõheneb õige õhukesteks kiltadeks. Kõvadus on samuti väike, ainult natuke suurem kui kukersiidil, erikaal on 1,5 ümber, kuid sagedasti esineva püriidilisandi tõttu võib tõusta isegi tunduvalt üle 2. Põlema ei sütti nii kergesti kui kukersiit, kuid süüdata põleb praksudes ja kilde laiali pildudes. Alamal nimetame teda lühiduse mõttes kiltkiviks ilma muid täiendeid juurde lisamata, sest ta on ka tõepoolest ainuke savikiltkivi Eesti aluspõhjas. Kukruse põlevkivi, nagu nägime, ei kuulu tüüpiliselt sellesse kivimirühma.

Kiltkivi geoloogia. Kiltkivi on väga iseloomulikuks juhtivaks võõtmeks Eesti aluspõhja lademetes vahel kambriumi ja ordoviitsiumi piiri alal. Nagu stratigraafilisest tabelist (lk. 12) ja koondprofiilist võib

näha, asub ta tihedas seoses *Obolus*-liivakiviga otse ordoviitsiumi lademetepõhjas. Neist allapoole jäävad kambriumi liiva- ja sauesetted tüsedate lademetepõhjal. Kõrgemal aga, kui mitte arvestada kiltkivile vahe-
tult järgnevat glaukoniitliiva, järgnevad karbonaatsed ordoviitsiumi-gotlandiumi setted mitte vähemas tuseduses. Selle asendi tõttu stratigraafilises profiilis on ka võhikul kerge orienteeruda nii paekalda paljandeis kui ka puurproovides, mis sisaldavad kiltkivi: kuigi teisi lademeid ei suudeta eraldada, siis kiltkivi on ikka äratuntav.

Kiltkivi avamus ja paljandid on seotud paekalda astanguga kogu selle ulatuses Põhja-Eestis. Ta ilmub läänes Paldiski poolsaarel ja on jälgitav kõikides mereranda või selle lähedusse ulatuvais paekalda järsakuis kuni Sillamäeni. Seal, kus paekallas jaguneb kaheks astanguks, on kiltkivi sageli kõrgema astangu jalamil, seal küll tavaliselt mitte otse nähtav, vaid kaetud kas mulla või allavarisenud rusuga. Selgeid paljandeid leidub paekallast lõhestavais jõeorgudes sageli, eriti seal, kus on tekkinud joad. Nii on näiteks Keila joal kiltkivi selleks aluseks, millele kukub vesi, samuti Jägala joal. Ka üsna väikesed ojad tekitavad häid läbilõikeid kiltkivis, nagu näiteks Hundikuristikus Tallinna juures Kadriorus. Kui loetleda suuremaid kiltkivi paljandumisalasid, siis oleksid need järgmised: Paldiski poolsaar, Türisalu, Suurupi ja Tiskre vahemik, Tallinna Toompea, Hundikuristik, Viimsi järsak, Suhkrumägi Tallinna lähedal, Iru, Ülgase, Jägala jõgi, Valkla, Tsitri ning Kolga ümbrus; siis järgneb pikem vahemaa kuni Aserini, kus paekallas on kinni varisenud; Aseri astangul ja Hiimäel on jälle paljandid ja siis esineb Sakast kuni Tüksamäeni paekaldas peaaegu katkestamatu kiltkivipaljand, tõsi küll, enamasti mitte juurdepääsetav, sest ta asub kõrgel paekalda kihtide vahel.

Lisaks neile looduslikele paljandeile on eriti Tallinna ümbruses rohkesti üsna suurejoonelisi kunstlikke paljandeid. Nimelt on Harku Mäeküla paekaldas ja Iru piirkonnas Esimese Maailmasõja ajal kaevatud kiltkivisse väga ulatuslikke käike ja kraave sõjalistel otstarvetel. Praegu on need enamasti kinni varisenud.

Lisaks saab andmeid kiltkivi kohta puuraukudest, mis on puuritud ühest küljest kaevudena Põhja- ja Loode-Eestis (vt. II peat.), teisest küljest aga pankranniku läheduses fosforiidi uurimise otstarbel. Viimased on eriti väärtuslikud, sest nad on esindatud südamikena, ja levivad Rannamõisast kuni Sakani.

Kiltkivi lademe paksus on Paldiski poolsaarel 4,00—4,80 m, Keila-Joal 3,20 m, Rannamõisas 4,80 m, Tallinna Toompeal 3,95—4,91 m, Tallinna ümbruses 4,00—4,40 m, Iru keskmiselt 3,63—3,83 m, Kallavere-

Maardus 2,19—4,50 (keskmiselt 3,57) m, Ülgasel 2,42—3,85 (keskmiselt 3,03) m, Valklas umb. 2,50 m, Tsitris 0,78—1,91 m, Aseris keskmiselt 2,00 m, Sakal 1,44—3,34 (keskmiselt 2,32) m. Seega on üksikud mõõtmised vahelduvad, kuid keskmine paksus alaneb ida suunas. Narvas on veel ainult paari cm paksune punakas kihike.

Need andmed tüseduse kohta on õieti kitsalt ribalt ida—lääne suunas. Et saada kujutlust kiltkivi pinnalisest levikust, oleks vaja andmeid rohkem lõuna poolt. Neid on olemas kaevupuurimistest, et aga need puurimised on tehtud eranditult löökpuuriga, siis on arvulised andmed kahtlemata ebatäpsed. Kõige kaugem kiltkivi läbiv puurkaev läänes on Rohukülas, kus märgitakse 2,40 m kilt 159,3—161,7 m sügavusel; Haapsalu kahes puurkaevus on 0,90 ja 1,50 m, Lääne-Nigulas koguni 4,50 m, Keilas 3,70 m, Sakus 5,20 m ja Kehras 4,20 m kiltkivi; need viimased kolm puurauku näitavad, et siin, ENSV lääneosas, kus paekalda läheduses on 4 m ümber kiltkivi, veel ligi 20 km lõuna poole ei ole lademe tüsedus vähenenud, vaid pigem tõusnud. Kõige lõunapoolsemad seni teadaolevad puuraugud, kus peaks läbitud olema diktüoneemakilt, kuid kust ei ole täpsemaid andmeid tema kohta, on Massu meierei Läänemaal ja Järva-kandi klaasivabrik.

Needsamad puuraugud võimaldavad ka määrata kiltkivilademe asendi ruumis, eeskätt Lääne-Eestis. Pakerordi neemel on kiltkivi aluspind 7,8 m üle merepinna, Rohuküla puuraugus aga ümmarguselt 160 m allpool merepinda. Kaugus nende punktide vahel mööda meridiaani on umb. 53 km, seega on kiltkivi kallakus lõuna suunas $167,8 : 53 = 3,16$, niisiis veidi üle 3 m kilomeetril, mis väga hästi vastab üldisele kihtide langusele Eesti alal. Samuti vastab hästi meie kihtide asendile nähtus, et ida suunas kiltkivi lade natuke tõuseb: Pakerordis 7,8 m üle merepinna, on ta aluspind Aseri—Saka paiku ümmarguselt 35 m üle merepinna.

Kiltkivi fauna ja jaotus. Diktüoneema-kiltkivi nimetuse on see lade saanud seetõttu, et tema kihipindadel esineb sageli graptoliit *Dictyonema flabelliforme*. See graptoliit on juhtivaks kivistiseks üle kogu põhjapoolkera kõige alumiste ordoviitsiumi kihtide jaoks. Leidub teda kiltkivi pindadel väga ebaühtlaselt, kõige rohkem aga õhukestes vahekihtides allpool, *Obolus*-liivakivi piirides. Teise liigina esineb ülemises osas *Dictyonema norvegicum*. Peale selle esineb ülemises osas veel *Bryograptus kjerulfi*. Muist kivistisist on üksikuid *Obolus*'e ja *Lingula* leide, k o n o - d o n t e (rõngasusside suuosi), käsnade spiikulaid.

Fauna põhjal näib, et Eestis võib kiltkivi jaotada kahte vöötmesse, samuti kui Skandinaaviaski: alumine osa on iseloomustatud *Dictyonema*

flabelliforme'ga, ülemine *Dictyonema norvegicum*'iga. Kihi keskmisse ossa on koondatud enamasti käsnade spiikulaid, mille arvel paiguti võib tähele panna ränirikkaid vahekihte. Et aga fauna esindajaid ei ole kaugeltki igal pool olemas, siis ei ole seni nende faunistiliste vöötmete piiritlemine konkreetseil profiilidel olnud võimalik.

Stratigraafilises mõttes ei kujuta kiltkivi lade endast mitte tervikut, vaid on ainult osa kihtidest *Dictyonema*'ga, sest see fossiil esineb ka sügavamal, *Obolus*-liivakivis, kus leidub üsna ulatuslikult ka juba kiltkivi-vahekihtegi.

Kiltkivi lade kujutab endast niisiis peamiselt kiltkivina esindatud vöödet selles stratigraafilises ühikus, mida tunneme *Obolus*-seeria nime-tuse all. Praktiliselt on see vööde siiski küllalt selgesti piiratav nii alla-kui ka ülespoole. Altpoolt piirab teda püriidikiht, ülaltpoolt glaukonitliiv. Piir ülespoole on terav kogu paekalda ulatuses, püriidikiht aga on välja kujunenud peamiselt Lääne-Eestis (kuni Valgejöeni).

Kiltkivi petrograafia ja keemia. Petrograafiliselt on kiltkivi lade valdavas ülekaalus esindatud tüüpilise mustjaspruuni bituumse savikilt-kivina, mis mureneb üsna õhukesteks (kuni 1—2 mm) kiltadeks. Ka murenemata seisundis on õhuke peenkihitus nähtav. Kohati, nagu näiteks Tallinna—Iru ümbruses ja Aseris, on kiltkivi lademe ülemine osa moodustatud helehallist sauest, mis erineb kiltkivist 1) bituumeni puu-duselt, 2) nõrgemalt seoselt üksikute osakeste vahel, mistõttu see osa kihist on mitte kiltkivi, vaid kiltsavi. Aseri piirkonnas kõigub selle kiltsavi paksus 0,25—2,5 m, olles keskmiselt 1 m (kiltkivil 2 m). Mõnes profiilis ta puudub. Kiltkivi ja kiltsavi paksuse vahekorrad on sellised, et nad nähtavasti teineteist asendavad: paksema kiltsavi puhul on kiltkivi pak-sus väiksem ja ümberpöörduvalt. Tallinna—Iru piirkonnas on kiltsavi pak-sus väiksem ja tõuseb enamasti ainult 0,5 m-ni (kiltkivi keskmise paksuse 3,5 m juures). Terves reas profiilides kiltsavi aga puudub täiesti.

Kusagil ei puudu kiltkivis püriit, mis esineb väikeste pesadena mitte-pidevais tasemeis. Sageli on see püriit hästi välja kujunenud oktaeed-riliste kristallide näol või esineb väliselt mittekristalliliste mügarikena. Kuivõrd esineb ka markasiit, see on lähemalt kindlaks tegemata. Kiltkivi massis on püriit ilmselt ka peenjaotuses olemas, mis avaldub juba kiltkivi erikaalus.

Mõnel alal leidub liivakivi-vahekihte, eeskätt kiltkivi profiili keskmises osas. Enamasti on need õhukesed ebakorrapärased kihikesed, ainult har-vemini võib senistes profiilides ka paksemaid liivakihte märkida (Tsitri ühes profiilis 21 cm). Paekalda idapoolses osas ja idapoolseis puurpro-

fiilides esinevad kiltkivi keskmises osas nn. antrakoniit-kobarkristallid — dolomiidi pseudomorfoosid kaltsiidi järgi kiirjate mügarikena, mille teke näib olevat süngeneetiline (üheaegne kiltkivi tekkega).

Kiltkivi koostise on määranud A. Kupffer a. 1870 ja N. Rägo a. 1928.

Tabel 12. Eesti kiltkivi keemiline koostis.

	Ontika (Kupffer)	Tallinn (Kupffer)	Mäeküla (Rägo)
SiO ₂	52,30	52,65	54,32
Al ₂ O ₃	11,27	14,18	12,91
FeO	2,65	1,81	1,61
Fe ₂ O ₃	0,15	0,11	0,22
FeS ₂	3,25	3,38	4,49
CaO	0,09	0,06	0,61
MgO	0,53	0,95	1,08
K ₂ O	6,94	7,84	7,66
Na ₂ O	0,25	0,23	määramata
P ₂ O ₅	määramata	määramata	0,14
SO ₃	"	"	0,15
S (org.)	"	"	0,34
H ₂ O	1,39	0,98	1,36
C	12,25	12,61	9,41
N	0,42	0,47	0,65
H	1,12	1,31	1,10
O	7,23	3,88	3,82
Kokku	99,84	100,46	99,87
Orgaanilist	21,02	18,27	15,32

Vastavalt orgaanilise osa sisaldusele määras N. Rägo kiltkivi põlemissoojuse 1260—1265 cal ja kütteväärtuse 1053—1110 cal. Rübenberg määras a. 1917 põlemissoojusena ka 1591 cal (kütteväärtus 1519 cal). Utmiskatsetel on kiltkivi 575°C juures andnud 7,74% toortörva ja vett ning 2,81% gaase (N. Rägo, 1928). Ligikaudu samasuguseid tulemusi on olnud H. Winkleri poolt a-il 1915—17 korraldatud katseil. Toortörv sisaldab 56,2% vett, 4,01% S, 1,87% aluseid, 1,52% happeid ja 3,95% fenoole (N. Rägo). Erikaal on 0,9867. H. Winkler sai fraktsioneeritud toortörva utmisel ihtüoolile lähedasi saadusi, üldse aga viis eri fraktsiooni. Veest sai ta väävelhaput ammooniumi, puupiiritust ja püridiini. Gaasi põletamisel saadi 3900 cal. N. Rägo sai toortörva utmisel 86,2% tooröli erikaaluga 0,9484, milles hapusid koostusosi oli 6,03%, neist 3,21% fenoole ja 2,82% karboonhappeid. Seni avaldatud analüüsides Eesti leiukohtadest ei kajastu haruldaste elementide sisaldus. Rootsis ja Leningradi oblastis on konstateeritud radioaktiivsust ja vanaadiumi ning molübdeeni.

Kiltkivi teke. Kõigi nende andmete põhjal võib kiltkivi vaadelda kui tüüpilist graptoliit-kiltkivi, nagu neid ordoviitsiumis-gotlandiumis esineb mitmetes maades üsna ulatuslikult nii horisontaal- kui ka vertikaalsuunas. Peen terrigeenne sete, rohke püriidi esinemine ja suhteliselt rohke lämmastik osutavad loomse päritoluga orgaanilise muda olemasolule settebasseini põhjas, kuhu ei olnud küllaldast hapniku juurdepääsu. Sellega ongi seletatav orgaanilise aine püsimine. On siiski teatavaid tunnuseid, nagu oleks paiguti toimunud ka orgaanilise aine hilisem migratsioon. Sellele osutab eriti kiltsavi kohaline olemasolu ebapüsiva kihina; ka ei ole bituumne osis mitte kõigis graptoliit-kiltkivides olemas. Kiltkivi esinemine vahekihtidena *Obolus*-liivakivis ja liivakivi esinemine kiltkivis (kuigi vähesel määral) osutavad sellele, et kiltkivi ja liivakivi on üheaegsed nähud ühes ja samas meres, kusjuures kiltkivi on settinud kaugemal rannast ja suuremas sügavuses (kuid mitte süvameres). Probleemiks jääb esialgu, kuidas see rannakaugus sai korduvalt lühikeseks ajaks muutuda.

Kiltkivi rakendamise võimalusi. Kiltkivi õlisisaldus on see, mis kõigepealt sunnib mõtlema tema kasutamisele kütteinena ja õliajamiseks. Konkreetselt on seda kivi kütmiseks kasutatud a-il 1916—17 Tallinna kindluste ehitamisel; seal, kus käsil olid kaevetööd kiltkivis, köeti sellega tööliste barakke. Sel juhul, kus ei olnud vaja suurt transporti ei kivi juurdeveoks ega ka tuha äraveoks, toimus kütmine eduga. Hiljem on andmeid ühest kütiskatsest aurukatla koldes Kiviõlis, kus kahe tunni jooksul suudeti kiltkiviga kütmist üleval hoida ja seejuures kantmeeter vett tonni kiltkivi kohta auruks muuta. Käesoleval ajal lisab „Eesti fosforiit“ ilmse eduga oma tehases kütmisel Kukruse põlevkivile 25% kiltkivi.

Need andmed näitavad, et kiltkivi teatud tingimustel on kasutatav kütteinena.

Sama küsimuse illustreerimiseks võib osutada möödunud aegadest tuntud juhtudele, mil kiltkivi on looduses põlenud. Selliseid põlemisi on olnud a. 1807 Suurupi tuletorni lähedal (Severgini järgi), a. 1837 Keila-Joal (Helmersen), a. 1840 Tallinna juures (L. v. Buch), a. 1864 Väike-Pakril (F. Schmidt), a. 1909 Paldiskis (H. Winkler) ja a. 1917 Mäeküla juures Harku lähedal (N. Pogrebov). Iga kord kestsid need looduslikud põlemised pikemaid aegu. Nende tekkimine on enamasti teadmata. Ainult viimase juhu kohta on teada, et kiltkivi väljakaevatud rusu süttis sellel tehtud tulelõkkest. Tuld suudeti piirata ainult sel teel, et kaevati tulepesa ümber sügavad kraavid.

Teine kiltkivi rakendamise võimalus seisab kaaliumi ärakasutamises, mille protsent kiltkivis tõuseb kaheksani. Tööstuslike Uurimiste Instituudis 1942/43. a. tehtud katsed on näidanud, et peeneks jahvatatud kujul võib kiltkivi eduga asendada kaaliväetist mitmesuguste taimede juures. Kaaliühendid kiltkivis on seega suurel määral vees ja tsitraadina lahustuvad. Näib loomulikuna, et peale orgaanilise osa ärakasutamist kütteks või utmiseks tuhandest resp. koksist tuleks väljatöötamisele K_2O . Sel kombel saaks ära kasutatud umb. 25% kiltkivi kogukaalust. Kui edasine uurimine peaks veel võimaldama haruldaste elementide ärakasutamist, siis peaks kiltkivi töötlemine olema veel tasuvam.

Rootsis igatahes on Teise Maailmasõja ajal, nagu näha ajaleheteatest, püstitatud suuri õlitehaseid samasuguse kiltkivi baasil ja opereeritakse selliste aastatoodangutega nagu 82 000 t. Kirjanduslikest andmeist on näha, et Rootsi kiltkivid, mis kuuluvad mitte ainult alam-ordoviitsiumi diktüoneema-kiltkivi vöötmesse, annavad utmisel ligikaudu samal määral õli ja gaasi nagu meie kiltkivi.

Kiltkivi varud. Kiltkivi on küllalt tunduvas tüseduses Eesti põhjarannikul kindlaks tehtud umb. 200 km pikkuselt. Tema paksus kõigub siin ligi 5 m-st kuni 1 m-ni. Lääne-Eestis on tema olemasolu tõestatud 50 km laiusel ribal, ida pool Tallinna aga vähemalt 10 km laiuselt. Seega saaksime järgmised pindalad:

Ida pool Tallinna	150×10 km	$= 1500$ km ²
Lääne „ „	50×50 „	$= 2500$ „
	$\text{Kokku} =$	4000 km ²

Kui võtta keskmiseks paksuseks sellel alal ka ainult 2 m, siis oleks siin 8 000 000 000 m³ ehk, kui arvestada erikaaluga 2, siis 16 000 000 000 t kiltkivi. Neid varusid võiks käesoleval ajal lugeda C_2 -kategooriasse, võib-olla aga ka C_1 -kategooriasse, arvestades Rootsis toimunud töötlemistegest. Sellise ulatusega varud sunnivad igatahes nendega tõsiselt tegelema.

C. GLAUKONIIT-LIIVAKIVI.

Diktüoneema-kiltkivi peal lasub kogu tema ulatusel ENSV alal kõigis profiilides teine väga karakterne kivim — roheline, rikkalikult mineraali glaukoniiti sisaldav pude liivakivi.

Glaukoniitliiva geoloogia ja petrograafia. Kui jälgida glaukoniitliiva paksust neissamus leiukohtades, mis on esitatud kiltkivi puhul, siis saame järgmise arvuderea: Pakri saartel 3,5—4,0 m, Paldiski poolsaarel 3,5—5,5 m, Keila-Joal 2,08—3,63 m, Rannamõisas 1,76 m, Tallinna Toompeal 1,10—1,38 m, Lasnamäel 1,70 m, Irus 1,36 (0,88—2,04) m, Kalla-

vere-Maardus 1,55 (0,95—2,18) m, Ülgasel 1,27 (0,66—1,87) m, Valklas 0,50—0,94 m, Tsitris 0,30—0,74 m, Aseris 0,94—2,42 m, Sakal 1,27 (0,72—1,73) m.

Lõuna pool paekaldajoont saame kaevupuurimise andmeist järgmised arvud: Rohukülas 1,20 (158,1—159,3) m, Haapsalus 0,40 ja 0,60 m, Lääne-Nigulas 6,00 m (kõva p u n a n e savi), Keilas 1,20 m, Sakus 0,60 m, Kehras 0,80 m, Ubjas 1,62 m, Kiviõlis 1,10 m, Kohtla-Järvel 0,90—1,50 m, Eredal 2,00 m, Jõhvis 0,50—2,30 m, Vaivaras 0,25 m.

Need түseduse arvud näitavad suuremaid kõikumisi kui kiltkivi omad ja on nendest üldiselt väiksemad. Üldiselt on märgata ka түseduse vähenemist ida suunas, samuti kui kiltkivilgi, kuigi siin see vähenemine ei ole ühtlane ega pidev.

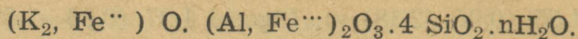
Glaukoniitliiva paljandumise tingimused on täiesti samad kui kiltkivilgi: ta paljandub kõigis samades kohtades paekaldas ja sellesse suubuvates jõorgudes, kus kiltkivigi.

Koostiselt on glaukoniit-liivakivi räniliiv, milles leidub rohkesti tume-rohelisi mineraali-glaukoniidi teri mitmesuguses suuruses. Sageli on temas ka rohkesti savi. Alumises osas esineb fosforiitseid konkretsioone. Ida pool võib sageli tähele panna ka glaukoniidita pesi.

Petrograafiliselt ja faunistiliselt jaguneb glaukoniit-liivakivi kahte vöötmesse: all pude, peaaegu liitmata liiv, ülal lubjatsemendiga liidetud liiv; all esineb peamiselt puudulukuliste käsijalgsete fauna ($B_{1\alpha}$), peal lukulised käsijalgsete ($B_{1\beta}$). Glaukoniitliivana kitsamas mõttes saaks käsitleda õieti ainult alumist vöödet; ülemine liitub stratigraafiliselt juba kõrgemal lasuva glaukoniit-lubjakiviga, moodustades osa nn. Mäeküla lademest. Et ta aga värvuselt ja glaukoniidi rohkusest sarnaneb alumise vöötmeaga, siis rakenduslikust seisukohast tõmmatakse nad sageli ühte. Ka ülaltoodud arvud sisaldavad mõlema vöötme түsedust kokku.

Glaukoniidi hulga kohta liivas puuduvad süstemaatilised uurimisandmed. Orienteerivalt võib öelda, et glaukoniidisaldus tõuseb liivas 70—80%-ni. Leningradi oblastist on ühe analüüsi andmed (Pustovalov), mille järgi Koporje juures glaukoniitliiv sisaldab 40—42% glaukoniiti, 17—18% liiva, 30—31% saue ja 9—13% niiskust. Enamasti näitab juba rohelise värvuse intensiivsus, kas on tegemist glaukoniidi poolest rikkama või vaesema ainesega.

Glaukoniidi keemia ja tehnoloogia. Glaukoniidi kui mineraali koostis on vahelduv, seetõttu ei ole saadud seni täpsustada tema struktuurvalemit. Ligikaudse kujutluse tema koostisest annab järgmine valem (Clark'i ja Kaspar'i järgi):



Oluline on, et temas esineb K ja nii kahe- kui ka kolmeväärine raud. Peale selle esinevad veel Mn, Ca, Mg, Na, Li.

Toome alamal tabeli, milles vasakul on glaukoniidi koostise kõige tavalisemad kõikumised Pustovalovi järgi ja paremal viie glaukoniidi-proovi analüüsides keskmine Eestist (Ontikalt ja Paldiskist, A. Kupfferi järgi).

Tabel 13. Glaukoniidi keemiline koostis.

Glaukoniidi koostis	Sagedaima koostise arvud % %	Viie analüüsi keskmised Ontikalt ja Paldiskist (Kupffer) % %
SiO ₂	56—27	51,91
Al ₂ O ₃	1,5—7	8,27
Fe ₂ O ₃	15—40	14,99
FeO	1—4	4,26
MnO	jäljed	määramata
MgO	1—6	4,04
CaO	0,2—1,6	0,18
K ₂ O	2,5—9,5	7,88
Li ₂ O	+	määramata
Na ₂ O	0,5—1	0,18
H ₂ O	6—10	6,49
Orgaanilist	jäljed —0,6	määramata
Kokku		98,20

Nagu neist arvudest nähtub, mahub Eesti glaukoniidi koostis ilma vaevata üldistesse analüüsi arvudesse.

Kahtlematult on meie glaukoniidi omadused ja rakendamisvõimalused täiesti analoogilised mujal leiduva omadega. Üheks selliseks omaduseks on glaukoniidi ilmastikukindlus, mis avaldub kõigis paljandeis ja teeb võimalikuks glaukoniidi rakendamise rohelise värvina otseselt ilma ümber töötamata. H. Winkler teatab N. Pogrebovi andmeil, et Ingeris pidasid talunikud aiateivastel ja räästaalustes umbes rusikasuurusi glaukoniitsavi mügarikke, mida peale sel kombel tuuldumist ja korduvat läbisõtkumist kasutati rohelise maalrivärvina. Kuumutamisel ja keemilisel töötlemisel saab glaukoniidist ka pruune ja punaseid värve, mis oleneb ilmselt tema rauasisaldusest.

Teine glaukoniidi kasutamise ala on kaaliväetise valmistamine. Enne Esimest Maaailmasõda ja osalt ka veel hiljem oli Põhja-Ameerika Ühendriiges kaaliväetise tootmine glaukoniidist tähtsal kohal (keskusega New-Jersey's). Hiljemini on ta sel alal oma osatähtsuse kaotanud kaalisoolade konkurentsi tõttu. Siiski on mõeldav, et transpordiolude tõttu glau-

koniidil ka sellest seisukohast võiks tähtsust olla kohalike tarvete rahuldamiseks.

Sõjaolukorras (1942/43) Tööstuslike Uurimiste Instituudis tehtud katsed on näidanud, et glaukoniitliiv ümbertöötamata kujul on kasutatav kaaliväetisena, sest osa tema kaalisisaldusest on vahenditult lahustuv vees, ülejäänud osa aga laguneb pikkamööda mullas. Muidugi on tema puuduseks sel juhul madal kaaliumisisaldus ja suur kasutu ränihapendi hulk. On tõenäollik, et paekalda läheduses, kus glaukoniitliiv on kergesti kättesaadav, võiks temaga parandada ning väetada hapusid soomaid.

Keemiliselt on glaukoniidil tähelepanev omadus vahetada katioone oma koostises, mis võimaldab teda kasutada permutiidina karedate vete pehmemendamiseks. Selles suunas leiab ta NSVL-s juba kaunis rohkesti kasutamist. Ka ENSV-s on tõusnud huvi tema vastu sellest seisukohast, ja ei ole kahtlust, et ta ka siin võib sedasama ülesannet täita.

Glaukoniidi teke. Glaukoniit on mineraal, mis tänapäeval tekib ainult meres ja mille leidumine vanemais setteis osutab vastuvaidlematult nende setete merelisele päritolule (muidugi, kui ei ole tekkinud hilisemaid ümbersekkimisi). Tänapäeva meredes on võidud jälgida, et teatud kauguses rannast ja teatud veesügavuses (umb. 200 m) biotiidi (magneesiavilgu) lehekeseid keemiliselt ümber kujunevad glaukoniidiks. Selline ümberkujunemine on seda tõenäolikum, et glaukoniidi struktuurvõre sarnaneb väga biotiidi omaga. Küsida tuleb, kas see on ainuke glaukoniidi tekkimise võimalus; võib siiski arvata, et glaukoniit ka ilma biotiidi ümberkujunemiseta võib kolloidisel kujul mereveest välja sadestuda. Igal juhul on aga tema tekkimiseks vaja kaalirikkaid ferrosilikaate merevees. Selles mõttes on tähelepanev, et glaukoniit tänapäeva meredes tekib randade läheduses, mis koosnevad kristalseist kivimeist. Eesti glaukoniitliiva tekkimise ajal ei olnud viimane asjaolu ka mitte teisiti. Glaukoniit on levinud Fennoskandia kristalse massiivi piirdealal, kus vastavaid mineraale ja ühendeid sattus ilmselt külluses merevette. Glaukoniidi rohke esinemine algul liivasetteis, hiljem meretekkestes lubjakivides ordoviitsiumi alguses oleks täiesti kooskõlas meie paleogeograafiaga.

Glaukoniidi varud. Nagu ülemaal tähendatud, on glaukoniitliiv kiltkivi lahutamatu kaaslane. Tema levikuala oleks seega võrdne kiltkivi levikualaga, s. o. ümmarguselt 4000 km². Glaukoniitliiva keskmine paksus tuleks aga võtta vähemana kui kiltkivi oma, kuigi läänes Paldiski poolsaarel nende paksus on vähemalt võrdne. Seevastu aga kõigis idapoolseis profiilides on glaukoniitliiva paksus kiltkivi omast väiksem umbes poole võrra.

Seetõttu võiksime orienteerivaks arvestuseks võtta glaukoniitliiva keskmise paksuse 1 m. Sellekohaselt oleks siis glaukoniitliiva umbkaudne maht, millega võiks arvestada, 4 000 000 000 m³. Glaukoniidi arvele selles mahus ei või panna üle poole, seega 2 000 000 000 m³. Erikaalu 2,5 juures saaksime kasutatava mineraali hulga umb. 5 000 000 000 t.

D. PÜRIIDIKIHT.

Nagu nähtub ENSV aluspõhja üldprofiilist, piirab kiltkivi pealtpoolt glaukoniitliiv, altpoolt aga *Obolus*-liivakivi. Piir vastu viimast ei ole kogu ulatuses ühtmoodi välja kujunenud. Läänes, alates Paldiski poolsaarest ja lõpetades Harjumaa idaosaga, on *Obolus*-liivakivi ja kiltkivi vahel selgesti väljakujunenud püriidikiht. Kaugemal ida pool ei ole see vahekiht nii selge ega pidev.

Püriidikihi geoloogia ja petrograafia. Püriidikiht paljandub samuti kui kiltkivi ja glaukoniitliiv kogu paekalda ulatuses oma levimisalal. Parimaid paljandeid on Paldiski poolsaare mõlemal küljel, kus püriidikiht avaneb merepinnas ja kus lained on teda paljandanud üsna laias ulatuses. Siin näeb väga hästi üht joont püriidikihi ehituses — virgmärke tema pinnal. On selge, et tema tekkimise ajal lainete liikumine niivõrra kajastus veel mitte kõvastunud sette piirkonnas, et tekkisid lainetekujulised virgmärgid tema pinnal. Ka mujal, kus on võimalik paljandada püriidikihi pinda mõnesuguses ulatuses, nagu Mäekülas Harku lähedal, on need virgmärgid näha. Paekalda seinas näeb püriidikihti igal pool, kus on kättesaadav kiltkivi alumine piir.

Püriidikihi paksus on mõne sentimeetri ulatuses vahelduv juba üsna lühikesel vahemaal. Üldiselt kõigub ta 0,05—0,15 m piirides, tõustes harva 0,25 m-ni, nagu Leetsel, või 0,30 m-ni, nagu Jägalas. Puurimisandmeil on ta Rannamõisas 0,09 m, Irus 0,04—0,12 m, Maardus 0,03—0,15 m, Ülgasel 0,07—0,15 m, Valklas 0,05—0,12 m, Tsitris 0,01—0,06 m. Keskmine tusedus sel ulatuslikul alal oleks 0,07—0,10 m.

Püriidikihi mahukaal kõigub 3,2 ümber, olenedes kvartsihiiva hulgast kihis.

Püriidikiht oma tüüpilisel levimisalal on tihedas seoses *Obolus*-liivakivi kõige ülemise jaotuse — detriidiga. Detriidi ülemised kihid omandavad ikka rohkem ja rohkem liiteainet püriidi kujul, kuni vastu kiltkivi on tegemist peaaegu puhta lisanditeta püriidiga. Seega ei ole püriidikihi alumine piir mitte terav, pealmine aga küll. See asjaolu kajastub eriti kujukalt ka püriidikihi mikroskoopilises ehituses: alumises osas on ülekaalus kvartsiterad koos *Obolus*'e kildudega, kuna ülemises üksikud terad enam omavahel kokku ei puutu ning peamassi moodustab püriidi aines.

Kvartsliiva terad püriidikihis on väikesed, ülimalt 1,0 mm läbimõõdus, ja osutavad sorteeringut peenema- ning jämedamateralisteks kihtideks.

Üheks silmatorkavaks jooneks püriidikihi petrograafias on kvartsi-terade korrosioon pinnalt. See osutab, et kihi settimine on toimunud leeliseses keskkonnas, kus kvarts lahustub.

Selline keskkond on antud ilmselt rohkete kõdunevate organismide jäänuste juuresolekul rohke ammoniaagi ja väävelvesinikuga.

Sellega on heidetud valguskiir ka püriidikihi tekkele.

Obolus-liivakivi on rannalähedane, hapnikuküllase vee sete, kiltkivi seevastu hapnikuvaese orgaanilise muda saadus. Nagu näha, hakkas see hapnikuvaene, leelisene olukord valitsema juba viimaste liivakivikihtide settides, misjuures merre saabus suuri hulki raua- ja väävliühendeid. Ei ole kahtlust, et suur osa sellest rauast ja väävlist on teinud ringkäigu läbi loomakehade, kuid ainult orgaanilisel teel settimine ei seletaks nende elementide suurt koondumist õhukeses kihis. Virgmärkide olemasolu püriidikihi pinnal osutab siiski sellele, et settimine toimus mitte sügavamal kui lainete poolt liigutatud vee piirkonnas. See asjaolu omalt poolt sunnib tõstma küsimuse, kuidas võis neil tingimustel püsida hapniku puudus. On üsna tõenäolik, et raudsulfiid algupäraselt settis markasiidina, et aga see harilikult rõhu- ja temperatuuritingimustes ei ole püsiv, siis leiame nüüd tavaliselt ikka püriidi. On olemas ainult üksik kristallilise markasiidi leid püriidikihist Kunda-Malla juures.

Tabel 14. Püriidikihi keemiline koostis.

Ained	Puuraugud	Kostivere	Maardu 49	Maardu 53
Lahustumatu		38,40	47,80	51,49
SiO ₂		37,76	47,29	49,42
FeO		32,43	27,62	20,93
S		27,97	23,72	18,39
SO ₃		0,41	0,15	0,21
CaO		4,04	3,25	6,91
MgO		0,17	0,35	0,30
P ₂ O ₅		2,86	2,22	4,93
Al ₂ O ₃	}	1,40	1,11	2,71
TiO ₂				
CO ₂		0,23	0,25	0,59
F		(0,27)	(0,20)	(0,44)
KNaO		jäljed	jäljed	jäljed
Kokku		107,27	105,96	104,39
Maha arvata O ₂		6,96	5,92	4,59
Üldse		100,29	100,05	99,80

Püriidikihi levikut tunneme siiski väga kitsal alal, ribana paekaldas ja selle lähedastes puuraukudes. Seetõttu jääb lahtiseks, kas ei leidu kusagil ka paksemat püriidikihti. On ju näiteks teada settelise püriidi leiukohti kuni 20 m paksuses (Rammelsberg Saksamaal).

Püriidikihi keemia. Toome kolme püriidiproovi täisanalüüsid (tabel 14, lk. 85; analüüsinud J. Anso).

Need on keskmised analüüsid kogu kihi paksusest üksikus puuraugus. Neist nähtub, et ligi pool püriidikihi koostisest tuleb lahustumatu räni-liiva arvele. Püriidisaldus tuleneb S-hulgast ja on Kostivere puuraugus 52,29%, Maardu puuraukudes 49—46,18% ja 53—35,64%. Mahukaalud on vastavalt 3,32, 3,26 ja 2,89. Proovides leidis ka arseeni jälgi (0,002—0,006%). Analüüsi andmeid võrreldes nähtub, et mida rohkem on ränihapendit, seda vähem püriiti ja seda väiksem ka mahukaal.

Analüüsides eraldi ülemist püriidirikkamat ja alumist püriidivaesemat osa, saadi ülemise osa jaoks FeS_2 -sisaldus näiteks 50,59%, 40,18% ja 40,76%, alumises osas aga vastavalt 27,67%, 24,60% ja 15,48%. Et ülemise osa paksus on keskmiselt 4,6 cm ja alumise oma 2,3 cm, siis on alumises 17% kogu väävlis, ülemises 83%.

Püriidi varud. Arvestades püriidikihi väikest paksust ja väikest FeS_2 -protsenti on ilmne, et antud kiht ei moodusta iseseisvat tootmisväärsset maaki. Püriidi tasuvuse piirid algavad 40%-lise S-sisaldusega, kusjuures mahukaal on 4, 8.

Et aga meie püriidikiht asub *Obolus*-liivakivi ja kiltkivi piiril, et esimest nendest juba ekspuateeritakse ja teise tootmise küsimus on kaalumisel, siis võib püriidikiht saada maardeks kõrvalsaadusena.

Selleks puhuks annab tema väärtusest maardena ja tema varudest ülevaate järgmine tabel.

Tabel 15. Eesti NSV püriidivarud.

	Mahu- kaal	Kihi paksus	Keskmine %		Kilogramme ühelt m ² -lt keskmiselt				
			S	Fe	FeS_2	S	H_2SO_4	Fe	Toor- maaki
Maardu kaevanduse ala	3,02	7,3	21,6	18,4	89,3	47,7	146	41,6	220
Ülgase-Rebala	2,96	8,3	21,1	18,8	96,7	51,7	158	45	246

Maardu kaevanduse ala 15 km²-lt saaks ümmarguselt 3 000 000 t toormaaki ehk 1 350 000 t puhast püriiti. Ühelt km²-lt saaks 90 000 t püriiti ja arvestades esialgu 300 km² Põhja-Eestis, oleksid üldised varud 27 000 000 t puhast püriiti.

Sellest püriidihulgast jätkuks väävelhappe tootmiseks, millega võiks 80% samal alal leiduvast fosforiidist ümber töötada superfosfaadiks. Peale selle oleks rauajääk, mis kõlbaks rauasulatamiseks, värviks, rauasoolade valmistamiseks keemiatööstuses, õlide puhastamiseks ja ka desinfektsiooniks — väävljääkide tõttu.

V peatükk.

Eesti fosforiit.

Eesti fosforiidi nime all tuntakse väetusainet, mida toodetakse *Obolus*-liivakivist. See liivakivi sisaldab endas käsijalgse *Obolus*'e perekonda kuuluvate liikide kaante koondisi. Et need kaaned koosnevad peamiselt fosforhapust kaltsiumist, siis on nende kuhjatised juba iseeneest maardekogumikud, mida on kerge muust kivimist eraldada.

***Obolus*-liivakivi geoloogia ja teke.** *Obolus*-liivakivi on *Obolus*-seeria vanim lade. *Obolus*-seeriaks liidetakse samanimeline liivakivi, diktüoneema-kiltkivi ja glaukoniitliiv, mis kõik on stratigraafiliselt tihedasti seotud ja sisaldavad puudulukuliste brahhiopoodide faunat perekonnast *Obolus* ja sellele lähedastest perekondadest. (Vrd. üldine aluspõhja tabel I peatükis ja koondprofiil, joonis 1.)

Lääne-Eestis on paljandeis hästi nähtav põhikonglomeraat, mis moodustab *Obolus*-liivakivi põhja ja näitab, et üle alamkambriumi liivakivide toimus selle mere transgressioon, milles tekkis *Obolus*-liivakivi. Siit loetakse ordoviitsiumi algust. ENSV idapoolses osas ei ole seda põhikonglomeraati paljandeis nii selgete ja suurte munakatena näha kui lääneosas. *Obolus*-liivakivi paljandumise tingimused sarnanevad väga suurel määral diktüoneemakilda ja glaukoniitliiva paljandumise tingimustega. Nagu need viimasedki, avaneb ja paljandub *Obolus*-liivakivi paekaldas, jäädes väga sagedasti selle jalamile. Seetõttu on sageli just paekalda järsaku ees kitsas maariba, kus avaneb *Obolus*-liivakivi ja kus võib avaneda ka *Obolus*-konglomeraate.

Kõige läänepoolsem *Obolus*-liivakivi paljand on Pakerordi neemel, kõige idapoolsem ENSV piirides Narvas. Vahepeal leiame tema paljandeid kõigis paekalda järsakuis, nagu Türisalus, Rannamõisas — Tiskres, Tallinna lähemas ümbruses, Ülgases, Valklas, Tsitris, Aseris, Sakast Toilani, Orult Türsamäeni. Lisaks esineb paljandeid kõikide Soome lahte suubuvate jõgede orgudes.

Tüseduselt ja koostiselt on kogu selle ala ulatuses *Obolus*-liivakivi muutlik, millestõttu temast ei saa anda ühtlast tüüpprofiili. Toome seetõttu mõned profiilid meetrites kogu paekalda ulatuselt.

Türisalu paekallas.

Peal diktüoneema-kiltkivi.

- 0,05 — 0,10 — püriitjas liiv
- 0,10 — kiltkivi
- 0,05 — püriitjas liiv
- 0,05 — kiltkivi
- 1,10 + — *Obolus*-detriit (5,78%)
- 0,30 — hele pude liivakivi
- 0,30 — kõva liivakivi
- 0,02 — kiltkivi
- 1,30 — kõva liivakivi
- 0,20 — liivakivi õhukeste kiltkivi-vahekihikestega
- 0,40 — kiltkivi ja liivakivi vaheldumisi (alumine pool pea täiesti kilt)

Kokku 3,92

All auklik pind *Diplocraterion*-liivakivil.

Peaaegu samalaadne ja niisama tüse on *Obolus*-liivakivi profiil kümme-kond km ida pool Tiskre pangal.

Iru kaevik.

- 1,50 — kiltkivi
- 0,15 — püriit
- 0,60 — detriit
- 0,10 — liivakivi diktüoneemaga
- 1,40 — liivakivi *Obolus*'tega ja kiltkivi-vahekihtidega
- kuni 0,16 — *Obolus*'te lääts
- 0,23 — hele liivakivi väheste *Obolus*'tega
- 0,70 — *Obolus*-konglomeraat
- 4,00 + — hele liivakivi väheste sauevahekihtidega

See profiil on kirjanduses kõige enam tuntud (prof. A. Öpik'u tüüp-profiil).

Maardu (Kroodi) kaevandus.

Peal diktüoneemakilt.

- 0,10 — püriit
- 0,50 — detriit

- 0,33 — põimjas ja tumedaviiruline liivakivi harvade *Obolus*'tega
 - 0,28 — tume põimjas detriitne liivakivi kaunis rohkete *Obolus*'tega
 - 0,08 — tugevasti mustaviiruline liivakivi
 - 0,58 — liivakivi, viiruline, väheste *Obolus*'tega
 - 0,40 — väga rikas konglomeraat
 - 0,10 — hõredam „
 - 0,45 — rikas konglomeraat, ülal detriitsem, all jämedam
 - 1,00 + — liivakivi
- All kaevanduse põhi.

