



EESTI GEOLOOGIAKESKUS
GEOLOGICAL SURVEY OF ESTONIA

EESTI KVATERNAARI SETTED

Kaart mõõtkavas 1:400 000

SELETUSKIRI

QUATERNARY DEPOSITS OF ESTONIA

Map in scale 1:400 000

EXPLANATORY NOTE

Tallinn 1999

Koostas Kalju Kajak Compiled by Kalju Kajak
Toimetasid Reet Karukäpp, Maris Rattas ja Anto Raukas
Edited by Reet Karukäpp, Maris Rattas and Anto Raukas
Küljendas Madli Luuk Layout by Madli Luuk
Kaanel: Glatsiofluviaalsed põimjaskihilised liivad kruusa ja veeristega Kalajärve
mõhnastikus.T. Saadre foto.
Cover photo: Glaciofluvial cross-bedded sand with gravel and pebbles in
Kalajärve Kame field (North Estonia). Photo by Tõnis Saadre

Annotatsioon

Eesti kvaternaarisetete kaardil mõõtkavas 1:400 000 ja selle juurde kuuluvas seletuskirjas on üldistatud autori ja paljude teiste Eesti geoloogide andmed. Põhitähelepanu on pööratud Pleistotseeni setetele ja pinnavormidele. Kesk- ja Ülem-Pleistotseenis eristab autor kuut moreenikihti ja nendevahelisi setteid, mis kuhjusid kolme jääaja ja kahe jäävaheaja vältel. Jääaegsed kihistud (Sangaste, Ugandi ja Järva) jaotuvad stadiaalseteks ja interstadiaalseteks alamkihistuteks, mille piires autor eristab liustiku servamoodustistega piiritletud stadiaalseid ja fasiaalseid kihte. Autori seisukohti setete lasuvustingimuste ja nende stratigraafilise järjestatuse kohta illustreerivad puurimisandmetel põhinevad geoloogilised läbilõiked (tahvlid I -V). Pleistotseeni ja Holotseeni stratigraafilised liigestused on toodud ajaskaalaga tabelites.

Arenguloos on põhitähelepanu pööratud liustikutekkeliste setete ja pinnamoe kujunemisele, kus kaardi koostaja seisukohad kohati, näiteks Haanja, Otepää ja Pandivere staadiumi liustikuserva tähistamise osas erinevad toimetajate omadest. Samuti on kaardi koostaja seisukohad Läänemere arengu varasemate staadiumite (Balti jääjärv, Joldiameri) kohta erinevad seni trükis avaldatust.

Lühiülevaates on toodud andmed ka kvaternaarisetetega seotud maavarade kohta.

Abstract

The Map of the Quaternary Deposits in scale 1:400 000 and the Explanatory Note is based on the long lasting research work and mapping of the Quaternary deposits of Estonia by author and other geologists. The main attention was paid to the Pleistocene deposits and topography. Six till and five intertill layers were distinguished by the compiler in the Middle and Upper Pleistocene, which were accumulated during three glaciations and two interglacials. The glacial formations (Sangaste, Ugandi and Järva) were subdivided to stadial and interstadial subformations. The stadial and phasial beds established according to the stadial positions of the glacier margin were distinguished in the frame of subformations.

The author's opinions in the stratigraphical division are illustrated in geological sections compiled on the drilling data (Plates I - V).

The stratigraphy of the Pleistocene and Holocene deposits is presented in the tabular form (Table 1, 2) and supplied with time scale.

In the history of formation of the Quaternary cover the main attention was paid to the glacial deposits and landforms, where the author's interpretation in several cases (for example, location of the Haanja, Otepää and Pandivere ice-marginal formations) is different from editor's opinions. Different from the published sources is also the interpretation of the early stages (Baltic Ice Lake, Yoldia Sea) of the Baltic Sea history.

The Explanatory Note includes a short review of the mineral resources in the Quaternary cover.

SISUKORD

Sissejuhatus	3
1. Stratigraafia	5
2. Geomorfoloogia.....	17
3. Arengulugu.....	24
4. Maavarad	28
Lõppsõna	30
Kirjandus.....	30
Summary	34
Fotod, Photos.....	37

SISSEJUHATUS

Kvaternaar on Eestis esindatud Pleis-totseeni ning Holotseeni mereliste ja kontinentaalsete setetega, mis katavad vanaaegkonna kivimeid peaaegu lausalise kihina. Pinnakatte paksus on väiksem (kuni 5m) Põhja-Eesti lavamaal ja Saaremaal, kus kohati loodel (alvaritel) kvaternaarisetted kas täiesti puuduvad või on nende paksus vaid mõni-kümmend sentimeetrit (joon.1, foto 7). Setete paksus on valdavalt väike (vähem kui 10-15 m) ka Lääne- ja Lõuna-Eesti tasandikel. Klindiesisel madalikul, Saadjärve voorestikus, mandrijää servamoodustiste piires, eriti aga Kagu-Eesti kõrgustikel ja mattunud orgudes ulatub kva-ternaarisetete paksus 50-200 meetrini. Suurim paksus (207 m) on puurimisega kindlaks tehtud mattunud orus Keskkülas (Kilingi-Nõmmelt 6 km lõuna pool).

Rannikumeres on kvaternaarisetete paksus tavaliselt 10-20 m. Aluspõhjalise tuumikuga jäänuksaartel (Ruhnul, Osmussaarel, Pakri saartel) on setteid vaid mõni meeter. Suurimad paksused on Liivi ja Soome lahe alamikes (30-50m) ning liustiku poolt kvaternaar-risetetes voolitud voorjatel saartel (Pranglil kuni 123 m).