Toodud profiili vahetus läheduses võib saada kõikide nende üksikkihtide kohta teissuguseid arve. Keskmiselt on konglomeraadi paksus 0,88 m.

Ülgase kaevandus.

Peal diktüoneemakilt.

- 0,27 — detriit (3,56%)
 - 0,10 — kiltkivi
 - 0,72 — detriit (4,49%)
 - 0,08 — kiltkivi
 - 0,47 — peendetriitne liivakivi
 - 0,08 — kiltkivi
 - 0,12 — liivakivi detriidiga
 - 0,19 — ülemine konglomeraat (13,4%)
 - 1,30 — põimkihitatud liivakivi õhukeste kiltkivikihtidega, eriti alumises 50 cm
 - 1,00 — alumine konglomeraat (11,0%)
- All jätkub liivakivi *Obolus*'tega.

Tsitri paekallas.

- 0,10 — püriit
- 0,10 — tühik
- 1,20 — detriit (1,90%)
- 0,25 — liivakivi kildaga
- 1,50 — liivakivi, vahelduvaid savi- ja kildakihte
- 0,16 — liivakivi *Obolus*'tega
- 0,06 — savikas kiht (kiltsavi)
- 0,22 — liivakivi *Obolus*'tega
- 0,10 — „ pruunviirjas
- 0,10 — konglomeraat (20%)

0,10 — kiltkivi
 0,10 — liivakivi
 0,45 — konglomeraat (15,6%)
 0,32 — kiltsavi ja liivakivi
 0,25 — kõva valge liivakivi
 0,41 — savikaid ja liivakihte hõredate *Obolus*'tega
 0,55 — konglomeraat (23,4%)
 2,00 + — valge kõva liivakivi väheste *Obolus*'tega

Aseri paekallas.

Peal kiltkivi.

0,07 — püriit	
0,63 — liivakivi kiltkiviga	4,32 {
0,40 — konglomeraat (17,4%)	
0,16 — kõva liivakivi	
0,01 — <i>Obolus</i> 'te kiht	
0,06 — kõva liivakivi	
0,006 — savi	
0,37 — liivakivi savivahekihtidega	
1,10 — „	
0,42 — kõva liivakivi	
0,48 — liivakivi savivahekihtidega	
0,69 — õhukesekihiline liivakivi	
0,70 + — pankjas valge liivakivi	

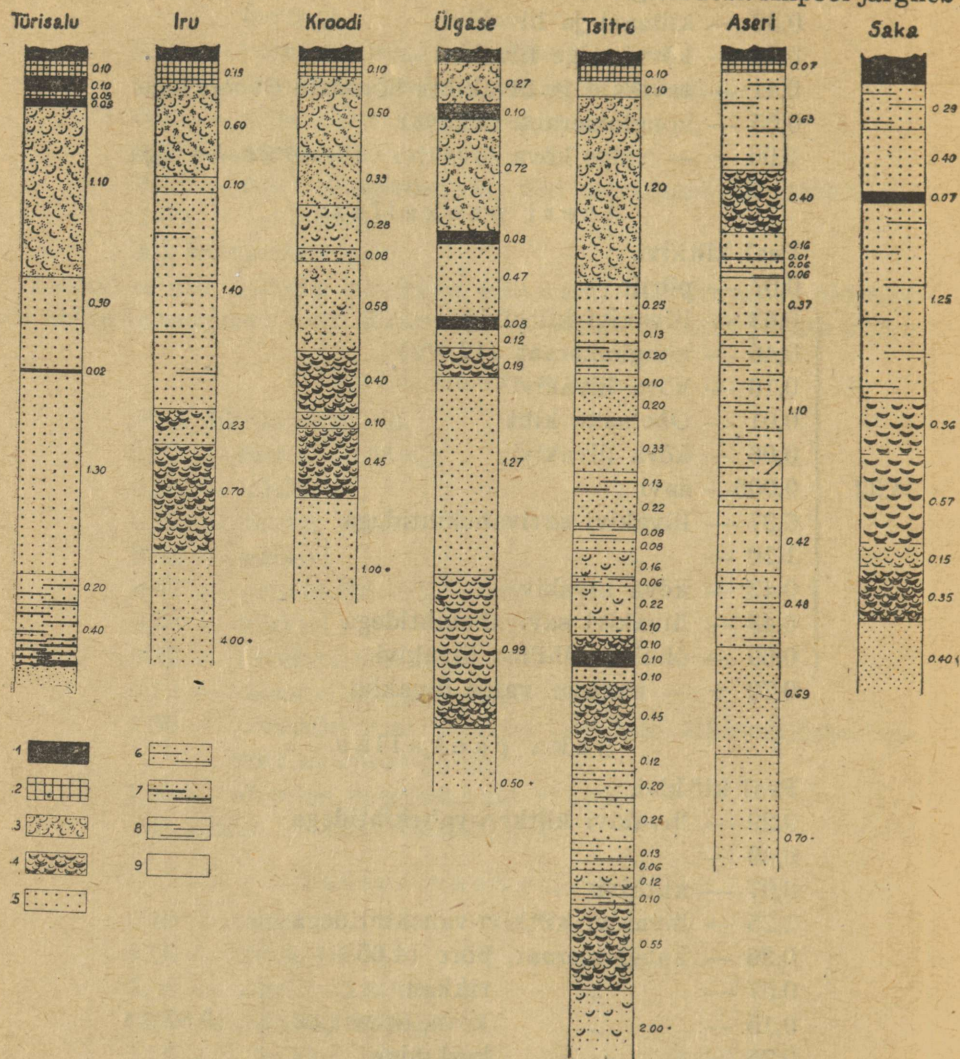
Saka paekallas.

Peal kiltkivi.

0,29 — liivakivi kiltkivi-vahekihtidega	
0,40 — „	
0,07 — kiltkivi	
1,25 — liivakivi kiltkivi-vahekihtidega	
0,36 — konglomeraat, hõre (4,65%)	
0,57 — „ rikkam	} (9,87%)
0,15 — „ kõva, detriitjas	
0,35 — „ keskmine	
0,40 + — valge liivakivi	

Esitatud profiilid on valitud aladelt, kus on rohkem paljandeid või kus kaevandus- ja puurimistöode teel on saadud rohkem andmeid *Obolus*-liivakivi kohta. Kui neid profiile võrrelda, siis on raske neid omavahel rööbistada. Kergesti võib tähele panna ainult seda, et läänepoolsetel profii-

lidel Türisalust kuni Tsitrini on kõigil lasumis püriidikiht ja selle all nn. detriit. Viimane kujutab endast tüüpiliselt põimkihitatud liivakivi, milles arvrikkalt esineb väikesi *Obolus*-te kaante murdosi. Allpool järgneb



3. joon. Tüüpilisi *Obolus*-liivakivitootsa osaprofiile. 1 — kiltkivi (diktüoneemakilt); 2 — püriit; 3 — *Obolus*-detriit; 4 — *Obolus*-konglomeraat; 5 — liivakivi; 6 — liivakivi saviga; 7 — liivakivi kiltkiviga; 8 — savikihid; 9 — tühik.

kõigis profiilides liivakivi kiltkivi-vahekihtidega, kus sageli nii kiltkivikihtides kui ka liivakivis esineb graptoliit *Dictyonema flabelliforme*.

Iru ja Ontika vahel järgnevad sellest vöötimest allpool *Obolus*-konglomeraatide nä tähistatavad *Obolus*'te kaante koondised väga vahelduvas tuseduses ja arvus. Tallinn—Iru rajoonis on need konglomeraadid väheulatuslikud, sageli ainult mõne- kuni mõnekümnemeetrilise läbimõõduga läätsed. Siit algavad aga juba märksa suuremate mõõdetega kuhjatised. Kallavere—Maardu piirkonnas võib vähemalt 15 km² ulatuses arvestada ühte pidevat konglomeraadikihti. Ülgase piirkonnas on ümmarguselt 4-km² alal kaks konglomeraadikihti. Valkla ja Tsitri ümbruses esineb paiguti 3 konglomeraati. Nõmmeveski ja Kunda-Malla vahel puuduvad nii paljandid kui ka puurimised. Aseri paekaldas ilmub konglomeraat jälle ja esineb selle läheduses ühe kihina vähemalt 19 km² ulatuses. Kaugemale itta jätkub ta üsna tusedana Saka—Ontika paekaldas ja selle läheduses lõuna poole ja edasi vahelduvas (vähemas) paksuses Ontikast ida poole. Paekaldajoonest lõuna poole on *Obolus*-konglomeraate konstateeritud kõige kaugemal just Maardu piirkonnas, kus Lagedi, Saha, Kiiu ja Kostivere puuraugud läbivad konglomeraati. Ida pool on puurimine Kiviõli jaama juures avastanud rikka konglomeraadi umb. 50 m sügavusel.

Sakal ja sealt ida poole võib konglomeraadi alumist osa samastada transgressiooni-konglomeraadiga. Irust Aserini on aga konglomeraatidest allpool veel *Obolus*'i sisaldavaid kihte muutlikus tuseduses. Need koosnevad mitmesugustest liivakividest savikate vahekihtidega, sisaldades hõredat faunat. A. Öpiku järgi esinevad siin peale *Obolus*'te ka *Lingula* ja *Acrotreta*.

Obolus-liivakivi üldine tusedus kõigub kolme ja enam kui kümne meetri vahel. Tsitri paljandeil võib teda mõõta ligi 11 m, ilma et saaks kindlaks teha lademe alumist piiri.

Obolus'e liikide hulgas esineb peamiselt *Obolus apollinis* Eichw. Vähe-mal määral esinevad *O. maximus* Mickw. ja *O. triangularis* Mickw., hoopis harva veel mõned A. Mickwitz'i poolt kirjeldatud liigid. Arvurikkalt, sageli valdavalt esinevad *Schmidtia* liigid: *Schm. celatus* Volb., *Schm. obtusus* Mickw., *Schm. acuminatus* Mickw., *Schm. crassus* Mickw., peale selle veel mõned nende varieteedid. Brahhiopoodidest esinevad veel *Kyserlingia*, *Helmersenien* ja *Siphonotreta*, igauks ühe liigiga. *Schmidtia* kaane külge kinnitatuna esineb vaevaltmärgatav vanima sammallooma *Heteronema priscum* Bassler'i võrguke.

Et nende puudulukuliste brahhiopoodide kaante massilised kuhjatised kujutavadki endast Eesti fosforiidi maaret, siis seisab selle maaretekk e küsimus õieti selles, kuidas seletada nende brahhiopoodide massilist esinemist tolaeagses meres ja nende kaante kuhjumist määratute lademetena.

Kambriüm ja varajane ordoviitsium (Tremadoc) on üldiselt tuntud puudulukuliste brahhiopoodide ajastuna. Nende brahhiopoodide kaante materjaliks on väga suures ulatuses fosforhapu kaltsium. Niikaugelt ei ole vaja muud erilist selgitust. Seletust vajab aga nende kaante suur kontsentratsioon kõnesolevais lademeis.

Arvestades põhikonglomeraati, liivast koosnevat setematerjali ja põimkihitust, ei jää mingisugust kahtlust, et *Obolus*-liivakivis on tegemist rannalähedase nähuga. Seega võib öelda, et ka valdav osa *Obolus*'te kaasi ja eriti neid kihte, kus need kaaned esinevad peene purdmaterjalina, on üles töötatud ranna piirkonnas. Eriti on see kehtiv eespool kirjeldatud stratigraafilise detriidi kohta. Peale selle on aga paljudes leiukohtades ka sügavamal profiilis kihte, mis koosnevad põimkihitatud liivadest, milles sisaldub massiliselt *Obolus*'te kaante peeni murdosi. Seega on küllalt tunnuseid, mis kõnelevad lainete ja võib-olla ka tõusu ja mõõna murrutavast tööst. Et ranna piirkonnas võivad karbid üles kuhjuda ka selliselt, nagu näeme *Obolus*-konglomeraatides, seda võib jälgida paljudel juhtudel veel praegusteski mererandades. Teatavat probleemi kujutab endast aga nende karbikuhjatiste suur pindalaline levik. Näib, nagu oleksid *Obolus*'e liigid teatud aegadel eriti rohkearvuliselt elutsenud rannalähedaste mereosade põhjas, kus nende kaaned siis mattusid lainete poolt vähem purustatuina. Suure osa kaante massiivsemad osad on konglomeraatides jäänud terveks ja ainult õrnemad servad on purunenud. Seejuures on aga tähelepanuväärne, et väiksemate eksemplaride kaaned, nagu väikesed (noored) *Obolus apollinis*'ed, eriti aga võrdlemisi õrnad *Schmidtia*'te liigid on sageli nii vähe kannatanud, et leidub rohkesti täiesti terveid eksemplare.

Kokkuvõttes võib öelda, et *Obolus*-liivakivi on 1) ranna- ja rannalähedase mere sete, mis jaguneb kolme peavöötmesse; 2) keskmine neist vöötmeist sisaldab mitmes tasemes oboliidide karpide kuhjatisi, nn. *Obolus*-konglomeraate, mis omavad väärtust fosforiidimaardena; 3) konglomeraate ei ole avastatud Tallinnast lääne pool; Tallinnast ida pool esinevad nad ebaühtlaselt ja mittepidevalt, siiski mitmes kohas kaevamisväärsena; 4) eri piirkondades on lademe profiil ja paksus erinevad, mis üksikasjus ei ole omavahel rööbitatavad; 5) *Obolus*-liivakivi on läbi põimitud kiltkivi-vahekihtidega, mis osutab tihedale seosele liivakivi ja kilda tekke-tingimuste vahel.

***Obolus*-fosforiidi petrograafia, keemia ja tehnoloogia.** *Obolus*-liivakivi koosneb üldiselt räniliivast, millele lisandub mitmesugusel määral oboliidide murdosi või milles need murdosad paiguti omandavad valdava täht-

suse. *Obolus*'te-sisalduse seisukohast võime eristada järgmisi kivimi-varjundeid:

1) *Obolus*-konglomeraadid. Need koosnevad peamiselt oboliidide kaantest ja nende mürdosadest. Lisaks on liiv, nagu muiski liivakivikihtides; liiva hulk on muutlik ja sellest olenevalt on konglomeraat kas rikkam või vaesem (fosforhapendilt). *Obolus*'te kaante ja liiva suhe avaldub tavaliselt juba välisel vaatlusel konglomeraadi värvuses: mida rohkem kaasi, seda tumedam on kivimi värvus. Erandina võivad kaaned olla ka heledama värvusega, sel juhul on aga nende rohkus kergesti tähelepanдав. Kaante hulga täpsemaks näitajaks on keemilise analüüsi teel keskmisest konglomeraadi proovist määratud P_2O_5 -hulk. See kõigub väga suurtes piirides, nimelt 2—3 protsendist kuni ligi 30 protsendini üksikuis proovides. Ülaltoodud profiilides on konglomeraatide P_2O_5 -sisaldus protsentides tähistatud. Suure arvu keskmiste proovide analüüsides põhjal arvutatud või kaevandusest võetud keskmise proovi P_2O_5 -sisaldus kõigub 10—15% piirides.

Konglomeraadi nimetus on neile kuhjatistele antud seetõttu, et neis kaunis rohkel arvul esineb õhukesti lamedaid tumedavärvilisi veerkive mitmesuguste, sageli ebakorrapäraste piirjoontega. Mikroskoobi all osutuvad need veerkivid liivakivideks rohke *Obolus*'te mürdosade sisaldusega. Keemiliselt on neis üle 50% SiO_2 , 20% CaO ja ümmarguselt 14% P_2O_5 . Selle kivimi päritolu ei ole selge; tekkimise ajalt on ta ilmselt *Obolus*-liivakivi kaasaegne.

Lainete murrutustöö intensiivsust *Obolus*-konglomeraatidel näitab nendes esinevate kaante purustamisaste. Tavaliselt on neil murdunud vaid esiserv, kuid leidub konglomeraadikihte, kus kaaned on üldiselt tugevasti purustatud.

Konglomeraat on samuti kui *Obolus*-liivakivi üldiselt pude ja laguneb kergesti liivaks ning *Obolus*'te kildudeks. Ainult suhteliselt harva on vaja proovi võttes kasutada mõjuvamaid purustusabinõusid. Seetõttu oli võimalik väiksemaid paljandeist võetud proove juba kerge purustamise järel sõelumise teel analüüsida terasuuruse määramiseks.

Peale 32 *Obolus*-konglomeraadi läbisõelumist sai autor keskmise terasuuruste skaala, mis on toodud tabelis 16, lk. 96.

Peamine osa, ümmarguselt kaks kolmandikku kogu konglomeraadi massist, on seega terasuuruselt peenliiv 0,125—0,5 mm läbimõõdus. Proovid olid pärit Rootsi-Kallaverest, Valklast, Tsitrist ja Sakalt, kusjuures igas rajoonis on vähemaid kohalikke erinevusi.

Tabel 16. *Obolus*-konglomeraatide terasuuruste jaotus.

Terade läbimõõt mm-tes	0,075 — 0,125 — 0,25 — 0,5 — 1,0 — 2,0 — 4,0 — 5,6 — 8,0 — 11,3									
Terade mass kaalu %-des	1,57	5,44	37,9	26,3	14,2	9,04	4,3	0,94	1,2	0,92

Terasuurused üle 0,5 mm läbimõõdus moodustavad 30,6% kogukaalust. Need fraktsioonid koosnevad täielikult *Obolus*'te kildudest ja konglomeraadimunakaist. Liivateri on ainult niivõrd, kui neid on kleepunud kaante külge. Neist andmeist nähtub, et sõelumise teel on võimalik *Obolus*-konglomeraati rikastada.

Maardu kaevandusest saadud proovi sõelanalüüsi üksikute fraktsioonide analüüsimisel selgus, et jämedamad fraktsioonid olid rikastunud P_2O_5 poolest järgmiselt.

Tabel 17. P_2O_5 jagunemine *Obolus*-konglomeraadis terasuuruste järgi.

Terasuurus	alla 0,25 mm	0,25—0,5 mm	0,5—11,3 mm	11,3—üle 20 mm
P_2O_5 %	5,13	23,0	27,1	23,0

Proovi keskmine P_2O_5 -sisaldus oli seejuures 14,35%. Seni ongi „Eesti fosforiiti“ toodetud sel kombel, et rikastati looduslikku konglomeraati sõelumise teel ja jahvatati saadus peeneks jahuks. Turustatav fosforiidi-jahu sisaldas 25—27% P_2O_5 .

Maksimaalne rikastus, milleni konglomeraati võib viia, on puhaste *Obolus*'e kaante fosforhapendisisaldus. Analüüside põhjal on see 35—36%. Sooladena arvestatult on kaante koostis järgmine: $Ca_3(PO_4)_2$ — 85,28 kuni 85,89%, CaF_2 — 6,19 kuni 6,30%, $CaCO_3$ — 5,14 kuni 5,59%, $CaSO_4$ — 2,28 kuni 3,39%.

Kirjanduses on (A. Kupffer, 1870) üks koguanalüüs konglomeraadist (Ontikalt): räniliiva — 46,82%; SiO_2 — 7,75%; CO_2 — jäljed; SO_3 — 3,76%; P_2O_5 — 13,28%; F — 1,17%; CaO — 16,82%; MgO — jäljed; $Fe_2O_3 + FeO$ — 5,30%; Al_2O_3 — jäljed; NaKO — jäljed; kuumutuskadu — 3,84%; FeS_2 — 2,18%.

2) *Obolus*-detriit. Nagu ülemal juba kirjeldatud, esineb kõige ülemise vöötmena *Obolus*-liivakivi lääneosas Pakerordi ja Nõmmeveski vahel nn. detriit, mis koosneb põimkihitatud liivast koos oboliidide peenikeste murdosakestega. *Obolus*'te murdosad on hästi ümmaraservaliseks kulunud ja läikivaks hõõrutud.

Terasuurustest annab ülevaate järgmine tabel, mis esitab keskmisi arve 20 sõelanalüüsi tulemustest.

Tabel 18. *Obolus*-detriidi terasuuruste jaotus.

Terade läbimõõt mm	0,075 — 0,125 — 0,25 — 0,5 — 1,0 — 2,0 — 4,0							
Terade mass kaalu %-des	1,54	14,18	52,36	28,13	2,5	1,58	0,73	1,0

Nagu sellest tabelist näha, langeb detriidi terasuuruste peamass samadesse suurusjärgudesse kui konglomeraadilgi, kuid veel enam rõhutatult, sest 0,125—0,5 mm vahemikku langeb $\frac{4}{5}$ kogu terade massist. See-eest on jämedamad terasuurused väga nõrgalt esindatud, peenemaid aga on tugevasti enam. Detriidi P_2O_5 -sisaldus kõigub 3—6% vahel. Harva esineb kõrgemat sisaldust, kuni 9—10% ja enam. Ainult viimatimainitud sisalduse juures oleks detriidil tootmise seisukohast väärtust. Rikastamist sõelumise teel aga siin nähtavasti rakendada ei saa. Seni ei ole ka detriidist fosforiiti toodetud.

Selle tavalise ja tüüpilise detriidi kõrval on mõnedes leiukohtades, nagu näiteks Valklas, üsna tusedad liivakivi lademed *Obolus*-liivakivi piirides täidetud rohkete peenikeste *Obolus*'te kildudega, nii et neid võib õigusega nimetada peendetriitseiks kihtideks. Nii näiteks on Valkla ja Ubari vahel Kullamäe kohal *Obolus*-liivakivist moodustatud pangajärsakus 3,5 m paksune peendetriitne kiht, mille P_2O_5 -sisaldus oli 6,32%. See-suguse paksu kihi juures on ka selle madala protsendi puhul absoluutne P_2O_5 -sisaldus ruutmeetril üle 450 kg. Esialgu aga ei ole näha menetlust, kuidas saaks neid varusid tööstusprotsessis kasutada.

3) Peale ülalkirjeldatud kivimite esineb *Obolus*-liivakivi tavalise räni-liivakivina, milles võib leida harvu päevakivi ja vilgukivide teri, ka vähesel määral glaukoniiti. Kõigis profiilides esineb kiltkivi-vahekihte ja -kihikesi, enamasti kõrgemal konglomeraatidest, kuid neid on ka veel viimaste piirkonnas. Harva esineb üksikuis kihtides kaltsiidist tsementi. *Obolus*'te esinemine neis kihtides on väga vahelduv, paiguti võivad nad olla rikastunud kihipindadel, siis aga ei ole neid ega nende murdosi märgata pak-sudes kihtides. Lademe alumises osas ilmub savivahekihte, mille ulatus ei ole aga suur.

***Obolus*-fosforiidi tootmise areng.** 1920. a. asutati A/S „Eesti Vosvoriit“, kes järgmisel aastal asutas Ü l g a s e paekaldas kaevanduse *Obolus*-fosforiidi tootmiseks. 1923. a. asutati ka tehas, milles toimus rikastamine ja jahvatamine.

Menetlus seisis selles, et kaevandusest tulev toorfosforiit purustati restil, juhiti kuivatustrumliste ja sealt pöörlevaile sõeladele, mis pidasid kinni üle 0,30-mm läbimõõduga terad. Neis, nagu ülemal nägime, on koondunud valdav osa *Obolus*'e karpidest ja nende mürdosadest. Läbi sõela läheb peen liiv, mis sisaldab veel ainult umb. 5% P_2O_5 . Sel kombel saadi rikastis, mis sisaldas ümmarguselt 80% kogu fosforiidis olevast fosforhapendist 25—27%-lise kontsentraadi kujul. See kontsentraat läks jahvatusele kuulveskites, kus ta jahvatati õige peeneteraliseks fosforiidi-jahuks (80% sellest jahust läbis sõela, millel oli 4900 auku 1 cm^2 -l). Fosforiidi-jahu saadeti siis müügile „Eesti fosforiidi“ nime all või superfosfaadi lisandiga segafosfaadina. Teatav osa kontsentraadist läks ka välismaale superfosfaadiks ümbertöötamise otstarbel.

Toorfosforiidi toodangu suurust illustreerivad järgmised arvud:

Aasta	Toodang tonnides	Aasta	Toodang tonnides	Aasta	Toodang tonnides
1925	2044	1931	4581	1937	10112
1926	4051	1932	1133	1938	13011
1927	3576	1933	8950	1940	19277
1928	6859	1934	10610	1941	13069
1929	8362	1935	11642	1942	—
1930	4831	1936	11408	1943	61493
				(I—X)	

Rikastatud saadus moodustas ümmarguselt ühe kolmandiku toorfosforiidist.

1938. a. lõpus hävitas tulikahju fosforiidivabriku Ülgases, mistõttu tekkis mõneks ajaks seisak „Eesti fosforiidi“ tootmises.

Kuid juba 1937. a. asuti fosforiiditööstuse laiendamisele, mistõttu samal aastal asutatud Geoloogia-Komitee alustas intensiivset fosforiidi-varude määramist uutes leiukohtades.

A-il 1937—1939 teostatud uurimised avastasid tootmisväärseid varusid Maardu-Kroodi piirkonnas ja mujal kaugemal ida pool. Et Maardu-Kroodi asub Ülgase vana kaevanduse lähedal ja mitte kaugel Tallinnast, siis asutati siin 1939. a. uus kaevandus ja pandi 1940. a. kevadel alus uuele suure võimsusega rikastusvabrikule, milles pidi tulema rakendamisele vahustamismenetlus (flotatsioon). Järgnevad sõjasündmused on pidurdanud selle tehase väljaehitamist. Okupatsioonialal 1941—1944 pandi kaevandus käiku ja seati rikastusvabrikus ajutiselt sisse senine sõelumismenetlus. Rikastatud saadus veeti täies ulatuses välja Saksamaale.

„Eesti fosforiidi“ kasutamisel väetusainena osutasid katsed tema sobivust hapudel maadel. Et ta vees raskesti lahustub, siis saavad teda neut-

raalsetel muldadel kasutada ainult teatud kultuurid, nagu loomasööda-juurikad ja liblikõielised. Hapudel maadel on ta aga üsna tulusaks väetusaineks, mis mõjub aastaid oma suhteliselt raskema lahustuvuse tõttu.

Fosforiidi varud. *Obolus*-fosforiidi tagavaradest andis A. Öpik 1929. a. kirjanduses esimese kokkuvõtte. See toetus peamiselt paekaldas esinevaile paljandeile kogu Eesti põhjaranniku ulatuses, millele lisaks tuli ainult Ülgase kaevandus ja end. Mäeameti poolt tehtud puuraugud Lagedil, Sahal, Kostiveres ja Kiius. Seega oli ainult Lagedi—Kiiu vahemaal üsna hõredate puuraukudega näidatud, et *Obolus*-konglomeraate esineb mitte ainult paekaldajoonel, vaid ka 5—10 km laiuses ribas paekaldast lõuna poole.

A. Öpik tegi arvestusi 9 fosforiidivälja kohta kokku 308-km² pindalaga, kusjuures üksikute väljade suurus kõigub väga avarais piirides: 6 välja on pindalaga 1 — 6 km², 1 — 20 km², 1 — 120 km², 1 — 150 km². Nendest väljadest liigitab autor Viimsi, Iru, Rootsi-Kallavere ja Ülgase kokku 6,1-km² pindalaga selliseiks, kus on „nähtavad varud“ (kategooria A) ja määrab nende suuruseks 12 100 000 t P₂O₅ ehk 4 760 000 t 30%-list kontsentraati. Paldiski, Türisalu ja Rannamõisa väli ning suur Lagedi-Kiiu väli, samuti kui veel suurem Purtse-Narva väli, kõik kokku 302-km² pindalaga, liigituvad „võimalikkude varude“ (kategooria B) hulka, kusjuures on arvestatud 48 500 000 t P₂O₅ ehk 104 500 000 t 30%-list kontsentraati.

1937.—1940. a. uurimistöödega on end. Geoloogia-Komitee selgitanud fosforiidivarusid üksikasjalisemalt sügavpuurimise teel Iru, Kroodi—Maardu—Kallavere, Ülgase, Valkla, Tsitri, Aseri ja Saka väljal. Nende väljade kogupindala (ilma Valklata) on ümmarguselt 50 km² ja arvestuste põhjal on nende fosforiidivarud kogusummas 36 000 000 t 33%-list kontsentraati. Neid varusid võiks NSVL-s kehtiva liigituse põhjal arvata B-kategooriasse.

Alused, millele toetudes tehti viimased varude arvestused, on järgmised:

1) Konglomeraadi mahukaaluks võeti 2,3, detriidi erikaaluks 2,1. Need arvud on leppelised ja põhjenevad real mahukaalu määramistel, kus üksikud saadud arvud kõiguvad 2,39 ja 2,79 vahel konglomeraatide jaoks ja 2,02 ning 2,59 vahel detriitide jaoks. Konglomeraatide juures võib tähele panna, et mahukaal on seda suurem, mida suurem on P₂O₅-sisaldus; samuti annab rikas detriit suurema mahukaalu. S. Paul määras üksikute *Obolus*'te ja *Schmidtia*'te karpide erikaalu ja sai arvud 2,87 kuni 3,002, kusjuures erikaalu mõjutas ilmselt püriidisisaldus neis karpides. Et üksik karp on maksimaalselt kompaktne fosforiidi murdosa, siis on arusaadav, et konglomeraadi proovide mahukaalud tulevad väiksemad ja näitavad sellist sõltuvust P₂O₅-sisaldusest, nagu ülal tähendatud.

2) Varude arvestusel jäeti välja kihid, mille P_2O_5 -sisaldus ei ületanud 8% ja paksus seejuures oli alla 0,75 m, sest kalkulatsioonid näitasid, et nende väljakaevamine ei oleks tasuv.

Allpool toome üksikute uuritud fosforiidiväljade lühikese iseloomustuse ja varude arvestuse.

Iru fosforiidiväli. See väli asub Pirita jõe ja Kroodi järve vahemikus 10—15 km Tallinnast ida pool mööda Narva maanteed. Välja põhjapoolseks piiriks on paekalda astang ja sellest põhja pool olev maariba, kus avaneb *Obolus*-liivakivi.

Väli on läänest, Pirita jõe äärest, selgitatud 5 paljandi kaudu kalda-järsakus ja stollides, mis on Esimese Maaailmasõja ajal kaevatud diktüoneemakilta. Välja põhjaservas on ins. Ilkevits 1923. a. kaevamiste teel avastanud samuti üsna rikkaid konglomeraadikihte. Profiilis esineb kiltkivi all detriit ümmarguselt 0,70 m paksuses ja 1—2 m madalamal enamasti kaks konglomeraadikihti, üks kõrgemal ja õhuke, teine madalamal ja paksem (kuni 40 cm). Kuid ka see paksem kiht võib esineda üsna õhukesena. Üksikuis paljandeis on näha konglomeraadiläätsi üsna väikese ulatusega. Kihtide muutlikkust nii paksuse kui ka P_2O_5 -sisalduse poolest näitavad ka puuraugud, milliseid on 25 umb. 6-km² pindalal. Puuraukude vahe on 0,5—1 km. Mis puutub fosforhapendi-sisaldusse, siis on 15 puuraugus keskmine P_2O_5 -sisaldus alla 8%. Jättes need puuraugud väljapoolse kontuure ja tõmmates tootmisväärsse välja piirid interpoleerimise teel nende vaeste ja rikkamate puuraukude vahel, kujunevad Iru väljal kolm piirkonda, kus fosforiidi tootmine võiks olla tasuv. Nende piirkondade kogupindala on 2,29 km². Keskmine kihipaksus sellel pindalal on 1,09 m, keskmine P_2O_5 -sisaldus 9,35%. Toodang ruutmeetri kohta on 234 kg P_2O_5 ja üldtoodang kogu välja kohta 1 620 000 t 33%-list kontsentraati.

Iseloomustav Iru välja kohta on kõrge P_2O_5 -sisaldus detriidi osades: kuni 17% paljandeis ja kuni üle 10% puuraukudes. Seetõttu on siin detriit varude arvestusel kaasa arvatud, järgnevatel fosforiidiväljadel aga ei ole see võimalik.

Rootsi-Kallavere fosforiidiväli. See on väike piirkond Rootsi-Kallavere külast edelas, kus *Obolus*-liivakivist moodustunud järsakus saab jälgida konglomeraate nii loomulikes paljandeis kui ka lahtikaevatavates kohtades. Siin esineb kuni 3 konglomeraadikihti profiilis kogupaksusega 0,55—0,70 m. P_2O_5 -sisaldus on korduvalt üle 20%, ühel juhul isegi 28,8% ühe 0,20 m paksuse konglomeraadiosa jaoks. Paljandeid on siin 13, millest 9 on produktiivsed. Kogu produktiivne ala on 0,17 km² suur. Keskmine

toodang ruutmeetritl on 208 kg. Kõik varud kokku — 106 000 tonni 33%-list kontsentrati.

Tootmine sellel väljal on ilmselt ainult lahtiste tööde teel võimalik, sest tootsad kihid on ainult 2—3 m sügavuste profiilide osad. Et astang, mis piirab seda ala loodest, on pärastjääaegse Läänemere transgressiooni astang, siis on ka *Obolus*-konglomeraat sattunud murrutuspiirkonda ja paiguti sekundaarselt ümber settinud. On õpetlik nähtus, et sekundaarne konglomeraat oma struktuurilistelt tunnustelt peaaegu millegagi ei erine primaarsest.

Maardu-Kroodi fosforiidiväli. Ida pool Kroodi orgu ja järve leiti 1938. a. puurimisel laialdane piirkond rikka *Obolus*-konglomeraadiga. Ka see väli on loodest ja põhjast piiratud paekalda astanguga, mis aga siin ei ole väga kõrge ega järsk. *Obolus*-liivakivi avamus jääb kitsa ribana selle astangu eelsele nõlvale, kus teda enamasti kerge vaevaga saab paljandada. See riba on loomulikuks alaks, kus fosforiiti saab toota lahtiste kaevanduste abil.

Selle välja uurimisel tehti 35 puurauku, mis enamikus tabasid tootmisväärsel konglomeraati ligikaudu meetri paksuselt. Lõplikkuldel arvestustel võeti konglomeraadi keskmiseks paksuseks 0,88 m, kusjuures keskmine toodang ruutmeetritl on 257 kg P_2O_5 ja keskmine % 12,7. Osalt looduslike piiridega, osalt interpoleerimise teel ja leppeliselt mööda äärmisi puurauke võetud uuritud ala kontuurid sisaldavad 15 km². Varude kogusumma on arvestatud 11 560 000 t 33%-list kontsentrati.

Alates 1939. aastast on Kroodil avatud kaevandus stolliga paekaldaastangu servast. Praegu on tootsad kihid kaevandustöödega paljandatud enam kui ruutkilomeetrilisel alal. Esineb pidevalt üks konglomeraat, mis ometi jaguneb 3—4 erinevasse kihti erisuguse liivasisalduse ja erisuguse *Obolus*'te purustamise astmega. Ülemal on toodud kaevanduses mõõdetud profiil. Konglomeraadi paksus on muutlik õige lühikestel vahemaadel, kuid kõigub ikkagi ültähendatud keskmise ümber.

Ülgase fosforiidiväli. See väli liitub kirdes Kroodi väljaga. Ta on põhjast ja kirdest piiratud paekalda järsakuga. Selle välja kirdepoolses servas rajati 1921. a. esimene fosforiidikaevandus. See paljandas tootsate kihtide profiili, nagu see on toodud eespool. Ühe konglomeraadi asemel, nagu naabruses oleva Kroodi väljal, leiame siin kaks, mis on üksteisest 1,27-m vahemaaga eraldatud. Seejuures on ülemine õhuke, kuid rikas, alumine aga, mille paksus küünib meetrini, on all õige rikas, kuid ülespoole vaesestuv. Ülgase välja piirid on kirdest, põhjast ja läänest avamuse omad, ainult lõunast ja kagust on nad kas interpolatsiooni teel saadud või äärmiste

puuraukudega määratud. Välja pindala neis piirides on 3,9 km². Uurimispunktideks on 20 puurauku ja 8 paljandit. Keskmine fosforiidikihi paksus on 1,05 m, keskmine P₂O₅-sisaldus 10,2%, toodang ruutmeetrit 235 kg P₂O₅. Üldised varud on arvestatud 2 900 000 t 33%-list kontsentraati.

Uurimispunktide arv sellel väljal, iseäranis tema idaosas, on suhteliselt tihedam kui mujal, eriti kui arvestada kaevandust ja paljandeid kirdes asuval pangajärsakul. Seetõttu võib seda välja pidada edasiseks tootmiseks juba võrdlemisi hästi ettevalmistatuks.

Valkla fosforiidiväli. Ida pool Jägala jõge ilmub pangajärsak uuesti Kaberla—Ubari—Valkla joonel. Siin paljandub järsaku jalamil jällegi *Obolus*-liivakivi oma konglomeraatidega. Rea häid paljandeid on loonud eriti Valkla jõgi seetõttu, et ta lõikab läbi terrassi *Obolus*-liivakivis, mis siin on välja kujunenud paejärsaku ees. Enam kui kilomeetri ulatusel on siin selle liivakivi terrassi rinne hästi jälgitav. Siin esineb paiguti kaks konglomeraati, mis on teineteisest eraldatud enam kui 3,5 m paksu peendetriitse liivakiviga. Kuigi peendetriitne liivakivi on üllatavalt rikas (6,32% P₂O₅), siiski ei ole ta kaeveväärne ja eraldab profiilis konglomeraadid üksteisest liiga kaugele. Ka on alumine konglomeraat, iseenesest küll rikas — 20% P₂O₅ ja üle selle —, liiga õhuke, ümmarguselt 0,15 m. Sellel väljal tehtud kolm puurauku ei avastanud kaugemal pangajoonest ka mitte rikkamaid kihte. Seetõttu ei ole selle välja varusid senises fosforiidivarude bilansis arvestatud.

Tsitri fosforiidiväli. Kaugemal ida pool on Tsitri paekallas analoogiline eelmistele ja loob *Obolus*-liivakivile analoogilised paljandumise tingimused. Kuigi siin on tehtud ainult kolm paljandi profiili ja kolm puurauku, on nende andmed siiski seevõrra kooskõlalised, et seda välja võib pidada töötlemisväärseks ja võtta varud arvele. Siin esineb paljandeil 2—3 konglomeraati üldpaksusega kuni 1,10 m ja keskmise P₂O₅-sisaldusega 12—23%. Puuraugud kinnitasid selliste konglomeraatide olemasolu ka kaugemal paekaldajoonest. Seetõttu võis teha arvestuse 2,8-km² pindala kohta, võttes selle produktiivsuseks 350 kg/m². See annaks kogu välja kohta varusid 2 940 000 t 33%-list kontsentraati. Et välja kontuurid lõuna pool ei ole looduslikud, siis on varude olemasolu väljaspool arvestusala tema naabruses üsna tõenäollik ja seetõttu on ka välja piirjoonte laiendamine lõunasse võimalik.

Tsitrist ida pool on paljandeid kirjeldatud veel Valgejõelt, kuid lähemaid uurimisi pole ette võetud. Valgejõelt kuni Kundani puuduvad iga-sugused andmed, sest paekallas on kaetud ja puurimisi seni pole teostatud.

Kundast kuni Aserini pole senised paljandite vaatlused ja kaevamised *Obolus*-fosforiiti avastanud.

Aseri fosforiidiväli. Aseri paekaldas ilmub konglomeraat *Obolus*-liivakivi profiilis uuesti. Siin avastati kaevamistega paekalda astangu ees õige rikas konglomeraat, mille paksus tõuseb 0,40 m-st läänes kuni 1,16 m-ni idas. Läänepoolses osas kõigub P_2O_5 -sisaldus 16 ja 23% vahel, ida pool aga on madalam, nimelt 9—12,7%. Läänepoolne osa on kolme km pikkuselt selgitatud üsna arvukate kaevamiste ja madalate puuraukude abil. Siin on 150—200 m laiusel ribal võimalikud lahtised kaevetööd. Kaugemal lõuna pool paelava alal on tehtud 17 puurauku ümmarguselt 1 km vahe- maaga üksteisest ja nende abil ühes üle 100 kaevamise ja madala puur- auguga eespool-tähendatud avamuse ribal selgitatud fosforiidivarud 18,75 km² ulatusel. Puuraukudes kõigub konglomeraadi paksus 0,3 ja 1,0 m vahel, kuna P_2O_5 -sisaldus puurproovides on 9,9—15,4%. Kõigi and- mete põhjal on keskmine kihipaksus kogu väljal arvestatud 0,69 m, kesk- mine P_2O_5 -sisaldus 12,9% ja keskmine toodang m²-lt 201,8 kg. Üldised varud oleksid neil alustel 11 660 000 t 33%-list kontsentraati. Aseri fos- foriidivälja üheks omapärasuseks on asjaolu, et *Obolus*-konglomeraat asub profiilis ligidal diktüoneemakildale. Vahe nende vahel on enamasti alla meetri. Seetõttu on kaevetööde puhul võimalik fosforiiti ühes kiltkiviga välja võtta, või vähemalt on fosforiidikaevandusele kindlustatud soodne lagi.

Saka fosforiidiväli. Paekallas näitab häid konglomeraadi paljandeid ida poole minnes jälle Saka lähedal. Kõrges mereäärses paejärsakus pal- jandub *Obolus*-liivakivi peaaegu pidevalt. Raskusi valmistab ainult juurde- pääs profiilidele. Siiski oli võimalik umb. 6 km pikkusel järsakul 38 kohas mõõta profiile ja võtta konglomeraadi proove. Konglomeraadi paksus on paiguti suur — 1,5 m ja isegi rohkem. P_2O_5 -sisaldus on aga ainult pare- matel juhtudel 13—14%. Fosforiidikihi omaduste ja kaevetingimuste tundmaõppimiseks on sellel paekaldajoonel tehtud viis väikest stollit. Üle- val paelaval on tehtud 17 puurauku. Kõigi nende uurimispunktide abil on võimalik olnud teha varude arvestus 7,76 km² suurusel alal. Keskmine kihipaksus on siin 1,09 m, P_2O_5 -sisaldus 9,54%, toodang m²-lt 238 kg. Varude kogusumma on 5 500 000 t 33%-list kontsentraati. Arvestatud ala kontuurid on kaunis ebakorrapärased, sest välja keskosas leidus puur- auke, mille P_2O_5 -sisaldus ei küündinud ülesseatud alammäärani (8%), ja seetõttu tulid nad kontuurist välja jätta.

Muid võimalikke fosforiidivarusid. Kõigi eespool-loetletud fosforiidi- väljade varud kokku on 36 280 000 t 33%-list kontsentraati (varem antud

arv 30 000 000 t on seletatav sellega, et eksploatatsiooni kaod 15—20% olid üldistest varudest maha arvatud).

See arv aga ei kujuta endast mitte lõplikku varude arvu. Ühegi kirjeldatud välja kontuurid ei ole lõplikud, vaid tõenäolikult üsna tunduvalt laiendatavad edasiste puurimiste puhul. Näiteks Aseri väli laieneb lõunasse võib-olla Kiviõlini ja kaugemalegi, sest Kiviõlis leidis sügavpuurimisel väga rikas konglomeraat 0,50 m paksuselt.

Täiesti selgitamata on Kunda—Tsitri vahemaa, kus võib leiduda mitte vähem olulisi varusid kui senistes leiukohtades.

Kõige selle tõttu võib arvata, et Eesti fosforiidivarud edasistel uurimistel kahe- või kolmekordistuvad, isegi kui me ei arvesta detriiti ja seega välja jätame kõik alad lääne pool Tallinna.

VI peatükk.

Kipsilademed Irboska lähedal.

Irboska kipsiväli ei kuulu enam ENSV piiridesse, et aga tema uurimisandmed on ENSV asutustes ja tema kipsivarudest peab jätkuma ka ENSV tarvete rahuldamiseks, siis ei ole ebakohane anda siin lühike ülevaade ka sellest maavarast.

Kipsiala kirjeldus ja teostatud uurimistööd. Kipsi on eelmise sajandi lõpust peale toodetud soises madalikus Vana-Irboska alevikust, otse lõuna pool. Suurem osa kipsimurdusid olid selles soises madalikus umb. 3—4-km² alal lõuna pool alevikku. Siit põhja (s. o. Vana-Irboska aleviku) poole läks kaks rida kipsimurdusid: üks madaliku lääneserva mööda kuni Borodavkinoni, teine idaserva mööda Kamenka küläni ja sealt kaares Lopatova küla suunas.

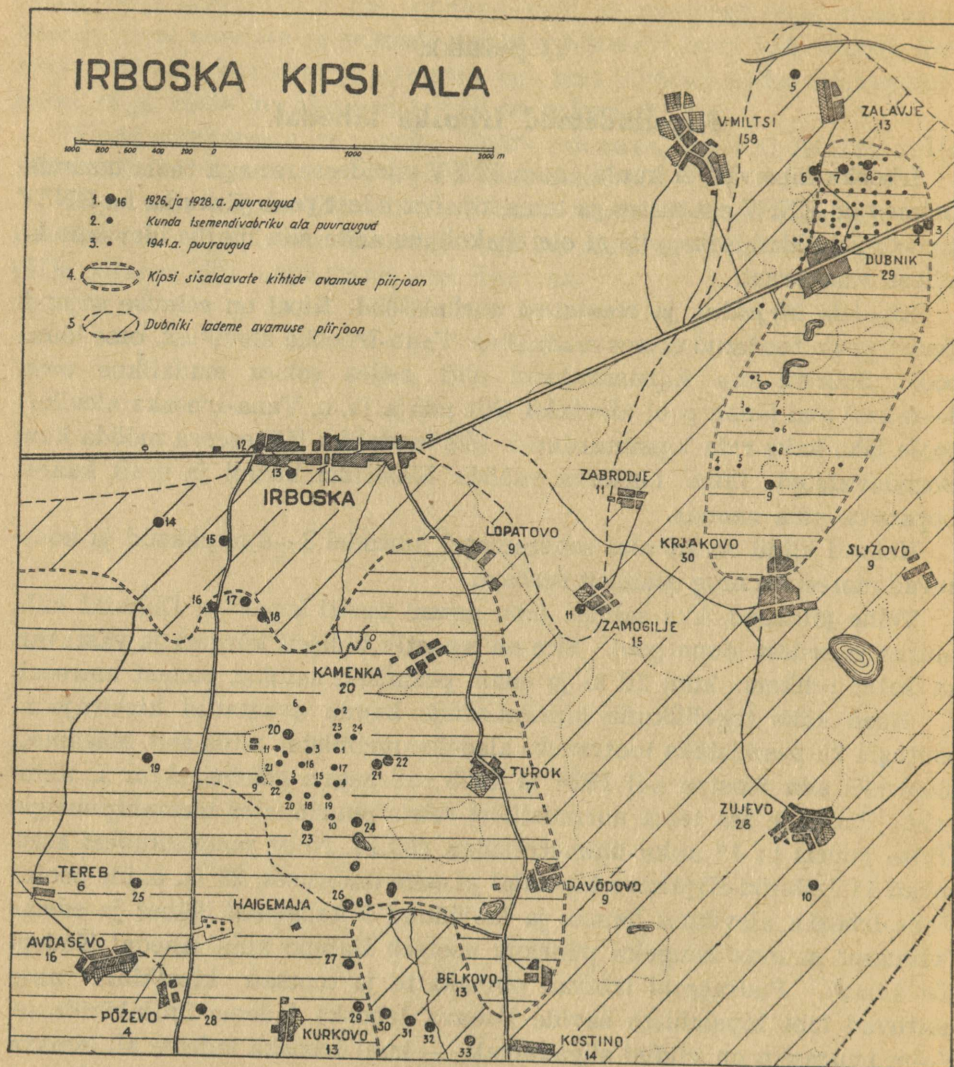
Katvad kihid on sel alal soodsamatel juhtudel 3—4 m paksud ja koosnevad moreenist ning osaliselt turbast.

Teine piirkond, kus samuti juba ammu uuriti kipsi, on Dubniki küla juures ja sellest lõuna pool. Siin on maastik üldiselt kõrgem ja vastavalt ka katet rohkem: kuni 10 m ja enam peamiselt savikat punast moreeni.

Need kaks tegelikkude kipsimurdude kaudu avastatud kipsirajooni osutusi ka peamisteks tootvateks aladeks uurimistel, mida end. Mäeameti ülesandel siin teostas a-il 1926 ja 1928 toleaeagne mäeinspektor I. Reinvald. Peamine osa tema uurimistööst seisis puurimistes teemantpuuriga. Üldse puuris ta 48 auku üldmetraažiga 899,14. Neist puuraukudest asetsevad 11 Dubniki-Krjakovo kipsialal ja selle ümbruses, 28 (s. o. üle poole) Vana-Irboska alevikust lõunas ja ülejäänud 9 kaugemal läänes ja edelas (viimases suunas kaugeim puurauk asetseb Babino küla lähedal Kudepi jõe ääres). Puuraugud läbivad pinnakatte ja tootsad kipsikihid ning ulatuvad läbi kipsialuste savide lamava Irboska lademe lubjakividesse. Kolm puurauku on viidud sügavamale — kuni Irboska lademe all lamava Gorodištše lademeni ja isegi kuni „Old Red'i“ kihtideni. Sel kombel on saavutatud kipsi leiukoha geoloogia küllaldane üldine selgitus.

Osutus, et Zalavje-Dubniki-Krjakovo piirkonnas on eraldatud kipsiväli umb. 2-km² pindalaga. Peamine kipsiväli on aga lõuna pool Vana-Irboska alevikku (nn. Kamenka orus Drosdovo leiukohas ja Korovitsõ

soos). Selle pindala on suurem, umb. 6 km². Kipsikihtide kogupaksus võib tõusta üle 3 m. Sagedasti on aga kipsi asemel teda asendavaid kivi-



4. joon. Irboska kipsiala kaart. 1 — puurauke 1926. ja 1928. a. uurimistest; 2 — Kunda tsemendivabriku puuraugud; 3 — puurauke 1941. a. uurimistest; 4 — kipsikihtide avamuse piir; 5 — Dubniki lademe avamuse piir (ühtlase sinisäue „sinjavka“ piir).

meid, nagu lubi- resp. dolomiitmerglit või dolomiitjahu. Ei puudu ka õõnsused neis profiili osades, kus normaalselt peaksid esinema kipsikihid.

Seega esinevad Irboska kipsiväljal kõik samad nähtused, mis üldiselt on omased kipsi leiukohtadele ja mis on seletatavad kipsi suhteliselt suure lahustuvusega.

1926. ja 1928. a. puurimised näitasid esmakordselt, et Irboskast edelasse jätkuvad veel kipsi sisaldavad Dubniki lademe kihid, kui mitte tootmisväärtetena, siis ometi täielikuma stratigraafilise profiiliga. Kõnealuste puurimiste kaudu saadi üldine kujutlus Irboska kipsileiukohast ja võimalus teha kipsivarude arvestus üldistes joontes (vt. alamal).

Hiljemini on paaris kitsamas piirkonnas tehtud tihedam puuraukude võrk. Üks selline ala on Kamenka oru keskel Kunda tsemendivabriku kipsimurru ümbrus, kus vabriku poolt on tehtud 20 puurauku umb. 1-km² pindalal. Need puuraugud on pea kõik tabanud kipsikihte ja seega tõestanud kipsivarusid sellel kitsamal alal.

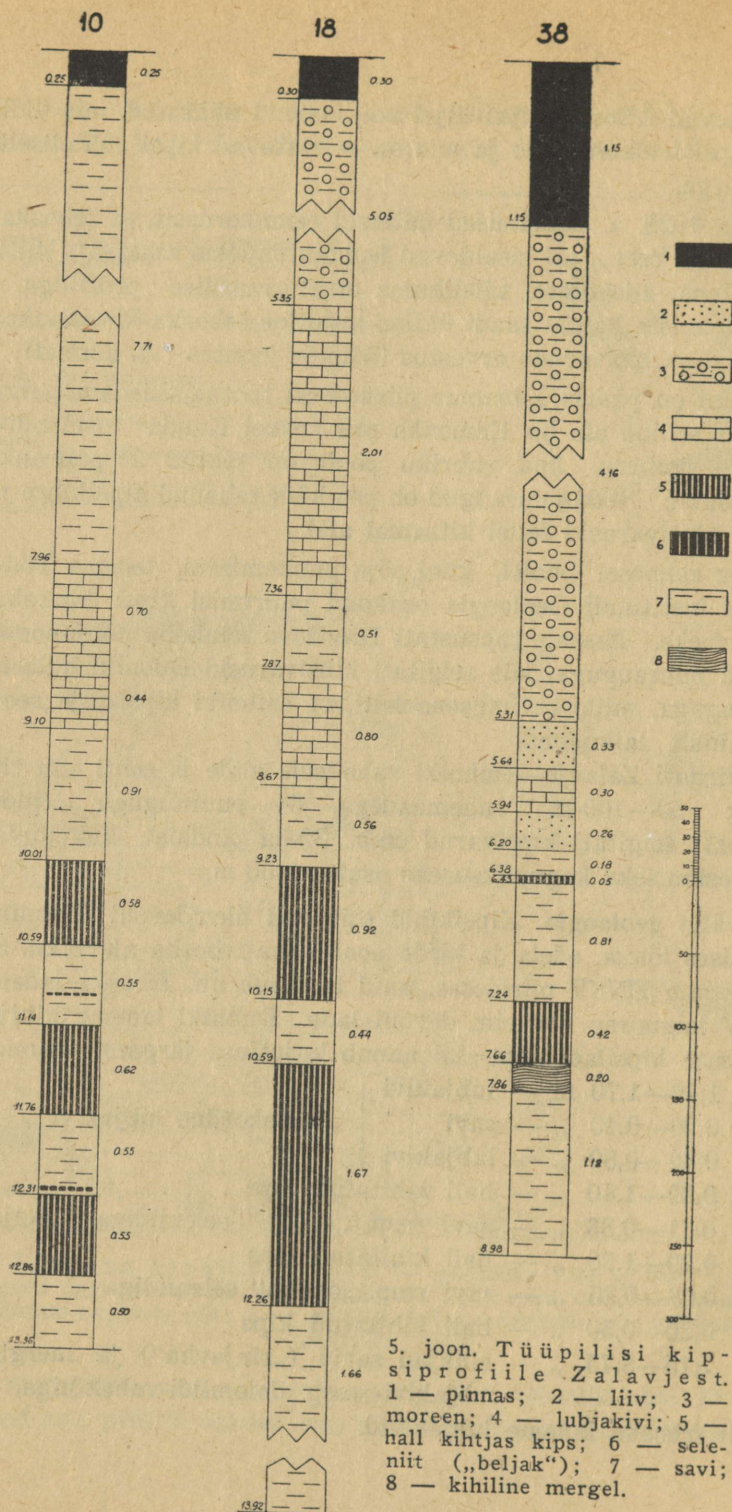
1941. a. esimesel poolel, kuni sõja puhkemiseni, teostas Tööstuslike Uurimiste Instituudi Geoloogia osakond puurimisi kipsi leiukoha osade täpsustamiseks. Esmalt täpsustati Drosdovo leiukoha põhjapoolset piiri 13 madala puurauguga, siis selgitati kipsivarusid Dubniki külast lõunas 14 puurauguga, mille tulemusena leiti, et Dubniki kipsivälja see osa on olemas ainult laikudena.

Siis siirduti Zalavje—Dubniki vahelisele alale ja tehti siin tihe puurimisvõrk 50—100-m vahemaadega. 64 puurauguga (üldmetraažiga 779,43) selgitati kipsivarud umb. 32-ha pindalal, kusjuures kipsikihtide keskmiseks kogupaksuseks osutus 1,66 m.

Kipsivälja geoloogia. Kipsikihid esinevad ülemdevoni Dubniki lademe koostises lõuna, edela ja kirde pool Vana-Irboska alevikku. See lade ei ulatu enam ENSV piiridesse, kuid ta lasub nn. Irboska lademel, mis on ENSV kaguosas kõrgeim devoni lade. Dubniki lademe kihijärjestusest tootsate kipsilademetega alal annab kujutluse järgmine koondprofiil:

1,40—1,70 m	— lubjakivi	} „kahekordne lubjakivi“
0,20—0,40	„ — savi	
0,30—0,80	„ — lubjakivi	
0,30—1,40	„ — hall kihitatud kips	} „seleniidiga („beljak'iga“)
0,11—0,36	„ — savi resp. „opoka“	
0,20—1,20	„ — hall kihitatud kips	
0,08—0,25	„ — savi resp. „opoka“	
0,20—0,50	„ — hall kihitatud kips	
7,15—8,75	„ — sinkjad savid („sinjavka“) ja merglid	} kahe lubjakivi- resp. dolomiidi-vahekihiga.

All Irboska lademe lubjakivid.



Sellest mõnevõrra üldistatud koondproffilist nähtub, et kips esineb vahekihtidena peamiselt savikais lademeis. Eriti tüse savide ja merglite lasum on kipsikihtide all. Peamisi tootsaid kipsikihte on kolm, ainult vähestes puuraukudes on tabatud ka neli kipsikihti. Sageli esineb puuraukudes aga ka üks või kaks kipsikihti.

Kipsikihid lamavad teiste aluspõhja kihtide süsteemis sama väikese, umb. $\frac{3}{4}^{\circ}$ -lise kallakuga, mis siin on kagusse. See on erinev Põhja-Eesti aluspõhjast. Kohati on jääaegne surve ja mannerjää künne rikkunud kipsikihtide korrapärast asendit. Võib tähele panna mõnevõrra lainelist struktuuri maapinnalähedastes kihtides, mis on omane ka kipsikihtidele. Kohati on jääkünne üldse kõrvaldanud kipsikihid.

Kipsikihtide petrograafia ja keemia. Mainitud peamised tootsad kipsikihid esinevad nn. halli kihitatud kipsina, mis koosneb õhukesetest, mõne mm paksustest puhta kiudkipsi kihikestest. Need kipsikihikesed on üksteisest eraldatud õhukese savika ning karbonaatse vahekihikesega, mistõttu kivim omandab halli värvuse; sellele lisanduvad sageli punakaspruunid toonid. Keemilised analüüsid näitavad, et selle kivimi kipsisisaldus kõigub 81 ja 97% vahel. Lisaks leidub veel magneesiumi karbonaadina (arvatavasti dolomiidi koostises) ja natuke savikaid elemente (1—1,5%). Selle halli kipsi kõrval esineb puhas valge kiudkips mõne sentimeetri paksuste vahekihikestena kipsikihte eraldavais savikihtides. See on täiesti puhas sajaprotsendiline $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (mine-raloogiliselt seleniit). Vaatamata kihikeste väikesele paksusele eraldatakse nad tootmisel kõrgemate kipsisortide valmistamiseks.

Paiguti leidub kipsikihtide asemel pudedat merglilist lubjakivi või dolomiitjat lubjakivi, mille välimus meenutab halli kihilist kipsi. Ilmselt on see osaliselt lahustunud halli kihilise kipsi asendaja. Samuti asendab halli kipsi paiguti dolomiitjahu, mis märjalt osutub veidi plastiliseks (kohal nimetatakse teda „beljanka'ks“).

Kipsikihte eraldavad savikad kihid esinevad sageli nn. „opoka“ kujul. See on hallikassinine, kõvaduselt merglit meenutav kiviliik ja koosneb ümmarguselt 70% Ca ja Mg karbonaatidest, sisaldab aga üle 10% kipsi ja ligi 20% savi ning liiva.

Produktiivsete kipsikihtide all lamavad sinised savid lähevad sügavamal ilma terava piirita üle mergliteks. Tavaliselt ei ole neil ka välimuses tunduvat vahet, nii et alles soolhappega proovides selgub, kas on tegemist sauega või mergliga. Niivõrd kui siin esineb saue, on see kasutuskõlblik.

Kipsi varud. Kõigi nende uurimiste tulemusena on käesoleval ajal järgmine kujutus kipsi varudest Irboska juures.

Ins. Reinvald arvestas keskmise kipsikihi üldpaksuseks 1,5 m ja erikaaluks 2,5 8-km² pindalal ja sai sel kombel üldisteks varudeks 30 000 000 tonni toorkipsi. Kipsikihtide lahustumise arvel võttis I. Reinvald sellest arvust reaalsena ainult poole, seega 15 000 000 tonni. Et tolleaegne puuraukude võrk oli hõre ja arvestus ligikaudne, siis ei saa neid varusid arvata kõrgemasse kategooriasse kui C₂. Selle arvuga võib tähendatud kategoorias ka praegu arvestada, sest mahaarvamine võimalikkude ebatäpsuste juhuks on küllalt suur. Neist varudest võib praegu Zalavje leiukoha varud 32,5-ha pindalal lugeda kõrgemasse kategooriasse (A₂). Võttes siin keskmiseks paksuseks 1,66 m ja erikaaluks 2,2 (määramiste põhjal), saame

$1,66 \times 2,2 \times 325\,000 = 1\,186\,900$ tonni toorkipsi, kusjuures ei ole arvestatud kiudkipsi-vahekihihikesi. Kui keskmiseks kipsisisalduseks võtta analüüsides keskmine, nimelt 88,5%, saame puhta kipsi varud $1\,186\,900 \times 0,885 = 1\,050\,405$ tonni. Kunda vabriku kipsimurru alal võib arvestada samuti ligikaudu 1 000 000 tonni toorkipsi A₂-kategoorias. Seega oleks seniste uurimiste põhjal 15 000 000 tonnist üldvarudest kõrgemaisse kategooriasse üle viidud rohkesti 2 000 000 tonni.

Kui palju on seni kipsi juba toodetud, selle kohta saab täpsema ülevaate ainult a-ist 1923—1940, kus on kasutada toodangu statistika (tonnides).

Aasta	Toodang	Aasta	Toodang	Aasta	Toodang
1923	5157	1930	1963	1936	13849
1924	7079	1931	7831	1937	12748
1925	3910	1932	8299	1938	13915
1926	4828	1933	5670	1939	11901
1927	12172	1934	4905	1940	3272
1928	7982	1935	6238	1941	5348
1929	8033				

Kipsitoodang enne 1914. a. on informatsioonilistel teatmetel tõusnud 40 000 tonnini aastas.

Seega võiks senitoodetud kipsi hulka Irboska rajoonist hinnata umb. 1 000 000 tonnile. Selle võrra tuleks siis vähendada veel olemasolevaid üldisi varusid. Halvem on aga see, et aastail enne Esimest Maailmasõda on kipsitootmine toimunud üksiktalunike poolt sageli täiesti metsikult. Teatud alad on tihedasti auke täis kaevatud, rusu on kuhjatud sinna-samasse korratuusse hunnikuisse ja nii on tekkinud künklik maastik, kus

üsna tõenäolikut osa kipsi on veel välja võtmata. Selle selgitamine ja tootmine on aga seotud kahtlemata suurte raskustega, nii et selle välja rikkumise arvel tuleb teha veelgi mahaarvamisi leiukoha koguvardudest.

Kipsi tootmine ja kasutamine. Kaevanduste töö on seni olnud tehniliselt madalal tasemel. Koristus- ja kaevamistööd on toimunud käsitsi, samuti puurimistööd lõhkeainetega lõhkumiseks. Vedu kaevandustest raudteele on toimunud ainult hobustega.

Pea kogu toodetud kips on tehastes ümber töötatud. Suurem osa (umb. $\frac{3}{4}$ toodangust) on põletamise ja jahvatamise teel töödeldud krohvikipsiks, vähem osa on läinud ainult jahvatatuna väetiskipsiks. Kunda tsemendivabriku kaevanduse toodang on läinud lisamiseks tsemendile.

Suhteliselt üsna väikesed kvantumid on ümber töötatud arsti- ja kujurikipsiks (puhta kiudkipsi vahekihtide materjalist).

Alates 1925. a. rahuldab kipsitoodang mitte ainult Eesti vajadusi, vaid teda veeti ka välja, peamiselt Soome.

Tabel 19. Kipsi ja tema kaaskivimite keemiline koostis.

	Kips	Beljanka	Opoka	Mergel	Kipsialune savi
SiO ₂	0,49(0,0—0,9)	0,34	12,06	14,80	40,91
Al ₂ O ₃	0,19	0,68	3,82	6,60	21,39
Fe ₂ O ₃	0,06	0,20			4,41
FeO	0,21	1,50			
MnO	0,03	0,07			
CaO	32,64(31,4—34,01)	34,02	29,15	35,16	4,99
MgO	0,79(0,3—3,0)	16,44	11,98	5,84	2,01
K ₂ O	0,10	0,20			
Na ₂ O	0,12	0,14			
CO ₂	3,03(0,0—8,3)	45,24	32,72	34,53	4,23
Cl	0,16	0,18			
SO ₄	42,69(37,7—45,2)	0,34	6,19	0,15	0,54
H ₂ O	19,36(16,9—20,9)	0,35			
Kokku	99,92	100,15			

Kipsi teke ja kivisoola esinemise võimalustest ENSV-s. Kips on tekkelte keemiline sete. Irboska juures tekkis ülemdevoni ajastiku lõpul eraldatud merelaht, milles algul settisid paksud merglid ja saued; siis kontsentreerusid merevee lahused seevõrra, et nad kipsi suhtes osutusid üleküllastatuks: kips langes lahusest välja. Dubniki lademe üksikasjaline profiil näitab teatavat rütmi selles kipsi sadestumises: terrigeenne aines nagu

võistleb väljasadestuva kaltsiumsulfaadiga, tungib temasse peente vahekihtidena (hall kihiline kips) või võtab ajuti täieliku ülekaalu ja moodustab tüsedama vahekihi kipsilademete vahel. Need vahekihid omakorda katkestuvad õhukeste puhta kiudkipsi kihtide tõttu. Näib aga, et need puhta kiudkipsi kihid ei ole mitte otsesed laguunsetted, vaid on hilisema kristallisatsiooni tulemus savi resp. opoka vahedes.

Normaalses soolade mereveest väljalangemise järjestuses tuleks pärast kipsi kivisool (NaCl). Neid kihte meie Irboska juures ei leia. Kipsikihid, ka kõige ülemine, on kaetud saviainesega ja kõrgemal järgnevad veel lubjakivi- resp. dolomiidikihid. Ei esine tunnuseid, et vahepeal oleks kunagi veel olnud kivisoolakihte, mis ehk oleksid lahustunud või migreerunud kaugemale. Nähtavasti toimus kipsilaguuni mattumine terrigeensete setete alla ja uus ühendus lahtise merega enne, kui jõudsid laguunis sadestuda naatriumisoolad. Eeldused aga selleks olid olemas ja ei ole mitte võimatu, et samal ajastikul kusagil naabruses ka kivisool sadestus. ENSV territooriumil aga igatahes sellest ei ole jälgi.

Laguunseteid ja seega eeldusi kivisoola tekkimiseks leiame veel vane- mais kihtides: need on keskdevoni Narva jõe kihid, mis transgredeeruvad üle ülemsiluri paate Narva jõe ülemjooksult kuni Pärnuni, ja Saaremaa *Eurypterus*-lademe kihid. Mõlemas on tunnuseid, et mõnedes kihtides on settinud keedusoola. Nii leiame Narva jõe merglites kivisoola kristallide pseudomorfoose (ebakristalle), kus algupärane kivisoolakuubik on asendunud dolomiidiga. Sama nähtus kordub ka *Eurypterus*-lademe Vesiku kihtides. Need soola settimise tunnused on aga üsna nõrgad ja omaksid suuremat kaalu ainult mõnede teistegi tunnuste esinemisel samades kihtides. Selles mõttes ongi märgitav, et Lõuna-Saaremaal Sõrve poolsaarel puuritud kaevud on andnud tugevasti mineraliseeritud vett. Ühes puur- augus saadi ülemgotlandiumi kihtidest ligi 100 m sügavusest vett, mis sisaldas üle 1700 mg kloori liitris. Kuigi läbipuuritud kihte ei saa täpselt määrata, võib siiski paksuse andmeid arvestades üsna tõenäolikkult eeldada, et vesi on pärit peamiselt *Eurypterus*-kihtidest, mille päritolu on mitte normaalmereline, vaid laguunne. Ka Kuressaare palju vähem sügavad puurkaevud annavad vett, mis sisaldab kuni 700 mg kloori liitris; kuigi siin võib mõelda ka merevete sissetungile, siis ometi on tähelepanu- väärne, et Põhja-Saaremaal puuritud, samuti merelähedased kaevud ei osuta sellist soolasisaldust. Lõuna-Saaremaal on aga juba kogunenud hulgake samalaadseid fakte.

Teine ala, kus samuti on saadud tugevasti mineraliseeritud vett kõr- gematest gotlandiumi kihtidest, on Valmiera ümbrus Lätis, mitte kaugel

ENSV lõunapiirist. Siin on kuni 242 m sügavuseni tehtud puurauk, mis tungib läbi devoni punase liivakivi ja ulatub üle 80 m veel gotlandiumi kih- tidesse. Saadud vee üldine soolasisaldus on 6277 mg/l, sellest 4230 mg/l keedusoola ühes kaaliumkloriidiga. Valmiera puurauguga läbitud kihtide täpne tase ei ole kindlaks määratud, kuid et nad kuuluvad ülemgotlan- diumisse, selles ei ole kahtlust. On täiesti loomulik, et taanduv gotlan- diumi meri moodustas üldiselt mitmelgi pool väljakuivavaid laguune ja lahtesid. Üsna tugevat soolavett saab neist kihtidest, kivisoolakihte ei ole veel konstateeritud. On vähe tõenäolik, et neid oleks palju säilinud, sest kivimid, mille vahel nad võisid asuda, on lõhestatud ja neid läbib põhjavesi; kuid ei ole täiesti võimatu, et ka kusagil ENSV piirides võib nendes kihtides olla veel säilinud ka kivisoola.

On võimalik, et ka alamkambriumi taanduv ja väljakuivav meri sades- tas kloriide, kuigi Põhja-Eestis, kus on arvurikkaid kaeve sellest tasemest (kiltkivi ja sinisavi vahelt), ei ole mineralisatsiooni tunnuseid, peale Osmussaare, kus need soolad võivad pärineda mereveest. Seevastu aga tunduvalt lõuna pool ENSV piire, Daugavpilsis, saadi sinisavi pealt soola- vett 10 600 mg soolasisaldusega liitris, millest 8100 mg/l oli keedusoola.

VII peatükk.

Saued.

Saued on esindatud ENSV-s nii aluspõhja lademetes hulgas kui ka pinna-
nakattes. Nii esimeste kui teiste hulgas on rakenduslikult väärtuslikke,
ent kõrgema väärtusega tulekindlad saued puuduvad. Seetõttu tulevad
järgnevad saue leiukohad vaatlusele peamiselt tellisesavide seisukohast.

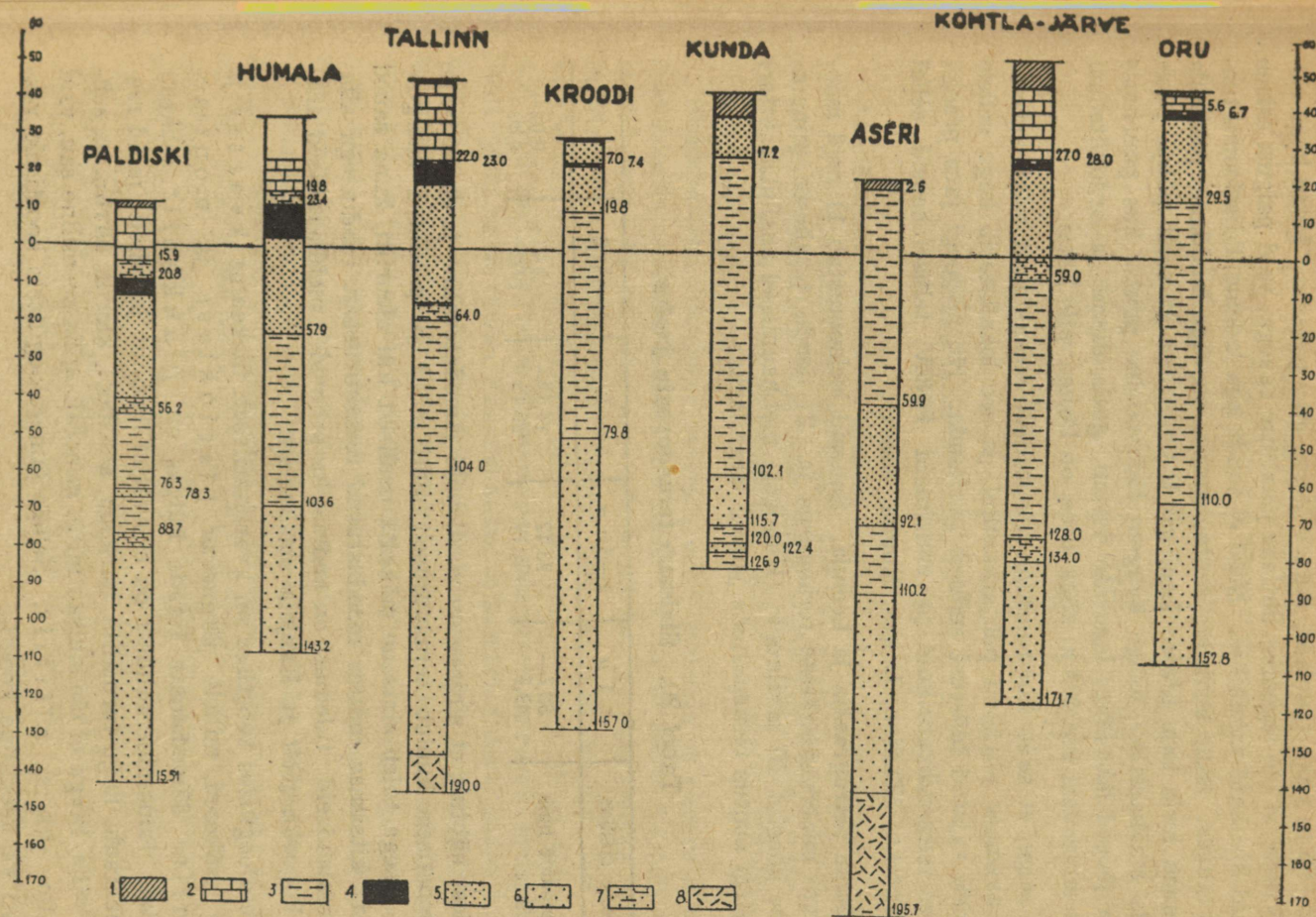
A. KAMBRIUMI SINISAU.

Vanem kambriumi ladestusse kuuluv lade, mis paljandub Põhja-Eesti
rannikul, on nn. „kambriumi sinisavi“ (vrd. ülevaattetabel esimeses pea-
tükkis lk. 10—12 ja koondprofiil joonisel 1). Selle läänepoolseimad paljan-
did on Tallinna lähedal Kopli poolsaarel. Kaugemal idas moodustab ta kõigi
paekaldaeelsete poolsaarte aluspõhja ja seal, kus paekalda järsak läheneb
merele, nagu Kundas, Aseris ja Sakast Päiteni, paljandub sinisavi selle
järsaku jalamil paiguti kuni umb. 20 m kõrguseni merepinnast. Neis koh-
tades on ka kõige paremad eeldused paljandite püsimiseks, sest muidu
savipaljandid ummistuvad ja kasvavad kiiresti kinni.

Nimetus „sinisavi“ ei ole õieti täpne, sest paljanduva saue üldine värvi-
toon on pigem rohekas (nii leht- kui ka merirohelise tooniga W. Ostwaldi
järgi). Sagedasti esineb laiguti ka violette ja oranže toone. Sügavamais
kambriumi saue kihtides võib eristada ülekaalus violetja värvinguga
vöödet.

Kambriumi saue stratigraafiline asend on määratud väikesearvulise
faunaga, mis on leitud tema ülemistes kihtides ja tema all olevais liiva-
kivides. Iseloomustavate kivististena on ülemistes kihtides leitud
trilobiit *Holmia mickwitzi* Schm. (vanim Euroopa trilobiit) ja *Platysole-
nites antiquissimus* Eichw. Sinisaue all olevates liivakihtides on mitmes
puuraugus Tallinnas leitud samuti *Platysolenites antiquissimus*. Seega
tuleb kogu sinisaue paksust pidada alamkambriumisse kuuluvaks.

Sauelademe paksust iseloomustavad joonisel 6 esitatud profiilid
Paldiskist kuni Oruni mööda Eesti põhjarannikut. Me näeme, et siin esi-



6. joon. Sügavate puurkaevude profiile läbi sinisaue. 1 — pinnakate; 2 — paed; 3 — kambriumi sinisau; 4 — kiltkivi; 5 — liivakivid (*eofüüton*-, *Diplocraterion*- ja *Obolus*-); 6 — sinisauealused liivakivid; 7 — liivakivi ja savi vahelduvad kihid; 8 — kristalsed kivimid sügavamas aluspõhjas. Profiilide suudmed on asetatud vastavasse kõrgusse üle merepinna.

neb 32—85 m paks sauelade, läänes õhem, idas paksem. Mitte kogu selles paksuses ei ole tegemist ühtlase plastilise sauega, vaid paiguti esineb õhemaid liivakaid vahekihte. Need ei suuda aga lademe üldiseloomu tunduvalt muuta. Saue levik horisontaalsuunas on väga laialdane: paekalda piirkonnas levib lade idasse Leningradi ümbrusse ja sealt põhja poole Karjala maakaelale. Kõige kaugem lõunapoolne punkt, kus puurimise teel on jõutud läbi kõigi lasuvate devoni, gotlandiumi ja ordoviitsiumi kihtide sinisaueni üle 500 m sügavuses, on Daugavpils Lätis.

On selge, et saue kui tooraine kasutamise seisukohast tuleb arvesse ainult avamuse piirkond põhjarannikul, ja see lokaliseerib kogu sellele toorainele rajatud tööstuse sellesse piirkonda. Nii näemegi juba praegu ainukesi tsemendivabrikuid ja suurimaid ENSV tellisetehaseid sellel põhjarannikul (Tallinn, Loksas, Kunda, Aseri).

Sinisaue petrograafia ja keemia. Sauesid iseloomustab 1) neid moodustavate mineraalosakeste terasuurus ja 2) nende terakeste mineraloogiline koostis. 10 saviproovi (Kundast) mehhaanilisel analüüsil Atterbergi järgi osutus terasuuruste jaotus järgmiseks:

Tabel 20. Sinisaue terasuuruste jaotus.

Osakeste raadius	< 1 μ	1—3,6 μ	3,6—10 μ	10—31,6 μ	31,6—100 μ
Fraktsioonide hulk %	35,7— 49,7	23,42— 31,19	17,19— 29,15	2,43— 17,2	0,04— 4,30

Sellest nähtub, et sinisau on võrdlemisi jämedateraline ja et üle poole tema koostisest kuulub terasuuruselt õieti mölli ja peenliiva kategooriasse. Seega tuleb sinisaue määrata osaliselt kui aleuriiti, kuna saued (peliidid) kitsamas mõttes moodustuvad terasuurustest raadiusega alla 1 μ . Samalaadseid tulemusi on andnud ka proovide mehhaanilised analüüsid Popovka jõelt ja Karjala maakaelalt.

Mineraloogilises koostises on kvantitatiivselt ülekaalus kvartsi ja vilgu osakesed, millele järgnevad plagioklass ja montmorillonit. Jämedamate terade hulgas on glaukonit rohkem esindatud. Rauamineraalidest on esindatud limonit ja püriit; muid raskeid mineraale, nagu turmaliin, tsirkoon, amfibool, kloriit, oliviin, on suhteliselt vähe. Seega ei ole sinisau mitte mineraloogilis-keemiline sau, vaid füüsikaline ehk nn. alfitiit. Sellele mineraloogilisele koostisele vastab hästi ka keemiline koostis.

Tabel 21. Kunda sinisaue proovide keemiline koostis.

	I	X
SiO ₂	59,95	55,19
TiO ₂	0,76	0,81
Al ₂ O ₃	16,07	16,48
Fe ₂ O ₃	6,89	11,47
MnO	0,03	0,04
MgO	2,28	3,09
CaO	0,46	0,22
Na ₂ O	1,78	1,51
K ₂ O	5,40	5,54
H ₂ O	5,60	5,69
Kokku	100,2%	100,0%

Analüüsitud proovid ka teistest leiukohtadest (Leningradi ümbrusest ja Karjala maakaelalt) on ligikaudu sama koostisega. Tähelepanuväärne on kõrge K₂O-sisaldus, mis tuleb panna rohke kaalivilgu arvele. Rohekas värvus on tingitud glaukoniidist, vähemal määral püriidist, mille hulk kõigub 0,05—1,53%.

Sinisaue teke. Sinisaue määratu suur levikuala ja paksus ning ühtlane koostis osutavad kahtlemata sellele, et ta on mere- (nimelt madal mere-) sete. Et nii selle sauelademe all kui ka peal levivad ülekaalus liivased ja rannalähedased setted, siis tähistab sinisau õieti alamkambriumi mere rannajoone nihkumist kaugemale loode ja põhja poole, sest neid kivimeid, mille murenemise saadused esinevad sinisaue osakeste näol, tuleb otsida Fennoskandia eelkambriumiliste mäestike piirkonnas. Just kõnesolevad tüsedad alamkambriumi lademed on selleks tõendiks, et alamkambriumis toimus nende mäestike kulumine nii keemiliste kui ka füüsikaliste tegurite mõjul. Kvartsi, vilgu ja päevakivide ning nende murenemissaaduste määratu kuhjumine on võimalik ainult suurte kristalliinsete massiivide kulumisel.

Sinisaue tehnilised omadused ja tema kasutamine. Nagu ülemal tähendatud, on sinisaue seni kasutatud 1) tsemendi valmistamiseks, 2) tellisesavina; neiks otstarbeiks on ta osutunud täiesti kõlblikuks. Tsemendivabrik Kundas, mis asutati a. 1870, on kuni käesoleva ajani kasutanud kambriumi sinisaue ühe toorainena. A-il 1899—1915 töötas ka Aseris tsemendivabrik samal toorainebaasil. Suuremaid tellisevabrikuid sinisauel on rajatud Tallinna Kopli poolsaarel (1937) ja Aseris (1936), varem aga kasutasid seda saue juba Lõksa ja Palmse tellisetehas.

Saue tehnilisi omadusi iseloomustavad järgmised kahe proovi analüüsid.

Tabel 22. Sinisaue omadused plastilises olekus ja kuivamisel.

Leiukoht	Massi koostis	Plastilisus $P = \frac{D_0 - D_1}{D_0} R$	Kahanemise % kuivamisel $K = \frac{d_1 - d_2}{d_1} 100$	Saue kiskumine e. kõveraks tõmbumine	Kuivamise aja võrdlus
Kopli poolsaar	70% saue 30% oma tellisejahu	2152 (parajalt rasvane)	9,30	nõrk tõmme	kuivab keskmiselt
Viimsi poolsaar	ainult sau	6237 (rasvane)	8,90	tugev tõmme	kuivab pikaldaselt

D_0 — sauekerade $\varnothing$ alguses, D_1 — sauekerade $\varnothing$ peale vajumist, R — raskus, d_1 — mõõt mm-tes enne kuivamist, d_2 — mõõt mm-tes peale kuivamist.

Tabel 23. Sinisaue omadused põletamisel.

Leiukoht	Pehmenemise $t^{\circ}C$	Sulamise $t^{\circ}C$	Intervall	Kahanemise % põlemisel $P_1 = \frac{d_2 - d_3}{d_1} 100$	Veeimavus $V = \frac{v_0 - v_1}{v_1} 100$
Kopli poolsaar	1020 ⁰	1060 ⁰	40 ⁰	3,40	11,7
Viimsi poolsaar	1000 ⁰	1080 ⁰	80 ⁰	4,2	8,4

d_3 — mõõt mm-tes peale põletamist; v_0 — põletatud plaadi märgkaal, v_1 — põletatud plaadi kuivkaal.

Eespool-toodud mineraloogilised, keemilised ja tehnilised andmed iseloomustavad sinisaue kui kergesti sulavat, nõrgalt haput, puhtal kujul hästi plastilist ainet, mis põletamisel tellisepuru või liiva lisamisel annab täiesti rahuldavat tellisematerjali. Enamasti kõlbab ta ka katuse- ja fassaadikivide valmistamiseks.

Sinisaue varud. Kambriumi sinisaue kogu avamuse ala ENSV põhjarrannikul on alles üksikasjalisemalt kaardistamata. Seetõttu puuduvad ka veel täpsemad andmed, kui suurel alal saab seda saue kaevata. Võib eeldada, et on tegemist sadade ruutkilomeetritega Tallinna ja Sillamäe vahemikus, peamiselt väljaulatuvail neemedel ja rannikulavadel. Nagu ülemal nägime, on sauelademe paksus suurem, kui seda tavaliselt saab tööstuslikult välja kaevata. Mis aga siiski piirab kambriumi sinisaue varude kasutamist, see on neil savidel lasuv pinnakate. Üldiselt ei ole see Põhja-Eestis paks, kuid paiguti võib ta siiski tõusta mõne meetrini ja koosneda näiteks suurte rändrahnudega põhimoreenist, mis seab tema kõrvaldamisele suuri raskusi. Või siis on sinisaue pealiskihid paiguti ära kantud ja asendatud mõnikümmend meetrit tüsedate hilis- ja pärastjää-

aegsete setetega, nagu näiteks Tallinna linna idapoolseis osades. Kõige selle tõttu ei ole võimalik anda mingisuguseid kindlaid arvusid sauevarude kohta. Kuid geoloogiline olukord on seevõrd lihtne, et kõigis arvesse tulevais punktides on võimalik leida pindalasid, kus võib rajada sauekaevandusi sinisaues. Nende kaevanduste rajamine on seda lihtsam, et sinisaue lade on kuiv ja ei sisalda põhjavett. Seetõttu korjub lahtis-tesse saueaukudesse ainult sademete vett, mille kõrvaldamine ei tee üle-
saamatuid raskusi.

B. DEVONI SAUED.

Alamkambriumile ülespoole järgnevais ordoviitsiumi ja gotlandiumi ladestuis ei leidu sauelademeid, millel oleks praktilist väärtust. Alles devoni ladestus puutume jälle kokku praktiliselt kasutatavate savidega.

See on ülekaalus liivane „Old Red“, mis võtab enda alla suurema osa Lõuna-Eestist ja Põhja-Lätist ning sisaldab ka märkimisväärseid savi-
vahekihte. Emajõe ürgoru veerudel Tartu lähedal, samuti Viljandi juu-
res, Petseri lähedal, Põlvas, Helmes ja mujal paljanduvad mitmevärvilised
savid, moodustades tihti viirulisi kihirühmi. Põhitooni annab neile tume-
punane plastiline raske savi, mille kõrval esinevad ka violetsed ja hele-
sinised kihid. Viimased on enamasti liivakad ja vilgurikkad. Kõigis
siin puuritud kaevudes vahelduvad savikihid liivadega. Näitena toome
järgmised puurimised:

1) Vastse-Kuuste puurkaev. Punase ja kollase kirju savi 24,3—
39,52 m sügavuses, punane savi 45,60—54,72 m sügavuses, punase ja halli
kirju savi 64,75—70,22 m sügavuses. Nende kihtide vahel, all ja peal on
mitmesugused liivakivid.