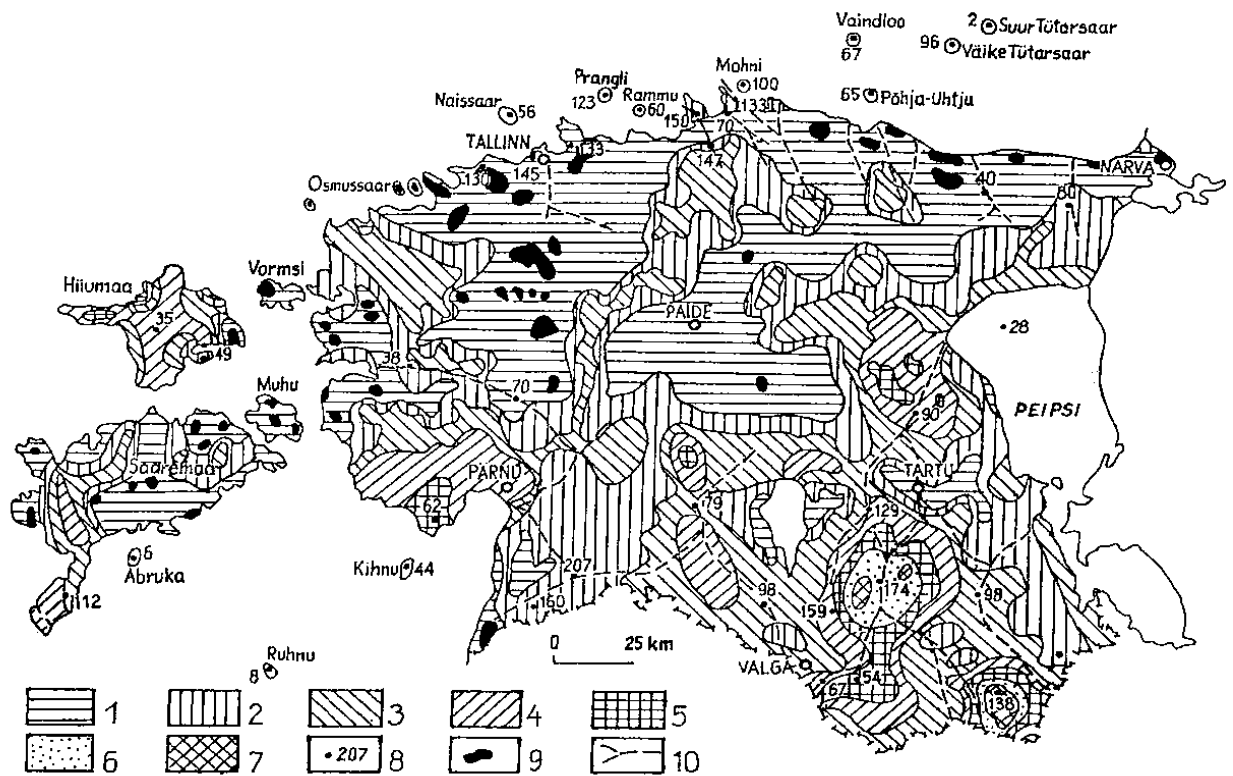
Eesti maismaa-ala kvaternaarisetteid hakati uurima juba XIX sajandil (Fr. Schmidt, C. Grewing jt) ning need uurimused jätkusid hoogsalt käesoleva sajandi esimesel poolel (H. Hausen, J. Granö, A.Tammekann, jt). Esimese pinnakatte kaardi koostamiseni jõuti 1935.a A.Tammekannu juhendamisel. Kaart mõõtkavas 1:200 000 valmis Euroopa koond-kaardi legendi alusel. Mõõtkavas 1:500 000 esitleti seda kaarti 1936. aastal Rahvusvahelise Kvaternaariajastu Uurimise Liidu (INQUA) kongressil. Järgmine käsikirjaline kvaternaarisetete kaart mõõtkavas 1:200 000 valmis K. Orviku eestvedamisel 1953. a. See oli aluseks 1959. a trükist ilmunud Eesti kvaternaarisetete kaardile mõõtkavas 1:600 000 (Orviku, Rähni, 1959). Trükis avaldati kvater-naarisetete iseloomustus 1960. a Eesti geoloogia-kiat käsitlevas koguteoses (Orviku, 1960). Toetudes viimase Eemi (Riss-Würmi) jäävaheaja leiule Rõngus (Orviku, 1939) eristati Pleistotseenis eelviimase (Dnepri) ja viimase jääaja (Neemeni) setteid. Läänemere vanad setted liigestati Balti jääjärve, Joldia, Antsüluse, Litoriina, Limnea ja Mya staadiumide moodustisteks. Lähedast kvaternaari stratigraafilist liigestust kasutati ka 1958. a. maismaa osas ja 1983. a. Läänemere akvatooriumil Eesti Geoloogiakeskuse (ENSV MN Geoloogia Valitsuse) poolt alustatud keskmisemõõtkavalisel geoloogilisel kaardistamisel. Kaardistamisel selgus, et suure paksusega kvaternaariladestu levikualal esineb ulatuslikult ka vanemaid Pleistotseeni setteid (Kajak, K., 1966).

Aastail 1958-73 toimunud keskmise-mõõtkavalise kompleksse geoloogilise kaardistamise tulemused on ilmunud trükist nomenklatuursete kaardilehtedena (23 lehte) mõõtkavas 1:200 000 (Eltermann, 1966,1968,1971; Juškevics, 1966, 1967, 1972; Kajak, K., Kajak, H., 1964; Kajak, H., 1966, 1968, 1969a, 1969b, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976; Körvel, 1964; Mardla, 1966, 1967a, 1967b; Püvi, 1968; Sammet, 1962; Sammet, Belenitskaja, 1961). Trükitud on ka kaardilehtede seletuskirjad. Käeoleva kvaternaarisetete kaardi koostamisel on peale eespoolnimetatute kasutatud ka A. Einmanni, G. Eltermanni, E. Kadastiku, H. Kajaku, E. Morgeni, K. Ploomi ja M. Rattase poolt tehtud kvaternaarisetete kaarte mõõtkavas 1:50000 (Loode-Eestis ja Lahemaal ka 1:25 000). Need haaravad Põhja- ja Kesk-Eesti, Lääne-Eesti saared, Tartu ja Viljandi ümbruse (joon. 2).

Kvaternaarisetete kaarte on täiustatud viimasel ajal laekunud uue geoloogilise informatsiooniga, eeskätt maavarade (kruus, liiv, turvas) ja põhjavee otsingutel-uuringutel kogutuga. Seejuures oli suureks abiks 1993.a trükist ilmunud Eesti soode kaart mõõtkavas 1:400000 (Orru jt, 1993). Teistest trükitud kaartidest olgu ära märgitud Eesti kvaternaarisetete kaart mõõtkavas 1:2 500 000 (Kajak, 1995), pinnakatte ja pinnavormide kaart keskkoolidele mõõtkavas 1:400 000 (Kajak, K., Kajak, H., 1981) ning Balti riikide kvaternaarisetete kaart mõõtkavas 1:500 000 (Vonsavicius, 1978) koos seletuskirjaga (Vonsavicius, 1980), kus Eesti osas olid kaasautoriteks H. Kajak ja K. Kajak.

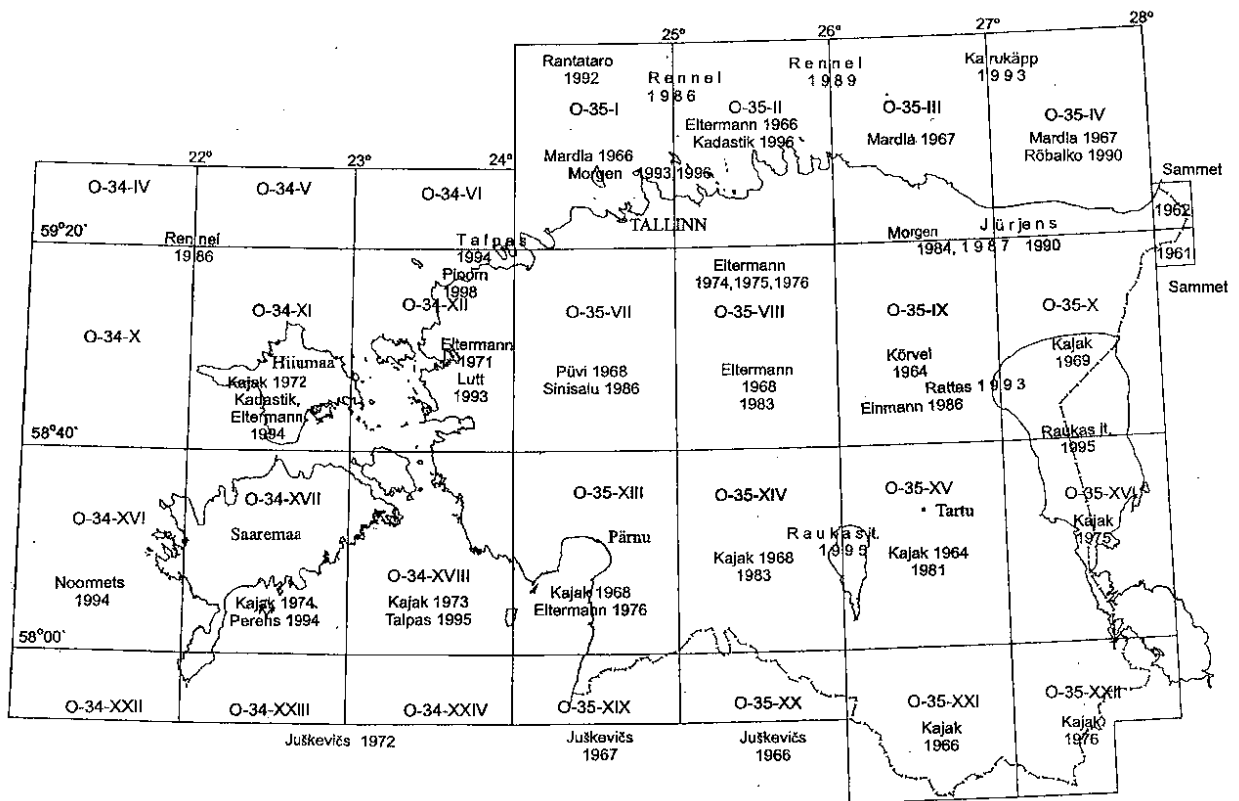
Seega on käesoleva kaardi koostamisel kasutatud erineva uurituse astmega kaarte. Maismaal Lääne- ja Lõuna-Eestis vastasid need mõõtkavale 1:200 000 (lehe O-35-XV piires 1:100 000) ning Põhja- ja Kesk-Eestis, Lääne-Eesti saartel, Viljandi ja Tartu ümbruses mõõtkavale 1:50 000, Lahemaal ja Loode-Eestis koguni mõõtkavale 1:25 000 (joon. 3).