2) Põlva ja Veriora puuraukudes esinevad samuti savivahe-
kihid, aga sügavamal kui Vastse-Kuustes, üksikult kuni kolme meetri
paksuseni.

3) Viljandi linna veevärgi puurkaevus leiame 40,00—45,0 m süga-
vuses punaseid ja violetseid savisid, 45,0—52,0 m sügavuses halli savi.

4) Viljandi linavabriku puurkaevus on 61,0—78,7 m sügavuses mär-
gitud „hall kuiv savi“, mille kõrgus üle merepinna on ligikaudu võrdne
eelmise puuraugu savide omaga.

5) Viljandi tuletikuvabriku puurkaevus on ligikaudu samal absoluut-
sel kõrgusel 47,2—70,1 m sügavuses kaevu suudmest samuti violetseid,
punaseid ja halle savisid väheste peenliiva-vahekihtidega.

Nende puuraukude andmete põhjal näib, et Viljandi linna alal on
tegemist tüsedama pideva savilademega. Kaugema maa peale need lade-

med ei ole aga püsivad. Seega on neil savilademeil suuremate või vähe-
mate läätsede ilme.

6) Valga puurkaevus leiame samuti tumepunast savi 79,86—85,69 m
sügavuses, telliskivivärvilist savi 85,69—90,52 m sügavuses, punast
savi 107,30—114,51 m ja 133,19—137,73 m sügavuses.

Punaste devoni savide omadustest annavad kujutluse T a e v a s k o j a
s a v i tehnilise proovimise tulemused.

Tabel 24. Taevaskoja savi omadused plastilises olekus ja kuivamisel.

Plastilisus	Kahanemise % kuivamisel	Savi kiskumine e. kõveraks tõmbumine	Kuivamise aja võrdlus
6712 (rasvane)	10,06	tugev tõmme	kuivab pikal- daselt

Tabel 25. Taevaskoja savi omadused põletamisel.

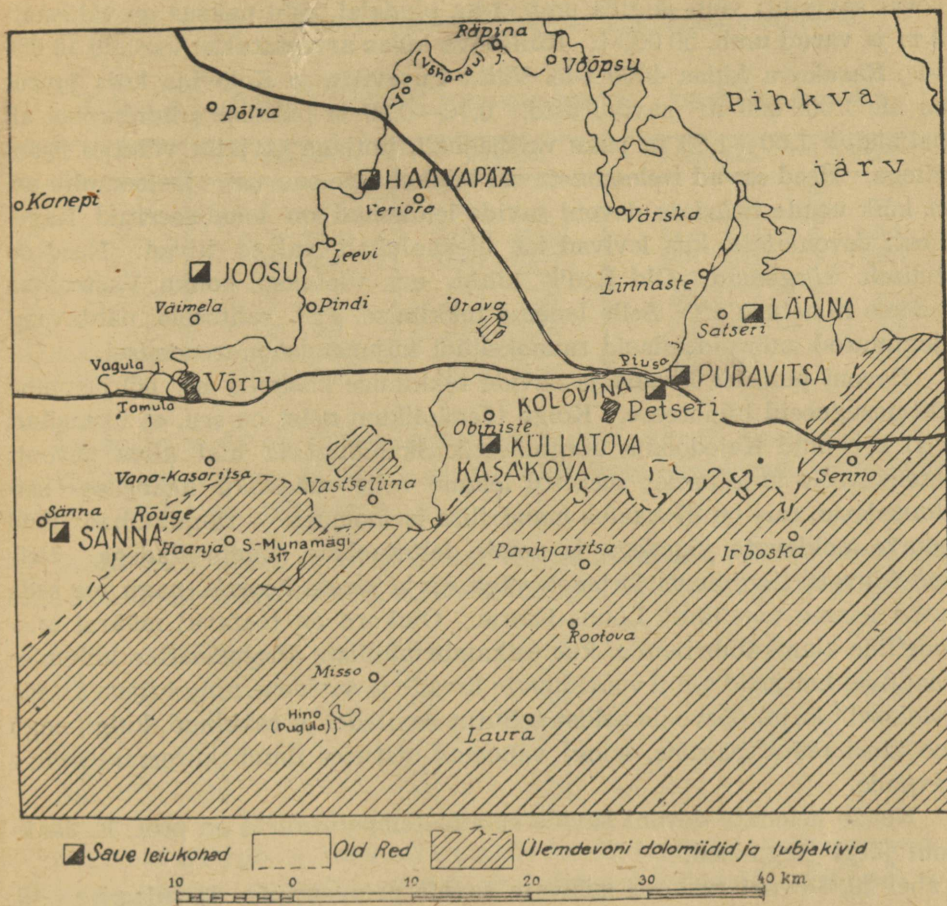
Pehmenemise t° C	Sulamise t° C	Intervall	Kahanemise % põletamisel	Veeimavus
1020	1180	160	5,8	7,4

Nagu neist andmeist näha, sulab see savi natuke kõrgema t° juures
kui kambriumi sinisau. Pehmenemis- ja sulamistäpi intervall on samuti
suurem, mis osutab selle savi suuremale sobivusele klinkri põletamiseks.
Tellisplaadid jäävad peale põletamist pragudeta ja omavad 1100° C juures
heledat kõla. See temperatuur ongi sobiv põletamise temperatuur. Üldi-
selt kõlbab see savi peale telliste ja klinkrite valmistamise veel savinõude
ja seinaplaatide tegemiseks.

On tõenäolik, et Setumaal valmistatavad savinõud ongi peamiselt neist
devoni savidest tehtud. Vähemaid tellisevabrikuid, mis kasutavad seda
savi, leidub Lõuna-Eestis mitmel pool, näiteks Petseri lähedal, Põlvas,
Helmes.

Kui suured on nende kirjude devoni savide varud, selle kohta ei ole
veel küllaldasi andmeid. On selge, et mõnekümne meetri sügavusel maa-
pinna all asuvad savilademed, isegi siis, kui nad peaksid olema kõrge-
väärtuslikud, ei tule praktiliselt arvesse, sest maa-aluse savikaevanduse
rajamine on kulukas. Reaalsete varudena saab arvestada ainult maa-
pinnal avanevaid või kuni 10 m paksuse pinnakattega kaetud savikihte.
Ses suhtes on aga pilt alles puudulik. On vaja läbi viia kaardistamine
kogu alal üsna suures määras, et saada ülevaadet nende savide varudest.

Devoni savide hulgas ENSV-s on endale erilist tähelepanu tõmmanud helehallide savide leiukohad, millised savid on osutunud raskesti sulavaiks.



7. joon. Raskesti sulavate devoni savide levik. Viirutatud on ülemdevoni merenähu (lubjakivide ja dolomiitide) ala. Tuntud savileiukohad on tähistatud ruudukestega.

Selliseid leiukohti on teada Põlva lähedal Joosul, Sännas, Küllatova-Kasakova küla juures Mäe vallas, Petserimaal Satseris Lädina küla juures ning Petseri lähedal Väike-Puravitsas, Butõrkas ja Kolovina külas. Savi neis leiukohtades on hele- kuni tumehall, sinakas, ka violetjas, üsna plastiline. Mineraloogiline ja mehhaaniline analüüs esialgu puudub. Leiukohtade suurust iseloomustab näiteks Sänna leiukoha kirjeldus: kungas, millel asub Sänna koolimaja, on jõe uuristuse tõttu eraldatud

kõrgendik ja koosneb eeskätt heledast savist, mille paksus künka tipus on vähemalt 2 m. Saviala suurus on ligi 300 m². Endise Sänna kohtumaja juures teisel pool maanteed on oru veerul teine leiukoht, kus avanevat savikihti võib jälgida umb. 1-ha pindalal. Kihi paksus on vähemalt 2 m ja varud umb. 50 000 t. Küllatova külas arvestatakse varusid 15 000 t-le, Kasakova külas 4000 t-le. Väike-Puravitsa ja Kolovina küla juures on üle 1 000 000 m³ savivarusid. 0,76—0,90 m paksuse põhimoreeni all paljandub 1,60—1,80 m paks valkjashall, ühtlane savikiht väheste lisanditega. Need arvud iseloomustavad leiukohtade suurust. Iseloomulik on, et kõik nende heledate devoni savide leiukohad on lokaliseeritud Kagu-Eesti devonialale, kus levivad ka ülekaalukalt valged liivad. Need on üldiselt kõrgemad „Old Red'i“ kihid, mis võetakse kokku Vastseliina lademe nimetuse all. Selle lademe tekkimise ajal valitsesid nähtavasti tingimused, mis pidurdasid rauaoksüüdi kujunemist murenemisel.

Devoni punaste liivade ja savide tekkimise küsimus on põhjustanud mitmesuguseid hüpoteese. Kõige tõenäolikum neist on see, et ülemsiluri ajal kerkinud Kaledoonia kõrgmäestik Skandinaavia alal allus devonis intensiivsele kulutusele; seetõttu leiame selle mäestiku naabruses settimisalasid, mis on ülekaalus mandrilise iseloomuga — rannikumadalikud suurte looklevate jõgedega ja nende deltataoliste suudmealadega. Neis vahelduvais tingimuses kujuneb väga kirju setete koostis, nagu me seda nüüd leiame tegelikult Lõuna-Eestis. Olukord on teataval määral analoogiline alamkambriumile, kus eelkambriumiliste kõrgmäestike kulumise saadused kuhjusid algul vahelduvate liivade ja savidena ning hiljem tüseda „sinisavi“ kujul. Devonis sellist tohutut saviladet ei tekkinud, kuigi, nagu me kipsi puhul nägime, siingi vähemas ulatuses ilmub kõrgemal selline savilade.

Nende heledate devoni savide sulamistemperatuurid on prof. E. Jaaksoni järgi järgmised.

Tabel 26. Devoni raskesti sulavate savide pehmenemise ja sulamise t^o-d.

Leiukoht ja proov	Pehmenemise t ^o	Sulamise t ^o	Intervall
Sänna koolimaja I	1100 ^o	1340 ^o	240 ^o
„ „ II	1200 ^o	1460 ^o	260 ^o
„ „ III	1200 ^o	1460 ^o	260 ^o
kohtumaja	1150 ^o	1330 ^o	180 ^o
Põlva-Joosu I	1160 ^o	1350 ^o	190 ^o
„ „ II	1200 ^o	1460 ^o	260 ^o
„ „ III	1280 ^o	1580 ^o	300 ^o
Küllatova	1000 ^o	1410 ^o —1420 ^o	410 ^o —240 ^o
Puravitsa	1100 ^o	1460 ^o	360 ^o
Lädina küla I	1100 ^o	1460 ^o	360 ^o
„ „ II	1200 ^o	1560 ^o —1580 ^o	360 ^o —380 ^o
„ „ III	—	1600 ^o	—

Need andmed iseloomustavad kirjeldatud savisid kui raskesti sulavaid. Neid on kasutatud enamasti lisamiseks kõrgeväärtuslikele välismaa tulekindlaile saudele.

Keemilise külje iseloomustamiseks toome järgmised analüüsid.

Tabel 27. Devoni raskesti sulavate savide keemiline koostis.

	Sänna		Lädina		Haavapää		Viru-Luiga
	I	II	I	II	I	II	
SiO ₂	51,8	53,8	60,28	62,43	54,4	53,1	59,7
Al ₂ O ₃	24,3	23,4	20,41	16,71	25,8	27,1	22,4
Fe ₂ O ₃	5,9	5,8	4,30	5,46	4,9	4,8	3,6
CaO	0,7	0,6	0,70	0,71	0,4	0,4	0,3
MgO	2,0	1,9	2,02	4,61	1,3	1,4	1,9
Na ₂ OK ₂ O	4,8	4,9	5,72	6,38	3,9	4,2	4,2
Kuumutuskadu	10,5	9,6	6,13	3,67	9,3	9,0	7,9

Ka selles savis on tähelepandav võrdlemisi kõrge kaaliumisisaldus. Kuigi toodud arvudes K ja Na ei ole üksteisest eraldatud, võib siiski eeldada, et Na on vähemuses.

Et devoni raskesti sulavad saued varem ail aastail käisid mäeseaduse alla, siis näitab mäestatistika nende toodangut, mis tonnides on järgmine:

Aasta	Toodang	Aasta	Toodang	Aasta	Toodang
1925	102	1931	329	1937	825
1926	225	1932	403	1938	892
1927	364	1933	350	1939	1140
1928	272	1934	378	1940	1048
1929	202	1935	262	1941	272
1930	434	1936	813		

Nagu siit nähtub, on raskesti sulavate savide toodang võrdlemisi väike. Väliskaubanduse statistika näitab, et tulekindlate savide sissevedu oli mitmekordselt suurem.

Lisaks eespool toodud devoni savidele võib lõpuks lühidalt osutada veel Dubniki lademe kipsialustele savidele, millel võib olla suuremat praktilist tähtsust. Nagu me eespool nägime, lasuvad kipsikihid sinkjatel savidel ja merglitel (nn. „sinjavka“), mille paksus tõuseb 8—9 m-ni. Nende savide avamus on üsna laialdane, nagu võib näha kipsi leiukohtade kaardilt, seega on eeldusi nende savide kättesaamiseks kaunis suurel alal. Põletamise eelkatsed selle saviga andsid üsna häid tulemusi, kuid käesoleval ajal puuduvad üksikasjalisemad andmed. ENSV piiridesse see savileiukoht ei ulatu ja seni ei ole ta ka suuremat kasutamist leidnud.

C. VIIRSAVID.

Eespool kirjeldatud savid kuuluvad kõik aluspõhja koostisse. Et pinnakate ENSV-s koosneb jääaegseist ja pärastjääaegseist setteist, siis on selles leiduvad savid peamiselt kolme liiki: 1) moreensavid, 2) viirsavid ja 3) uhtsavid.

Moreensavid on neist kõige vanemad ja tekkinud otsesel väljasulamisel mannerjääst. Moreeni üheks iseloomustavaks tunnuseks on, et ta ei ole terasuuruse järgi sorditud materjal. Nii leiame tüüpilises (põhi-) moreenis savi, liiva, väikesi ja suuri munakaid läbisegi. Sageli on aga mõni terasuuruse liik ülekaalus — võib esineda savine moreen kõikisuguste üleminekutega liivasesse ja ümberpöörduvalt; munakaid võib esineda väga palju, aga nad võivad ka peaaegu puududa. Nendele üldistele alustele vastavalt leiamegi tegelikult alasid, kus moreen koosneb peaaegu puhtast plastilisest sauest. Selliseid alasid on näiteks Sangaste raudteejaama lähedal Tõllistes ja Husari raudteejaama lähedal Lasva vallas. Moreensavi neis kohtades on väga plastiline ning sitke ja kohati ei sisalda peaaegu sugugi liiva ega kive. Viimased võivad aga esineda, ilma et nende levikul savis oleks mingit seaduspärasust. Neid savisid kasutatakse telliste valmistamiseks (näit. Tõlliste tellisetehased) hea eduga ja nende kasutamist saaks laiendada, kui rakendada abinõusid savi vabastamiseks kivilisandist. Üldiselt aga on raske iseloomustada nende moreensavide omadusi kui ka varusid nende muutlikkuse tõttu.

Pinnakatte savidest nõuavad rakenduslikust seisukohast vaadates viirsavid kõige suuremat tähelepanu. Viirsavide all mõistetakse läbilõikes viirulist kihtjat savi, mis on settinud mannerjää sulavetest jääaja lõpul. Jää sulaveed tõid endaga kaasa kõike, mis sulas moreenina jääst välja. Munakad ja sõredam liiv settisid jääserva läheduses, peenliiv ja savi aga kanti kaugemale, eriti seal, kus jää sulaveed suubusid veekogudesse, eeskätt jääpaisjärvedesse, aga ka merre. Seisvates veekogudes sadestus see peenes siis kihtidena, vastavalt aastaegadele: suvel oli palju sulavett, veekogudesse kanti rohkesti peenliiva- ja mölliosakesi, millest moodustus liivakas kiht. Talvel oli sulavett vähem, see suutis transportida ainult peenest, millest moodustus sauekihi, tavaliselt tumedam kui savine kiht. Sel kombel moodustus aasta jooksul üks kihipaar; lugedes neid kihipaare võime lugeda aastaid, mille jooksul tekkisid vastavad kihid. Sel alusel on välja töötatud nn. geokronoloogiline meetod jääaja lõpp-perioodi kestuse määramiseks, mis on andnud väga ulatuslikke tulemusi.

Rakenduslikult on aga tähtis asjaolu, et viirsavisid tekkis väga laial-

daselt üle kogu ENSV ala. Mannerjää serva ees levisid peaaegu igal pool ajutised veekogud, paisjärved, millesse kogunes viirsavisid. Hiljem kattis Joldia-meri suuri alasid Põhja- ja Lääne-Eestis, kus toimus jää sulavete transporditud materjali settimine juba merevees. Suuri viirsavide alasid leiame seetõttu saartel ja Lääne-, Pärnu- ning Harjumaal. Eriti on Kasari jõe ja Pärnu jõe vesikond rikkad tüsedate, paiguti kuni üle 10 m paksude viirsavikihtide poolest.

Üksikasjalisemalt vaadelduna asuvad viirsavide alad Hiiumaa idapoolses osas, Saaremaa keskosas ja Orisaare ümbruses, Haapsalu ümbruses, Matsalu lahe piirkonnas ja, võib öelda, kõigis soistes madalikes Lääne- ja Pärnumaal, samuti Harjumaal osades. Pärnu linna alal esinevad viirsavid 2,13—17,98 m paksuses alluviaalsete liivade all (B. Doss'i järgi). Paiguti esinevad viirsavid ka kambriumi sinisaue avamusel, nagu näiteks Tallinna Kopli poolsaarel ja Loksa ümbruses. Edasi leiame laialdasemaid viirsavide alasid Narva jõe piirkonnas ja Peipsi ning Võrtsjärve basseinis, nagu Vasknarva ümbruses, Pungerja jõel, Torma ümbruses, Laeva—Umbusi soodes. Kõik need alad kuuluvad nn. allvee-Eestisse, kus jääaja lõpul valitsesid soodsad tingimused jäävee setete kuhjumiseks. Aga ka pealvee-Eestis leidub viirsavisid, kuigi rohkem piiratud aladel, enamasti ürgorgudes, nagu Viljandi ja Kambja orus, aga ka muudes nõgudes, nagu Ilmatsalus Tartu lähedal. Ei ole veel küllaldaselt aluseid, et kindlaks määrata viirsavide üldist pindala ja varusid ENSV-s, samuti ka mitte küllaldaselt uurimisi nende viirsavide omaduste kohta mitmesugustes piirkondades.

Tabel 28. ENSV viirsavide keemiline koostis.

	Pikva	Narva üle- jõe	Põlula as.	
SiO ₂	64,40	62,61	59,58	Arvutused kuiva savi kohta (110° C juures kuivatatud)
Al ₂ O ₃	17,10	20,29	18,01	
Fe ₂ O ₃	5,20	5,48	4,96	
CaO	1,40	1,63	3,67	
MgO	1,78	2,71	4,71	
K ₂ O+Na ₂ O	4,65	4,20	5,01	
Kuumutuskadu	5,10	3,05	4,00	
	99,63	99,97	99,98	

Väliste tunnuste põhjal võib öelda, et viirsavid enamikul juhtudel on küllalt heaks tooraineks mitmesuguste savitoodete valmistamisel. Kuid võib esineda erandeid: viirsavide koostises võib olla kohalikke kõikumisi kas rohke vee-, mölli- või lubjasisalduse tõttu. Ka võib viirsavides esi-

neda paiguti kive, üldse sortimata moreeni pesi, mis on sinna sattunud ujuvatest jääpankadest, mis murdusid mannerjää servast lahti, ujusid ühes neis sisalduva moreenmaterjaliga savide settimise basseinil ja sulasid seal. Kõik need puudused ei vähenda siiski viirsavide rakenduslikku tähtsust, sest nende levik on küllalt suur.

Toome andmeid mõne leiukoha viirsavide tehnilistest omadustest.

Tabel 29. ENSV viirsavide omadused plastilises olekus ja kuivamisel.

Leiukoht	Massi koostis	Plastilisus	Kahanemise % kuivamisel	Savi kiskumine ehk kõvaks tõmbumine	Kuivamise aja võrdlus
Pikva	70% savi 30% tellisjahu	6820 (rasvane)	9,50	nõrk tõmme	kuivab keskmiselt
Narva ülejõe	— „ —	3416 (rasvane)	10,20	tugev tõmme	— „ —
Põlula asund.	— „ —	2416 (rasvane)	7,20	nõrk tõmme	— „ —

Tabel 30. ENSV viirsavide omadused põletamisel.

Leiukoht	Pehmenemistäpp t° C	Sulamistäpp t° C	Intervall	Kahanemise % põletamisel	Veeimavus
Pikva	1030°	1160°	130°	6,4	6,75
Narva ülejõe	980°	1120°	140°	6,4	4,8
Põlula asund.	980°	1080°	100°	7,2	7,4

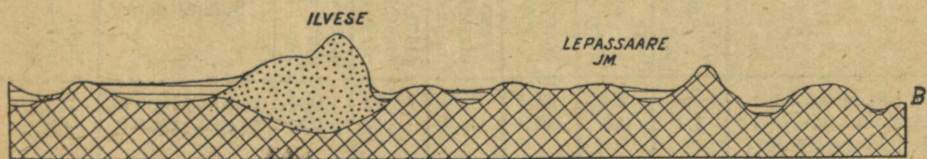
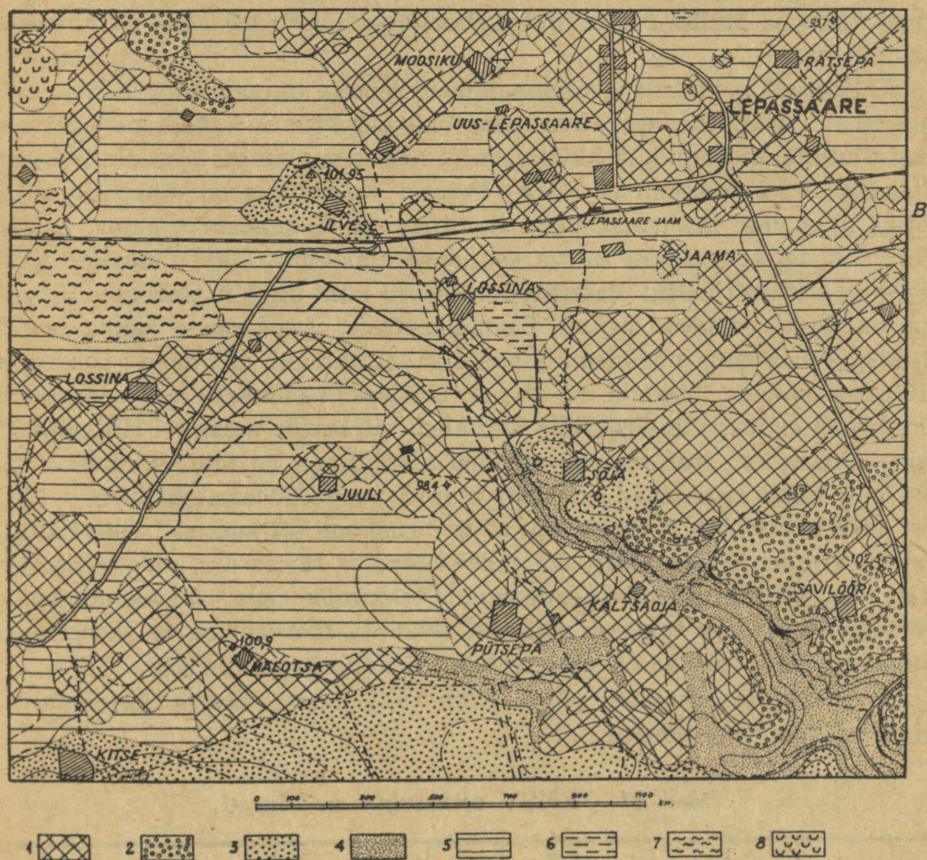
Nagu neist andmeist nähtub, on need savid kergesti sulavad, mõnesuguste kõikumistega omadustes, kuid kõlblikud telliste, põllutorude, katusekivide, sageli ka klinkri ja savinõude valmistamiseks.

Samade proovide keemilised analüüsid on toodud tabelis 28.

Need näited pärinevad kõik Põhja-Eestist, millega on seletatav kõrgendatud Ca-sisaldus, võrreldes teiste meil esinevate savidega. Kahjuks puuduvad käesoleval ajal vastavad analüüsid Lõuna-Eestist devoni alal esinevaist viirsavidest. Eelduste kohaselt peaks need lähenema rohkem devoni savide koostisele. Kokkuvõttes võib öelda, et viirsavid oma levikult ja varudelt väärivad kõige tõsisemat edasist uurimist, sest seniste andmete põhjal võib neile rajada suuremaid savitööstusi sisemaal.

D. UHTSAVID.

Uhtsavid ehk alluviaalsed savid, kõige nooremad meie savilademete seas, on tekkinud pärastjääaegseis veekogudes ja maapinna nõgudes. Veekogud, mis sel puhul arvesse tulevad, oleksid ühest küljest järved,



8. joon. Uhtsavide esinemine Lepassaare ümbruses; geoloogiline pinnakatte kaart ja profiil (R. Rägastiku järgi). 1 — punane savikas moreen; 2 — liivamoreen; 3 — jääveekruusad ja -liivad; 4 — uhtliivad; 5 — uhtsavid; 6 — madalsoo; 7 — kõrgsoo; 8 — metsaturvas.

teisest küljest pärastjääaegsed Läänemere staadiumid (Antsülus-järv ja Litoriina-meri). Nende viimaste setted võivad levinud olla ainult allpool vastavate merede kõrgeimaid rannajooni Loode- ja Lääne-Eestis ning saartel, seega üldiselt praegugi rannalähedastel aladel ja madalais absoluutseis kõrgustes. Nende savide hulka võib arvata näiteks Saaremaal Suur- ja Mullutu lahe ümbruskonna savid. Sageli katavad uhtsavid ka viirsavisid.

Väljaspool neid transgressioonialasid leiame uhtsavisid vähemate või suuremate laikudena seal, kus maapinna nõgudes on olnud soodsaid eeldusi ajutiste veekogude tekkimiseks ja neisse saviainese sisseuhtumiseks. Pinnakatte kaardistamisel Võru—Petseri vahemikus on lähemalt selgitatud uhtsavide esinemisi Võru ümbruses ja Lepassaare jaama juures. Võru lähedal on näiteks Liitva asunduse alal umb. 1 km² suurune maaala, kus esinevad hallid plastilised uhtsavid kuni üle 5 m paksuses. Samalaadsed savid esinevad ka nn. Konna metsas. Lepassaare jaama juures on kõigis maapinna nõgudes küngaste vahel uhtsavi, mis mõnes suuremas nõos osutus üsna tüsedaks (4—5 m). Eriliseks tunnuseks neil Lepassaare uhtsavidel osutus kihilisus, mis sarnaneb viirsavide omaga. Hilisjääageist viirsavidest eraldab neid viirulisi savisid aga asjaolu, et uhtsavi viirud ehk kihid sisaldavad rohkesti makroskoopilisi taimejäänuseid. Sellest võib kahtlematult järeldada, et ümbruskond oli kaetud taimestikuga, kui see viirsavi settis. Mikroskoopilise fauna ja floora uurimine on teostamata; see võib täpsustada nende savide tekkimise aega. Nende uhtsavide esinemist siin võib teatava määraneni seletada moreeni savise koostisega ümbruskonnas, mis andis pinnavetele uhtumiseks materjali.

Tehnoloogilise analüüsi põhjal võib tuua nende savide iseloomustamiseks järgmised andmed.

Tabel 31. ENSV uhtsavide omadused.

	Jääk sõelal % 900 silma	Jääk sõelal % 4900 silma	Kahanevine kuivamisel	Veesisaldus plastilises olekus	Mahukaal plastilises olekus	Mahukaal kuiv. ole- kus	Sulamistäpp	Mahu muu- tus põleta- misel (1100° C)
1) Liitva as. alalt	0,3	2,4	25,4	25,3	1,992	1,957	1140—1160° C	22,4
2) Konna metsast	1,1	0,8	35,3	33,2	1,899	1,929	1140—1160° C	23,5
3) Lepassaare jaama juurest	2,7	0,7	38,0	38,4	1,820	1,814	1180° C	10,4

Paaril juhul näitavad proovid ka kõrgemaid sulamistäppe — 1250 kuni 1350° C. Põlemisel ilma lisanditeta 1100° juures proovid sageli

tursuvad ja muutuvad seest urbseks, pinnad sulavad pealt ja langevad sisse.

Liitva asunduse alal töötab tellisetehas eduga, mille põhjal võib julgesti ennustada, et ka teistel uhtsavide aladel on võimalik neid rakendada telliste ja teiste savitoodete valmistamiseks. Enamasti on aga üksikus kohas esinevad savivarud liiga väikesed. Suuremaid on alles vähe selgitatud.

VIII peatükk.

Liivad ja kruusad.

A. KLAASILIIVAD.

On teatav analoogia rakendusliku väärtusega savide ja liivade esinemises ENSV aluspõhjas: nii ühtesid kui teisi leiame ühest küljest kambriumi kihtides põhjarannikul ja teisest küljest devoni lademeis Lõuna-Eestis. Eespool devoni savide puhul märkisime sarnasust paleogeograafilistes tingimustes kambriumis ja devonis meie alal, millest oleneb ka teatav paralleelsus settimistingimustes.

Kambriumi lademeis rohkeneb liivasisaldus ülemistes sinisavikihtides, järgnev eofüüton-liivakivi koosneb ülekaalukalt liivakivikihtidest, kuna viimane, kõrgeim kambriumi vööde, *Diplocraterion*- (fukoid-) liivakivi, esineb juba tihti puhta räniliivakivina, mis enamasti koosneb nõrgalt liidetud teradest.

Paljandeis leiame seda liivakivi paekaldajärsaku jalamil mere tasapinnal, näit. Pakerordi poolsaarel ja Tiskre—Rannamõisa kaldas. Kaugemal ida pool esineb ta merepinnast kõrgemal ja on kergesti ligipääsetav Viimsi järsakul, Ülgases, Tsitris, Kundas, Aseris, Sakas, Türsamäel ja Narvas. Kõige tüsedama profiili võib mõõta Tiskres — üle 16 m, ilma et saaks kindlaks teha tema täit paksust. Sest kui ülemine piir vastu *Obolus*-liivakivi on selge ja kergesti kindlaks tehtav (vähemalt lääne pool Tallinna), siis alumist piiri vastu eofüüton-liivakivi ei ole veel täpsustatud.

Kunda Kronkskaldas saab mõõta ligi 15 m tüseduse profiili, Aseris umb. 10 m, Sillamäel umb. 14 m tüseduse. Üksikasjus ei koosne need profiilid aga mitte ühtlasest puhtast liivakivist, vaid siin vahelduvad enam või vähem roostesed ja püriidipesi sisaldavad vöötmed rohkem helevalgetega ning isegi savidega, millel on enamasti helesinine või helerohekas värvus. Ins. I. Reinvaldi määramisel on puhaste liivakivide paksus Tiskres 3,40 + 4,97 m, Viimsis 1,78 m, Kundas 2,50 m, Sakas 1,34 m, Suurupis ja Pakerordis 3,70 m.

Keemiliselt on nendest kihtidest võetud proovide puhtus rahuldav.

Tabel 32. Puhaste liivakivide keemiline koostis.

	Pakerort	Viimsi	Kunda	Aseri	Saka
SiO ₂	96,68	96,20	96,69	98,90	98,01
Fe ₂ O ₃	0,12	0,15	0,13	0,06	0,09
Al ₂ O ₃	1,31	1,94	0,81	0,33	1,59
CaO	0,47	0,30	0,46	0,19	0,22
Kokku	98,58	97,59	98,09	99,48	98,71

Vähem rahuldav on olukord terasuuruse suhtes: keskmiselt umb. 90% liivast läheb läbi sõela nr. 120, mille ava läbimõõt on umb. 0,1 mm, ja jääb sõelale nr. 150, mille ava läbimõõt on umb. 0,08 mm. Seega on valdav osa liivateradest läbimõõduga 0,08—0,10 mm, mis on klaasitootmiseks liiga peenike (soovitav terasuurus 0,25—0,5 mm). Natuke parem on olukord mõnes leiukohas, näiteks Sakal, kus mõnes proovis leidis terasuurusi alla 0,1 mm näiteks 44%. Kuigi seegi veel ei rahulda, siis ometi võib eeldada, et edaspidisel uurimisel avastatakse veel leiukohti, kus terasuurus on rahuldavam.

Devoni kihtides leiame valgeid liivasid samas piirkonnas, kus nägime raskesti sulavate savide leiukohti. Petseri raudteejaama lähemas ümbruses, samuti Piusa raudteejaama juures on juba pikemat aega kaevatud klaasiliiva, millega on varustatud Eesti klaasivabrikuid (Järvakandis, Tartus, Tallinnas). Samalaadseid heledaid valgeid liivasid leidub veel Põlva ümbruses, Helmes ja Sõmerpalu—Vagula piirkonnas. Nende kihtide stratigraafilisele asendile on osutatud juba eespool raskesti sulavate savide puhul (lk. 122).

Paljandeis kõige tüsedam enamvähem ühtlane valge liivakivi on vaadeldav Piusa jaama juures kuni 3 m kõrgustes kaevanduse käikudes. Petseri jaama lähedal mõõtis ins. I. Reinvald 1,3 + 1,9 + 2,0 m puhtaid valgeid liivasid üldiselt 11,15 m kõrges profiilis. Tavaliselt on üksikprofiilides vahelduvaid kihte: punakaid ja valgeid liivakive, roosteste viirudega, sekka ka mitmevärvilisi savisid. Liivad on põimkihitatud ja juba palja silmaga vaadeldes väga vahelduva terasuurusega. Paiguti on rohkesti vilku, ja tumedad raskemineraalide terad kuhjuvad mõnedesse kihtidesse.

Umb. 5,35 ha suurusel alal on tehtud valgete liivade varude määramine puurimiste ja kaevamiste abil (H. Palmre, 1941) lõuna pool Piusa raudteejaama. Siin võib konstateerida puhtaid valgeid liivasid kuni 7 m paksuses. Arvesse võttes sellest tootmiseks vaid 3 m, võib uuritud alal varusid arvestada ümmarguselt 200 000 t-le. Et uuritud ala kontuurid ei ole looduslikud ja lähemas ümbruses jätkuvad valgete liivade tunnused

veel palju laiemal alal, siis võib julgesti väita, et selles ümbruses on klaasiliiva varud arvestatutega võrreldes mitmekordsed.

Keemilised andmed I. Reinvaldi järgi on järgmised.

Tabel 33. Petseri valgete liivade keemiline koostis.

	Petseri jaam	Petseri kloo ster	Podgorje küla
SiO ₂	98,80	97,42	98,40
Fe ₂ O ₃	0,12	0,09	0,07
Al ₂ O ₃	0,11	0,26	0,33
CaO	0,20	0,20	0,24
Kokku	99,23	97,97	99,04

Piusa leiukohas määrati ainult Fe₂O₃-sisaldus, kusjuures see osutus 0,23—0,079% (kokku 23 määramist).

Veega uhtumisel saab rauasisaldust vähendada 0,09—0,051%-le, bromoformiga pesemisel aga kuni 0,038—0,029%-le.

Mis puutub terasuurusesse, siis liiva peamass, üle 90%, jaguneb kahe terasuuruse, 0,5—0,25 ja 0,25—0,125 vahel. 21-st sõelanalüüsist on kümnel juhul suuremat terasuurust üle 50% (51,46—74,1%); vähemat terasuurust on üle 50% samuti kümnel juhul (54,0—90,5%); ühel juhul on mõlemat peaaegu võrdselt (suuremat 46,9%, vähemat 49,15%).

Seega on Piusa klaasiliivad küllalt sobivad ka kõrgemate klaasisortide valmistamiseks, eriti kui kasutada nende rikastamist pesemise teel. Rikastamisel on kõrvalsaaduseks raskete mineraalide kontsentraat (ilmeniit, magnetiit, rutiil, tsirkoon).

On tõenäolik, et peale Piusa ümbruse saab nende liivade varusid sedastada veel mitmel pool mujal, näiteks Sõmerpalu—Vagula piirkonnas, Põlvas ja Helmes.

Viimastel aastatel on osutunud, et ka Narva jõe lade, s. o. kõige alumine keskdevoni lade meil, sisaldab liivasid, mis sobivad klaasitootmiseks. Pärnu jõe alamjooksul Sindi—Tori ümbruses paljanduvad valged liivad. Järvakandi klaasivabrik hakkas eduga tarvitama neid liivasid Sindist—Taalist. 1945. a. teostati lähem rekognostseering Oore küla juures (H. Palmre), mis andis positiivseid tulemusi. Selgus, et siin võib ümmarguselt 7,5-ha pindalal arvestada keskmiselt 4 m paksu tootsat kihti, mis annab 750 000 t liiva (erikaal 2,5). Liiv on samuti põimkihiline nagu kõrgemas devonis ja koosneb peenema- ning jämedamaterialisist võotmeist; samuti on siin vilgurikkaid kihte ja peenemates fraktsioonides raskeid mineraale. Peamised terasuurused on 0,4—0,3 mm (41,1%) ja 0,3—0,2 mm (36,6%). Keemiline analüüs andis järgmised tulemused.

Tabel 34. Sindi—Tori valgete liivade keemiline koostis.

	Proffil 1	Proffil 4
SiO ₂	93,4	94,1
Al ₂ O ₃	3,19	2,8
Fe ₂ O ₃	0,54	0,6
CaO	0,01	0,1

Reas proovides kõigub Fe₂O₃-sisaldus 0,50 ja 0,60% vahel. Veega pesemisel laseb see rauasisaldus end ainult võrdlemisi vähe alandada, 0,45—0,53%-ni. Peenemad terasuurused välja sõeludes ja siis liiva uuesti pestes saab rauasisalduse viia alla 0,31—0,42%-ni. Kuigi need tulemused jäävad maha Piusa leiukoha omadest, kõlbab ka Tori liiv küllalt hästi aknaklaasi valmistamiseks.

On tõenäolik, et peale uuritud ala leidub Tori ümbruses veelgi klaasiliiva varusid; kuid üldiselt ei ole siin loota nii suuri varusid kui kõrge- mais devoni kihtides.

Üksikud klaasivabrikud on kasutanud ka lahtisi pinnakatte liivasid (näiteks „Tarbeklaas“ Pirita jõe suudmealalt). On üldiselt üsna tõenäolik, et uht- ja tuisikliivad paljudes kohtades omavad klaasiliivadena küllaldast puhtust. Kuid need leiukohad on oma iseloomult piiratud ja muutlikud ning nõuavad palju detailuurimisi, et neid üksikasjalisemalt selgitada.

B. KÄIAKIVID.

Ülalkirjeldatud liivakivid on üldiselt nõrgalt tsementeeritud. Enamasti saab mõnda proovi lihtsalt sõrmede vahel liivaks muuta, kui ta juba iseenesest, ilma välise abita ei pudene. Seetõttu tõstetakse sageli küsimus, kas nende kivimite puhul meil on tegemist õieti liivade või liivakividega. Arvestades seda, et kaevetöödel ei saa neid liivasid ometi ainult labida abil töödelda, vaid tuleb kasutada kirkat, kangi ning ka lõhkeaineid, siis näib, et liivakivi nimetus on siiski sobivam.

Lisaks esineb leiukohti, kus liivaterade tsementeering on üsna kindel. Sel juhul on tegemist juba ehituskivi tüüpi liivakividega. Kambriumi liivakivide alal on sellised leiukohad näiteks Kakumäe pank, Kunda Kronkskallas, Iila küla Kunda-Mallas, Kõrkküla Aseris. Eriti on Iila külas kasutatud liivakivi tahkude ja käiade valmistamiseks. Katseid on tehtud ka Kakumäel ja Kõrkkülas, kuid need katsed ei ole andnud küllalt rahuldavaid tulemusi. Välismaiste käia- ja tahukividega ei ole need materjalid suutnud võrdlust välja kannatada.

Teine lade, kus esinevad kihid, mis kõlbavad käiakiviiks, on samad Narva jõe kihid Pärnu- ja Viljandimaal, millest oli eespool juttu klaasiliivade puhul. Need Tori liivakivid on Narva jõe lademe kõige alumised kihid. Neil liivakividel lasuvad nn. P e l d a kihid, mis on saanud nime tuse paljandi järgi Navesti lähedal ja mis paljanduvad ka Soluveski juures Kõpu jõel ning Vardja talu juures Halliste jõel. Need kihid on võrdlemisi mitmekesise petrograafilise koostisega: dolomiitmerglid, savimerglid, savi- ja liivakivi-kihid, üldiselt rohekas- ja sinkjashalli värvusega. Just Narva jõe kihtide läänepoolisel levikualal Viljandi- ja Pärnumaal on nende hulgas peeneteralisemaid, ühtlasi ka püsivamaid ning kindlama tsementeeringuga kihte. Nii on Vardja kosel Halliste jõel paljandunud kõvu liivakivikihte ümmarguselt ühe meetri paksuses, mille alumisest 0,35 m paksust osast, rohekashallist liivakivist, on kohalikud elanikud käiasid valmistanud.

Samuti ei kanna Tahkuranna Pärnu lahe ääres oma nimetust mitte põhjusest: kaunis pikal alal Häädemeeste ja Tahkuna vahel avanevad veepiiril samalaadsed kõvad liivakivid, mida mitmel pool on murtud käiade ja tahkude valmistamiseks. Selliseid kohti on Pihnurmes, Saare talu maal ja Tahkuna kiriku lähedal. Nende kohtade kasutamisele ja selgitamisele on raskusi teinud asend mererannal, kus murrud kergesti satuvad vee alla.

Et kõnealuste kihtide paljandeid on vähe, kihid ise aga esinevad üsnä laial alal, oleks käiakivi kihtide selgitamiseks vaja läbi viia puurimisi.

C. KRUUSAD JA LIIVAD.

Eespool kirjeldasime paari rakenduslikust seisukohast tähtsat liiva (-kivi) ENSV aluspõhjas. Peale selle on aluspõhi peaaegu kogu devoni alal ülekaalus liivane. Arvurikaste Lõuna-Eesti jõgede orgudes esineb rohkeid paljandeid, kus järskude seintena, „taevaskodadena“, esineb peamiselt punasevärvilisi vilgurikkaid pudedaid liivakive. Need liivakivid erilist praktilist kasutamist ei ole leidnud, kui mitte arvestada tarvitamist täitematerjaliks muldkehade ehitamisel (näiteks Tartu linnas Ema-jõe kaldakindlustused). Küll on aga nende liivade ja nende keskel esinevate savide tähtsus suur lahtiste pinnakatte liivade ja kruusade kuhjamisel Lõuna-Eestis. Kogu devoni alal kajastuvad devoni liivadele ja savidele omased punased värvitoonid kõigis moreenmaterjalides. Jääaegse päritoluga pinnakatte materjalid pärinevad aga mitte ainult kohalikust aluspõhjust. Üheks meie jääaegse pinnakatte omapäraks ongi asjaolu, et selles kohtuvad kivid ja kivimiosakesed mitmesugustelt aladelt.

ENSV territooriumil tulevad arvesse kristalsete kivimite munakad, rändkivid ja liiv Fennoskandia alalt, lubjakivid ja dolomiidid Põhja-Eestist ja ülalmainitud devoni materjal Lõuna-Eestist. Et mannerjää liikumine toimus põhja- ja loodesuunast lõuna poole, siis leiame rändkivi ainest normaalselt ikka ainult lõuna ja kagu pool emakivimi asukohast, seega lubjakive küll devoni alal, kuid devoni liivasid mitte Põhja-Eestis.

Vastavalt esimeses peatükis toodud pinnakatte geoloogia ülevaatele võime liivaseid ja kruusaseid pinnakatte materjale rühmitada järgmiselt:

1. Moreen- (põhimoreen-) liivad ja kruusad;
2. Jäävee-liivad ja -kruusad;
3. Rannakruusad ja -liivad.

Need rühmad on geneetilised, kuid ühtlasi koonduvad neis rakenduslikelt omadustelt üksteisega sarnased materjalid. Nii on näiteks moreenliivad väga levinud just ülaltähendatud devoni aladel. Kõige levinumateks pinnakatte materjalideks ongi seal liiva- ja savimoreen. Vastavalt moreeni iseloomule üldse on need liivad sortimata, rohke peenesisaldusega, sageli hoopis ilma kivideta, vähemal määral ka kividega. Laialdase leviku tõttu kasutatakse neid paiguti teede sillutuse materjaliks. Samaks otstarbeks kasutatakse sageli parema materjali puudusel ka rohkem savikaid moreeniliike, mitte ainult devoni alal, vaid üle kogu maa.

Jäävee-liivad ja -kruusad on nii hulgalt kui ka omadustelt tähtsamaid liiva- ja kruusavarusid ENSV-s. Käesoleva teose esimeses peatükis on antud ülevaade pinnavormidest, mis koosnevad jäävee-liivadest ja -kruusadest. Juurdelisatud pinnakatte kaart annab ülevaate nende pinnavormide levikust. Me näeme, et need pinnavormid levivad selgekuuliste rühmadena. Eriti torkavad silma voorte ja künklike moreenmaastike rühmad. Viimased on eriti rikkad kihitatud kruusadest ja liivadest. Seljakute rühmad levivad enamikus põhja pool voorte levimise ala, eeskätt Viru-, Harju- ja Järvamaa piirides, kus neid üsna intensiivselt kasutatakse kruusade tootmiseks. Tuleb aga rõhutada, et ükski neist pinnavormidest ei koosne üleni kihitatud jäävee-ainesest, vaid enamasti leiame neis ka sortimata moreeni. See on maksev eriti marginaalsete seljakute (otsmoreenide) kohta.

Rohkem puht jäävee kihitatud ainest sisaldavad jäävee deltad ja liivikud. Deltamoodustisi on näiteks Tallinn—Nõmme—Männiku kruusade ja liivade ala, mis kitsama ribana jätkub lõunasse kitsarööpmelise raudtee piirkonnas, või siis Võlsimägi Tamula järve lõunarannikul Võru lähedal, kus asub suur raudtee kruusakarjäär. Sageli on ka radiaalsed

seljakud hästi sorditud kruusade leiukohaks, nii et neist suured osad on sootuks ära tarvitatud teede ehituse materjalina. (näiteks osa Sinialliku seljakust, suur osa Lustivere seljakust, Uljaste seljak jt.).

Rannakruusad ja -liivad levivad loomulikult rohkem piiratud alal praegustel ja endistel rannikutel, mis asuvad madalamates ENSV osades (allvee-Eestis). Mis puutub kruusadesse, siis paerannikuil on väga iseloomulik paeklibustik sealsamas paljanduvaist ja lainete murru- tuses puruks pekstud paatest. See esineb kuni paari meetri kõrguste ja kilomeetreid pikkade vallidena või siis pindalaliselt laiemate kruusakate- tena. Üksikuil juhtudel võib nende kuhjatiste paksus tõusta kuni 6—7 meetrini. Nad koosnevad enamasti lamedaist ümmardatud munakaist mitmes suuruses, mis on mitmesugustes vahekordades segatud liivaga, hästi sorditud ja hästi pestud. Sageli on need kruusad ehitusotstarveteks väga sobivad, kuid nende kättesaadavus veoabinõudega on raske ja varud üksikuis paigus suhteliselt vähesed. Sellised kruusad levivad laialdaselt põhjarannikul ja saarte paeranniku aladel.

Rannaliivad on samuti väga laialdaselt levinud: näitena võib tuua Pärnu lahe rannikud, Sõrve poolsaare idaranniku ja Saaremaa lõunaran- niku kuni Kuressaareni, Pammaa poolsaare Saaremaal ja Kõpu pool- saare Hiius, liivased rannikud Võsu ja Kunda vahemikus, Narva-Jõesuu ranniku ja Peipsi põhja- ja looderanniku. Rannaliivade aladel on levinud samuti mitmesuguse terasuurusega liivad ja peenemad kruusad, kuid rohkem torkavad silma enamasti peenemad liivad, mis esinevad tuisklii- vade ja luidetena (Narva-Jõesuus, Häädemeestel, Kõpus jm.). Ranna- luidete read tähistavad sageli ka endisi rannikuid kaugel praegustest, nagu näiteks luiteread ümber Saaremaa keskkõrgustiku, luitekaared Läänemaa loodeosas.

Kruusade ja liivade koostis. Kui liivad on ülekaalus räniliivad, mille puhtus on sageli väga suur, siis on ENSV kruusadele iseloomulik nende lubjakivimunakate rohkus. See on ka täiesti loomulik, sest mannerjää, liikudes üle Põhja-Eesti laialdase paate ala, töötas sealt suure osa kivimimaterjali üles ja segas seda kõigi muude moreenainestega. Mida rohkem põhja poole, seda suurem on raudkivide osatähtsus nii moreenis kui ka jäävee-kruusades. Devoni piirkonnas ilmuvad kruusade koostisse ka devoni dolomiitide, dolomiitmärglite ja liivakivide munakad (näiteks Viljandi ja Sinialliku kruusaaugud), kuid nende kivimite pude- duse tõttu ei levi sellest materjalist munakad kaugele oma emakivimist.

Kruusade rakenduslike omaduste iseloomustamiseks on oluline nende

terasuurus. Sellest seisukohast on huvitavad andmed, mis on saadud kruusade sõelumisel mitmesugustes maakondades.

2—25-mm ø-ga terade protsent kruusades maakondade järgi.

Järvamaa	34,35	Pärnumaa	47,82
Virumaa	36,42	Tartumaa	48,94
Harjumaa	40,41	Läänemaa	49,42
Valgamaa	40,44	Võrumaa	55,20
Viljandimaa	41,13	Saaremaa	59,42
Petserimaa	43,57		

Need arvud annavad muidugi ainult ligikaudse kujutluse kruusade kõige soovitatavama terasuuruse osatähtsusest. Nagu näeme, on see enamasti alla 50%. Ülejäänud terastik on ülekaalus peenem kui 2 mm ø. Seega on üheks ENSV kruusade puuduseks rohke peenema terastiku esinemine, isegi tolmutaoliste terade rohkus. Looduslikke mittetolmavaid kruusasad raudteede muldkehade katmiseks ei ole ENSV raudteede läheduses küllaldaselt hulgal leitud, kuigi nende otsimiseks korraldati a-il 1937—1940 uurimine. Sel puhul koguti kaunis suurel arvul kruusaproove, mille terasuuruse iseloomustamiseks teostati sõelumisi. Kõige peenemateralisteks osutusid jäävee-deltade ja radiaalsete seljakute kruusad, kuna randvallide ja künklike moreenmaastike kruusad osutusid märksa jämedamaks, samuti ka ebahühtlasemaks.

Kruus leiab peamist tarvitamist teede ehituse materjalina ja seetõttu on kruusavarude seisukohast mõnevõrra iseloomustavad maakondade kaupa arvele võetud kruusaaugud (1940).

Tabel 35. ENSV maanteede kruusaaukude kruusavarud.

Maakond	Üldarv	Kruusa hulk m ³
Harjumaa	195	660 000
Järvamaa	27	87 600
Läänemaa	118	428 700
Pärnumaa	63	406 500
Saaremaa	180	262 600
Virumaa	135	558 350
Tartumaa	128	753 200
Petserimaa	28	204 600
Valgamaa	40	309 000
Viljandimaa	61	271 900
Võrumaa	133	370 300
Kokku	1108	4 312 750

Need arvud ei näita kõiki kruusavarusid ENSV-s, vaid ainult ametlikult kruusaaukude alla eraldatud pindaladel. Tõelised kruusavarud on

kahtlemata mitu korda suuremad. Nende väärtust vähendab vaid see asjaolu, et nad ei ole ühtlaselt levinud ega igal pool transpordile hõlpsasti kättesaadavad.

D. RAUDKIVID.

Lisana kruusadele ja liivadele, mis esinevad moreenmaterjalina kõige laiemas mõttes, olgu mõned read pühendatud rändkividele. Mitmesuguse suurusega rändkivid ja rändrahnud on moreeni looduslik osa, mis oma koostise ja väliskujuga on meie oludes tõmmanud endale varakult tähelepanu. Petrograafiliselt on need rändkivid rõhuvas enamikus kristalsed kiviliigid, mida eesti keeles nimetatakse tavaliselt „raudkivideks“, ilmselt nende kõvaduse tõttu. Esineb tardkiviliike, nagu graniite (rabakive), pegmatiite, basalte, aga ka moonekivimeid, nagu gneisse, migmatiite, kvartsiite. Ainult vähesel määral esineb ka liivakive. Et meie aluspõhjas esineb kristalseid kiviliike alles sügaval setekivimite all, siis on rändkivid ainukesed nende kristalsete kiviliikide esindajad ENSV pinnal.

Kristalsed rändkivid esinevad nii maapinnal kui ka moreeni sees; suuruselt ulatuvad nad mõnesentimeetrilise läbimõõduga munakast kuni väikese majakese suuruse rändrahnuni. Leida võib neid peaaegu igal pool, kuid siiski kaugeltki mitte ühtlaselt. Moreeni sees asuvate rändkivide kohta ei ole muidugi mingisugust ülevaadet, maapinnal asuvad aga on sageli rohkel arvul koondatud teatud aladele. Tavaliselt leiame neid arvurikkalt ridadena ja külvidena nii praegustes kui endistes mererandades, kus nende koondumine on seletatav jääajuga. Suuri rändrahnud on rohkem Põhja-Eestis.

Rakenduslikust seisukohast seisab rändkivide tähtsus meil selles, et nende näol on ainuke võimalus saada kodumaalt kristalseid kiviliike ehitusotstarbeiks. Neid on laialdaselt tarvitatud raudkivi- (munak-) sillutisteks maanteedel ja linnatänavail. Uuemat ajal tehakse neist kilustikku nii teede ehituseks kui ka betooni jaoks. Põldudel kõrvaldatud raudkive kasutatakse laialdaselt alusmüürideks ja talude kõrvalhoonete ehitamiseks, aga ka maakirikuid, talumaju endid, sildu, kaisid, treppe ja kõnniteid on tehtud meie rändkividest. Hauakivid ja mälestussambad moodustavad eriliigi raudkivist ehitusi. Asjaolu, mis seni on takistanud rändkivide veel laialdasemat kasutamist tsiviilehitusteks linnades või ka teede ehitusel, on nende tootmise kulukus meie oludes: põldudel ja mujal teedest eemal asuvaid raudkive on vaja lõhkuda, teede juurde kokku vedada ja sealt ehituskohta transportida, mis kõik teeb meie rändkivimaterjali suhteliselt kallimaks kui näiteks üle Läänemere Rootsist ja Soomest toodava. Võib aga arvata, et uues sotsialistlikus ühiskonnas see kulukuse

küsimus hakkab paistma teises valguses. Kogudes raudkive ei toodeta mitte ainult ehitusmaterjale, vaid puhastatakse põllumaad ja tõstetakse tema harimise võimalusi mehhaaniliste abinõudega. Seetõttu ei saa maakivide hinda kalkuleerida ainult ehitustööde seisukohast.

Mis puutub rändkivimaterjali varudesse ENSV-s, siis on 1938. a. kogutud orienteerivaid andmeid raudkivide rohkuse üle kõigis maakondades ja valdades. Tulemuseks on järgmised arvud.

Tabel 36. Raudkivide hulk maakondade järgi.

Maakond	Rändkivide hulk m ³	Kivirikkamad vallad
Saaremaa	1 700 000	Pihlta ja Torgu
Läänemaa	700 000	Pühalepa, Reigi, Nigula, Ridala
Pärnumaa	4 000 000	Pikavere, Tõstamaa
Harjumaa	3 200 000	Kõnnu, Kolga
Virumaa	1 900 000	Meriküla, Haljala, Vihula
Tartumaa	500 000	Võnnu
Järvamaa	160 000	Järva-Jaani
Viljandimaa	1 800 000	Viljandi
Võrumaa	600 000	Sänna, Põlgaste
Valgamaa	1 900 000	Karula, Keeni
Petserimaa	200 000	Pankjavitse, Laura
Kokku	16 560 000m ³	

Toodud andmed on muidugi ainult ligikaudsed, sest nad põhjenevad ainult palja silmaga hindamisel, kusjuures seda hindamist on toimetanud mitte üks ja sama isik, vaid paljud. Ometi võib sellestki näha, et rändkivide näol on meil tegemist väga suurte väärtusliku ehitusmaterjali varudega.

Suurte rändrahnude küsimus nõuab omaette käsitlemist. Kaunis rohke arv suuri rändrahnud on võetud looduskaitse alla ja need ei tuleks rakenduslikel otstarbeil arvesse. Seejuures lähtutakse seisukohast, et suured rändrahnud on mõjuvad tunnismärgid mannerjää tegevusest jääajal, eriti siis, kui saab kindlaks teha, kus on vastava kiviliigi kodupaik Fennoskandias. Seega on rändkivide teaduslik ja kultuurhariduslik väärtus rakendusliku kõrval arvestatav. Seni on registreeritud suuri rändrahnud järgmiselt (1939. a. andmed, millele hiljem on uusi vähe lisandunud): Tartu ülikooli juures olnud Loodusuurijate Seltsi (LUS-i) Geoloogia-sektsiooni arhiivis oli 1023 kataloogikaarti 1083 väljakirjutusega 877 suure rändrahnud kohta (849 neist on märgitud topograafilisel kaardil). Osa neist, nimelt 204 rahnu, on ohvriks ja sellistena enamasti

muinsuskaitse alla võetud. Ülejäänud 673 suurt rändrahnku kujutaksid siis endast seniregistreeritud põhivara, mille tähtsust tuleb hinnata nii teaduslikust kui ka rakenduslikust küljest. Looduskaitse alla oli võetud 121 rahnu ja looduskaitse alla võtmiseks esitatud veel 163. Jääb üle 388 suurt rändrahnku, mille kubatuuri võiks arvata 7—8000 m³-le. Üldises rändrahnude hulgas on neil siiski nii väike osatähtsus, et rakenduslikust seisukohast peaks võima neist loobuda teadusliku ja kultuurharidusliku külje kasuks.

IX peatükk.

Turvas, sapropeelid ja teised soo- ning järvesetted.

Eesti ala pinnachitus ja kliima on osutunud soodsaks soode tekkimisele pärastjääajal. Väikeste iseliste kõrguste ja lameda pinna tõttu on pinnavete äravool laiadel aladel takistatud. Neil aladel tekivad järved või sood. Järve- ja soosetted sisaldavad mitmekesiseid maavarasid, mis osalt leiavad juba laialdast kasutamist, nagu turvas, osalt on alles uuri- mise ja rakendamise astmes, nagu järvekriit jm. Need maavarad on oma laadilt erinevad, kuid nende tekkimise tingimused on lähedased: nad on kõik seotud bioloogiliste protsessidega vesises keskkonnas. Seetõttu on otstarbekohane käsitleda neid koos ja kõige pealt heita pilk soode geoloogiale.

A. TURBASOOD JA TURBAVARUD.

Turbasoode geoloogia. Turbasood võivad tekkida kahte moodi — kas järvede ummistumise ja kinnikasvamise teel või ilma selleta. Vaatleme esiteks arengut, mis toimub järvedes ja läheb nende kinnikasvamise suunas. Selleks aitavad kaasa ühest küljest veekogusse väljastpoolt vooluvetega sisseuhutavad setematerjalid, teisest küljest aga peamiselt järve enda elustiku toodang orgaanilise muda näol, mis samuti setib veekogu põhja.

Sel kombel tekib teatud järvesetete kompleks, millel on sageli kindel tekkimise järjekord: seteliiv ja setesayi, neil lubjama- muda (järvemergel, järvekriit) ja sellel omakorda mädamuda e. sapropeel.

Järvede kinnikasvamine ei toimu mitte üksnes setete tekkimise teel veekogu põhja, vaid ka kaldataimestiku edasitungimise teel, mis vallutab vaba veepinda rannast lähtudes. Tagajärjena tekib kinnikasvanud järve kohal omapärane taimeühiskond, milles valdav tähtsus on kas kõrkjal või tarnadel. See taimeühiskond ei kao mitte jäljetult, vaid tema vesi- sesse keskkonda ulatuvad osad kujunevad ümber turba-ks.

See turbakujunemise ehk turvastumise protsess muudab surnud taimeosad ümber, neis tekivad mustjaspruunid humiinained, mis võivad asendada suure osa lagunenud taimmaterjalist. Tekib turbamuda (düü), mis järvedes võib settida omaette kihina.

Kinnikasvanud järve kohal või vesises nõos, kus vesi pärineb toitesooladelt rikkast põhjaveest, areneb madalsoo, mille taimestikust valdavad toitesoolade suhtes nõudlikumad taimed (pilliroog, tarnad, lehtsamblad, villpea, sanglepp). Neist tekib madalsooturvas, mis võib esineda mitme eri liigina, vastavalt sellele, missugused mainitud taimedest on ülekaalus.

Mida paksemaks kasvab turbakiht, seda vähem kättesaadav on taimedele mineraalsoolasid sisaldav põhjavesi ja seetõttu toimub taimeühiskonnas muutusi. Ülalnimetatud taimeliigid peavad taganema ja püsima jäävad lõpuks eeskätt turbasambla (*Sphagnum*'i) liigid, mis on võimelised arenema kõige toitesooladevaesemas keskkonnas (lisaks mõnesugused teised taimed, nagu kanarbik). Neist tekib raba- ehk kõrgsooturvas. Nimetus kõrgsoo tuleb sellest, et kõrgsoo taimkate kasvab ümbrusest kõrgemale, kuna ta ei olene põhjavee tasemest: ta saab oma veetagavara sademeist.

Kõigi nende üksteisele järgnevate taimkatte arenguastmete tagajärjeks on hiljemini üksteisel lasuvad järvesetete, madalsoo- ja kõrgsooturba kihid. Kõik kolm astet võivad üksteisele järgneda; nad võivad aga esineda ka üksikult või kahekaupa.

Nende turbakihtide paksus tõuseb ENSV piirides 6—7 meetrini, kuid võib üksikuil juhtudel olla ka 10—11 m. Esinevad sageli ka väiksemad paksused. Turbakihtide paksus oleneb esmajoones lädeme vanusest, siis aga ka põhjaveest ja sademeist, üldse kliimalistest tingimustest.

Järvede ja soode setted säilitavad ise oma vanuse ja kliimamuutuste dokumente, mis on kuhjunud nende arenemise jooksul. Need dokumendid seisavad tuulelembeste taimede õietolmus, mis säilib turbakihtides. Tänu sellele asjaolule on arendatud õietolmu analüüsi meetod ja selle abil suhteliselt täpne soo- ja järvelademete stratigraafia, mis on rööbistatav teiste pärastjääaegsete sündmustega (vt. peatükk I, lk. 20). ENSV soode suhtes on selle töö põhijoontes teostanud P. Thomson.

Vastavalt kliimaperioodidele võib turbaladameis jälgida suuremat või vähemat kõdunemisastet, seisakuid turbatekkimises, mil sood kattusid suurelt osalt metsadega, ja uut turba kasvamise perioodi. Tagajärjeks on kannukihtide esinemine soos, sest nii nagu säilib õietolm, nii säilib ka puit turba happeliste, seega antiseptiliste omaduste tõttu.

Enamvähem järjekindlalt esineb meie soodes nn. piirhorisont — hästi kõdunenud tumedavärviline turbakiht ühes vastava käänumaterjaliga. See turbatekke seisakut tähistav kiht osutab suhteliselt kuivale ja soojale kliimaperioodile, mis oli nn. subboreaalse kliimaperioodi lõpul, umb. 3000—4500 aastat tagasi. Sügavamal asuv turvas on enamasti rohkem kõdunenud ja tume, kõrgemal asuv vähem kõdunenud ja heledam.

Piirhorisondi sügavus soopinnast on normaalselt 2—3 m.

Turba kütteinena kasutamise seisukohast on olulise tähtsusega tema looduslik kõdunemisaste. Seda määratakse kas protsentides või kümne numbrilise leppelise astmestiku järgi. Vähe kõdunenud, urbsed ja kuivalt kerged on kõrgsoode pealmised *Sphagnum*-turba kihid, mille paksus tavaliselt ei ole üle poole meetri. Kõrge kõdunemisastmega (50% ja rohkem) on harilikult metsaturvas; ka madalsooturba keskmine kõdunemisaste kõigub 25—50%, olles siiski enamasti 30—40% vahemikus. Kõrgsooturba kõdunemisaste kõigub kõige suuremais piirides, vastavalt botaanilisele koostisele (19—55%). Võiks märkida, et sõna „kõdunemisaste“ asemel oleks õigem tarvitada „humiinistumisaste“.

ENSV-s võib eristada kaks erinevat turbasoode piirkonda:

1. Põhja-Eesti piirkond, kus madalsooturba paksus üldises turba-profiilis tavaliselt ei ületa 1 m.
2. Lõuna-Eesti piirkond, kus see paksus võib tõusta 5—6 m-ni.

Põhjustatud on niisugune erinevus hüdroloogilistest tingimustest. Põhja-Eestis on pinnavete äravool alati toimunud samas suunas — Soome lahte. Seetõttu ei ole märgata põhjavete tõusu. Lõuna-Eestis seevastu on maatõusu tõttu põhja pool äravool muutnud oma suunda (endisest põhjasuunast pöördunud lõuna- ja läänesuunda); selle tagajärjeks oli põhjavee taseme tõus, mis takistas madalsoo üleminekut kõrgsooks. Emajõe suudmes ja Pihkva järve piirkonnas on selle nähtuse kujukaks illustratsiooniks kuni 6 m paksune turbakiht sügavamal praegusest järvepinnast. See osutab järve veepinna tõusule sedamööda, kuidas kasvas turbakiht. (Arvestades Peipsi järve väikest sügavust — enamikus vähem kui 6 m — järeldub sellest, et peale jääaega oli suur osa Peipsi järve nõost kuiv.)

Teine asjaolu, mis eraldab ENSV turbarabade rajoone, on endised mere ülejutused: Loode- ja Lääne-Eestis vabanes maapind Läänemere ülejutustest võrdlemisi hilja. Seetõttu on neil aladel soode areng olnud lühem ja nende kihtide järjekord vähem täielik.

Turba tootmine ja kasutamine. Eestis on turvast kütmise otstarbel toodetud üksiktalunike ja üksiktarbijate poolt juba väga ammu. Organi-

seeritult on see tootmine läinud tõusvas joones alates 1919. aastast, mil asutati esimene turbaühing. Järgmisel aastal oli neid 37, 1921. a. — 70, 1934. a. — 717, 1939. a. — 910, kokku 23 000 liikmega. Turbaühingute liikmeid talurahva hulgas huvitas turvas rohkem alapõhuna kui kütteainena. Vastavalt sellele näeme viimastel aastatel alusturba tootmise alal märgatavamat tõusu:

Aasta	Turbaühingute arv	Alusturba toodang m ³	Kütteturba toodang m ³
1937	884	247 500	53 950
1938	904	515 280	167 294
1939	910	780 000	163 590

Alus- ja kütteturba tootmine täiendavad üksteist soodsalt, sest alus-turbaks lähevad pealmised urbsed ja vähekõdunenud *Sphagnum*-turba kihid, kütteks aga sügavamal asuv enam kõdunenud turvas.

Masinatorba tootmise alal olid rakendatud peamiselt elevaatorpressid, milliseid 1939. a. oli 52 suurt, 5 keskmist ja 12 väikest. Üldine pressturba toodang oli 1939. a. 478 000 m³, milline hulk natuke ületab eelmisel kahel aastal kokku toodetud hulga. 1924.—1934. a. keskmine toodang oli 205 600 m³. Freesturvast toodeti ainult ühes kohas, Tootsi briketitööstuses. Toodang oli 1939. a. 24 000 m³. Tööstuse aastane võimsus on 50 000 m³. Sõja ajal on turba tootmine läinud tagasi.

Turvasküttele on rajatud meie kaks suurimat jõujaama — Ellamaa ja Ulila. Suuremaist tööstustest kasutasid turvaskütet Sindi ja Kreenholmi kalevivabrik. Käesoleval ajal kasutab kütteks turvast pooleks (diktüoneema-) kiltkiviga fosforiiditööstus Maardus. Suuremad linnad, Tallinn ja Tartu, omavad ise turbatööstusi, millest varustatakse tööstusi, keskkütteseadmeid ja eratarvitaajaid turbaga.

Suuremate turbatööstuste keskuseks oli a-il 1922.—1940. ja 1941.—1944. Riigi Turbatööstus. Käesoleval ajal on selleks ENSV Vabariiklik Turbaturust. Labidaturba tootjate turbaühingute keskuseks oli Turbaühingute Keskliit.

Turbavarud. Turbarabade uurimine ja turbavarude arvelevõtmine ENSV-s ei ole veel teostatud. Turbavarude suuruse kohta on olemas endise EV Jõukomitee poolt koostatud arvud, mille järgi Eestis on 517 üksikut turbasood üldise pindalaga 6768 km². Enamik neist turbarabadest ei ületa nimetatud andmete järgi pindalalt 5 km², nimelt arvult 322 turbasood. Üle 100 km² suurusega on ainult üksikuid. Tööstuslikult uuritud turbasoid on 384 km², kus on arvestatud 1 580 000 000 m³ toorturvast.

Käesoleval ajal tuleb need arvud lugeda vananenuks, eriti mis puutub soode hulgasse ja üldisse pindalasse. 1945. a. dir. A. Raudsepa poolt koostatud turbasoode nimestik sisaldab andmeid 935 turbasoo kohta kümnes maakonnas. Nende andmete järgi on turbasoode üldpindala 3260,74 km² ja turbamassi üldmaht 9 400 000 000 m³. Sellest massist oleks kütte-
turvast 3 200 000 000 m³ ja alusturvast 6 200 000 000 m³. Suuruselt jagunevad turbasood järgmiselt:

Suurusrühm	Arv	Pindala	% soode üldpindalast
Üle 1000 ha	70	1915,60 km ²	58,7
500—1000 ha	69	493,94 „	15,1
100—500 ha	312	674,48 „	20,7
Alla 100 ha	484	176,72 „	5,5

Kõige turbarikkam on Pärnumaa, mille arvele tuleb peaaegu üks kolmandik kogu turbamassist, eriti aga ligi pool küteturbamassist (1 430 000 000 m³). Järgnevad Viru-, Harju-, Tartu- ja Viljandimaa, siis Järva-, Võru-, Saare- ja Valgamaa.

Toodud arvud põhjenevad väga erineva täpsusega uurimisandmeil. Tööstuslikult uurituks saab lugeda ainult 7 turbasood umb. 310-km² pindalaga, mis sisaldavad 1 260 000 000 m³ kütte- ning 300 000 000 m³ alusturba massi. Peale selle on täpsemalt uuritud 17 turbasood 126,27-km² pindalaga, mis sisaldavad 320 000 000 m³ kütte- ning 250 000 000 m³ alusturbamassi. Muus osas põhjenevad ülaltoodud arvud osaliselt paiklikkude ülevaatuste andmeil, suuremalt osalt aga ankeetandmeil.

Reaalsemate ja usaldatavamate arvude saamiseks Eesti turbavarude kohta on ilmselt vaja läbi viia suur töö — kõigi Eesti soode ja rabade kaardistamine ja inventariseerimine.

B. SAPROPEELIDE ESINEMISEST ENSV-s.

Eespool osutasime juba sellele, et järvedes tekib mudasete ühest küljest väljastpoolt veekogusse kanduvatest saue ja liiva osakestest, teisest küljest järves endas elutsevate elusolendite põhjasettivaist jäänuseist. Tekib iseloomulik sete, mis sisaldab suurel määral orgaanilisi aineid, nn. s a p r o p e e l ehk gyttja (jütja) ehk m ä d a m u d a, millele uuemal ajal on hakatud pöörama erilist tähelepanu, sest ta osutub tegelikus elus mitmeti kasulikult rakendatavaks.

Sapropeelid meenutavad oma väliselt ilmelt vetruvat sülti tumerohelise, tumepruuni, halli või musta, isegi roosaka värvinguga. Palja silmaga

ei ole temas taimejäänuseid harilikult näha. Kuivanult muutub sapropeel kõvaks ja ei ima enam uuesti vett. Muide, vett on sapropeelides 70—90%. Ülejäänud kuivas aines on proteiine (5—15%), valkusid (5—15%), rasvasid (0,5—1,0%), tselluloosi (25—40%), lämmastikuta ekstraktiivseid aineid (7—25%), kaltsiumi (16—45%) ja fosforit (0,2—0,3%). Arvud on toodud ainult näitena mõne Siberis asuva sapropeeli analüüsi andmeil.

Tehakse vahet mitut liiki sapropeelide vahel.

1) Lubjarikas sapropeel, mis sel juhul, kui orgaanilist ainet on vähe, esineb nn. niidumergli või järvekriidina (vt. alamal eraldi).

2) Savikas sapropeel — must rauarikas, savi sisaldav muda.

3) Jämedetriitne sapropeel — pruun või tumepruun järvemuda suhteliselt rohkete kõrgemate taimede ja sammalde murdosadega.

4) Peendetriitne sapropeel, oliivroheka, pruuni või kollaka värvinguga, peene struktuuriga, esineb vaikesetes veekogudes või suuremate veekogude keskosades.

Selle ja eelmise liigi vahel on kõiksuguseid üleminekuid.

5) Ränivetikate-rikas sapropeel, milles valdav osatähtsus on ränivetikatel.

Kui ränivetikate kõrval rauasisaldus tõuseb 15—37%-ni, on tegemist

6) raua- (diatomiitide-) ookruga, mis rauasisalduse suurenedes võib üle minna järve maagiks.

7) Lõppeks võib sapropeeli ja turba segunemisel moodustuda mitmesuguseid üleminekuastmeid.

Et lubja-, diatomiitide- ja rauarikas järvemuda võib esineda eriliikidena ka oma praktiliselt tähtsusest, siis siinkohal käsitleme sapropeeli ainult kitsamas mõttes (2., 3. ja 4. p. all tähendatud liigid).

On selgunud, et sapropeel kujutab endast väärtuslikku toorainet keemiatööstusele oma orgaanilise koostise tõttu. Kuivajamisel saab sapropeelidest koksi, valgustusgaasi, generaatorigaasi, nuuskpiiritust, äädikhapet, puupiiritust, bensiini, petrooleumi, mitmesuguseid õlisid (gaasi-, vaseliini-, mootori-, solaar-, lambi- ja kreosooli), ka parafiinõli.

Lisaks on osutunud, et oma orgaanilise koostise tõttu sobib sapropeel ka loomatoiduks ümbertöötamata kujul.

Sapropeelid esinevad ühest küljest praegu olemasolevates järvedes, teisest küljest aga kinnikasvanud (soostunud) järvede setete seas. Et järvesetted tekivad soodes alati enne kui turvas, siis leiame sapropeeli ikka soo põhjakihtide hulgas. Soodes on need kihid tihedamad, veevaesemad ja tavaliselt ikka õhemad kui järvedes.

ENSV-s on sapropeelikihte alles vähe selgitatud ja nende kasutamisele pole veel asutud. Seetõttu saab esitada ainult väheseid orienteerivaid andmeid neist settest Eestis.

Olemasolevate järvede mudadest on parimini uuritud Ülemiste järve muda (1898 A. Mickwitz, 1904/5 G. Schneider). Järve loodeosas tõuseb mudakihi paksus 5,8 meetrile. Järvepinna 922 ha-st on 76,2% mudapõhja kohal (ümmarguselt 700 ha). Mickwitz hindab jütja massi 15 000 000 kantmeetrile.

Muda uurimisi sellises ulatuses teistes Eesti järvedes ei ole teostatud. Mõnest teisest järvest on orienteerivaid andmeid mudakihi kohta.

Järve nimetus	Pindala	Mudakihi paksus	Muda mass
Kahala järv	358 ha	üle 4 m	7 500 000 m ³
Ruila järv	47 „	1,5 m	700 000 „
Klooga järv	144 „	0,25 „	350 000 „
Männamaa järv	143 „	1,0 „	1 000 000 „
Männiku järv	20 „	1,0 „	200 000 „
Endla järv	287 „	1,0 „	2 000 000 „

Need on üksikud näited, mis annavad ligikaudse kujutluse, missuguste sapropeelihulkadega meie järvedes võib tegemist olla. Üldise järvedes esineva sapropeelihulga kohta aga ei ole võimalik anda mingisuguseid arve.

Mis puutub soodes esinevasse sapropeelisse, siis on käepärast andmeid 13 sooala kohta kokku 18-km² pindalaga. Jämedalt arvestades võib sellel pindalal sapropeeli massi hinnata 11 000 000 m³-le. Seega tuleks 1 km² kohta üle 600 000 m³ massi. Et soode uurimise andmeil umbes pooltes soodes leidub sapropeelikihte, siis võiks ümmarguselt poole soode pindala kohta, s. o. umb. 1500 km², arvestada sapropeeli samas vahetruus kui ülemal. Sel kombel saaksime ligi 1 000 000 000 m³ sapropeeli. Suuremad senituntud sookompleksid sapropeeliga oleksid Endla järve ümbrus, Kerreti raba Sõmerpalu lähedal (sapropeelikiht keskmiselt 1,3 m paks, pindala 300 ha, varusid 3 900 000 m³) ja Ohtu raba (0,70 m paks kiht 450-ha alal, üldvarud üle 3 000 000 m³).

Need varud on esialgu ainult potentsiaalsed, sest nende eksplaateerimiseks on ette näha suuri raskusi: kiht on enamasti õhuke, kaetud turba kihiga, tootmine ja juurdepääs transpordivahenditega on raskendatud.

Seetõttu on lähemate aastate ülesandeks selgitada selliseid leiukohti, mille eksplaateerimine oleks reaalne.

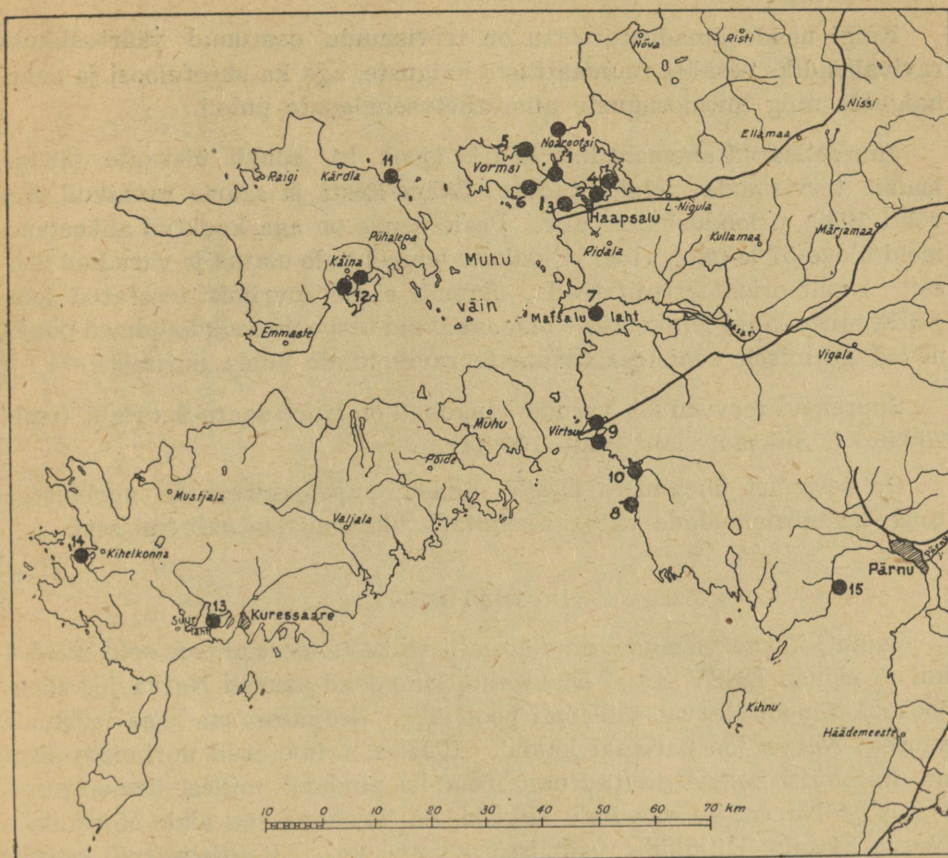
C. EESTI TERVISMUDA.

Kui järvede ja soode sapropeelide kohta ENSV-s veel ei ole teostatud sihikindlaid uurimisi, siis on üks eriliik sapropeele — tervismuda — leidnud uurijate poolt suuremat tähelepanu. Et mudaravilaid hakati rajama XIX sajandi esimese veerandi lõpust (1824. a. Kihelkonnal), siis on juba mainitud sajandi keskelt (a. 1854, Goebel) ja teiselt poolelt töid, mis tegelevad tervismudade uurimisega, eriti nende keemilise küljega. Moodsam keemiline, füüsikaline, limnoloogiline ja bakterioloogiline tervismudade uurimine on toimunud möödunud sajandi lõpust alates. Eesti tervismuda põhjalikumalt käsitlev teos on seni K. Schlossmann'ilt (1939).

Tervismudana kasutatakse ENSV-s peamiselt meremudasid, mis leevad Saaremaa, Hiiumaa, Vormsi ja mandri-Eesti läänerannikul. Need mudad esinevad madalais, sügavalt maismaasse tungivais lahtedes või ka endistes merelahtedes, mis veel ainult kitsa kaela või jõeharu abil on ühenduses merega. Alaline ühendus võib ka täiesti kadunud olla, nii et ainult kõrgvee ajal merevesi puutub kokku laheveega. Harvemini esinevad mudad lahtiste randade läheduses, siis aga ikka rohkem suletud alal, näiteks Muhu väina piirkonnas. Veekihi paksus muda peal kui ka mudakihi enda paksus võivad kõikuda mõnekümne sentimeetri ja paari meetri vahel. Värskest on see meremuda musta, tumehalli või roheka värvusega ja tugeva väävelvesiniku lõhnaga. See lõhn haihtub õhus seismisel. Veesisaldus mudas on eri leiukohtades erisugune ja kõigub 60—93% vahel. Ülejäänud kuivaines on orgaanilist materjali 11—34%. See orgaaniline aines pärineb mitmekesiste mereloomade ja -taimede jäänustest ja elutegevusest. Tähtsal kohal neist organismidest on ränivetikad, ka kõrgemad vetikad, loomadest limused (ja vastsed ning peale selle bakterid rohkel arvul (seni on määratud 37 liiki). Nende bakterite hulgas on väävliühendeid taandavaid ja tselluloosi lammutavaid vorme. Väävliühendid ei tarvitse olla mitte ainult orgaanilist päritolu: ka mineraalained, mis uhutakse merre maismaalt, toob endaga kaasa väävliühendeid, näiteks paate lagunemissaadustega püriiti peenjaotuses kui ka suuremate mügarike kujul.

Mitteorgaaniline osa sisaldab liiva 2—0,2 mm $\varnothing$ 0,8—1,4%, peenliiva 0,2—0,1 mm $\varnothing$ 4,5—6,8%, mölli 0,1—0,05 mm $\varnothing$ 9,4—16,3%, saueosakesi 0,05 mm $\varnothing$ allapoole 77,2—84,9%. See mehhaaniline koostis vastab hästi keemilisele, milles leiame enamasti 70—90% ränihapendit koos raua- ja alumiiniumhappendiga. Kuressaare Suurlahes on siiski ligi 38% CaO_3 ja saue vastavalt vähem. On kergesti arusaadav, et lubjarikkas ümbruses võib lubjahulk olla rikkalik ka meremudades. Teistel juhtudel ei tõuse

CaO hulk üle 2—3%, samuti kui MgO omagi. SO_3 , S, Na_2O , K_2O ja Cl esinevad kõik kas alla 1% või 1—2% piirides; P_2O_5 on 0,12—0,32%.



9. Tervismudade leviku ülevaatekaart: kaitsealad. 1 — Voose kanal; 2 — Väike Viik; 3 — Paralepa; 4 — Haapsalu laht; 5 — Diby laht; 6 — Sviby laht; 7 — Matsalu laht; 8 — Jaagusääre; 9 — Virtsu-Puhtu; 10 — Paatsalu laht; 11 — Suursadam; 12 — Kassari-Vaemla; 13 — Suurlaht; 14 — Kihelkonna laht; 15 — Audru Saulepa.

Muude füüsikaliste omaduste hulgas on esile tõstetav ka tervismuda radioaktiivsus, mis värselt mõõdetuna kõigub 1,3—33,6 Mache-ühiku piirides.

Tervismuda arstiline mõju põhjeneb peamiselt tema füüsikalistel omadustel: suur soojamahutavus ja väike soojajuhtivus, mis koos peenplastilise konsistentsiga avaldavad nahale mehhaanilist ergutavat mõju, mida võib võrrelda teatava massaažiga. Lisaks tuleb väike joodisisaldus, samuti

väike radioaktiivsus, muda adsorbeerimisvõime, mis puhastab nahka, ja tema katalüütiline mõju mitmesugustesse biokeemilistesse reaktsioonidesse nahas.

Kõigi nende omaduste tõttu on tervismuda osutunud väärtuslikuks ravivahendiks eeskätt reumaatiliste haiguste, aga ka skrofuloosi ja naha-haiguste ning mitmesuguste ainevahetusehaiguste puhul.

Juurdelisatud skemaatiline kaart (joon. 9) annab ülevaate tähtsamat tervismuda leiukohtadest Lääne-Eesti ja saarte rannikuil, mis võeti 1939. a. looduskaitse alla. Peale nende on aga kogutud ankeetandmeid üldse 57 leiukoha üle. Üksikute leiukohtade ulatus ja varud on üldiselt ainult orienteerivalt teada. Samuti ei ole uurimisi teostatud kaugeltki mitte kõigi leiukohtade mudaga, vaid eespool toodud andmed põhjenevad peamiselt seniste tähtsamate ravikohtade muda uurimisel.

Suuremad tervismuda varude leiukohad on Kuressaare Suurlaht (umb. 200 ha) ja Siiksaare laht (umb. 100 ha).

On selge, et ühenduses ENSV üldiste sapropeelivarude uurimisega tuleb ka tervismudade varusid selgitada üksikasjalisemalt kui seni.