Kaardi ja seletuskirja koostamisel on arvestatud üldistavate töödega setete stratigraafia (Kajak jt, 1976; Liivrand, 1991; Raukas jt, 1993;



Joon.1. Kvaternaarisetete paksused. 1 - <5m, 2- 5-10m, 3 - 10-20m, 4 - 20-40m, 5- 40-60m, 6- 60-80m, 7-> 80m, 8 -puuraukja kvaternaarisetete paksus, 9 - lood (alvarid), 10- mattunud orud (koostanud K. Kajak).

Fig.1. Thickness of the Quaternary deposits. 1 - below 5 m, 2- 5-10 m, 3 -10-20 m, 4 - 20-40 m, 5 - 40-60 m, 6 - 60-80 m, 7 - over 80 m, 8 - boreholes with the thickness of the Quaternary deposits, 9 - alvars, 10 - buried valleys (compiled by K. Kajak).



Joon.2. Kasutatud alkaartide paigutus ja autorid (koostanud K. Kajak).

Fig.2. Source maps and their compilers (compiled by K. Kajak).

Raukas, 1995; Raukas, Kajak, 1995; Raukas, Kajak, 1997), geneetiliste tüüpide (Eltermann, Raukas, 1963; Kajak, 1959,1961,1964,1965a, 1965b; Kalm, 1986; Kalm jt, 1985; Kessel, Raukas, 1967; Miidel, Raukas, 1965; Orru, 1992,1995; Orviku, 1958; Pirrus, 1968; Raukas, 1978; Saarse 1990, 1994; Viiding 1987) ja nendega seotud maavarade (Raudsepjt, 1993) kohta. On arvestatud ka Eesti kvaternaarisetete suuremõõtkavalise kaardistamise tarvis 1992.a välja töötatud käsikirjalist legendi.

Setete genes on kaardil näidatud värviga, vanus värvi erinevate toonide ja indeksiga ning setete koostis viirutusega. Liustikutekkeliste moodustiste detailsema näitamise eesmärgil on pinnamood kaardil kujutatud leppemärkidega. Tingmärkide abil on kaardile kantud üleriigilise tähtsusega maardlad ja nende iseloomustus on esitatud seletuskirja tabelis 3. Kaardi käsikirjaline variant (mõõtkavas 1:200 000) on salvestatud digitaalsel kujul.

1. STRATIGRAAFIA

Kvaternaarisetete põhiline osa Eestis kuulub Pleistotseeni. Vaid ülemised mõned meetrid (maksimaalselt 15-20 m) on kuhjunud Holotseenis.

1.1. PLEISTOTSEEN

Sõltuvalt aluspõhja reljeefist ja kivimilisest koostisest on Pleistotseeni setete koostis erinev. Tasandikel on pinnakatte ehitus lihtne. Põhjaja Lääne-Eestis ordoviitsiumi ning siluri paekivi avamusel esineb kividerohke hall moreen (foto 1) ja sellega seotud mandrijää sulamisvee setted. Kirde-Eestis võib eristada ka pruunika värvusega moreeni. Lõuna-Eestis devoni liivakividel ja mölliitidel (kivimid, mis valdavalt koosnevad fraktsioonist 0,002-0,05 mm) on moreen pruun või punakaspruun (foto 3, 4). Vanemad moreenid paljanduvad maapinnal harva. Ulatuslikult leidub neid mattunud orgudes, Lõuna-Eesti kõrgustikel, Saadjärve voorestikus ja Klindiesisel madalikul (vt. läbilõiked A-B ja C-D kaardil).

Suure paksusega Lõuna-Eesti kvaternaarisetete lasundites võib jälgida kuni kuue moreeni esinemist. Ülemise punakaspruuni moreeni all esineb violetikashall või -pruun, harvem kollakas moreen. Kolmas moreen on hall, neljas - pruun. Viies moreen on samuti pruun, harvem hallikas. Kõige alumine moreen on jälle hall. Moreenide ilme sõltub aluspõhja kivimitest ja mandrijää liikumise suunast. Kui liustik liikus loodest kagusse üle ordoviitsiumi ja siluri karbonaatkivimite, on sellest settinud moreen karbonaatne ja halli värvusega. Mandrijää valgumisel põhjast lõuna või koguni edela suunas, üle vendi ja devoni setendite, kujunes liustiku sulamisel pruun moreen. Põhja-Eestis Klindiesisel madalikul on kaks ülemist moreeni hallid, neile järgneb kaks pruuni moreeni. Nimetatud põhiliste moreenitüüpide kõrval on ka teisi erimeid.

Moreenide vanus on määratav nendevaheliste interglatsiaalsete ja -stadiaalsete setetega. Kahe ülemise ja kahe keskmise moreeni vahel esinevad viimase jäävaheaja (Eem, Mikulino, Merkinen) meresetted (Prangli) või järve-soosetted (Rõngu). Alumised moreenid ja nendega seotud mandrijää sulamisvee setted on eelviimase jäävaheaja (Holsteini, Lihvini, Butenai) järve-soosetete all (Karuküla, Kõrveküla). Järelikult vastavad ülemised mo-reenid Weichseli (Würmi, Valdai, Nemunase) jääajale, keskmised Saale (Rissi, Kesk-Vene, Ugandi), alumised aga Elsteri (Mindeli, Valgevene, Leedu) jääajale. E. Liivranna (1991) arvates on Eestis peaaegu kõigis (peale Prangli) moreenidevahelistes setetes õietolmuterad ja eosed ümber settinud Eemi (Mikulino) jäävaheaja moodustistest ja tugiprofiilides (Rõngu, Karuküla, Kõrveküla) on jäävaheaja setted sekundaarse lasuvusega. Seetõttu polevat need läbilõigete stratigraafilisel liigestamisel kasutatavad ning Pleistotseeni setted Eestis kuuluvat peamiselt Ülem-Pleistotseeni.

Kuna Eesti Pleistotseeni setete kihtide vastavuses üldkasutatavatele skeemidele pole täielikku kindlust, on need stratigraafilises skeemis (tabel 1) välja eraldatud kihistutena tüüpiliste esinemisalade nimedega vastavalt Baltimaade (1976. a) ja endise NL Euroopa-osa (1983. a) kvaternaarisetete stratigraafilistele skeemidele, mida on hiljem täiendatud (Raukas jt, 1993; Raukas, Kajak, 1995). Jääaegsed kihistud (Sangaste, Ugandi, Järva) jaotatakse interstadiaalsete ("väikeste jäävaheageade") setete alusel stadiaalseteks ("väikeste jääageade") alamkihistuteks. Alam-Pleistotseeni setteid ei ole Eestis teada.