D. DIATOMIIT.

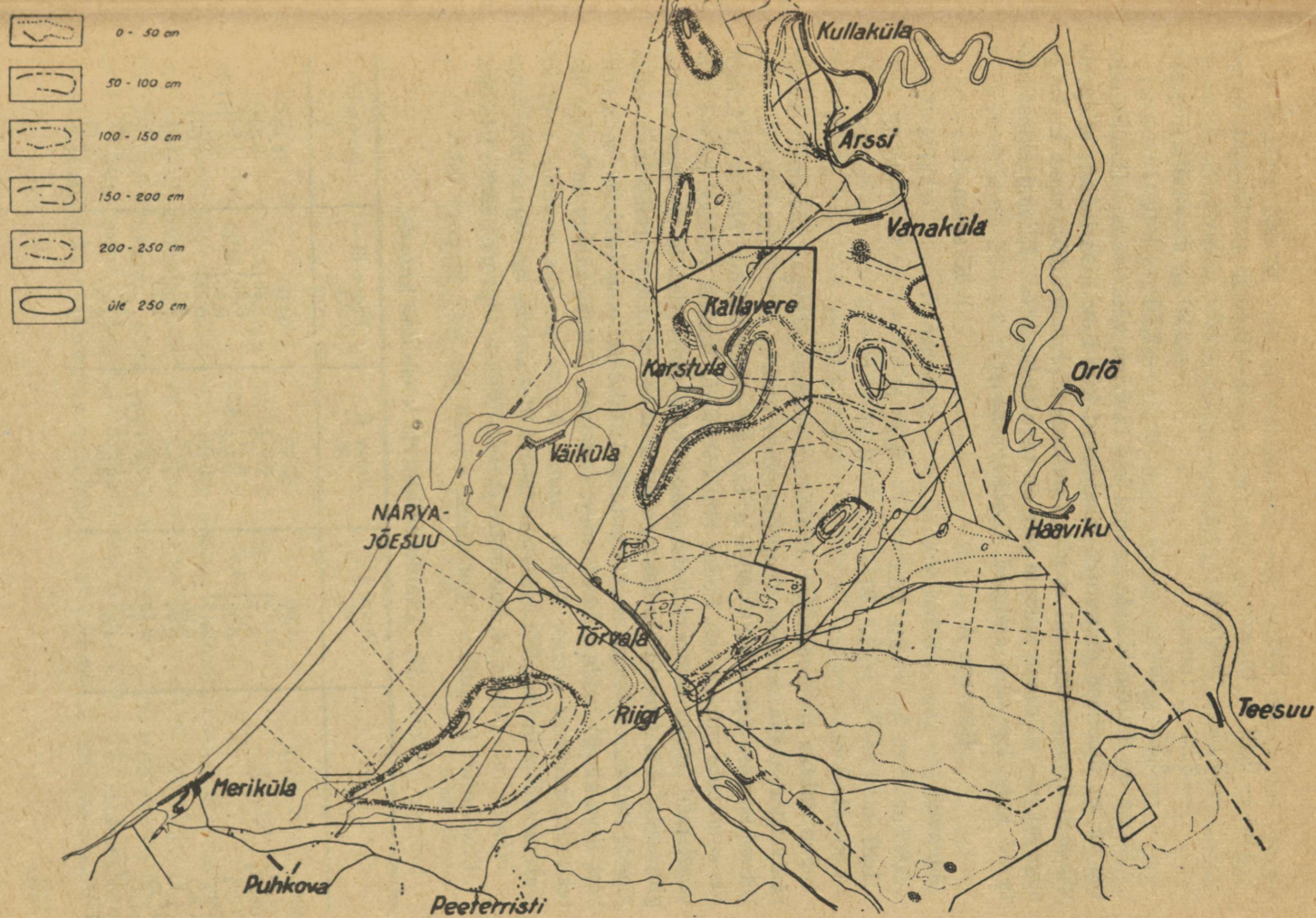
Samuti kui tervismuda, on diatomiit vaiksete merelahtede sete, niivõrd kui ta esineb ENSV alal. Diatomiidi leiukohad asuvad Narva jõe alamjooksul allpool Narvat mõlemal pool jõge. Seejuures on tema levikuala suurem Narva jõe paremal kaldal. 1937. a. toimetatud uurimiste järgi on diatomiiti konstateeritud umb. 5000-ha pindalal, millest ümmarguselt $\frac{1}{10}$ jääb Narva jõe vasakule kaldale, nn. Leekova soo alale Meriküla—Narva-Jõesuu—Riigiküla vahelisse kolmnurka. Juurdelisatud kaardiskits annab osaliselt ülevaate seni avastatud diatomiidilademete asukohtadest ja diatomiidikihi paksusest. Kujutluse diatomiidi esinemisest siin annavad järgmised näitena toodud profiilid:

nr. 116

0,0 — 0,45 m turvas
— 3,0 „ diatomiit
— 3,25 „ + liiv

nr. 142

0,0 — 0,20 m turvas
— 0,30 „ diatomiit liivaga
— 0,65 „ liiv
— 3,20 „ diatomiit
— 3,30 „ + liiv



10. joon. Diatomiidiala ülevaatekaart. Kontuurjoontega on tähistatud diatomiidi lademed ja kihipaksused.

nr. 206

0,0 — 0,40 m turvas
 — 3,13 „ diatomiit
 — 3,25 „ turvas
 — 3,35 „ liiv

nr. 22

0,0 — 0,40 m pealismuld
 — 1,20 „ liiv
 — 2,20 „ diatomiit liivaga
 — 2,50 „ + liiv

Seega on diatomiidilade kaetud kas turbaga või liivaga. Harilik nähtus on, et ülemised diatomiiti sisaldavad kihid on liivarikkad; allapoole väheneb liivasisaldus, nii et kõige puhtamad diatomiidilademed on kõige sügavamal. Alumine lademe piir on tavaliselt järsk. Liivasisaldust näitavad kahe kaevami andmed (Leekova soost):

Kaevam A

Sügavus	Liiva %
0,80 m	üle 75
1,40 „	„ 21
1,50—3,40 m	„ 4

Kaevam B

Sügavus	Liiva %
0,70 m	üle 85
1,50 „	„ 18
2,40—3,50 m	„ 2

See nähtus on kooskõlas diatomiidilademe tekkega: diatomiit tekkis ränivetikaterikka mudana (sapropeelina) suures säärlõukas (lahes), mis Litoriina-mere ajal (3500—6000 a. tagasi) oli kujunenud Narva ja Luuga jõe suudmete piirkonnas. Selles lahes tekkisid ilmselt vaiksed kohad, kus võrdlemisi kõrge temperatuuri juures olid ränivetikaile soodsad elutingimused. Alja jooksul kandus aga lahte ikka rohkem settelist liiva, osalt jõgede kaudu, osalt aga ka tuule toimetel; laht sai oma valdusse seda rohkem liiva-alasid, mida rohkem meri taganes. Liivasisaldus on seega üks tekketingimustest olenev üldine tunnus Narva jõe diatomiidile (kui ka diatomiitidele üldse). Teine alatine lisand diatomiidis on orgaaniline aine — asjaolu, mis jällegi on kooskõlas diatomiidi kui sapropeelisette tekkega.

Diatomiidi keemilisest koostisest annab ülevaate järgnev tabel.

Tabel 37. Diatomiidikihtide keemiline koostis.

	Proov I %	Proov II %	Proov III %	Proov IV %
SiO ₂	76,00	63,98	64,00	78,80
Al ₂ O ₃	11,16	9,01	9,88	9,44
Fe ₂ O ₃	3,15	4,77	3,65	1,89
TiO ₂	0,25	0,55	0,45	0,32
Mn ₂ O ₄	0,11	0,19	0,22	0,09
CaO	0,86	1,78	2,21	1,04
MgO	0,73	1,29	1,50	0,61
K ₂ O	2,15	2,36	4,67	3,08
Na ₂ O	1,25	1,58		
Kuumutuskadu	4,57	13,87	13,42	4,78
Liiv	üle 17	üle 14	üle 11	üle 61

Keemiline koostis üksi ei iseloomusta veel küllalt diatomiidi raken-
duslikke omadusi. Ülemaltoodud tabelistki on näha, et suur osa räni-
hapendist esineb liiva kujul, seega kahjuliku lisandina. (Sellest lisandist
vabanetakse uhtumise teel.)

Laboratoorsete uurimiste teel on Eesti diatomiidil määratud veel järg-
mised omadused: m a h u k a a l — 1 l pulbri kaal õhukuivas seisundis
40 juhul, mil saadi arvud 0,202—0,822 kg/l; e r i k a a l kõikus kuues
proovis 2,36 ja 2,64 vahel; p o o r s u s (pooride mahu suhe üldmahuga)
oli viies proovis 74,7—84,3%; v e e a d s o r p t s i o o n neljas puhasta-
mata proovis oli 56—155%, neljas uhtunud proovis aga 155—252%.

Loodusliku diatomiidi töötlemisel on võimalik teda vabastada kahju-
likest lisandeist, teda õilistada. Liivast vabastamine toimub uhtumise teel
voolavas vees, kusjuures ränivetikad kui kerged ja peened osakesed kan-
takse kaugemale. Orgaanilisest ainesest vabanetakse põletamise (kalt-
sineerimise) teel, mis toimub umb. 600—700° C temperatuuris. Loodus-
lik diatomiit esineb kahe muudendi kujul: valge ja halli diatomiidina.
Viimane sisaldab rohkem orgaanilist ainet ja võib seetõttu ise põleda,
valge diatomiit aga ei põle. Ent halligi muudendi põlemissoojusest ei
jätku tema täielikuks kaltsineerimiseks.

Õilistatud diatomiit sobib kõigiks otstarbeiks, milleks seda materjali
tavaliselt kasutatakse: soojuse isolatsiooniks, telliste valmistamiseks,
õlide ja suhkrumahla filtrimiseks, täitematerjaliks seebis, poleerimis-
materjaliks, lisandiks hüdraulilisele betoonile, kriidi aseaineks hambapul-
bris jne.

Diatomiiti toodeti Eestis alates 1936. a. ühesainsas kaevanduses Tõr-
valas. Toodang tonnides on seni olnud järgmine:

	Toordiatomiiti	Töödeldud sellest	Puhastatud diato- miiti saadud
1936	27	27	1
1937	581,9	10	4
1938	1131,7	646	342
1939	4231,6		1035,7
1940	348,8	468,8	109,07

Käesoleval ajal on ENSV piiridesse jäänud diatomiidi leiukoht Narva
jõesst vasakul, pindalaga 500 ha ja toordiatomiidi varudega ümmarguselt
9 600 000 m³ suuruses. Kihi paksus on enamasti 1—2 m, paiguti aga ka
ligi 3 m. Teisel pool Narva jõge on mitmekordselt rohkem varusid. Kogu
leiukoha puuduseks on juurdepääsematu ja soine maastik, mis iseenesest

on tingitud diatomiidi tekkest antud kohal. Seetõttu on peamiseks küsimuseks nende leiukohtade kasutusele võtmisel liigvee ärajuhtimine ja juurdepääsuteede ehitamine. ENSV osas ei peaks see moodustama ülesamatuid raskusi.

E. JÄRVEKRIIT.

Nagu ülemal näidatud, võib lubjarikas sapropeel esineda seevõrra ülekaalukalt lubjasettena, et ta esineb merglina või isegi kriidina ja kannab siis eri nimetust — niidumergel (kui ta sisaldab rohkesti saviainest) või järvekriit (sageli väga puhas CaCO_3).

Lubjarikka sapropeeli tekkimisel omab suurt tähtsust esmalt veekogusse voolavate vete lubjasisaldus, teiseks veekogus esinevate taimede elutegevus. Lubjarikkas vees võivad kõik rohelised veetaimed soodustada lubjasette tekkimist seetõttu, et nad sarnastavad veest söehappegaasi. Söehappelt vaesestunud vesi ei ole võimeline pidama lahuses CaCO_3 sellise koonduseni, nagu see on võimalik CO_2 juuresolekul. Tagajärjeks on, et taimed ise kattuvad lubjakoorikuga, mis vajub veekogu põhja. Mõned veetaimed, näiteks mändvetikad (*Chara*), on eriti lubjalembesed ja mängivad lubjasette tekkimisel suurt osa. Veelgi rohkem aitavad lubjasette tekkimiseks kaasa lubivetikad, mis koondavad enda kehas kaltsiumkarbonaati.

Kõige selle tõttu leiame lubjamuda ja temast tekkinud merglit või kriiti samades tingimustes nagu sapropeeligi, s. o. järvede põhjas ja soodes turba all. Selliseid esinemisi leidub kõigis ENSV osades. Tuntud on näiteks Kunda merglilade, mida kasutas Kunda tsemendivabrik oma tegevuse algusaastail tsemendi valmistamiseks. Selles merglis leitud kala-luud ja luust ahingid ning õnged on heaks tõendusmaterjaliks ühest küljest sellele, et sel kohal omal ajal oli veekogu, teisest küljest, et selles veekogus kalastas muinasaegne, nimelt kiviaegne inimene. Hiljem on järvekriidi ladet Varangul kasutatud ettevõtte „Eesti Kriit“ poolt sööda- ja koolikriidi tootmiseks, samuti ka Tapa lähedal olevaid samalaadseid kriidilademeid. Tegemist on väga puhaste (97% CaCO_3) süsihapu kaltsiumi setetega, mida saab kasutada — vastaval töötlemisel, mis seisab peamiselt uhtumises ja peenendamises — kõigiks rakenduslikeks otstarbeiks. Kuni sõjani kasutati teda peamiselt söödakriidina, kuid käesoleval ajal on tõusnud suur huvi tema kui maalrikriidi vastu. Põhjuseks on asjaolu, et muud kriidilademed asuvad kas välisriikides või NSV Liidu kaugemais osades, kust transport on raskendatud.

Endine Tartu Ülikooli Mullateaduse ja Agrikultuurkeemia Instituut alustas ulatuslikke töid ENSV muldade lubjatarbe uurimiseks, mis Lõuna-

Eesti maakondades on teatud ulatuses läbi viidud; seal ilmnes peaaegu igal pool vajadus muldasid lubjata. Selle lubjatarbe rahuldamiseks oleksidki sobivad kõikjal levinud järvekriidi ja -mergli lademed. Sama Instiituudi uurimised on (suusõnal saadud teatmete põhjal) samades Lõuna-Eesti maakondades avastanud enam kui sajas kohas vastavaid mergli- või kriidilademeid, mis pakuvad rikkalikku materjali põllumajanduse tarvete rahuldamiseks. Neist võiks osutada kriidilademele Ulila turbaraba põhjas, mis oleks tootmiseks võrdlemisi kergesti kättesaadav, kuna turvas pealt ära kasutatakse. Põllumajanduslikeks otstarbeiks tuleks ära kasutada ka kõige väiksemad merglilademed, mis levivad väga paljudes soodes üle kogu maa, seda enam, et hulgal juhtudel ei ole vaja mingeid erilisi seadmeid kriidi kättesaamiseks ega tema töötlemiseks. Puhta, tööstusesse mineva kriidiga on muidugi lugu teine.

Järvekriidi uurimise praeguse seisundi põhjal võib öelda, et teda ENSV enda tarveteks kindlasti jätkub. Tema uurimine ja kaardistamine, mis on süstemaatiliselt alustatud Lõuna-Eestis, tuleks aga edasi viia üle kogu maa.

F. ALLIKALUBJAKIVI.

Lubjasete tekib mitte ainult järvedes, vaid sageli ka seal, kus lubjarikkad põhjaveed ilmuvad maapinnale, s. o. allikate ümbruses. Lõuna-Eestis võib sageli leida oruveerudel väikesi kühme lubjaainesest, mis ei ole pehme, muldjas ja kriitjas, nagu järvekriit, vaid koreurbne, tükiline, kuigi rabe ja kergesti murdub ning purunev. See allikalubjakivi (ka lubjatufiks nimetata) palistab allikat ja kasvab vallina või servana selle suudme ümber üles, mille tõttu võib mõnikord tähele panna, et allikas voolab välja väikese lubjakühmu tipust. Selle lubjasete tekkimine allikate ümber on jällegi tingitud mitmesuguste taimede tegevusest; need oleksid näiteks mitmed samblaliigid ja vetikad, ka kõrgemad taimed ja nende osad. Neil viimastel toimub tihti lubjaainese settimine, nii et leiame tekkinud allikalubjakivis lubjastunud lehti või pigem lubjast lehtede ja okste vorme.

Allikalubjakivi rakenduslik väärtus on väike. Ainukese suurema leiukohana tuleb märkida Mõla küla ümbrust Irboska oru veerudel, kus esineb allikalubjakivi pesi kuni 5 m paksuseni ja 300×40 m pindalaga. Ligi kaudsel hinnangul võib neil leiukohtadel arvestada umb. 100 000 m³ allikalubjakivi. Loodusniiskes seisundis on allikalubjakivi pehme, kergesti töödeldav, näiteks saetav tavalise käsisaega sobivateks (näiteks tellisesuurusteks) tükkideks. Neid kive on Irboska ümbruses kasutatud peamiselt korstnakivina, millena nad säilivad sobivatena ja vastupidavatena palju

aastaid. Neid on ka kasutatud majade ehitamiseks. Ehitusotstarbeiks näivad nad sobivad olevat seal, kus on täiteks tarvis kaalult kergemat materjali. Allikalubjakivi oma urbsuse tõttu võib seejuures osutada sobivaks isoleerivais kihtides, välisseintes aga soodustab sama asjaolu niiskumist.

G. RAUAMULLAD (SOORAUD, OOKER).

Soodes ja järvedes leidub ka rauasetteid. Rauaühendite rändamine pinnastes, lahustumine ühes ja settimine teises kohas, on suure ulatusega geokeemiline nähtus, millega on seletatav paljude setteliste raualademete tekkimine vanemais ladestuis. ENSV alal on tegemist ainult pärastjää-aegsete soo- ja järvesetetega, mille ulatus on piiratud.

Siiski võib soodes ja soistel aladel mullakihi või turbakihi all leida rauarikkaid kihte kuni poole meetri paksuseni. Seejuures on need rauarikkad kihid välja kujunenud kas muldjaina või koreurbseina, kas o o k r i n a või soorauamaagina.

Koostiselt on tegemist raua vesihapendiga, mis seguneb liiva ja teiste setematerjalidega. Seejuures võib rauasisaldus tõusta 50%-ni, olles enamasti siiski madalam.

Nende rauasetete tekkimisel mõjuvad kaasa ühest küljest pinnases tekkivad huumushapped, mis lahustavad pinnastes leiduvad rauaühendid ja transpordivad nad sügavamale. Teisest küljest on vahelduva tasemega põhjaveepind oma mineraalainete-sisaldusega selleks teguriks, mis sadestab lahusest rauaühendeid. Nii koonduvad siis rauaühendid ümberkaudseist mineraalmaadest soistesse nõgudesse, kus nad sadestuvad põhjavee pinna piirkonnas. Mitte üksnes keemilisel teel ei toimu see sadestumine, ka mitmesugused rauabakterid aitavad sellel settimisel kaasa.

Soorauda rauamaagina ENSV alal ei ole kasutatud. Ookri leiukohad on kasutamist leidnud. Üks selline leiukoht oli Laura alevikus, teine on Põltsamaa läheduses Võisikul. Ei ole kahtlust, et on veel mujalgi üsna ulatuslikke rauaookri leiukohti ja et ENSV tarbed rauamullavärvide alal võivad täiel määral kaetud saada oma toorainete abil.

Soodes esineb raud ka fosforhapu ühendina vivianiidi kujul. Seda ühendit, mida võiks kasutada väetusainena, ei ole seni rakendatud ega tema varusid lähemalt uuritud.

Rauamaak järvesetena on tuntud ainult ühest järvest, nimelt Vagula järvest Võrumaal, kus ta esineb järve põhjas oa- ja hernetooliste teradena. Rakenduslikku tähtsust sellel leiukohal esialgu ei ole.

X peatükk.

Maagaasid ja maaõli.

A. MAAGAASID.

1902. a. maikuus hakati Keri saarel puurima kaevu seal asuva tuletorni juures. Puuraugust hakkas tulema gaase, mida sügavamale, seda rohkem. Aasta lõpul katkestati selle augu puurimine. 1903. a. aprillis alustati uut puurauku otse endise kõrval. Ka siin hakkas 27 m sügavuses ilmuma gaasi, sügavamal aga juba pursetena, mis paiskasid puuraugust õhku uhevett, savitükke ja kive kuni üle 8 m kõrguse puurtorni. Süüdatuna põles väljatungiv gaas 4 m pikkuse leegiga. Kaevu puurimine katkestati 115 m sügavuses, ilma et oleks saadud vett. 1906. aastast peale hakati pidevalt väljavoolavat gaasi kasutama tuletorni valgustamiseks ja eluruumide kütmiseks. Gaasi väljavoolutoru varustati ventiiliga, mis 3 atmosfääri rõhumise ületamisel gaasi välja laskis. 1912. a. maikuus võis tähele panna rõhu suurenemist, nii et ventiil seisis pidevalt lahti. Gaasi juurdevool suurenes seevõrra, et ta hakkas ühes kiskuma liiva, kulutades sellega läbi algul gaasitoru nurgatüki, siis toru kohal asuva 8 tolli jämeduse kaevumajakese ristpalgi ning katuse. Puurtorust lendas välja ka kive, mis sattusid 32 m kõrguse tuletorni katusele. Gaasi huugamine kostis 15—20 km kaugusele. Vahetevahel tundus ka maa-aluseid tõukeid, mida olla märkinud ka Tartu ülikooli seismograaf. Ühe suurema sellise põrutuse järel katkes gaasi purskamine. Geoloog Bogdanovitš käis juuni algul kohal asjaga tutvumas ja jõudis otsusele, et gaasitoru alumises otsas on tekkinud ummistus.

Gaasi kaevust endast hiljem ei ilmunud, kuid Keri saare rannas võis tähele panna merevee alt kerkivaid gaasimulle. Neid mulle on hiljem püütud uurida, nii Eesti kodanliku vabariigi ajal kui ka 1941. a. Leninigradi Naftainstituudi poolt, kuid proovide võtmised ebaõnnestusid. Alles 1945. a. sügisel külastasid saart Naftainstituudi juhtivad töötajad, kes uuesti avasid Keri saare gaasitoru. Torust tuli jällegi põlevat gaasi,

kuigi mitte suure rõhuga. Puurauku oli kogunenud vett, milles oli pet-rooleumi järele lõhnava õli emulsiooni.

Kihtide kohta, mis puurimisel läbistati, on väga puudulikud andmed. On teada ainult niipalju, et 27 meetrist sügavamal oli „kuiva liiva 6—8 jala paksuste savikihtidega“. Gaasipursked tõid puuraugust välja samuti savi, liiva ja kive; viimaste hulgas oli imatra kive, mis esinevad algupä-raselt ainult viirsavides. Niisiis võib kindlasti ütelda ainult seda, et Keri saar ühes oma alusega koosneb moreenmaterjalist kuni üle saja meetri sügavuseni, s. o. umb. 10 m sügavamale kui mere sügavus saare lähedal. Selles moreenmaterjalis näib olevat peale moreeni kitsamas mõttes jää-vee-liivasid ja viirsavisid. Liiva pooridemahus on gaasidel ruumi kuh-juda, sest võrdlemisi tüsedad savikihid sulgevad neile vaba pääsu üles-poole. Gaaside päritolu suhtes ei anna aga üksi Keri saare kohta teada-olevad andmed mingit selgust.

Põlevaid gaase ilmub maapinnale mitte ainult Keril, vaid ka teistel lähedastel saartel — Prangli, Aksi, Rammu ja Koipsi saarel ning mitmel pool Ihasalu lahes. Teatmete järgi kerkib ka Ihasalu lahe põhjast gaase, isegi seevõrra, et vastavais kohtades talvel ei teki tavaline kõva, vaid pude kollakas jää. Või siis korjub jää alla gaasi, mida jäässe löödud augu kaudu võib välja lasta ja põlema süüdata. Maa-ala, millel esineb gaasi, hinnatakse 600 km²-le. Sellega aga ei piirdu veel Eesti põhjaranniku gaasirajoon, vaid ka Viinistust on samuti teatmeid gaaside ilmunise üle rannalähedases meres.

Nendest asjaoludest huvitatud eraisikute poolt tehti 1924. a. sügisel Prangli saarel puurauk, millest samuti purskas gaasi mitmest sügavu-sest. Puuraugu läbilõige on puurmeistri andmeil järgmine:

Peen liiv	—	1	jalg	
Jäme kruus	—	6	jalga	
Kõva kivine savi	—	40	„	
Pehme liiv	—	19	„	
Kõva kivine savi	—	18	„	
Jäme kruus	—	2	„	I gaas 84' (=25,6 m)
Kõva saue kruus	—	37	„	
Pehme liiv	—	3½	„	II gaas 123' (=37,6 m)
Savi	—	5½	„	
Savi	—	7	„	
Peen liiv	—	9	„	III gaas 139' (=42,4 m)
Kokku 148 jalga (=45,15 m)				

All asub savi.

„Kõva kivist savi“ ja „kõva saue kruusa“ selles profiilis tuleb lugeda moreeniks, kuna liiva- ja kruusakihid nende vahel on jäävee-liivad ja -kruusad. Mida kujutab endast puuraugu põhja moodustav savi, samuti selle põhja lähedased savi ja liiv, see on selgitamata. Võimalus, et see oleks alamkambriumi sinisau, ei tule hästi arvesse, sest Prangli saare laiusel peaks, arvestades meie kambriumi-siluri kihtide langusnurka, sinisau põhj olema umb. 10—15 m sügavusel allpool merepinda (Aegna saarel puurimiste põhjal 30 m allpool merepinda).

Gaasipursked Prangli puuraugust on pealtnägijate teatel olnud algul väga ägedad, visanud puuraugust välja isegi puurimisabinõusid, kuid väibunud mõne päevaga; gaasisurve ja purske ägedus olid seda suuremad, mida sügavamast tasemest gaas tuli.

Gaasi koostis (dr. Frey analüüsi põhjal Hamburgis) oli järgmine:

	I proov	II proov
	%	%
CO ₂	1,3	1,5
C _m H _n	0,3	0,3
O ₂	—	—
CO	0,8	0,7
H ₂	—	—
CH ₄	95,1	95,8
N ₂ ja vääriskaase	2,5	1,7
Kokku	100,0	100,0

Väga lähedane on maismaa ranna lähedal merest tõusvate gaaside koostis (dr. A. Laur'i analüüsid):

	I proov	II proov
	%	%
CO ₂	1,2	1,5
C _m H _n	0,2	0,3
O ₂	0,3	0,3
CO	0,6	0,7
H ₂	—	—
CH ₄	94,5	95,0
N ₂ ja vääriskaase	2,0	3,0
Kokku	98,8	100,8

Keri puuraugust tulnud gaasi koostisena on kirjanduses H. Winkleri analüüsi põhjal toodud 79% CH₄ ja 20,8% H₂ (teisal 70% CH₄ ja 20,8% H₂), mis aga sel kujul on nähtavasti ekslik. 1945. a. võetud proovid peaksid selles suhtes tooma asjasse selgust.

Peale nende põlevate gaaside ilmub samas piirkonnas maapinnale ka mittepõlevaid maagaase. Kõigepealt tuleks nimetada Koliotsa kaevu (Ülgase sadama juures), millest pidevalt ilmub gaasi järgmise koostisega (The Helium Company USA analüüs):

N ₂	— 99,02 %
Argooni ja	
neooni	— 0,6 %
Heeliumi	— 0,18 %
CO ₂	— 0,2 %

Koliotsa kaevu profiil ja sügavus on teadmata. Teada on ainult, et ta tungib sinisaauesse ja arvatavasti läbib selle; gaasid võivad niisiis pärit olla ainult kambriumi kihtidest, kas sinisaauest endast või selle all asu- vast liivakivist. Gaasi hulk on 26 000 m³ aastas (J. Oja arvestuse järgi).

Teine kaev selles piirkonnas on 1928. a. puuritud kaev Pirital järgmise läbilõikega:

0,0 — 2,0 m — liiv kruusaga	} Pinnakate, jää- aegse päritoluga
— 18,5 „ — hall savi kruusaga	
— 37,0 „ — peen liiv turba gaasi, vesi, põlev gaas	
— 43,5 „ — kruusane liiv	
— 55,8 „ — punane liivakivi	} Alamkamb- riumi liivakivid (allpool sini- saue)
— 86,5 „ — kollane liivakivi	
— 88,8 „ — sõmer liivakivi, vesi, mitte- põlev gaas	
— 92,8 „ — liivakivi	

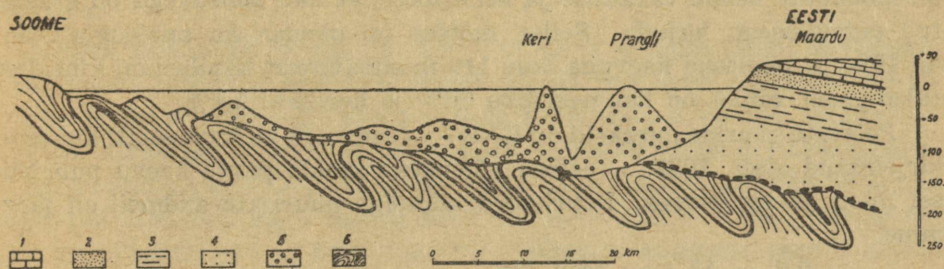
Nagu sellest läbilõikest näha, ilmub gaasi kahest eri tasemest, kum- mastki isesugust. Mittepõleva gaasi koostis on väga sarnane Koliotsa gaasi koostisega (A. Lauri analüüs):

N ₂	— 98,5 %	(Teiste andmete järgi on N ₂ —
Ar ja Ne	— 1,24 %	98,8%. Lisaks on veel O ₂ — 0,2 %.)
Heeliumi	— 0,06 %	
CO ₂	— 0,2 %	

Põleva gaasi kohta ei ole muid andmeid, kui et ta puuraugu läbilõi- kes ilmub pinnakatte kihtidest. Mittepõlev gaas ilmub alamkambriumi

sinisaue alustest liivakividest. Sama nähtusega on tegemist paljudes Tallinna ja tema ümbruse sügavais kaevudes, mis ulatuvad samadesse liivakividesse: kõigist ilmub mittepõlevat gaasi.

Kuna põleva gaasi suhtes ka Keri ja Prangli saarel võib öelda, et ta seniste puurimiste alusel ilmub jääaegseist pinnakatte kihtidest, siis näib kaunis kindel olevat, et põlevad maagaasid kogu kõnealuses piirkonnas on seotud pinnakattega ja mittepõlevad alamkambriumiga.



Skemaatiline profiil läbi Soome lahe üle Prangli ja Keri saare

11. joon. Skemaatiline profiil läbi Soome lahe maagaasi-ala. 1 — Ordoviitsiumi paed; 2 — *Obolus*-, *Diplocraterion*- ja eofüüton-liivakivid; 3 — sinisau; 4 — alamkambriumi sinisauealused liivakivid; 5 — jääaegsed ja pärastjääaegsed setted; 6 — kristalsed eelkambriumilised moone- ja tardkivimid, peal konglomeraat.

Kirjanduses on nende gaaside päritolu küsimust seni palju arutletud. Neid on ühest küljest seotud ainult alamkambriumiga (prof. A. Öpik) ja leitud analoogiad Leningradi piirkonnas ja Siberis Aldani kilbi põhjapoolses servas. Teisest küljest, tugenedes ainult senistel puurimistel ilmenud asjaoludele, on ka pinnakattes leitud põlevate gaaside tekkimise võimalusi. Nii on juba A. Mickwitz Keri gaasipurske puhul mõelnud võimalusele, et jääserv paekalda ees on kokku kuhjanud interglatsiaalseid orgaanilisi jäänuseid, mis lagunedes võivad anda põlevaid gaase. Hilisemate andmete põhjal võib öelda, et paekaldaeelses pinnakattes esineb tõepoolest näiteks turbakihte, nagu nähtub Pirita puuraugu läbilõikest ja 1916. a. Naissaares puuritud kaevu läbilõikest, kus 15,7 — 19,1 ja 35,4 — 36,8 m sügavuses on märgitud liiv turbaga. Aga mitte ainult turvas ei anna lagunemisel metaani: ka sapropeel võib olla selle allikaks. Näite võib tuua 1941. a. puurimistest Paldiski juurest Pakri väinast: jäält läbi 40 m sügavuse vee puuritud augud tungisid kuni 40 m mudasse väina põhjas, ilma et nad oleksid jõudnud kindla põhjani. Puurtorudest tuli aga põlevat gaasi. On juba kogunenud kaunike rida andmeid, et Eesti põhjaranniku aluspõhjas esineb sügavaid — kuni 100 m — uuris-

tatud vagumusi, mis on täitunud jääaegsete setetega ja, nagu näitab Pakri väin, ka mudasetetega.

Seega on olemas eeldused, et ka pinnakatte kihtides, milles interglatsiaalsed orgaanilised setted võivad mängida teatud osa, võib tekkida põlevaid gaase, milles võib leiduda ka vähene hulk raskeid süsivesinikke.

Mittepõlevate gaaside päritolu alamkambriumi liivakividest on kaunis hästi tõestatud, ja heeliumi ning teiste vääriskaaside olemasolu neis on mõistetav nende vanaduse ja selle tõttu, et nad sinisauega on eraldatud võimalusest hajuda. Selles mõttes on olemas ka analoogia Ölandil 1936. a. puuritud kaevuga, kus 110 m sügavusest kambriumi kihtidest tuleb gaasi, milles on lämmastikku 60% ja heeliumi 1,4%.

Põlevate gaaside purskeid on ENSV-s teada aga ka kaugemalt kui senikirjeldatud alalt. 1937. a. esines põlevate gaaside purse kaevu puurimisel Püssi jaama juures. Puurkaevu läbilõige puurijate andmeil on järgmine:

- 0,0 — 12,2 — peen liiv
- 18,6 — hallikassinine savi, tihe ja sitke
- 27,7 — jäme liiv (1 — 2 mm), peene raudkivikruusaga
- 32,5 — kõva kuiv hall savi, all kõvem kiht
umb. 0,12 m — esimene gaasipurse,
peale umb. 0,10 m edasipuurimist kõvas kihis —
teine gaasipurse
- 39,0 — hall savi, all kõvem kiht — kolmas gaasipurse (tugevaim)
- 44,2 — savi
- 50,6 — paas, mille alt ilmus vesi

Auto sisekummiga mitte küllalt täpselt võetud proovi koostis oli järgmine.

	Analüüsi andmed	Ümberarvutatult õhuvabale gaasile
CO ₂	1,6 %	20%
O ₂	4,5 — 5,0 %	—
CH ₄	kuni 72 %	96 — 97 %
N ₂	21 %	1 — 2 %
erikaal	0,684	0,687

Kuigi proov ei ole täpne, siiski paistab tema koostisel tunduvalt sarnasust Prangli põleva gaasi koostisega. Puuraugu andmeist nähtub ka, et gaas ilmus pinnakattest, kuigi profiili kirjelduse järgi lausa savikihtidest. See asjaolu sunnib profiili kirjelduse seadma küsimärgi alla. Sügavusi

arvestades on näiteks ka puuraugu põhjas märgitud paas tõenäolikt diktüoneemakilt, ja vesi tuli selle alt.

Põlevaid gaase on pursanud ka Lõuna-Eestis: Pangodi Kõver-Uibo talu kaevu kaevamisel süttis samuti väljatungiv gaas, mis osutus peamiselt metaaniks.

Viljandi puurkaevudest tuleb, samuti kui Tallinna kaevudest, ilmselt mittepõlevat gaasi sisaldavat vett. Selle koostise kohta ei ole lähemaid andmeid.

Sellest ülevaatest selgub, et seni on alust kõnelda ühest suuremast maagaaside rajoonist ENSV-s, nimelt sellest, mis asub Tallinnast kirdes saarte ja Ihasalu lahe piirkonnas. Selle gaasideala uurimise seisund on aga veel algastmel: meil ei ole veel küllalt selget kujutlust ei gaaside päritolust, koostisest ega hulgast. Niipalju on selge, et neil gaasidel võib olla praktilist tähtsust, nagu osutus Keri tuletorni juures. Vähem kindel on, kas heeliumisisaldus meie mittepõlevais gaasides osutub küllalt tootmisväärseks.

Kõigi nende lünkade täitmiseks on vaja edaspidiseid süsteemikindlaid uurimisi vastava varustusega.

B. MAAÖLI ESINEMISE VÕIMALUSIST.

Vaatlusmaterjal, mille põhjal võib arutleda küsimust maaõli esinemise kohta ENSV-s, koosneb 1) põlevate gaaside esinemisest, 2) asfaltiidi leidudest, 3) maaõli leidudest vastavais kihtides naabermaades.

Ülalkirjeldatud põlevate gaaside esinemine peamiselt ENSV põhjarranniku piirkonnas äratab tähelepanu seetõttu, et gaas sisaldab vähesel määral raskeid süsivesinikke, mis on pikema aja jooksul võimelised kondenseeruma maaõliks. Peale selle esineb nende gaaside ilmumine väga laialdasel alal. Kui arvata, et gaasi esinemine Viinistus ja Püssis on samade tegurite põhjustatud kui Keril, Pranglis ja nende ümbruskonnas, siis on tegemist ida—lääne suunas 140 km-ga ja pindalaliselt kindlasti üle 1000 km²-ga. Eespool me kaldusime arvamusele, et need põlevad gaasid on seotud jääaegsete pinnakatte setetega. Kuid see ei ole veel tõestatud. Niipalju võib lugeda otsustatuks, et nende gaaside päritolu rannikumere piirkonnas ei ole kuidagi seotud diktüoneemakilda destillatsiooni saadustega, sest ei ole siiski aluseid oletada klindile rööpsel murrangut Soome lahe piirkonnas, millest põhja pool diktüoneemakilt (võib olla ka põlevkivi) peaks olema vajunud Soome lahe põhja alla. Gaaside päritolu jääaegseist setteist ei kõneleks mitte suuremate naftavarude kasuks, sest nafta tekkimiseks on sel juhul olnud vähe aega.

Asfaltiiditaolisi mineraale Eesti aluspõhjast on juba ammu kirjeldatud. Neid on mainitud Kunda tsemendivabriku saueaugust (kambriumi sinisau), kirjeldatud Kukruse põlevkivikihtidest. Neid leidub paljudes ordoviitsiumi ja gotlandiumi kihtides väikeste pesadena kobarkristallide jm. õõntes. Rohkesti on selliseid leide mainitud Hiiumaal, Raikküla lademe kihtide hulgas Läänemaal, eriti Puskuküla ja Ungru murdudes, aga ka Saaremõisa lademes, kus esineb õhemaid kihte, mis on eriti rikkad asfaltiidi poolest. Kõik need leiud on väikesed ja kvantitatiivselt tähtsusetud. Kuid nad kõnelevad emb-kumb kas kondensatsioonivõimeliste bituumide migratsioonist kivimites või siis maaõli tekkimise ja kondensatsiooni protsessidest vastavate kihtide tekkimise ajal kusagil praeguse asfaltiidileiukoha naabruses. Seetõttu tuleb neid kui võimalikke maaõli tähiseid arvestada.

Samalaadseid asfaltiidi leide on kirjeldatud ka naabruses olevast Leningradi oblastist. Üks selline asfaltiidi leid Putilovost on oma keemiliselt koostiselt väga sarnane meie sinisaues ja Kukruse põlevkivis leitud asfaltiitidega. Otseseid maaõli leide on uuemal ajal olnud Popovka jõel, kus juba kaua aega on tuntud silmatorkavad rikked alam-ordoviitsiumi kihtides. Lisaks on kaudseid argumente: sinisauealuste liivakivide veed on mineraliseeritud ja omavad koostist, mis on lähedane maaõli leiukohtade veele (broomi ja kaltsium- ja magneesiumkloriidi sisaldus). Sinisaue alumine osa Leningradi oblastis on moodustatud nn. *Laminarites*-sauest (lamedad okslikud moodustised kihi vahedes). See nn. *Laminarites* on nüüd tõlgitsetud kui sapropeliit. Ei ole loomulikult võimatu kusagil naabruses selle sapropeliidi suurem ja saue vähem kuhjumine, kus siis oleksid eeldused maaõlide tekkeks.

Otse vedela maaõli tunnuseid on saajandi algul konstateeritud Kuramaal Šmardenis devoni alal. See on lõuna pool lähim punkt, kus on võidud tähele panna maaõli tunnuseid. ENSV-s endas on ainult Vaimla Hiiumaal, kus 1905. a. olla vedelat maaõli leitud. Selle küsimusega oli omal ajal seotud mõnevõrra kõmu ajalehtedes; kui a. 1922 eraisikud asusid seda küsimust selgitama, alustades ka puurimist, vaibus asi pea, ilma mingisuguseid tulemusi andmata. Kohal käinud komisjon ei suutnud samuti asjasse selgust tuua.

Kokkuvõttes on seega ENSV territooriumi jaoks ainult suhteliselt nõrku maaõli tunnuseid olemas. Senises kirjanduses on palju argumenteeritud diktüoneema-kiltkivi ja Kukruse põlevkiviga kui bituume sisaldavate lademetega, mis on võinud sügavamas asendis anda destillatsioonisaadusi nii põlevate gaaside kui ka maaõli näol. Käesoleval ajal võib öelda, et tugevamad argumendid selles suunas ei taha paika pidada või on soo-

tuks ära langenud. Nii nägime, et põlevate gaaside küsimuses põhjarannikul ei tule kiltkivi kõne alla, ja näiteks Kaali järv, mida mõned autorid on tahtnud pidada kiltkivi gaaside purskekraatriks, on selgesti osutunud meteoriidi kraatriks, olles niisiis hoopis teise päritoluga.

Maaõli ei tarvitse aga olla tekkinud seal, kus ta parajasti esineb, vaid võib migreerida üsna pikki maid ja kuhjuda kohtades, kus selleks on struktuurilisi eeldusi, nimelt kohrusid ehk antiklinaale katvaid gaasi- ja õlikindlaid kihte. Kuivõrd ENSV territooriumil selliseid struktuure esineb, on alles üksikasjalisemalt selgitamata. Eespool, esimeses peatükis, iseloomustasime aluspõhja kihtide asetust kui üldiselt rahulikku, väikese languga lõunasse, milles esineb ainult suhteliselt nõrku häireid ja kõrvalkaldumisi. Sellele tuleks siinkohal täiendavalt juurde lisada, et sügavamad struktuurid eriti lõuna pool põhjaranniku piirkonda ei ole meil peaaegu sugugi selgitatud sügavpuurimiste kaudu. Pinnaliste vaatluste kaudu võib siiski kohati järeldada madalate kohrude olemasolu, nagu näiteks Tapa—Rakke vahemikus. Põlevkivi puurauke või ka puurauke Saaremaa loodeosas rööbistades ilmneb samuti vähemaid struktuure, millest me ei tea, kui sügavad kihid neid kaasa teevad. Naaberaladel on siiski tähelepandivaid antiklinaale, näiteks devoni kihtides Pihkva ümbruses ning Daugaval. Kui sellele juurde lisada, et polümetallide leiukoht meie gotlandiumi ja devoni piiril osutab selgeid hüdrotermilise tekke tunnuseid, mis samuti kõnelevad tektoonilise rahu rikkumisest teatud aegadel, siis peab tunnustama, et on olemas vajadus selgitada ENSV territooriumil ka maaõli esinemise võimalusi kõigi moodsate meetodite abil.

XI peatükk.

Metallimaake.