Tabel 1

Pleistotseeni stratigraafiline liigestus

Vanus (tuh. a.)	Ida-Euroopa lauskmaa		Balti vabariigid		Eesti		Lääne-Euroopa (Alpi)		
	Ülem-lade	Lade	Ülem-lade	Lade	Kihistu	Alam-kihistu	Lade		
10	Valdai	Ostaškovi	Nemunase	Ülem-Nemunase	Järva	Võrtsjärve	Weichsel, Visla (Würm)	Ülem-	Ülem-Pleistotseen
		Leningradi		Kesk-Nemunase		Savala		Kesk-	
		Podporoži		Alam-Nemunase		Valgjärve		Alam-	
115	Mikulino		Merkine		Prangli/Rõngu		Eem		
130	Kesk-Vene	Moskva	Ugandi	Ülem-Ugandi	Ugandi	Ülem-Ugandi	Saale (Riss)	Warthe	Kesk-Pleistotseen
		Šklovi		Kesk-Ugandi		Kesk-Ugandi		Treene	
		Dnepri		Alam-Ugandi		Alam-Ugandi		Drenthe	
300	Lihvin		Butenai		Karuküla		Holstein		
350	Valgevene	Okaa	Leedu	Dainava	Sangaste	Ülem-Sangaste	Elster (Mindel)		Kesk-Pleistotseen
		Belovežje		Turgeliai		Kesk-Sangaste			
		Doni		Dzūkija		Alam-Sangaste			
700									

Kesk-Pleistotseen

Sangaste kihistu

Kihistusse kuuluvad Lõuna-Eestis, sealhulgas Sangaste valda läbivates mattunud orgudes esinevad alumised moreenid ja nendega seotud liustiku sulamisvee- ning järvesetted kuni 94 m paksuses. Neist kõige alumine hall moreen (gII_{sn_2}) ja glatsiofluviaalsed kruusad-liivad (fII_{sn_1}) paksusega Pühajärve piirkonnas kuni 50 m moodustavad Alam-Sangaste alamkihistu. Selle jäme-purdne materjal koosneb valdavalt (80%) karbonaatkivimitest.

Otepää-Valga mattunud orus lasuvad eespoolkirjeldatud setetel kohati Kesk-Sangaste alamkihistu järvelised (III_{sn_2}) hallid liivad, mollid (setted, mis koosnevad valdavalt fraktsioonist 0,002-0,05 mm), saviliivad ja liivsaivid kuni 54 m paksuses. Harimäele rajatud puuraugus 143-169 m sügavusel lasuvate setete suiradiogrammis valdab puude õietolm. Esineb palju kase ja männi, samuti tamme, valgepöõgi ning kuuse õietolmu. Arvestades sarnasust Belovežje ja Turgeliai lademe suiradiogrammidega, kuuluvad ka need setted tõenäoliselt Kesk-Pleistotseeni (Kajak, Liivrand,

1967). Kuna suiradiogrammis koos soojalembelise flooraga (sealhulgas sarapuu õietolmuga) esineb rohkesti tundraliike ja mõneti stepi kse-rofüüte, on hiljem E. Liivranna (1991) poolt neile setetele antud Eemijärgse interstadiaali vanus.

Lasuvustingimuste järgi kuuluvad Ülem-Sangaste alamkihistusse Karuküla (Kilingi-Nõmme juures) ja Kõrveküla (Tartu lähedal) läbilõigetes Karuküla kihistu järve- ja soosetete alla jäävad hallid ja pruunid moreenid (gII_{sn_3}) ning glatsiofluviaalsed (fII_{sn_3}) kruusad-liivad kuni 33 m paksuses (tahvel I). Nende hulka on tinglikult loetud ka sügavate mattunud orgude põhjas (Puiestee, Sudiste, Mägiste jt) lamavad kuni 38m paksused pruunid, roheka või violetika tooniga moreenid, millistes leidub liivsavi vahekihte ($lgII_{sn_3}$). Moreenidele on sageli iseloomulik pseudokildaline tekstuur ja suur kristalsete kivimite sisaldus (tavaliselt üle 60%). Viiburi rabakivi ja Suursaare kvartsporfüüri sisalduse alusel võib arvata, et moreen on kuhjunud lõunasuunaliselt liikunud liustiku toimel.

Karuküla kihistu

Kihistu setted on teada viimase jäätumise õhukese moreeni all Keskkülas (Kilingi-Nõmmelt 6 km lõuna pool), kus umbes 1 ha suurusel alal esinevad kuni 1,5 m paksuselt turvas ja sapropeliit ($lbII_{kr}$) ning Kõrvekülas (Tartu juures), kus ligi 2 ha suurusel alal kuni 3 m paksuse kihina levivad sapropeliit, möll ja liiv. Setete õietolmudiagrammis võib eristada järgmisi jäävaheajale iseloomulikke õietolmuvõid: I - mänd, kask; II - kuusk, lepp; III - pärn, lepp, kuusk; IV - kuusk, valgepöök, nulg; V - mänd, kuusk, kask (Liivrand, 1991: joon. 16, 22). Arvestades Karuküla kihistu maapinnalähedast lasuvust ainult viimase jäätumise ühe õhukese moreenikihi all ja füüsikalist vanust ^{14}C meetodi järgi (ligi 50 tuh a) on teda loetud ka Ülem-Pleistotseeni kuuluvaks. Ilmselt ületab määratavate setete vanus ^{14}C meetodi kasutamise piiri.

Ugandi kihistu

Kihistu on esindatud moreenide, liustike sulamisvee ja järvesetetega kuni 166 m paksuses (Puiestee läbilõige Keskkülas). Nad on eriti levinud Kagu-Eestis, mis XIII sajandil oli tuntud Ugandi maakonnana. Kohati (Prangli, Rõngu, Kitse, Küti) on nad kaetud viimase jäävaheaja setetega ning liigestatud inter-stadiaalsete järvesetetega Alam- ja Ülem-Ugandi alamkihistuteks.

Kuni 89 m paksuse (Mägistes) Alam-Ugandi alamkihistu moodustavad tavaliselt 5-20 m paksuselt esinevad pruunid tardkivimirohked (Lõuna-Eestis keskmiselt 35-40%, klindiesisel madalikul 100%) moreenid (gII_{ug_1}), glatsiofluviaalsed (fII_{ug_1}) liivad-kruusad (15-35 m) ja jääjärvelised ($lgII_{ug_1}$) liivad, saviliivad ja liivsavid (15-20 m). Suur Viiburi rabakivi sisaldus (kuni 25% tardkivimitest) moreenis osutab teda kujundanud liustiku liikumisele põhjast lõuna suunas või koguni edelasse.

Kesk-Ugandi alamkihistu on kohati (Valguta, Puiestee, Nõuni, Urvaste, Kärneri) esindatud kuni 20 m paksuste interstadiaalsete moreenidevaheliste hallide järveliste (III_{ug_2}) liivakas-savikate taimejäänuseid sisaldavate setetega (Kajak, 1995: joon. 3), mille suiraspekter viitab külmataluvale taimestikule (Liivrand, 1991: joon 6.2).

Lõuna-Eestis (Rõngu, Kihnu) katavad neid paiguti viimase jäävaheaja setete all lasuvad kuni 148 m paksuse (Lanksaare) Ülem-Ugandi alamkihistu hallid karbonaatkivimite rikkad

(keskmiselt 65-75%) moreenid (g11ug3, Haanjas kuni 70 m paksused), 3-25m paksused glatsiofluviaalsed kruusad ja liivad (fIIug3) ning kuni 25 m paksused jääjärvelised liivad, mollid, saviliivad ja liivsavid (lgIIug3). Prangli saarel ja selle lähiümbruses (Naissaar, Suurpea, Juminda) on moreen pruun ning selle jämepurd koosneb tardkivimitest. Pruuni värvusega on ka moreenidevahelised jääjärvelised savid (lgIIug2). Viiburi rabakivi massiivilt ja Suursaarelt pärinevate juhträndkivimite puudumine Ida-Eesti moreenis osutab liustiku liikumisele kagu suunas.

Ülem-Pleistotseen

Ülem-Pleistotseeni setted on esindatud paleobotaaniliselt hästi rööbistatava viimase jäävaheaja merelise Prangli kihistuga ja kontinentaalse päritoluga Rõngu kihistuga ning ulatuslikult levinud viimase jääaja Järva kihistuga.

Prangli kihistu

Kihistu setteid on leitud Soome lahes Prangli saarelt Väike-Tütarsaareni 61-73 m (Prangli) ning Liivi lahes Kihnu saarel 23-33 m allpool merepinda, Kihnu saarest 14 km lõunaedelas merepõhjas (24 m sügavusel) puuritud puuraugus (nr.21) on neid vahemikus 13,6-17 m. Prangli tüüpläbilõikes on suhteliselt süvaveelised Eemimere setted (mIIIpr) esindatud hallide kihitatud, kohati vivianiiti, väävelvesinikku (H₂S), taimejäänuseid ja peletsipood *Pectunculus* kaasi sisaldavate savidega (tahvel II). Setetele on iseloomulikud järgmised Eemi jäävaheajale omased õietolmuvööd: c) kask; d) mänd ja kask; ilmub sarapuu ja lepp; e) mänd, kask, tamm, jalakas; f_a) tamm, jalakas, sarapuu ja lepa maksimumi I pool; f_b) pärn, sarapuu ja lepa maksimumi II pool; g) valgepöök; h) kuusk; i) mänd (Liivrand, 1991: joon. 29). Diatomeed esinevad kahe kompleksina. Läbilõike alumises osas on mageveelis-külmataluvad reliktvormid ja mageveelis-soolakaveelised liigid, aga samuti mere madalaveelised vormid, mis iseloomustavad merevee tungimist jääjärve. Setete ülemises osas valdavad jäävaheajale iseloomulikud liigid (Liivrand, 1991: joon. 28).

Kihnu läbilõikes esinevad möllirohked hallid savid sisaldavad kohati rauakongretsioone, vivianiiti, subfossiile (*Yoldia* (*Portlandis*) *arctica*) ja taimejäänuseid ning neil on väävelvesiniku lõhn. Õietolmuvööd ei väljendu siin nii selgelt kui Prangli läbilõikes, mis seletub suira osalise ümbersettimisega (Raukas, 1978: joon. 53). Kihnu saarelt lõunas akvatooriumile rajatud puuraugu andmetel esinevad tumehallid, kohati mustjad savid mereliste diatomeede ja Eemi jäävaheajale iseloomuliku suiraga (Juškevics, Taipas, 1997: joon. 10).

Rõngu kihistu

Prangli kihistu kontinentaalsete setete analoogiks on Lõuna-Eestis viimase jääaja moreeni all kohati esinevad järve- ja soosetted (lbIIIrn; Rõngu, Küti, Kitse jt). Rõngu läbilõikes lasuvad 2-3 m paksuse punakaspruuni moreeni ja jääjärveliste liivade all kuni 7 m paksuse kihina turvas ja sapropeliit (Kajak, 1995: joon. 6). Sapropeliidist on leitud taimede makrojäänuseid: *Carpinus betulus*, *Najas marina*, *Brasenia purpurea*, *Trapa natans*. Järve- ja soosetete suiradiagrammil võib jälgida viimasele jäävaheajale iseloomulikku puude kulmineerumist: kask - mänd - tamm - sarapuu -

pärn - valgepöök - kuusk - mänd (Raukas, 1978: joon. 44). Teistes leiukohtades on Rõngu kihistu säilinud ainult osaliselt.

Järva kihistu

Järva kihistu (nimetus Järva maakonna järgi) setted on Eestis levinud peaaegu kõikjal. Kihistu paksus on tavaliselt 3-10 m, ainult kohati (mattunud orgudes, Kagu-Eesti kõrgustikel ja klindiesisel madalikul) ulatub see 40-80 meetrini. Interstadiaalsete setete ja eriilmeliste moreenide alusel jaotatakse kihistu Kelnase, Valgjärve, Savala ja Võrtsjärve alamkihistuks.

Kelnase alamkihistu

Alamkihistusse loetakse viimase jäävaheaja setete (Eem) ja viimase jääaja (Weichseli) moreeni vahele jäävad uue jäätumise-eelsed mõne meetri paksused liivakas-savikad setted (IIIIkl). Prangli saarel Kelnase küla lähisteles rajatud puuraukudega on 64,5-66,0 m sügavusel Prangli kihistu ja Järva moreeni vahel kindlaks tehtud hallid viirsavid ja liivad (tahvel II). Neid iseloomustab kääbuskase ning rohttaimede õietolmu suurenenud sisaldus (40-80%). Puurimise andmetel esineb analoogseid setteid ka Põhja-Uhtju, Juminda ja Suurpea läbilõigetel.

Valgjärve alamkihistu

Alamkihistusse kuuluvad Põhja-Eestis alumine hall moreen (gIIIvl; Türi voorestik, Väana-Jõesuu jt) ning Lõuna-Eestis ülemise pruuni moreeni alla jääv violetikashall või -pruun moreen (Tartu, Reola, Saesaare jt) koos mandrijää sulamisvee setetega (fIIIvl, lgIIIvl). Paiguti (Kitse, Küti jt) lasuvad nad Rõngu kihistul (tahvel III). Moreeni paksus on tavaliselt mõni meeter, stratotüüpses Kitse läbilõikes (Otepää kõrgustikul Valgjärvest 4 km kirdes) saavutab moreeni paksus 19 m. Moreeni jämepurdne materjal on valdavalt karbonaatne (Lõuna-Eestis keskmiselt 55-70%, Põhja-Eestis üle 80%). Kristalseid kivimeid on Valgjärve moreenis rohkem kui Ülem-Ugandi moreenis. Valgjärve moreenist pole seni leitud Viiburi rabakive.

Savala alamkihistu

Savala alamkihistusse kuuluvad kohati (Savala mattunud org, Väana-Jõesuu jt) Valgjärve moreeni peal esinevad mõne meetri paksused taimejäänuseid sisaldavad liivakas-savikad setted (IIIIsv; tahvel IV). Savala läbilõike setete (puurauk 7854, intervall 25,8-30,2 m) suiradiogrammis valdab puude õietolmu (40-60%), mis on esindatud peamiselt kasega. Rohkesti esineb ka männi (20-37%) ja kuuse (6-32%) õietolmu (Liivrand, 1991: joon. 68).

Võrtsjärve alamkihistu

Alamkihistusse jäävad viimase jääkatte hääbumisel kuhjunud setted. Kõige mitmekesisemalt on need esindatud Võrtsjärve basseinis nii halli kui ka pruuni moreeni ning mandrijää sulamisvee setetega. Koostatud kaardil on eristatud glatsiaalsed (moreenid), glatsiofluviaalsed, jääjärvelised ning jõe- ja tuuletekkelised geneetilised tüübid.

Glatsiaalsed setted (gIIIvr). Võrtsjärve alamkihistu moreen on kaardil kõige levinumaks setteks, seda eriti Sakala ja Pandivere kõrgustikul, Saadjärve voorestikus ja Saaremaal, kus nende avamus hõlmab 60-75% pindalast, keskmiselt aga ligi kolmandiku Eesti territooriumist. Läänemere nõos avanevad moreenid peamiselt merepõhja kõrgemates kohtades. Moreeni paksus on

enamasti 2-10 m, kuid mattunud orgudes, liustikutekkelises kuhjereljeefis ja Läänemere nõos ulatub selle paksus kohati mitmekümne meetrini.

Moreenid esinevad peamiselt põhi-moreeninina. Nende ilme ja koostis sõltub aluspõhja kivimilisest koostisest. Soome lahes aluskorra kivimite avamusel leidub liivakat tardkivimiterohket pruunikat moreeni. Klindiesisel madalikul, vendi ja kambriumi setendite peal lasub nendest ja tardkivimitest suhteliselt vähese jämepurdse materjaliga moreen, kuid sinisavi ja Prangli kihistu hallide meresetete mõjul on see liivsavine moreen sinakas- või rohekashall (foto 2). Põhja- ja Lääne-Eesti ordoviitsiumi ja siluri paekivi avamusel on karbonaatkivimite rohke (kuni 80-100%) hall liivsavimoreen (foto 1) dolomiidi mõjul kohati ka kollakas või Lääne-Eesti šelfialal valkja tooniga. Kirde-Eestis lasub hallil moreenil paiguti pruunikas moreen, milles tõenäoliselt kajastub Soome lahes ja Kirde-Eestis avanevate vendi ja devoni pruunikate setendite mõju moreeni koostisele. Lõuna-Eestis katab devoni liivakive ja mölliite pruun saviliiv- (foto 3), savikate setendite peal liivsavimoreen. Punakavärvuselise aluspõhja (valdavalt Aruküla lademe) mõjul on selle värvus ka punakaspruun (foto 4). Kagu-Eestis, ülemdevoni karbonaatkivimite avamusel on moreen taas hallikas, kollakas- või hallikaspruun.