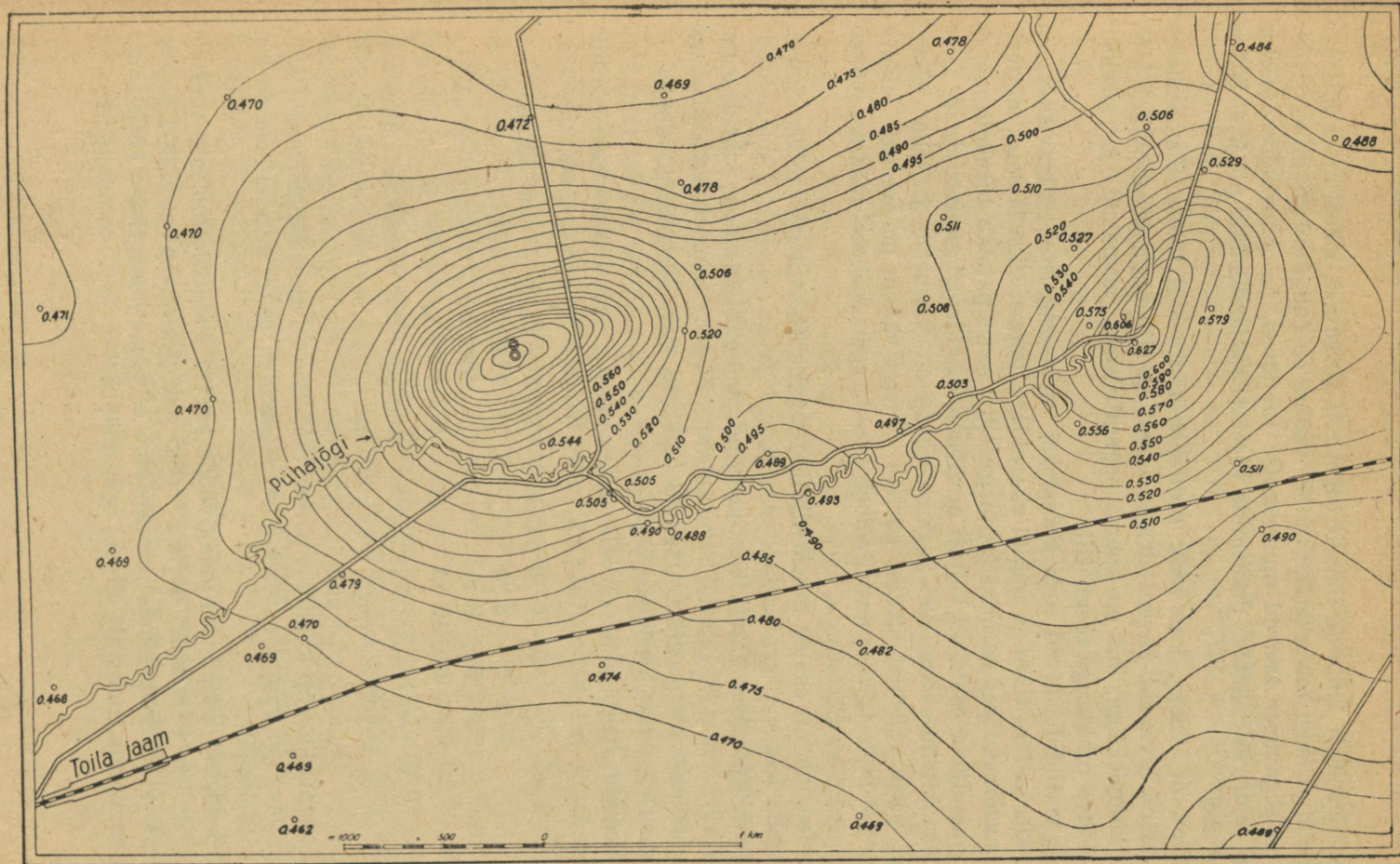
A. MAGNETILISED ANOMAALIAD ENSV-s JA RAUAMAAKIDE ESINEMINE.

Üldistel magnetilistel mõõtmistel, mida teostati Eesti kodanliku vabariigi sõjaväe topograafia osakonna poolt Eesti alal ja territoriaalvetes a-il 1931—1937, avastati terve rida õige silmapaistvaid magnetilisi anomaaliaid mitmel pool Eestis, nagu näiteks Jõhvi lähedal, Suures väinas, Türi lähedal, Laeva piirkonnas jne. (vrd. Eesti isogoonide kaart). Kõige tugevam anomaalia esines Jõhvi lähedal, kus kompassi hälve lühikesel maal muutus $+40^{\circ}$ kuni -19° , kuna vertikaalintensiivsus küündis kuni $0,668 \Gamma$. (ZR — Eesti regionaalvälja intensiivsus kõigub $0,482$ kuni $0,472 \Gamma$; magnetilisel põhjanabal võrdub see $0,634 \Gamma$. Seega on magnetiline vertikaalintensiivsus Jõhvi anomaalia alal natuke suurem kui magnetilisel põhjanabal.)

Üldine magnetiline mõõtmine toimus ainult hõredal jaamadevõrgul ja ei pakkunud seetõttu küllalt täpset pilti üksikuist häirealadest. Kuna algusest peale oli selge, et selline suur magnetiline anomaalia võib olla põhjustatud magnetilise rauamaagi leidumisest sügavamas aluspõhjas, moodustasid asjahuvilised ringkonnad a/s. „Magna“, mis seadis endale ülesande lähemalt uurida seda häireala. Kõigepealt teostati häireala üksikasjaline magnetiline mõõtmine, millega avastati kaks häire tippu umb. 3 km kaugusel üksteisest (vt. joonis 12).

Läänepoolisel tipul otsustati teostada sügavpuurimisi. Arvestades aluspõhja üldist geoloogilist ehitust võis arvata, et magnetilist häiret põhjustav maagikeha asub mitte setekivimilises aluspõhjas, vaid sügavais kristalseis kivimeis. Seepärast kasutati setekivimite läbistamiseks löökpuuri. Selle puuriga töötades jõutigi kristalse aluspõhjani 237,7 m sügavuses.

Siitpeale jätkati puurimist teemantpuuriga, südamikü läbimõõduga 30 mm. Esimesed paarkümmend meetrit osutusid väga raskesti puuritavaks, sest oli tegemist konglomeraaditaolise kivimiga. Pealmised kris-



12. joon. Toila—Pühajõe magnetilise häireala vertikaalintensiivsuse detailkaart (A. Linari järgi). Vertikaalintensiivsuse samajooned tõmmatud 0,010 Γ vahedega. Kahe sügavpuuraugu asend on märgitud läänepoolse häireala keskuses. Vrd. kaart 9.

talse aluspõhja kihid on ilmselt tugevasti porsunud, lõhestunud, võib-olla liigestatud isegi munakateks, mille vahele on tunginud savilliiva. Umb. 256 m sügavuses kaovad murenemise tunnused, ja puurimine teostus edasi ilma raskusteta. Puurimine lõpetati majanduslikel põhjusil 505 m sügavusel.

Prof. A. Linari, kes seda puursüdamikku läbi töötas, iseloomustab läbistatud kivimeid järgmiselt: „...meil on siin tegemist graniitse kivimite kompleksiga, mis on kohati pegmatiitseks arenenud ja sisaldab vahelduva rohkusega magnetiiti.

Pegmatiidid läbivad seda kompleksi mitmesugustes sügavustes, ja seal, kus nad on tihedalt seotud skarnidega (skarn sõna laiemas mõttes), seal sisaldavad pegmatiidid ka magnetiiti, kuna paistab tõenäolisena, et maagikandjana esinevad kohati amfiboolse sisaldavad skarnkivimid.

Selle kivimitekompleksi peamine maak on magnetiit ja selle kõrval esineb palju vähemal määral püriiti. Veelgi vähem on maagis leiduva pürroitiini hulk ja vasespüriiti esineb hoopis sporaadiliselt määras, mis on ilma praktilise tähtsusega.

Iseloomult on esinev maak kihiline magnetiit-kvartsiit, milles samuti kihtidena leiduvad granaadid, pürokseenid ja amfiboolid. Tektooniliselt on kivimid ja maak tugevalt mõjustatud, mis nähtub maagi kihtide sagedases kurrutuses ja rebitud struktuuris. Selget tektoonilist mõjutust näitavad eriti magnetiit-kvartsiidis leiduvad mosaiik-räni agregaadid ja pegmatiitide suured põldpao üksused.

Õhemaid maagisooni kõrvale jättes näeme, et käesolevas profiilis esinevad neli magnetiidirikkamat vööd järgmistes sügavustes:

sisaldades ca	40% Fe,	2 m	paksune vöö	368 m	ja	370 m	vahel,
„	27% Fe,	3 m	„	„	425 „	„	428 „
„	28% Fe,	28 m	„	„	434 „	„	462 „
„	28% Fe,	15 m	„	„	490 „	„	505 „

Kõik need neli maagivööd kokku moodustavad esimeses puuraugus umbes 48 m kogupaksusega maagilademe, mis sisaldab keskmiselt 28% soolhappes lahustuvat rauda, kusjuures on eriti huvitav, et sügavuse kasvades näib maagi kvaliteet paranevat. See viimane tähelepanek tingib olemasoleva puuraugu süvendamise jätkamist, et selgitada maarde iseloomu täpsemalt.

Tähendatud rikkamate maagivööde kõrval leidub käesolevas profiilis rauda pea igal horisondil, välja arvatud vast pealmised settekihid ja pegmatiitide vööd, kuid nende rauasisaldus ei tõuse kusagil üle 20%, vaid püsib enamikus tuntavalt allpool seda määra.“

Maak sisaldab palju ränihapendit (kuni 40% ja enam). Titaanisaldus ei ületa 0,3%. Väävlisisaldus on keskmiselt alla 1%, kuid kõigub üksikuis proovides tugevasti.

Fosforit on väga vähe apatiidis, mis eraldub magnetilisel rikastusel. Vasesisaldus vasepüriidi kujul on väike: ta suureneb sügavusega 0,1% kuni 0,7% Cu. Peale selle on maagivöödes tsinki.

Keskmise maagiproovi keemiline analüüs:

Fe	—	31,15%
Mn	—	1,62 "
SiO ₂	—	41,83 "
Al ₂ O ₃	—	4,17 "
CaO	—	2,41 "
MgO	—	3,88 "
K ₂ O+Na ₂ O	—	0,42 "
P	—	0,08 "
S	—	0,20 "
Cu	—	0,02 "
Ti	—	0,27 "
Zn	—	jäljed
O	—	11,75 "
Niiskus	—	0,45 "
Kuumutuskadu	—	2,26 "
Kokku		100,51 %

Soolhappes lahustuvat rauda oli selles proovis 28%, ülejääk on mitte-lahustuv silikaatraud.

Rikastuskatsed näitasid, et magnetiline separatsioon märjal teel annab häid tulemusi (kuni 65,1% Fe, kusjuures saadakse kätte 85% kogu rauast; fosfor seejuures eraldub). Selle meetodi läbiviimiseks tuleb maak jahvatada kuni 60 μ peenuseni terade läbimõõdus.

Teine puurauk tehti esimese läheduses, 60 m põhja pool. Selle sügavus on 721 m. Lasuvate setekivimite paksus on siin 241,85 m.

Kristalsed kivimid esinevad siin üldiselt samasugustena kui esimeseski puuraugus. Puursüdamiku läbitöötaja prof. J. Kark nimetab neid siin valdavalt gneissideks. Kuni 525 m sügavuseni vastab see iseloomustus kivimile hästi. Selle sügavuseni ei tõuse rauasisaldus kusagil üle 4—5%, enamasti on ta vähem või puudub hoopis.

Sügavamal ilmuvad kivimid granaadi ja amfibooliga, ning umb. 680 m sügavuses amfiboolkivimid, milles rauasisaldus tõuseb kuni 31,5%-ni. Keskmine rauasisaldus sügavamates 54 m-s, 667 ja 721 m vahel, on 25,6%.

Et nende kahe puursüdamiku läbitöötamine ei toimunud ühe ja sama isiku poolt, siis ei ole petrograafiline iseloomustus täiesti kooskõlastatud. Maagimineraalide suhtes ei ole lahkuminekuid ja maagirikkus on kindlaks tehtud küllaldase arvu analüüsidega.

Mis puutub maagi tekkesse, siis sisaldub ta ilmselt neis peamiselt arheilistes moonekivimites, mille avamus asub põhja pool Soome lahte ja Skandinaavias. Prof. A. Öpiku arvates kuulub kogu see kivimitekompleks nn. svekofenniidide süsteemi, mis levivad Kesk-Rootsis ja Lõuna-Soomes, on tugevasti tektooniliselt mõjutatud ja sisaldavad mitmes kohas (Falun, Dannemora, Jussaari, Orijärvi) samasuguseid rauamaake.

Kui hinnata Jõhvi rauamaagi leiukohti praktilisest seisukohast, siis peab kõigepealt tunnustama, et uurimise andmeid on veel vähe.

Kumbki puurauk ei läbi maaki, nii et jääb selgusetuks, kas sügavamal esineb veel rikkamat maaki või mitte. Arvestades magnetivälja intensiivsust ja maagi massi näilist rikastumist sügavamal, võib eeldada, et peamised rauavarud asuvad veel sügavamal. Kahte puurauku on ka vähe maagikeha kuju ja suuruse määramiseks. Kahtlemata asub aga maak väga sügaval; juba seniavastatud maagi tootmine nõuab 500—700 m sügavust šahti.

Kui aga vaadelda seda leiukohta geograafilise asendi seisukohast, siis ilmneb rida soodsaid eeldusi: mere lähedus (5 km rannast), põlevkivitööstuse lähedus, umb. 50-km kaugus Narva jõujaamast. Kaugus Leningradini on 200 km, kusjuures veetee kasutamine näib täiesti võimalik olevat. Lisaks tuleb veel asjaolu, et teisi raua leiukohti Soome lahe sellises läheduses ei ole seni kasutusele võetud. Kõik need asjaolud võivad teatud tingimustel tõsta huvi Jõhvi rauamaagi tootmise vastu. Sel puhul on aga vaja teha täiendavaid uurimisi, eeskätt tunduvalt süvendades seniseid puurauke.

Kui puudutada ka teisi magnetilisi häirealasid ENSV-s, siis on üsna tõenäolik, et ka mujal on nende põhjuseks magnetiit kristalliinses aluspõhjas. See on kehtiv eriti Suure väina anomaalia kohta. Seepärast oleks küsimuse selgitamiseks tarvilik veel mitmel pool ette võtta magnetiliste mõõtmiste tihendamist ja võimalikul korral ka sügavpuurimisi.

B. POLÜMETALLIDE (PLII JA TSINGI) LEIUKOHT VILJANDIMAAL.

Võhma ümbruses Viljandimaal on juba vanast ajast tähele pandud galeniidi (tinaläigu, pliiisulfiidi, PbS) kristalle ja kogumikke siin avanevais dolomiitides. Prof. C. Grewingk'i järgi on Rootsi ajal seda maaki kogutud ja temast metalli sulatatud. Kirjanduses on andmeid XIX sajandil siin teostatud maagiuurimistest kahel puhul, aastail 1803 ja 1853—55. 1803. a. tehti süvendeid ja kaevati kraave Võhma, Kõo, Arussaare, Paaksima ja Maalasti juures, mille tulemusena koguti 25 puuda (umb. 400 kg) galeniiti. Uurimist põhjustas kohaliku mõisniku poolt mäeametkonnale Peterburis esitatud suurem galeniiditükk Arussaare lähe-

dalt. 50 aastat hiljem põhjustas uurimist plii puudus Krimmi sõja puhul. Mõlemal korral lõpetati uurimistööd, sest leiti ainult üksikuid maagikogumikke, mis mittekorrapäraselt levivad aluspõhja dolomiitides. 1931. a. rekognostseeris ins. I. Reinvald end. Mäeameti ülesandel sama ümbrust, uuesti puhastades osa endistest uurimistest jäänud süvendeid ja puurides ühe augu teemantpuuriga 18,92 m sügavuseni. Ka selle töö tulemusena ilmnis, et siin levivad pinnaliselt galeniidi kristallid ja mügarikud eba-korrapärase kogumikkudena dolomiitide õõntes ja väikestes soontes.

Hiljem on kogunenud mõnesuguseid lisaandmeid selle leiukoha üle ühest küljest seetõttu, et teostati Navesti jõe sāngi süvendamist paatesse umb. 3,5 km ulatusel, Jäleverest kuni Julga taluni, teisest küljest pinna- katte kaardistamise tõttu teatud ümbruskonnas.

Maak esineb Adavere lademe paates, mis kujutavad endast mitmesuguse välimusega dolomiite. Tüüpilises leiukohas, Adaveres, on see enamasti koreurbne, isegi auklik dolomiit, mille õõntes on poollahtiselt sõredaid dolomiidi kristalle, teisel, nagu Võhma lähedal, on mõnes paljandis tegemist võrdlemisi tiheda ja peeneteralise, värskelt paksukihilise dolomiidiga. Enamasti on dolomiit aga jämedakristalliline. Igal pool esinevad dolomiidis üsna sagedasti ränimugulad, mis on värskelt mustjad, kuid porsuvad pinnalt valgeks ja pudedaks. Eriliselt tähelepanuväärne on liik dolomiiti, mis laialdaselt paljandub Navesti jõe süvendusel Paemurru — Saksa — Julga talu piirkonnas: see on purddolomiit (bretšia), milles näeme murdepindadel kahesugust kivimit — esiteks tumesinkjat, korratult teravaservalisteks tükkideks murdunud sõredateralist dolomiiti, teiseks seda eelmist tihedalt liitvat peenemateralist heledat dolomiiti. Selles kivimis leiame sageli vähemaid sulfiidide kristalle ja kogumikke: galeniiti (PbS), püriiti (FeS_2) ja sfaleriiti (ZnS), neile lisaks ränimugulaid. Kõik need sulfiidid ja räni on ikka seotud liitva heleda dolomiidiga. See bretšiaataoline dolomiit läheb paiguti üle konglomeraaditaoliseks kivimiks, kus ümmardatud primaarse dolomiidi vahedele levib savikas materjal. Lõhede ja õõnte esinemine Adavere lademe dolomiitides on üldiselt üsna sagedane: neid leidub paemurru-seintes, kaevudes, kraavides, ja ka puurimisel langes puur korduvalt tühikuisse.

Kõik need nähtused osutavad sekundaarseile muutustele Adavere dolomiitides. Arvestades andmeid muude polümetallide leiukohtade üle teistes maades võib väita, et Võhma leiukoht on tekkelt hüdrotermiline. Seega oleksid sulfiidid pärit sügavustest tulnud lahuseist, mis läbisid siin settinud dolomiidid, muutsid nende ilmet ja setitasid õõntesse sulfiidide pesi.

Maapinna lähedal on aset leidnud porsumine, mille tõttu galeniidi pesad on sageli kaetud valge tserussiid- (PbCO_3) koorikuga ja pürit on hapendunud rauaroosteks. Seetõttu leiame, et dolomiitki on paiguti nõrgalt punaseks värvunud.

Kõiki neid nähtusi võib jälgida üsna laialdasel alal: purddolomiiti on võimalik vaadelda Navesti jõe süvendusel ja Loopres, Arussaares, Kangro talu juures Põltsamaa jõel, Lustiveres ning isegi Kursi piirkonnas Tartumaal. Galeniidi sagedamad leiud on olnud Kõo — Võhma — Kullasaare — Maalasti piirkonnas ja uuemal ajal Navesti jõe süvendustöödel. Aga ka Viljandi linnas tehtud kaevupuurimise kivimiproovid näitavad vastavas sügavuses rohkesti galeniidi mürdosi. Seega esineb maagitekke tunnuseid suhteliselt laialdasel alal, mis kõneleb hüdrotermiliste protsesside üsna laialdasest ulatusest.

Arvestades Adavere lademe vanust ja üldist stratigraafilist olukorda võime väita, et maagitekke protsessid leidsid aset gotlandiumi ajastu lõpul või otse selle järel, siis kui Kaledoonia mäed Skandinaavias kerkisid kõrgmäestikuks. Selle mäetekke protsessiga oli kaugemaski ümbruses seotud vulkaanilisi nähtusi, millega kaasnes lõhede tekkimisi, lahuste rändeid jn. mäetekke kaasnähtusi.

Seetõttu ei saa Võhma polümetallide leiukohta pidada tähtsusetuks, kuigi seal seni ei ole leitud maaki kaeveväärset hulgal. Galeniiti leidub peaaegu igal pool meie aluspõhja paates üsna väikeste kristallikestena; neid on konstateeritud alam-ordoviitsiumi kihtides Tallinna juures (Läänemägi) ja põlevkivi puurimistel, Rakvere lademes ja Irboska juures dolomiitides ning lubjakivides. Kuid igal pool on need üsna väikesed harvad 1—2-mm³ kristallikesed, mis on tekkinud tavalistest lahustest. Võhma leiukoha päritolu on sootuks teine ja ka maagi leiud on võrratult suuremad. Seetõttu tuleb edaspidigi tegelda selle leiukoha selgitamisega. Senised uurimised on olnud pinnalised. Nad on piirdunud harvade süvendite tegemisega 1—2 m sügavuseni. Ainuke suurem murrutöö on olnud Navesti jõe süvendamisel. Kui peamised maagikogumikud on sügavuses, siis jäävad nad leidmatuks ka sügavpuurimistel, kui puuraugud ei satu just nendele.

Seetõttu on vaja otstarbekamaid uurimismeetodeid, millest esialgu 1945. a. on käsile võetud elektrilise takistuse mõõtmine maapinnas. Kui teatud alal takistus osutub tunduvalt väiksemaks kui ümbruses, siis on olemas võimalus, et seal leidub maagikogumikke. Puurimine sellel kohal annab siis lõpliku selguse.

Kirjandust.

Alljärgnevas loetelus on toodud valik kirjandust, mis sisaldab olulisema osa käesolevas teoses toodud faktilisest materjalist, ilma et seejuures oleks taotletud täielikkust. Märkiga * on tähistatud teosed, mis sisaldavad omakorda suuremaid kirjanduse nimestikke.

I peatükk (ENSV geoloogia põhijooni).

1. Асаткин, Б. П., Объяснительная записка к листам 0—34, вост. пол. 0—3 (Рига—Таллин). Геолог. карта СССР 1:1 000 000. Геолиздат, 1944.
2. Bekker, H., Lühike ülevaade Eesti geoloogiast. Koguteos „Eesti“. Tartu, 1925.
3. Hausen, H., Materialien zur Kenntnis der pleistozänen Bildungen in den russischen Ostseeländern. Fennia 34. Helsinki, 1913.
4. Orviku, K., Maavarad. Tartu, 1933.
5. *Rüger, L., Die baltischen Länder Estland, Lettland, Litauen. Handbuch d. regionalen Geologie, Bd. IV, 4. 1934.
6. Schmidt, Fr., Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten nebst geognostischer Übersicht des ostbaltischen Silurgebiets. Зап. Росс. Акад. Наук, т. XXX. 1881.
7. Thomson, P., Tabellarische Übersicht über das Alluvium Estlands. Beitr. z. Kunde Estlands, B. 1, H. 1/2. 1939.
8. Öpik, A., Brachiopoda protremata der estländischen ordovicischen Kukruse-Stufe. Acta et Comm., A. XVII, 1. Tartu, 1930.
9. Öpik, A., Lexicon de Stratigraphie. Eesti osa käsikiri, 1939.

II peatükk (Põhjaveed).

1. Kark, J., Eesti hüdrogeoloogia puuraukude andmetel. Käsikiri, 1943.
2. Lannus, P., Kasari tasandiku arteesia kaevud, Eesti Loodus nr. 2/3, 1939.
3. Luha, A., Ülevaade kaevupuurimistest põlevkivialal. Käsikiri, 1944.
4. Orviku, K., Tartu linna hüdrogeoloogia. Tartu, 1946.
5. Orviku, K., Uhaku. Kirde-Eesti karstiaala stratigraafiast ja geomorfoloogiast. LUS-i aruanded, 35. Tartu, 1929.
6. Rammul, A., ja Kask, M., Tartumaa tervishoiuline kirjeldus. Tartu, 1938. (Samuti kõigi teiste maakondade tervishoiulised kirjeldused.)

III peatükk (Lubjakivid ja dolomiidid).

1. Jürgenson, L., ja Möls, E., Mineraalsetest ehitusmaterjalidest ENSV-s. Tartu, 1946.

2. Luha, A., Steinbruchgeologie und natürliche Bausteine Estlands. Käsikiri, 1943.
3. Orviku, K., Lithologie der Tallinna-Serie I. Acta et Comm., A. XXXVI, 1. Tartu, 1940.
4. Saaremaa lubjakivide uurimine 1927. aastal.
Kaubandus-Tööstusministeeriumi kirjastus, 1929.
5. Öpik, A., Über den Stand der Kenntnisse des Vorkommens technisch wichtiger paläozoischer Gesteine Estlands. Käsikiri, 1942.

IV peatükk (Põlevkivi).

1. Bekker, H., The Kuckers Stage. Acta et Comm., A. II, 1. Tartu, 1921.
2. Kogerman, P., On the Chemistry of the Estonian Oil-Shale „Kuckersite“, Tartu, 1931.
3. Kupffer, A., Chemische Constitution der baltisch-silurischen Schichten. Archiv f. Naturkunde. Tartu, 1870. (Andmeid ka teiste lademete kohta.)
4. Luts, K., Der estländische Brennschiefer Kuckersit, seine Chemie, Technologie und Analyse. Tallinn, 1944 (1934).
5. Поребков, Н., Прибалтийские горючие сланцы. Сборн. Ест. Произв. Силы России, т. IV, вып. 20. Петроград, 1930.
6. Reinvald, I., Aruandeid ja puurprofiile ETTUK'i arhiivis 1922—1940.
7. Riikliku Põlevkivitööstuse albumid 1928, 1933, 1938.
8. Rägo, Natalie, Beiträge zur Kenntnis des estländischen Dictyonemaschiefers. Acta et Comm., A. XIII, 9. Tartu, 1928.
9. Tammekann, A., Eesti diktüoneemakihi uurimine. Acta et Comm., A. V. Tartu, 1924.
10. Winkler, H., Eestimaa geoloogia. Tallinn, 1922.
11. Winkler, H., Der estländische Brennschiefer. Tallinn, 1930.
12. Wittlich, M., ja Weschnjakov, S., Beiträge zur Kenntnis des estländischen Ölschiefers, genannt Kuckersit. Acta et Comm., A. III. Tartu, 1922.
13. Tšimiškjan, G., Põlevkivikaevanduste keskmised profiilid. Käsikiri (vene keeles), 1940.
14. Öpik, A., Eesti püriit. Käsikiri, 1940.

V peatükk (Eesti fosforiit).

1. Luha, A., Aruanne Geoloogilise Komitee tegevusest 1937—1939. Tallinn, 1940.
2. Luha, A., Aruandeid fosforiidi leiukoha uurimisest Aseri juures 1942, 1943 Käsikiri.
3. Öpik, A., Der estländische Obolenphosphorit. Tallinn, 1929.

VI peatükk (Kipsilademed).

1. Bekker, H., Devon Irboska ümbruses. Eesti loodusteaduse arhiiv X. Tartu, 1924.
2. Luha, A., Aruanne kipsileiukoha uurimistest 1941. Käsikiri.
3. Reinvald, I., Aruanne kipsi uurimistest Irboska lähedal 1926 ja 1928. Käsikiri (vene keeles).
4. Геккер, Р. Ф., Гипсоносность и соленосность девона Ленинградской области. Изв. Лен. Геол.-Гидр.-Геодес. Треста, вып. 3. 1934.

VII peatükk (Saud).

1. Болдырева, А. М., Химико-минералогическое исследование кембрийской синей глины с р. Поповки. Изв. Всесоюзн. Геол.-разв. Объед., II, вып. 8, 1932.
2. Frosterus, B., Über die kambrischen Sedimente der karelischen Landenge. Bull. Comm. Geol. de Finlande, 75, 1925.
3. Kents, P., Eesti aluspõhja sügavamad kihid (allpool merepinda) Tallinnas, ühes eesti vanima fossiiliga. Eesti Loodus nr. 4/5, 1939.
4. Krusenbergh, E., Tulekindlad saidid Eestis. Loodusevaatleja nr. 2, 3, 4, 1932.
5. Pralow, W., Mikroskopische, röntgenographische und chemische Untersuchung einiger Proben des estländischen Blauen Tons. Chemie der Erde, XI, 1938.
6. Sauramo, M., Über die Bändertone in den ostbaltischen Ländern vom geochronologischen Standpunkt. Fennia 45, nr. 6, 1925.
7. Öpik, A., ja Krusenbergh E., Tulekindlate saidide otsimine ja uurimine. Tallinn, 1925.

VIII peatükk (Kruusad ja liivad).

1. Möls, E., Die Kiese und Sande in Estland. Käsikiri, 1942.
2. Orviku, K., Tuiskliiv. Tartu, 1931.
3. Orviku, K., Kodumaa tahu- ja käiakividest. Käsikiri, 1941.
4. Palmre, H., Piusa klaasiliiv. Devoni valge liivakivi uurimine. Käsikiri, 1941.
5. Palmre, H., Oore (Tori) klaasiliiva tagavarade ulatus ja kõlblikkus. Käsikiri, 1945.
6. Palmre, H., Eesti klaasiliiv. Tartu, 1946.
7. Reinvald, I., Valged liivad Eestis. Käsikiri (vene keeles), 1930.

IX peatükk (Turvas ja teised soo- ning järvesetted).

1. Engelhardt, M., Diatomiidi eeluurimise tulemused A/S Telliskivi Tehaste sügisel 1937. a. Käsikiri.
2. Maide, J., Eesti tervismuda. Looduskaitse II. 1940.
3. Rinne, L., Verzeichnis der estländischen Torfmoore. Käsikiri, 1944.
4. Schlossmann, K., Estonian Curative Sea-Muds. London, 1939.
5. Сукачев, Барышников, Бородин, Сапропель и его значение в сельском хозяйстве. Изд. А. Н. СССР, 1943.
6. Thomson, P., Die regionale Entwicklungsgeschichte der Wälder Estlands. Acta et Comm., XVII, 2. Tartu, 1929.
7. Valdek, R., Diatomiidi laboratoorse uurimise andmed. Käsikiri, 1939.
8. Raudsepp, A., Eesti NSV turbasood. Tartu, 1946.

X peatükk (Maagaasid ja maaõli).

1. Bartels, W., Die Erdgasvorkommen Estlands. „Petroleum“, 1937.
2. Doss, B., Über die Herkunft des Naturgases auf der Insel Koksär. Zentralblatt f. Mineralogie. 1913.
3. Luts, K., Gaasipurskest Püssi jaama juures. Loodusevaatleja nr. 6, 1937.

4. Oja, J., Maagaasid Eestis. Loodusevaatleja nr. 2 ja 3, 1933.
5. Oja, J., Maagaaside levimisest Eestis, gaasi liikidest ja nende tekkepõhjustest. Loodusevaatleja nr. 4, 1937.
6. Oja, J., Heelium maa-gaasides Eestis. Loodusevaatleja nr. 5 ja 6, 1937.
7. Öpik, A., Der geologische Bau der ostbaltischen Länder, verknüpft mit dem Problem des Erdgases, Erdöls und Salzes. Käsikiri, 1942.

XI peatükk (Metallimaake).

1. Kark, J., A/S „Magna“ Jõhvi puuraugu nr. 2 puursüdamikkude kogu kirjeldus. Käsikiri, 1940.
2. Linari, A., Aruanne sügavpuurimistest Jõhvi lähedal. Tall. Tehn.-ülik. Toim., Ser. A, nr. 15. 1940.
3. Orviku, K., Viljandimaa aluspõhi. Kogut. „Eesti“, Viljandimaa. 1939.
4. Рейнвальд, И., Месторождение свинцового блеска в Феллинском уезде. Рукопись, 1931 г.
5. Öpik, A., Magnetomeetria ja Eesti ürgmäestiku geoloogia. Käsikiri. 1939.

Tahvlid

I.



1. joonis. Pakerordi panga vaade läänest. 1 — *Diplocraterion*-(fukoid-) liivakivi; 2 — *Obolus*-liivakivi; 3 — diktüoneemakilt; 4 — glaukoniit-liivakivi; peal alam-ordoviitsiumi lubjakive. Tähele panna iseloomulikke pae-nurki ülal, mis on kujunenud püstlõhede — diaklasside — tõttu. Vt. I peat., tabel 1; III ja IV peat.

Autori foto.



2. joonis. Püriidikihi pind virgmärkidega Leetse rannas (Paldiski poolsaare kirderannikul). Vt. IV peat., D.

Autori foto.

II.



1. joonis. Kiltkivi ja *Obolus*-liivakivi puutepiirkond Maarjamäe profiilis (Tallinna lähedal). Tähele panna kiltkivi murenemist õhukesteks kiltadeks. Alumine piir lainjas, varustatud püriidikihi (p). Vt. IV ja V peat.

Autori foto.



2. joonis. Kambriumi sinisaue karjäär Aseri tellisevabriku juures. Vt. VII peat., A.

Autori foto.

III.



1. joonis. *Obolus*'te kaante kogumik konglomeraadi pinnal. Suurendatud umb. 3 korda. Kaante vahed on täidetud liiva ja väiksemate *Obolus*'te kaante murdosadega. Vt. V peat.
TRÜ Geol.-labor. foto.

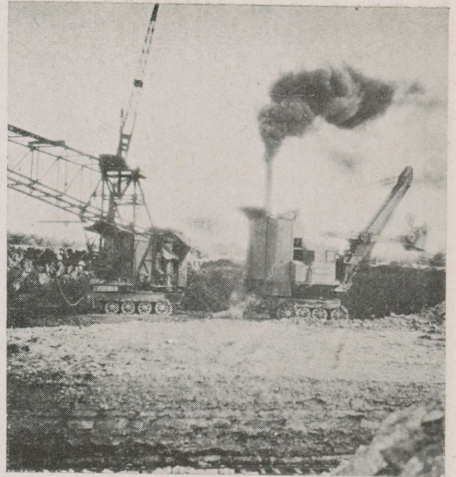


2. joonis. *Obolus*-konglomeraadi kihi profiil Valklast. Tumedad täpid on *Obolus*'te kaaned. All rikkam osa. Vt. V peat.
Autori foto,

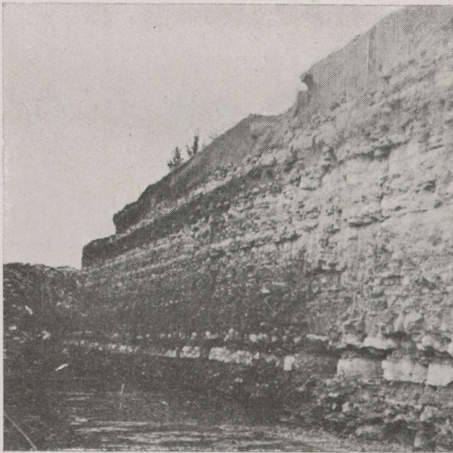
IV.



1. joonis. Puurimistööd põlevkivi allmaakaevanduses.
P. Üksküla foto.



2. joonis. Põlevkivi pealmaakaevandus Küttejõus. Pinnakate koristatakse ekskavaatoritega.
P. Üksküla foto.



3. joonis. Põlevkivikihtide profiil pealmaakaevanduses Küttejõus. Tähele panna heledate lubjakivi- ja tumedate põlevkivikihtide vaheldust. Vt. IV peat., A. K. Orviku foto.



4. joonis. Tervismudade transport Suurlahelt Kuressaarde. Tervismuda on praegune sapropeel, põlevkivi — vana-aegkonna sapropeliit. Vt. IX peat., C. P. Üksküla foto.



1. joonis. Põlevkivi tüki pealispind rohkete kivististega (okslikud on sammalloomad, lamedad — trilobiidid ja käsijalgseid).
Vt. IV peat., A.

TRÜ Geol.-labor. foto.



2. joonis. Tamsalu (*Borealis*-) lademe lubjakivi pealispind hulgaliste *Pentamerus borealis*e karpidega. Kirimäe murd.
C. Teichert'i foto,



1. joonis. Vasalemma paemurru vaade. Vt. III peat.
TRÜ Geol.-labor. foto.



2. joonis. Kaarma lademe Kuigu paemurru vaade. Tähele panna
dolomiitide paksu kihitust ja valmistahutud korstnake. Vt. III peat.
Autori foto.

VII.



1. joonis. Jaagarahu paemurru vaade. Vt. III peat.
P. Üksküla foto.



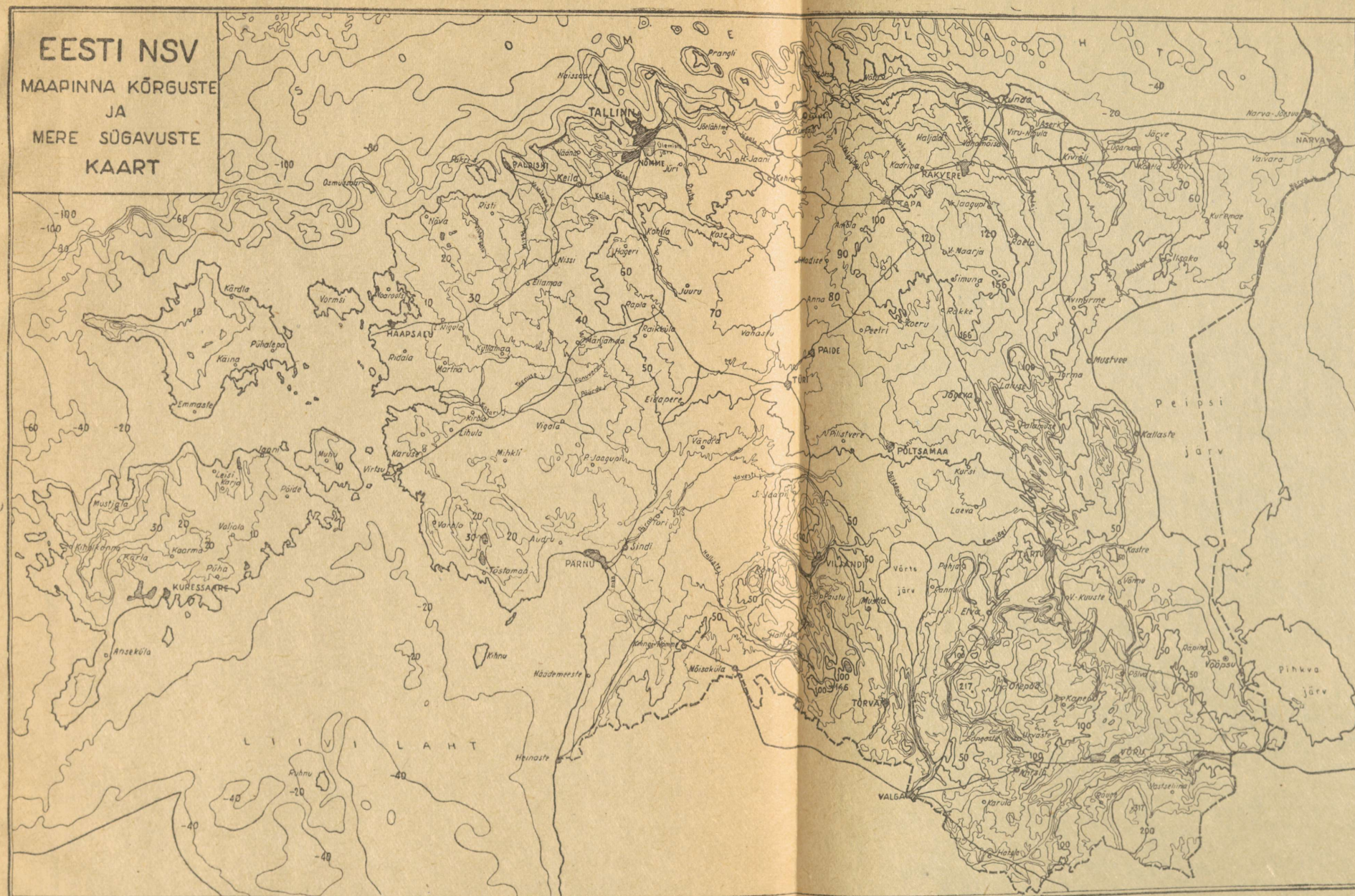
2. joonis. Võlsimäe kruusakarjäär Võru lähedal. Hästi kihi-
tatud jäävee-delta kruus. Vt. VIII peat., C.
Autori foto.



1. joonis. Klaasiliiva paljand Taalis,
Pärnu jõel. Tähele panna valget põimjaskihilist
liiva. Vt. VIII peat., A.



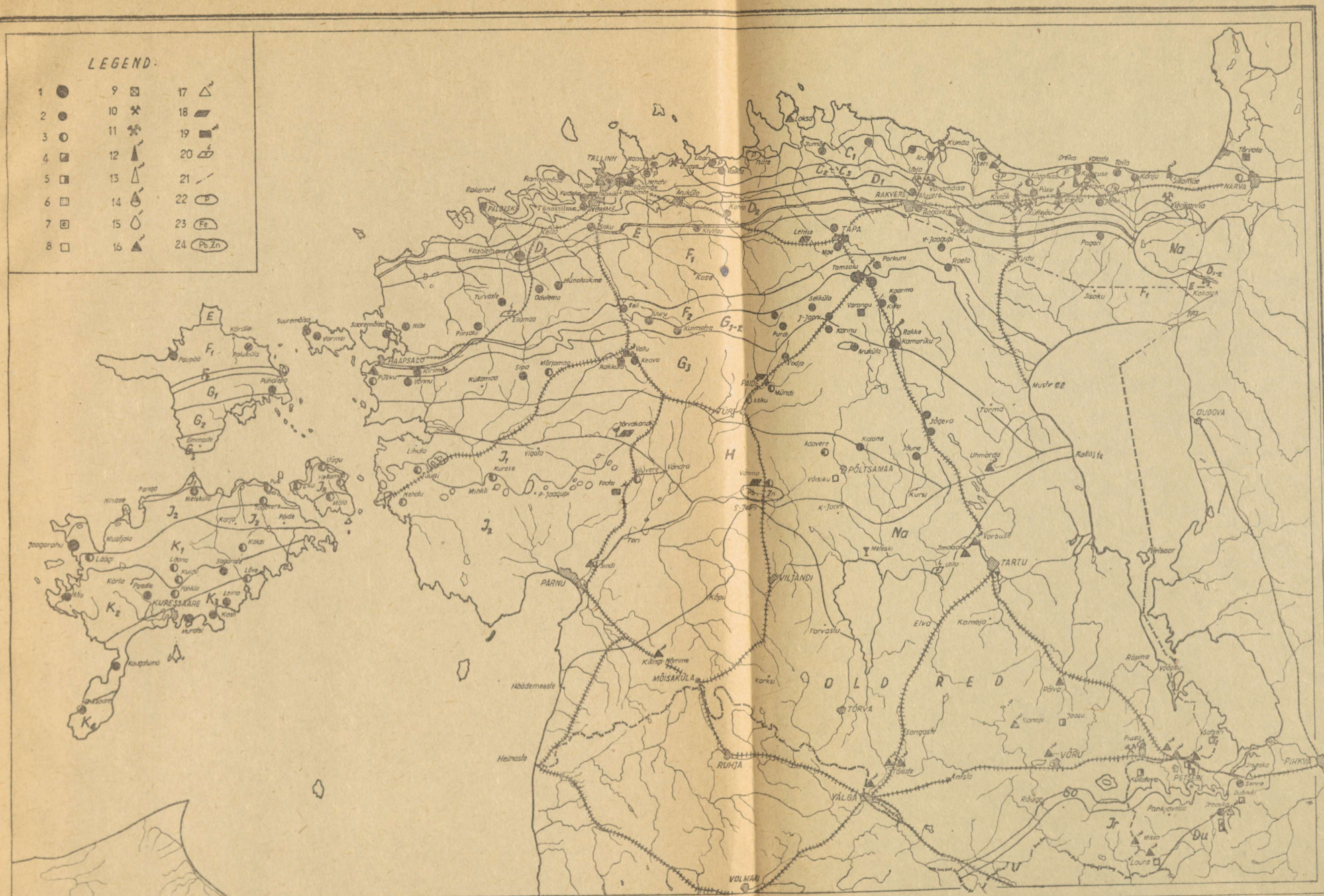
2. joonis. Viirsavi profiil Turbaneeme
saviaugus Kõnnu vallas. Tähele panna peent
korrapärast kihitust. Vt. VII peat., C.