Kuna magma- ja moondekivimid olid paekividega võrreldes liustiku kulutusele vastupidavamad, on nende osatähtsus Lõuna-Eesti moreenis suurem kui paekivi avamusalal. Soome päritoluga rändkividest valdavad graniidid (83%) ja moondekivimid (13%). Juhträndkivide abil mandrijää liikumissuuna määramisel on olulisemateks osutunud Viiburi, Edela-Soome ja Ahvenamaa rabakivi, Suursaare ja Läänemere põhja kvartsporfüür ning Satakunta oliviindiabaas (Raukas, 1995: joon. 37). Mahu (üle 200 m³) või übermõõdu (üle 22 m) alusel võib Eestis esile tõsta 62 niidrahu. Neist ka Euroopas suurimad on Ehalkivi (930 m³, übermõõt 49 m; foto 5), Kabelikivi (728 m³, übermõõt 58 m; foto 6) ja Majakivi (584 m³, übermõõt 32 m; vt. kaart).

G l a t s i o f l u v i a a l s e d s e t t e d (fIIIvr). Mandrijää sulamise vooluvee põimjas-, kallak-, harvem rõhtkihilised liivad, kruusad ja veeristik on levinud enamasti Põhja- ja Kagu-Eestis ning need on tavaliselt 5-20 m paksused (fotod 3, 8, 9). Nad moodustavad oose, fluviomõhnu, sandureid ja deltasid või täidavad mõnekümne meetri paksuses mattunud orgusid. Läänemere nõos on glatsiofluviaalsed setted piiratud levikuga, esinedes kohati kagusuunalistes seljandikes (oosid Vormsi saare ümbrus, Väike-Tütarsaar) või moodustavad deltasid (Tallinna ümbrus, Saaremaalt läänes).

Põhja-Eesti radiaal- ehk pikioosid koosnevad valdavalt paesest (üle 80-90%) munakalisest veeristikust ja kruusast kuni 5-20 m (Neerutis kuni 35 m) paksuses. Paene jämepurdne materjal pärineb aluspõhja avamuselt peamiselt mõne kilomeetri, harva 15-20 km kauguselt (Raukas jt, 1971). Lääne-Eesti (Raplamaa) pikiooside ning Risti-Palivere ja Põhja-Pärnumaa marginaal- ehk põikooside setetele on omane möllise ja savika materjali lisand. Klindiesisel madalikul kambriumi ja vendi avamusel on jämepeurrus valdavaks tardkivimid. Samuti on suhteliselt rohkesti tardkivimilist materjali Lõuna-Eesti ooside ja mõhnade setetes (veeriseline kruus ja liiv), kusjuures esineb ka rohkesti devoni liivakivi (kuni 20-40%). Kirde-Eesti mõhnastike (Kurtina, Viitna, Kaiu, Selguse) ning Põhja-Eesti sandurite ja glatsiofluviaalsete deltade (Tallinna ning Kunda vahel) setted on

esindatud põimjas- ja rõhtkihiliste segateraliste päevakivi-kvartsliidude, kruusa ja veeristega, kus karbonaatkivimite osakaal ei ületa 25%.

Alluviaalsed setted (aIIIvr). Siia kuuluvad mandrijää sulamisvetega geneetiliselt seotud peamiselt Lõuna-Eesti ürgorgude (Piusa, Mustjõgi, Väike-Emajõgi) terrasside 3-10 m paksused liivad ja kruusad.

Jääjärvelised setted (lgIIIvr) moodustavad tasandikke ja limnomõhnu. Tasandike madalamates kohtades levivad 5-10 m (Kasari jõe basseinis kuni 20 m) paksused pruunid ja hallikad viirsavid (foto 13, 14), harvem saviliivad (Peipsi, Võrtsjärve, Valga ja Võru madalik). Viirsetted esinevad ka voorte (Saadjärve ja Kolga-Jaani voorestik) ning künkliku reljeefi (Otepää kõrgustik) kungas-tevahelistes häiludes. Haruldased pole pruunid savikad jääjärvelised setted ka ürgorgudes (Väike-Emajõgi - Pedeli, Võhandu, Raudna). Viirsetetes on talvekihid tumedamad ja koosnevad peenematest osakestest, suvekhihid heledamad ja sisaldavad molli või liiva. Viirsavide koostises on 50-90% hüdrovilke ja 5-30% kaoliniiti, Lõuna-Eestis ka 5-10% kloriite. Jääjärveliste tasandike kõrgemate osade abrasioonilis-akumulatiivseid terrasse (Otepää kõrgustikust idas ja läänes) katavad mõne meetri paksused pisi- ja peeneteralised vilgu-päevakivi-kvartsliidud. Limnomõhnade kui liustikusiseste väikeste järvede setted moodustavad Lõuna-Eesti kõrgustikel 5-20 m kõrgusi künkaid. Ulatuslikult esinevad jääjärvesetted Kirde-Eestis Iisaku ümbruse lavamõhnades, kus setted on esindatud rõhtsalt peenkihitatud liivade, mollide ja savidega. Kagu-Eesti kõrgustike kõrgemates osades katavad viirsetted kuni 10 m paksuselt moreenkünkaid (Kuutsemägi, Suur-Munamägi), harvem fluviomõhnu (Otepää ümbruses), kujundades omapärase lasuva limnomõhnastikulise pinnamoe.

Balti jääjärve setted (lgIIIvr^b). Jääjärvelisi setteid, mis hakkasid kuhjuma Palivere staadiumi mandrijää hääbumisel Pandivere kõrgustikult nii itta kui läände laiuvas ulatuslikus jääjärvelises basseinis, loetakse Balti jääjärve seteteks. Pruunikad, tavaliselt värvilise tekstuoriga savid on Klindiesisel madalikul kuni 27 m paksuses, jääjärve tasandike distaalosas (Edela-Eestis) - kuni 8 m paksuses liiva, molli ja saviliivana. Piki Balti jääjärve rannajooni Sakala ja Pandivere kõrgustiku nõlvadel (40-80 m abs. kõrguseni) levivad 1-6 m paksuses rannaäärsed liiva-, kruusa- ja klibukuhjatised.

Läänemere nõos on Balti jääjärve pruunikad viirsavid ulatuslikult levinud. Nende paksus on mõnest meetrist kuni 40 m-ni. Läbilõike alumises osas võib esineda neis molli, liiva, kruusa ja moreeni vahekihte. Savide ülemine, peitkihiline (kihilisus ilmneb savide kuivamisel) osa on Soome lahes beežika värvusega, Lääne-Eesti seifil aga helepruun. Soome lahes, kohati ka mujal, on Balti jääjärve savid kaetud kuni 10 cm paksuse liivamõlli kihiga, mida seostatakse nn. Billingeni katastroofiga. Balti jääjärve savid sisaldavad Allerodile ja Hilis-Dryasele iseloomulikku suira (Kiipli jt, 1993: joon. 71). Peipsi madalikul kuhjusid sel ajal kuni 15 m paksuses pisi- ja peeneteralised päevakivi-kvartsliidud, Võrtsjärve madalikul ja väiksemate järvede nõgudes (Haljala, Kunda jt) settisid hallid savikasmõllised setted. Hiiumaal ja Saaremaal ning selle lõunarannikul Suur Katla lahes esineb kruusaterade ja väikeste veeristega pruune savisid. Neid loetakse ka basseinimoreenideks (Eltermann, 1993a, 1993b; Kadastik, 1994, 1995).

Tuulesetted (vIIIvr). Balti jääjärve vanadel randadel Sakala kõrgustiku läänenõlval ja Peipsi madalikul esinevad kuni 20 m paksuses tuuletekkelised kihitamata või põimjaskihilised peene-, harvem keskmiseteralised päevakivi-kvarts- ja kvartsliidid. Kohati on need seotud mõhnastike (Värska) ja orusanduritega (Mustjõe suudmeala).

Võrtsjärve alamkihistu setteid on võimalik mandrijää servamoodustiste alusel liigestada stadiaalseteks (fasiaalseteks) Misso (IIIms), Haanja (IIIhn), Otepää (IIIot), Pandivere (IIIpn) ja Palivere (IIIpl) kihtideks, mis koosnevad moreenidest ja liustiku sulamisvee setetest. Paiguti jäävad nende vahele interstadiaalsed (interfasiaalsed), tavaliselt kuni mõne meetri paksused hallid ja pruunid liivakas-savikad setted. Neis leidub arktiliste ja arktilisalpiinsete taimede jäänuseid ja subfossiilsete molluskite kodasid. Tüüpiliste esinemiskohtade järgi eristatakse Viitka (IIIvt), Kurenurme (IIIkr), Uniküla (IIIun) ja Kõpu (IIIkp) kihte. Haanja kõrgustikul Vastseliina lähedal Viitkas esineb 3,7 m sügavusel pruuni moreeni all kuni 15 cm paksuselt turvas ning Peetruse külas 3,3 ja 3,6 m sügavusel rohekashall sapropeel (3-4 cm) maismaatigude (*Pisidium sp.*, *Radix peregra* jt) kodadega ning hall saviliiv (37 cm) taimejäänustega (*Salix polaris*, *Dryas octopetala*, *Betula nana*, *Potamogeton filiformis*, *Arctostaphylos uva-ursi*). Kirjeldatud setete alla jääb hallikaspruun moreen, mis Misso ümbruses on kaetud pruuni moreeniga, st. Misso stadiaalse moreeni peale jääb Haanja staadiumi moreen.

Moreenidevahelisi järvesetteid (Kärneri, Lullu, Vana-Piigaste, Nõuni, Nüpli, Aakre jm) on teada Otepää kõrgustikul mitmes kohas. Karula servamoodustiste ahelikus Kurenurmes jäävad ligi 1 km² suurusel alal pruuni moreeni alla 5-8 m sügavusele pruun liivsavi taimejäänuseid sisaldavate mõne sentimeetri paksuste tumehallide vahekihtidega ja mattunud muld taimejäänustega (*Selaginella selaginoides*, *Betula alba*, *Ainus incana*, *Arctostaphylos uvaursi*; tahvel V).

Savala mattunud orus Uniküla läheduses Pandivere staadiumi moodustiste vöötmes esinevad mitme puuraugu (13, 86a, 7854 jt) läbilõikes moreenide vahel 2-27 m sügavusel hallid peenkihitatud saviliivad ja liivad mattunud mulla ja taimejäänustega (tahvel IV). Uniküla kihtide hulka võib lugeda Prangli saare läbilõike (tahvel II) ülemised 11 m paksused moreenidevahelised hallid saviliivad taimejäänuste ja vivianiidiga. Nende suiradiogrammis valdab puude, eriti kase õietolm.

Kõpu poolsaarel (puurauk 395) Palivere mandrijää servamoodustiste vöötmes on 32-68 m sügavusel kahe halli moreeni vahelt leitud halli ja kollakat möll-liiva ja tumehalli viirsavi vahekihte.

1.2. HOLOTSEEN

Holotseeni setted kujunesid pärast mandrijää häabumist ja kliima lõplikku soojenemist viimase kümne tuhande aasta jooksul. Need setted on mõne meetri paksuses levinud peamiselt reljeefi madalamates osades ning on esindatud Läänemere ja kontinentaalsete setetega (tabel 2).

Tabel 2

Võrtsjärve alamkihistu hilisglatsiaali ja Holotseeni stratigraafiline liigestus

Jagu	Lüli	Kronotsoon	Õietolmuvöö	Vanus (aastat t.)	Kihid
Holotseen	Ülem-	Subatlantiline	Mänd, kask	2500 4000 5000 6500 8000 8500 9000 9500 9300 10 000 10 300	L im n e a
			Kask, mänd, kuusk		
	Kesk-	Subboreaalne	Kuusk		L it o r i i n a
			Tamm		
		Atlantiline	Pärn, jalakas		
			Jalakas, sarapuu		
	Alam-	Boreaalne	Mänd, lepp		A n t s ü l u s e
			Mänd		
		Preboreaalne	Kask		
			Kask, mänd		
Pleistotseen	Ülem-	Sub-arktiline	Ülem-Dryas	10800	Balti jäajärve Palivere Kõpu
			Allerød		
		Arktiline	Kesk-Dryas	12600	Kurenurme Haanja Viitka Misso
			Bølling	13400	
			Alam-Dryas		

Läänemere setted

Läänemere vanad setted levivad mandrialal Lääne-Eestis kuni 50 km kaugusele nüüdisrannast, Edela- ja Kirde-Eestis kuni 10 km laiuse vöötmena. See on tingitud Eesti territooriumi loodeosa kiiremast neotektoonilisest kerkimisest. Läänemere vanad setted on esindatud Joldiamere, Antsülusjärve, Litoriinamere ja Limneamere moodustistega. Reeglina on hilisemate setete lõimise peeneteralisem, paremini sorteeritud ja orgaanilise aine poolest rikkam, kui varasemate setete oma.

Joldiamere põhjaseteid (mlVy) on puurimisega kindlaks tehtud Põhja-Eesti klindilahtedes (Pirita, Pudisoo, Harku) nooremate setete all kuni 8 m paksuses. Kuna Joldiamere veetase oli Antsülusjärve omast madalam, siis tema setteid Eesti mandriosa kaardipildis ei avane. Liivas ja mollis esinevas diatomee-flooras valdavad magedaveelised liigid. Leidub ka soolakaveelisi vorme *Diploneis smithii*, *Nitzschia navicularis* jt. Kuid arvatakse, et need võivad olla ümber settinud Eemimere setetest (Raukas, 1995). Autori arvates on Joldiamere setted ja neis sisalduvad diatomeed sünkroonsed, millele viitavad ka mõned varasemad tööd (Kessel, Pork, 1971). Läänemere nõos esinevad Joldia setted pruunikate ja hallide mollide ja savidena, milliste alumisel piiril on õhuke liivakaid vahekihikesi. Tavaliselt käsitletakse Joldiamere setteid koos Antsülusjärve setetega ühtse, maksimaalselt 7 m paksuse lasundina (ml IVy+an). Lasundi läbilõige algab meresetetes hüdrotroililtse pruunika savika kihiga, millel lasuvad sinakashallid savid püriidi ja markasiidi konkretsioonidega.

Mandril on Antsülusjärve setted (IIVan) esindatud klibu või liivaste rannamoodustistega, harvem möll-savikate, sapropeelsete või liivaste laguuni- ja madalmerese setetega. Nende paksus on klindilahtedes 1-6 m, maksimaalselt 17 m (Pudisoo). Antsülusjärve rannasetetele on iseloomulikud subfossiilsete limuste kojad - *Ancylus fluviatilis*, *Lymnaea baltica*, *Bithynia tentaculata*, *Valvata piscinalis*, *Pisidium amnicum*, *Sphaerium nitidum* jm. Põhjasetetes valdavad suurtele järvedele omased ränivetikad *Opephora martyi*, *Cocconeis disculus*, *Gyrosigma attenuatum* jt.