Eesti NSV maapinna kõrguste ja mere sügavuste kaart. Kõrgusastmed 0 — 100 m iga 10 m järgi, üle 100 m iga 20 m järgi, üle 200 m iga 50 m järgi. 50, 100, 150 200 ja 250 m kõrgusjooned jämedad. Mere sügavuse astmed üle 20 m.

LEGEND:

- | | | |
|-----|------|-----------|
| 1 ● | 9 □ | 17 △ |
| 2 ● | 10 ✕ | 18 ▨ |
| 3 ○ | 11 ✕ | 19 ▨ |
| 4 □ | 12 ▲ | 20 ▨ |
| 5 □ | 13 ▲ | 21 ▨ |
| 6 □ | 14 ▲ | 22 ○ |
| 7 □ | 15 ▲ | 23 Fe |
| 8 □ | 16 ▲ | 24 Pb, Zn |

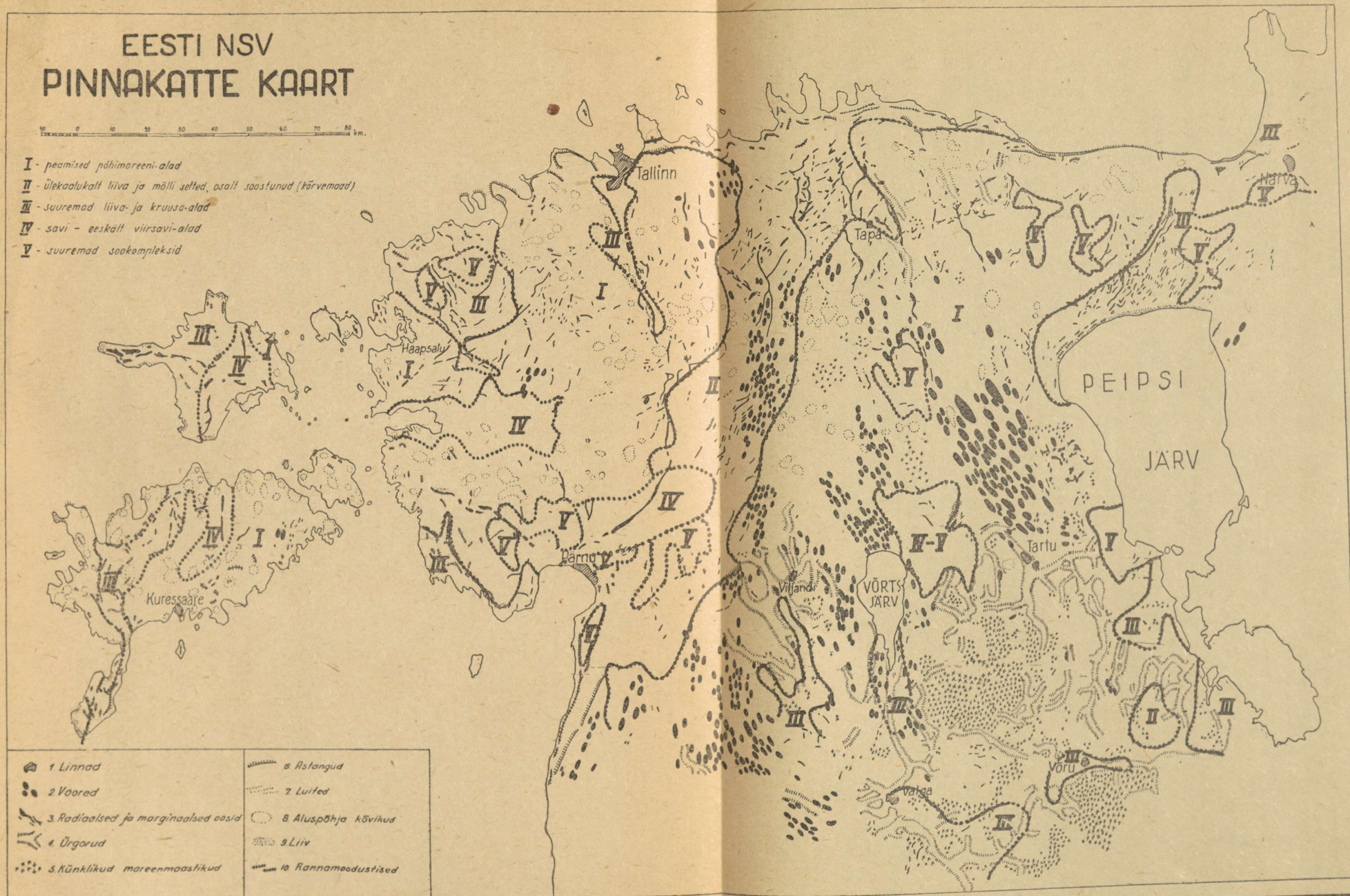


Eesti NSV aluspõhja lademete avamuste ja tähtsamate maavarade leiukohtade kaart. Avamused on tähistatud samade märkidega kui lademed tulpprofiilil (1. tekstijoonis). 1 — suur kivimurd; 2 — vähem kivimurd lubjakivis; 3 — dolomiidimurd; 4 — kipsimurd; 5 — raskesti sulava savi leiukoht; 6 — klaasiliiva leiukoht; 7 — diatomiidi leiukoht; 8 — rauaookri leiukoht; 9 — järvekriidi leiukoht; 10 — töötav kaevandus; 11 — mittetöötav kaevandus; 12 — õlivabrik; 13 — fosforiiditehas; 14 — tsemendivabrik (Kunda); 15 — lubjatehas; 16 — tellisetehas; 17 — kipsitehas; 18 — turbatööstus; 19 — turbabriketi-tööstus; 20 — elektrijõujaam turvasküttega; 21 — põlevkiviala lõunapiir; 22 — fosforiidi leiukoht; 23 — rauamaagi leiukoht; 24 — polümetallide leiukoht.

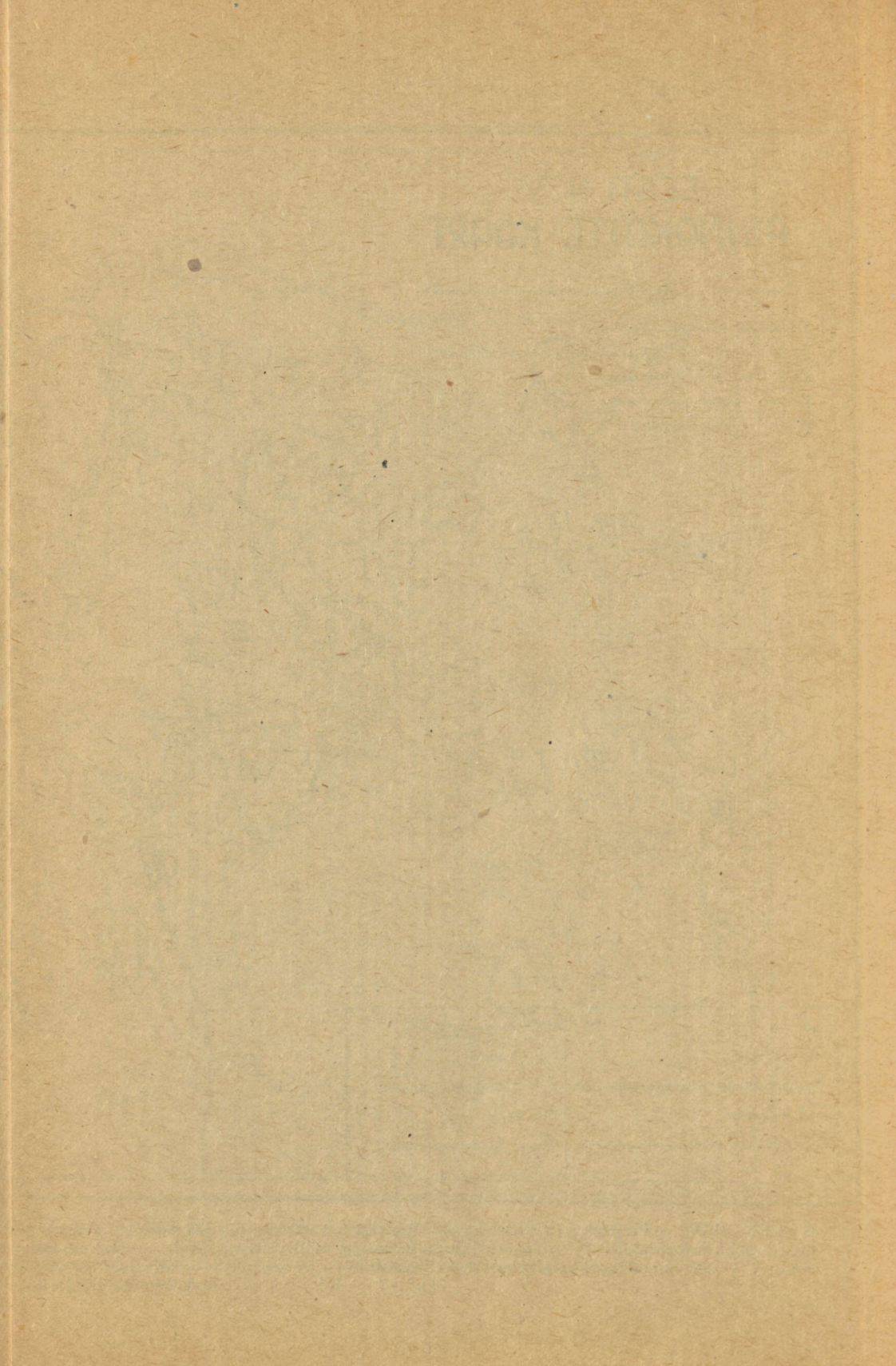
EESTI NSV PINNAKATTE KAART

0 10 20 30 40 50 60 70 80 km.

- I - peamised põhimoreeni-alad
 II - ülekaalukalt liiva ja mälli settid, osalt soostunud (kõrvemaad)
 III - suuremad liiva- ja kruusa-alad
 IV - savi- eeskätt viirsavi-alad
 V - suuremad sookompleksid



Eesti NSV pinnakatte kaart. Kaardil on tähistatud jääaegsed pinnavormid, aluspõhja kõvikud ja suuremad pinnakatte komplekside rajoonid. I — peamised põhimoreenialad; II — ülekaalukalt liiva- ja mällisettid, osalt soostunud (kõrvemaad); III — suuremad liiva- ja kruusa-alad; IV — savi-, eeskätt viirsavi-alad; V — suuremad sookompleksid. 1 — linnad; 2 — voored; 3 — radiaalsed ja marginaalsed oosid; 4 — ürgorud; 5 — künklikud moreenmaastikud; 6 — aastangud; 7 — luitid; 8 — aluspõhja kõvikud; 9 — liiv; 10 — rannamoodustised.



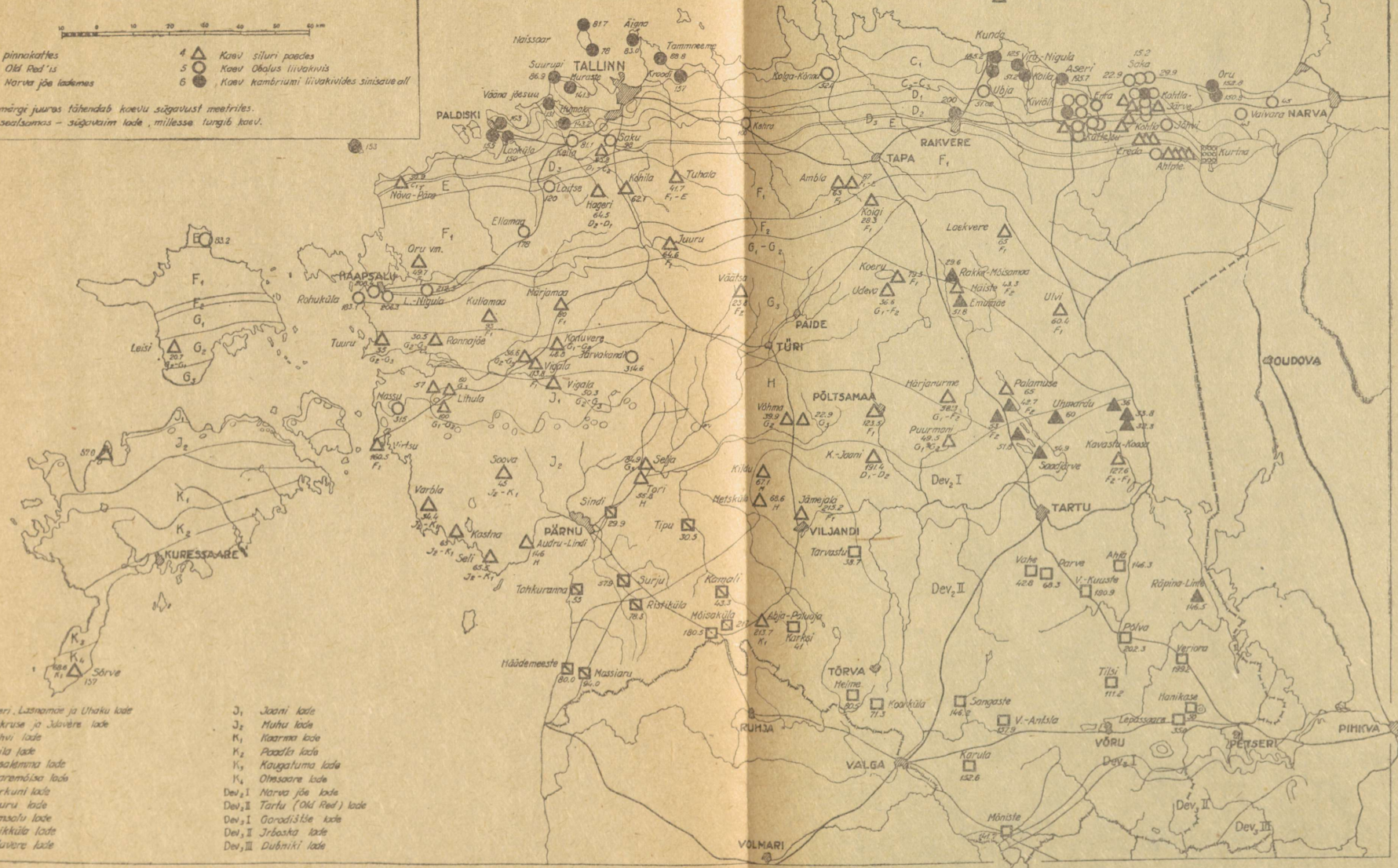
SÜGAVAD PUURKAEVUD ENSV-s

- 1 Kaev pinnakattes
2 Kaev „Old Red’is“
3 Kaev Narva jõe lademes
4 Kaev siluri paates
5 Kaev Obolus liivakivis
6 Kaev kambriumi liivakivides sinivärv all

Arv kaevu märgi juures tähendab kaevu sügavust meetrites.
Signatuur sealtsamas – sügavaim lade, millesse tungib kaev.

- | | |
|---|---|
| C ₁ Aseri, Läänemäe ja Uhtaku lade | J ₁ Joani lade |
| G ₁ Kukruze ja Jüväne lade | J ₂ Muhu lade |
| D ₁ Jõhvi lade | K ₁ Kaarika lade |
| D ₂ Neila lade | K ₂ Poodla lade |
| D ₃ Vasakõrva lade | K ₃ Kaugatuma lade |
| F ₁ Saaremaa lade | K ₄ Ohtsaare lade |
| F ₂ Parkuni lade | Dev ₁ I Narva jõe lade |
| G ₁ Juuru lade | Dev ₂ II Tartu (Old Red’) lade |
| G ₂ Tamsalu lade | Dev ₃ I Oradiõlle lade |
| G ₃ Raikküla lade | Dev ₃ II Jõraska lade |
| H Aduvere lade | Dev ₃ III Dubniki lade |

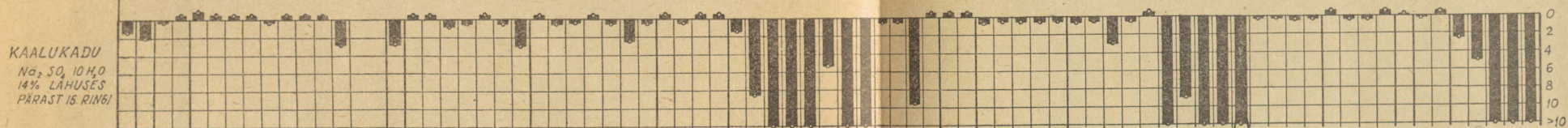
Kivisti	Eera	Kahtla-Järve	Jõhvi
○ 49.9 56.5	○ 53.3	○ 59.1 71.72 71.50	○ 72.5
○ 45 55.2	○ Kütte-Jõe	○ 60.00	○ Ereda
△ 27.20 65.0	○ 71.55 86.19	△ 12.5 65.00	△ 22.5 20.0
○ 50.0		△ 20.5 66.00 41.40	△ Ahme
		△ 22.00	△ 100.2 50.0 — 30.70
		△ 26.50	



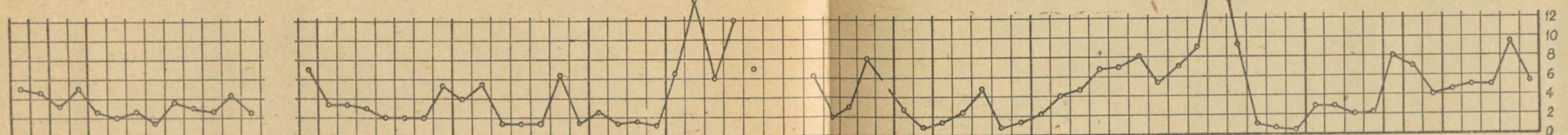
Sügavad puurkaevud Eesti NSV-s. Aluspõhja lademetes avamused on tähistatud nagu 2. kaardil. 1 — (must kolmnurk) — kaev pinnakattes; 2 — (valge nelinurk) — kaev „Old Red’is“; 3 — (valge nelinurk diagonaaliga) — kaev Narva jõe lademes; 4 — (valge kolmnurk) — kaev siluri paates; 5 — (valge rõngas) — kaev Obolus-liivakivis; 6 — (must sõõr) — kaev alumistes kambriumi liivakivides. Arv kaevu märgi juures tähendab kaevu sügavust meetrites. Lademe märk sealtsamas on arvatav sügavaim lade, millesse tungib kaev. Koostamisel on kasutatud J. Kark'i sügavate puurkaevude kaarti.

LADE	MEGALAPID KIVIKIVIL LUBJAKIVI		ASERI	EHITUSLUBJAKIVI				KUKRUSE JÕHVI	KEILA	VASALEMMA	RAKVERE	SAAREMÕISA				PORKUNI	TAMSALU	RAIKKÜLA					ADAVERE	JAAANI	GORODISTSE	IRBOSKA										
ASUKOHT	NARVA ORG	MURD	ASER-ROD	KUNDA ARU MURD	LÄBEDI VAO KÜLA MURD	NEHATU MURD	LASKARNE MURD	TOPESTU KALVANUS	PÄASKÜLA MURD	KEILA SAKU MURD	OHTU	VASALEMMA VANILA MURD JAAANI MURD MUNA- LASKME MURD				KOHILA	TAPA VANA- KUBJA KAEV MEETAR KÜLA SIDE T.9 KAEV UUS MURD				PEET SELM MURD	JELI MURD	HARU KERNU TALL TAMSALU LINBERGI MURD	ROHUKÜLA SADAM	LÕRITARD MURD	KEAVA MURD	JAAANI MURD	PAIDE MUNDI MURD	JÕGEVA MURD JÕE AARE MURD MOISA MURD KRAAV KÄPÄST MURD		TORTI ALLIKU MURD	NAVESTI JÕE SUUND	TOUDI MURD	IRBOSKA KOLOMNA KÜLA MURD		IRBOSKA JA SENNO KÜLA MURD

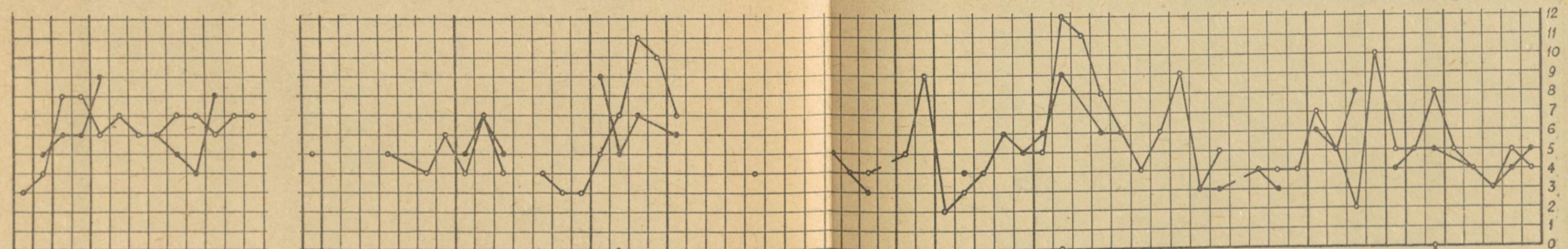
KAALUKADU
Na₂SO₄ 10 H₂O
14% LAHUSES
PÄRAST 15 RINGI



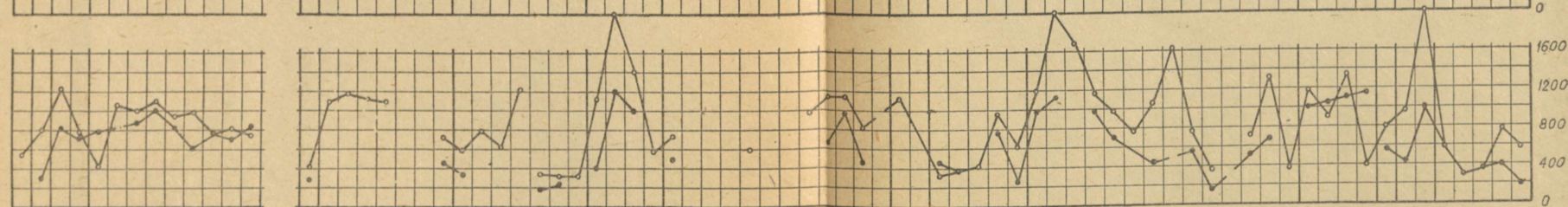
VEEIMAVUS
%



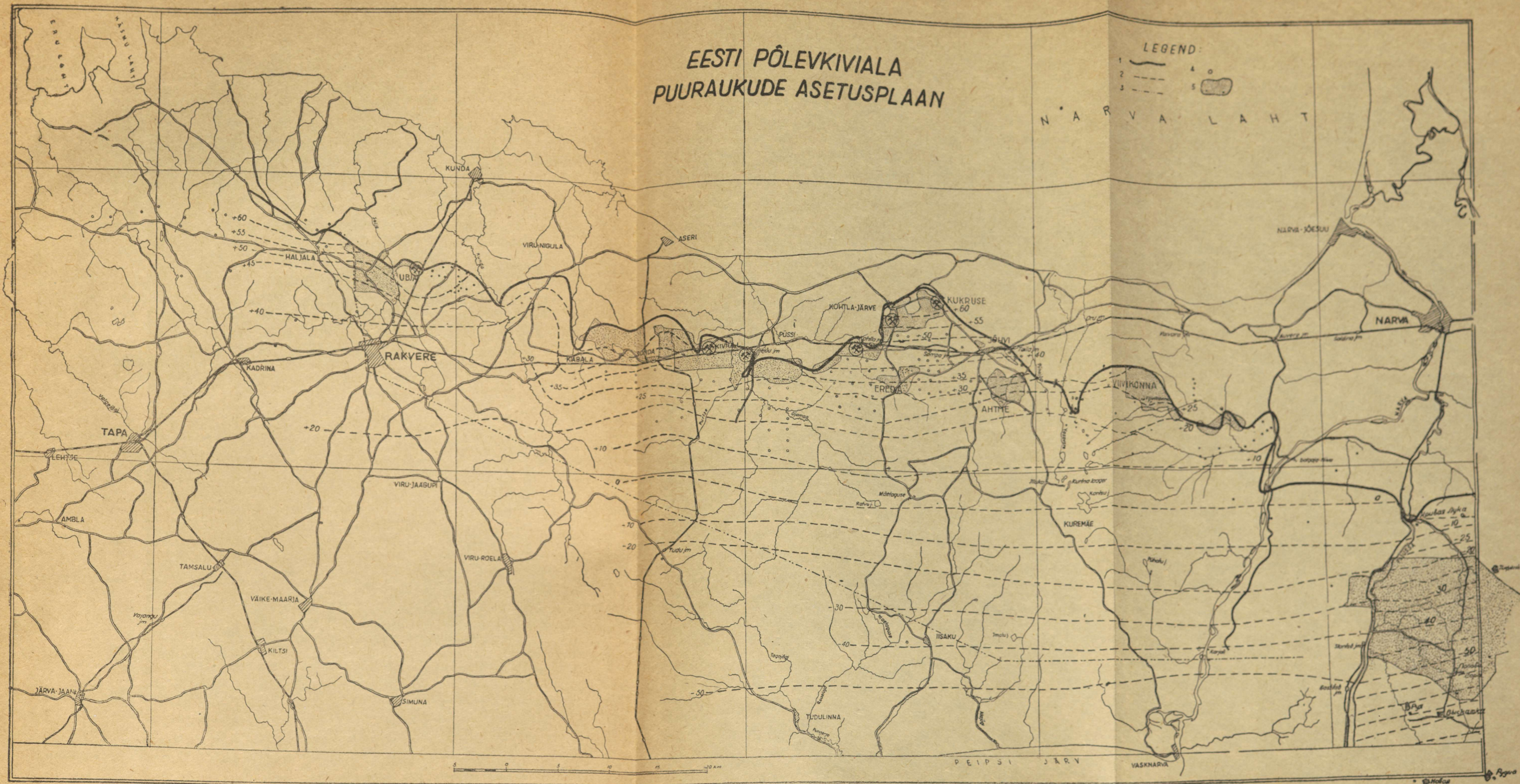
LÖÖKIDE
ARV
(ASTM)



SURU-
TUGEVSUS
KG/CM²



Lubjakivide ja dolomiitide teimade tabel. L. Jürgensoni ja E. Mölsi järgi. Tabelil on esitatud suure osa ordoviitsiumi ja alamgotlandiumi ning ülemdevoni lubjakivide ja dolomiitide 1) surutugevuse andmed kg/cm² (alumine rida); 2) löögikindlus ASTM-süsteemis (järgmine rida); 3) veeimavus protsentides (kolmas rida); 4) kaalukadu 15-kordse väljaaurutamise järel glaubrisoolaga näitab ilmastikukindlust; mida väiksem kadu, seda suurem kindlus.

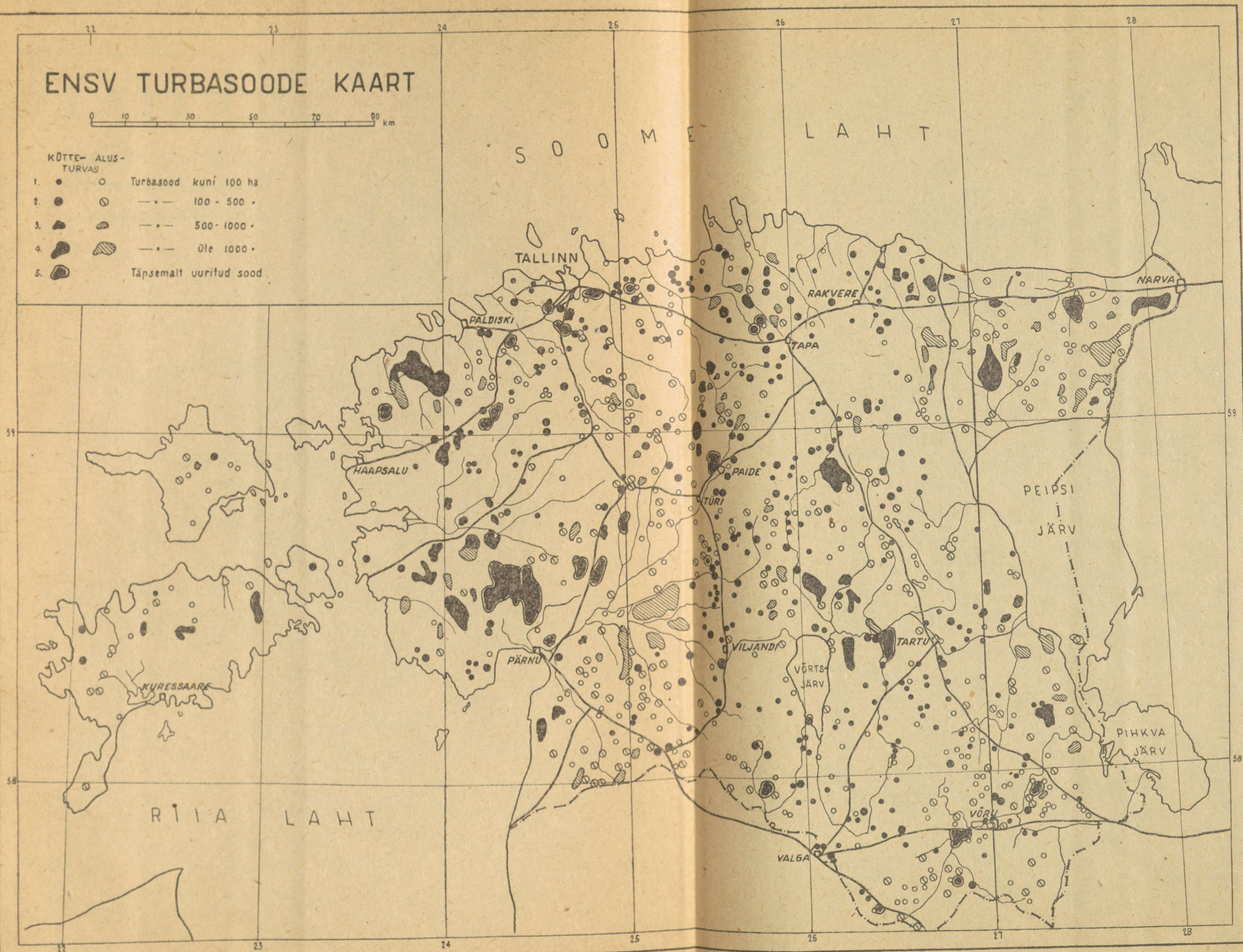


Eesti põlevkiviala puuraukude asetusplaan. 1 — põlevkivi avamuse põhjapoolne piir; 2 — põhjapae samakõrgusjooned; 3 — tootmisväärsel põlevkiviala lõunapoolne piir; 4 — puurauk; 5 — tihedasti asetatud puuraukude alad.

ENSV TURBASOODE KAART

0 10 20 30 40 50 60 70 80 km

- KÖTTE- ALUS-
TURVAS
- | | | |
|------|---|-------------------------|
| 1. ● | ○ | Turbasood kuni 100 ha |
| 2. ● | ○ | 100 - 500 " |
| 3. ● | ○ | 500 - 1000 " |
| 4. ● | ○ | üle 1000 " |
| 5. ● | | Täpsemalt uuritud sood. |

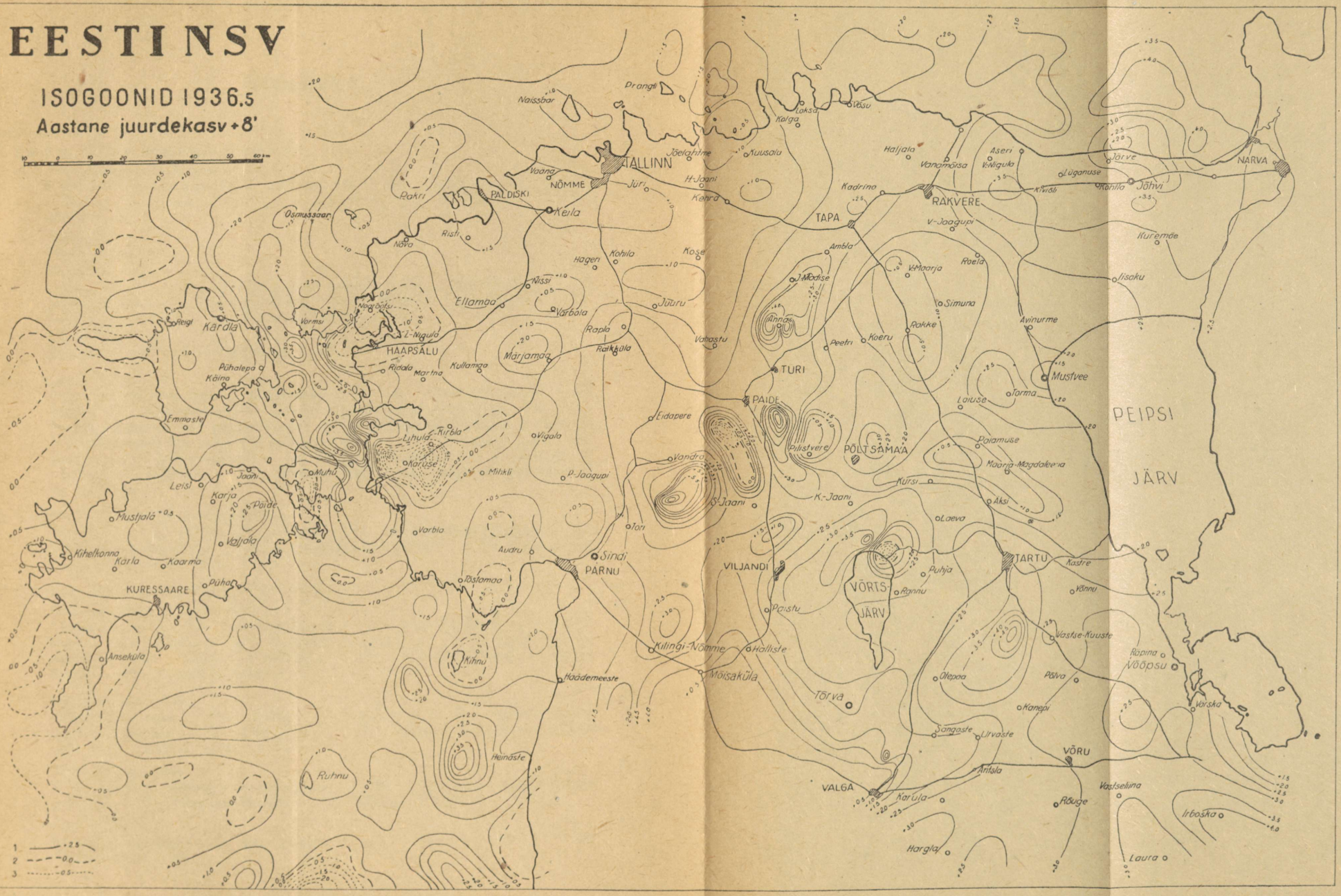
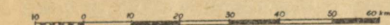


Eesti NSV turbasoodede kaart (koostatud A. Raudsepa teose „Eesti NSV turbasood“ alusel). Märkide seletus : 1 — turbasood kuni 100 ha; 2 — turbasood 100—500 ha; 3 — turbasood 500—1000 ha; 4 — turbasood üle 1000 ha; 5 — täpsemalt uuritud turbasood. Kõigis suurusrühmades eraldi märgid soode kohta, kus esineb ainult alusturvas (viirutatud märgid ja väike valge ring).

EESTI NSV

ISOGOONID 1936.5

Aastane juurdekasv +8'



Eesti NSV isogoonide kaart 1936. 5. 1 — pluss-isogoonid ühes kompassi hälve suuruse märkimisega; 2 — null-isogoonid; 3 — miinus-isogoonid.
Vrd. tekstijoonis 12.

Sisukord.

	Lk.
Sissejuhatuseks	3
I peatükk. ENSV geoloogia põhijooni	5
A. Oro-hüdrograafia ja geomorfoloogia	5
Piirid — 5. Geograafilised koordinaadid — 5. Pindala — 5. Kõrgus-	
suhted — 5. Vooluveed — 6. Jõeorud — 6. Veejõud — 7. Pinna-	
ehitus — 7.	8
B. Aluspõhi	
Aluspõhja asetus — 14.	16
C. Pinnakate	
Jääaeg — 17. Pärastjääaeg ja tema setted — 20. Jääpaisjärved — 20.	
Kliima muutused ja metsade ajalugu — 20. Maatõus Fennoskandias — 20.	
Läänemere ajalugu — 21. Muinaskultuurid — 21.	22
D. Maavaradest	
Maapõuevarade varude liigitamine — 23.	26
II peatükk. Põhjaveed	
Põhjaveed pinnakattes (I põhjaveekord) — 26. Pinnalähedased kaevu-	
veed — 29. Allikatest — 30. Devon'i ala põhjaveed (II põhjaveekord) — 31.	
Paeala põhjaveed (III põhjaveekord) — 34. Põhjaveed kambriumi sinisaue	
ja diktüoneemakilda vahel (IV põhjaveekord) — 37. Põhjaveed kambriumi	
sinisaue all (V põhjaveekord) — 38. Põhjaveete kvantitatiivne ja kvalitatiivne	
võrdlus ja kokkuvõte — 39. Artesia veed — 41. Sügavate suurkaevude	
levik — 42.	43
III peatükk. Lubjakivid ja dolomiidid	
Eesti looduslikest ehituskividest üldiselt — 43. Ordoviitsiumi lubjakivid — 43.	
Gotlandiumi lubjakivid — 48. Dolomiitidest üldiselt — 52. Tähtsamaid	
dolomiidi lademeid Eestis — 53.	57
IV peatükk. Põlevkivid (ühes kaaskivimitega)	57
A. Kukuruse põlevkivi (kukersiit)	
Tootsad kihid — 60. Kukersiidi teke — 64. Põlevkivikihtide avamus ja	
levik — 65. Karsti ja muid erinähtusi põlevkivis — 66. Põlevkivikaevan-	
dused — 68. Põlevkivi kütteenena — 69. Põlevkivi keemia ja tehno-	
loogia — 70. Põlevkivi varud — 73.	74
B. Diktüoneema-kiltkivi	
Kiltkivi geoloogia — 74. Kiltkivi fauna ja jaotus — 76. Kiltkivi petro-	
graafia ja keemia — 77. Kiltkivi teke — 79. Kiltkivi rakendamise võima-	
lusi — 79. Kiltkivi varud — 80.	80
C. Glaukoniit-liivakivi	
Glaukoniitliiva geoloogia ja petrograafia — 80. Glaukoniidi keemia ja teh-	
noloogia — 81. Glaukoniidi teke — 83. Glaukoniidi varud — 83.	84
D. Püriidikiht	
Püriidikihi geoloogia ja petrograafia — 84. Püriidikihi keemia — 86.	
Püriidi varud — 86.	

V	peatükk. Eesti fosforiit	88
	<i>Obolus</i> -liivakivi geoloogia ja teke — 88. <i>Obolus</i> -fosforiidi petrograafia, keemia ja tehnoloogia — 94. <i>Obolus</i> -fosforiidi tootmise areng — 97. Fosforiidi varud — 99. Iru fosforiidiväli — 100. Rootsi-Kallavere fosforiidiväli — 100. Maardu-Kroodi fosforiidiväli — 101. Ülgase fosforiidiväli — 101. Valkla fosforiidiväli — 102. Tsitri fosforiidiväli — 102. Aseri fosforiidiväli — 103. Saka fosforiidiväli — 103. Muid võimalikke fosforiidivarusid — 103.	
VI	peatükk. Kipsilademed Irboska lähedal	105
	Kipsiala kirjeldus ja teostatud uurimistööd — 105. Kipsivälja geoloogia — 107. Kipsikihtide petrograafia ja keemia — 109. Kipsi varud — 110. Kipsi tootmine ja kasutamine — 111. Kipsi teke ja kivisoola esinemise võimalustest ENSV-s — 111.	
VII	peatükk. Saue	114
	A. Kambriumi sinisau	114
	Sinisaue petrograafia ja keemia — 116. Sinisaue teke — 117. Sinisaue tehnilised omadused ja kasutamine — 117. Sinisaue varud — 118.	
	B. Devoni savid	119
	C. Viirsavid	124
	D. Uhtsavid	127
VIII	peatükk. Liivad ja kruusad	130
	A. Klaasiliivad	130
	B. Käiakivid	133
	C. Kruusad ja liivad	135
	D. Raudkivid	138
IX	peatükk. Turvas, sapropeelid ja teised soo- ning järvesetted	141
	A. Turbasood ja turbavarud	141
	Turbasoode geoloogia — 141. Turba tootmine ja kasutamine — 143. Turba varud — 144.	
	B. Sapropeelide esinemisest ENSV-s	145
	C. Eesti tervismuda	148
	D. Diatomiit	150
	E. Järvekriit	154
	F. Allikalubjakivi	155
	G. Rauamullad (sooraud, ooker)	156
X	peatükk. Maagaasid ja maaõli	157
	A. Maagaasid	157
	B. Maaõli esinemine	163
XI	peatükk. Metallimaake	166
	A. Magnetilised anomaaliad ENSV-s ja rauamaakide esinemine	166
	B. Polümetallide (plii ja tsingi) leiukoht Viljandimaal	170
	Kirjandust	173
	Tahvlid	
	Kaardid	

Vastutav toimetaja
D. Palgi.

Tehniline toimetaja
V. Jäger.

Ladumisele antud 30. III 1946.
Trükkimisele antud 25. VI 1946.
Paberikaust 67×95, 1/16. Trüki-
poognaid 11¹/₄+ lisad 2¹/₄. Autori-
poognaid 11, 23. Arvestuspoognaid
14, 16. MB 01619. Laotihedus trpg.
46.600. Tiraaž 5400. Trükikoja
tellimus nr. 815. Trükikoda „Tartu
Kommunist“, Tartu, Ülikooli t.
21/23.

Hind rubl. 25.—

1. trükk.

A. Луха.

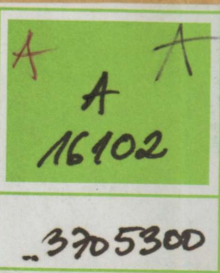
Ископаемые богатства ЭССР.

На эстонском языке.

Эгосиздат „Научная Литера-
тура“, Tartu.

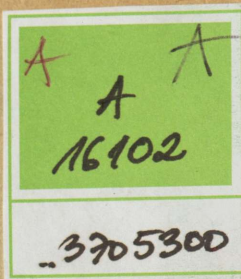
Rbl. 25.—

69. ⑤



Rbl. 25.—

69. ⑤



A-16102

EESTI NSV MAJANDUSE TEADUSLIKU UURIMISE INSTITUUT
ENSV RIIKLIKU PLAANIKOMISJONI JUURES

A. LUHA

EESTI NSV MAAVARAD

RAKENDUSGEOLOOGILINE KOKKUVÕTLIK
ÜLEVAADE



RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“

A. LUHA - EESTI NSV MAAVARAD