Litoriinamere (mlVlt) ja Limneamere (mlVlm) setted on oma litoloogiliselt koostiselt lähedased. Nad esinevad ranna-, nõlva-, laguuni- ja madalmerese setetena. Sõltuvalt lähtematerjali kivimilisest koostisest koosnevad rannamoodustised Loode-Eestis valdavalt jäme-purdsest materjalist (foto 29), Edela-Eestis ja Narva-Jõesuu ümbruses peamiselt liivadest. Nõlvasetted on esindatud liiva ja molliga. Rannalähedaste setete paksus on keskmiselt 3 m. Litoriina moodustistele on tüüpilised subfossiilid *Littorina littorea*, *L. saxatilis* ja *Scrobicularia plana* ning Limneamere setetele *Lymnaea peregra*, *L. stagnalis*, *Macoma baltica*, *Mytilus edulis*, *Cerastoderma glaucum* ja *Mya arenaria*. Laguunisettid esinevad molli, sapropeeli ja kohati 1-3 m paksuse diatomiidisarnase moodustisena (Leekova Narva juures, Rannametsa Häädemeeste lähedal). Läänemere akvatooriumi sügavamates osades on levinud mõne meetri paksused (maksimaalselt 12-17 m) mudajad setted, mis nõlvadel välja kiuduvad. Rohekad, ülemises osas tumehallid kuni mustad mudad on savikad, möllised, sageli mikrokihilised ja sisaldavad väävelvesinikku ning kohati ka rauamangaani konkretsioone.

Kontinentaalsed setted

Kontinentaalsed setted on esindatud järve-, soo-, tuule-, jõe- ja tehnogeensete, harvem kemogeensete, deluviaalsete ja gravitatsiooniliste setetega.

J ä r v e s e t t e d (IIV) on levinud Peipsi, Võrtsjärve ning ligi 1200 väikejärve (üle 1 ha) nõgudes ja kallastel, vanadel järvetasandikel Võrtsjärvest põhja pool ja Peipsist läänes ning sageli soodes järvede kinnikasvamise tulemusena turba all. Põhjasetted on esindatud kuni mõne meetri paksuse järvemuda (maksimaalselt Väimela Alajärves 18 m, Väraska lahes kuni 9 m), järvelubja (Kulina järves kuni 6,8 m), molli ja liivana. Peipsi rannale on kuhjatud liiva, moreensele järsakrannale ka klibu. Väikejärvede kaldad on tavaliselt soised.

S o o s e t t e d katavad 22,3% (10 091 km²) Eesti pindalast (Orru, 1992). Suurimad sood esinevad Peipsi (Muraka, Puhatu, Suursoo) ja Võrtsjärve madalikul (Soometsa, Umbusi) ning Edela-Eestis (Lavassaare). Kõige levinumad turbaliigid on madal-sooturvas (MIV), puu-, pilliroo- ja metsasiirdesooturvas (SIV) ning raba fuskumi- ja villpea-sfagnumturvas (RIV). Turba paksus on tavaliselt kuni 8 m, maksimaalselt 16,8m (Vällamäe).

T u u l e s e t t e d (vIV) moodustavad Läänemere vanadel ja nüüdisrandadel ning Peipsi põhjarannikul eelluiteid ja luiteid. Keskmise- ja peeneteraliste päevakivikvarts- ja kvartslüüvide (paeavamustel kuni 25% karbonaatide lisandiga) paksus on tavaliselt 5-10 m, maksimaalselt 20-25 m (Rannametsa luited, Kõpu poolsaar).

J õ e s e t e t e s (alV) eristatakse söngi-, lammi- ja soodifaatsiesi ning seda kõige selgemalt jõgede keskjooksu alal. Söngifaatsiese kruusa ja veeristega liivad moodustavad alluuviumi alumised kihid, millel lasuvad lammifaatsiese peenkihitatud mollid ja saviliivad (foto 15). Soodid on täitunud mudajate liivakas-savikate setete ja turbaga. Faatsieste levik sõltub veevoolu kiirusest ja erodeeritavate kivimite koostisest. Lõuna-Eesti jõgede ülemjooksul, kus jõe pikiprofiili suure languse tõttu uuristab kiire veevool* moreeni ja Põhja-Eesti orgudes allpool joaastangut valdab regressiivse erosiooni tõttu jämepeurdne söngifaatsies (foto 16). Tasandikulistel aladel, jääjärveliste savide erosiooni tulemusel on alluuvium esindatud valdavalt savika lammifaatsiesena. Jõesetete paksus on tavaliselt 2-6 m. Peipsi, Pihkva ja Võrtsjärve suubuvate jõgede suudmealadel, seoses erosioonibaasi (järvetaseme) tõusuga, on alluuvium kuhjunud suuremas paksuses: Emajõel kuni 10 m, Võhandul 13 m, Väike-Emajõel 15 m, ning seda peamiselt soodifaatsiesena.

T e h n o g e e n s e d setted (tlV) on karjäärade jäänuksed, kaevanduste aheraine, paesõelmed (foto 10), koksi- ja tuhamäed põlevkivibasseinis ja Maardu ümbruses, teede muldkehad, linnade täitepinna ja ehituste jäänuksed (näiteks Emajõe lammil Tartu piires) ning prügi. Nende paksus on mõnest meetrist (kultuurikiht Tallinna kesklinnas 2-15 m) 120 meetrini (Kiviõli ja Kohtla-Järve koksimäed). Tehnogeensed setted katavad ligi 7% Eesti pindalast.

Teised setete geneetilised tüübid **k e m o g e e n s e d** (oruveerudel allikalubi, mille paksus Loosis ja Viljandi orus on 6-7 m), **d e l u v i a a l s e d** (liivakas-savikad setted nõlvade ja veerude jalamil mõnekümne sentimeetri, harvem kuni 8 m paksuses) ja **g r a v i t a t s i o o n i l i s e d** (rusukalle klindi ees - foto 19) ning mõnemeetrilised maalibisemised savistel pankrannikutel, nõlvadel ja veerudel (Pärnu, Kasari jt jõgede kallastel) on piiratud levikuga ning seepärast pole neid kaardile kantud.

2. GEOMORFOLOOGIA

Eesti pinnamood on valdavalt tasandikuline maapinna keskmise kõrgusega 50 m ü.m.p. Ligi 40% territooriumist asub kõrgusel 50-100 m ja ainult üks kümnendik pindalast ületab absoluutkõrguse 100 m. Kõrgus kasvab järk-järgult põhjast ja läänest kagu suunas. Kõige kõrgemad (100-200 m abs. kõrgus) alad, Otepää ja Haanja künkliku reljeefiga kõrgustikud jäävad Kagu-Eestisse. Kõrgeimaks tipuks (318 m) on Suur-Munamägi. Kõige ulatuslikum madalik haarab enda alla Lääne-Eesti, jätkudes lääne suunas Läänemere põhjas.

Vanuse järgi võib reljeefivormid jagada järgmisteks kompleksideks: 1) aluspõhja reljeef, mis kujunes valdavalt kvaternaari-eelsel ajal, 2) Kesk-Pleistotseeni, 3) viimase jääaja e. Hilis-Pleistotseeni ja 4) Holotseeni pinnamood. Need vanuselised kompleksid liigestatakse valdavate geoloogilistesprotsesside alusel geneetilisteks gruppideks ja alagruppideks, mis omakorda morfoloogiliste tunnuste alusel jaotuvad morfogeneetilisteks tüüpideks ning reljeefi üksikvormideks (Kajak, 1995: tabel 2).

Aluspõhja pealispind

Nõrgalt lõuna suunas kaldu olevate erineva litoloogilise koostisega aluspõhjakihtide selektiivse denudatsiooni tulemusel on kujunenud aluspõhja pealispinnal kuestalaadne reljeef, mis õhukese pinnakatte tõttu on jälgitav ka nüüdisaegsel maapinnal. Ida-lääne suunaliste asümmeetriliste (lõunapoolne nõlv on tunduvalt laugem põhja poolt ääristavast astangust) kuestakõrgustikena eristuvad Põhja-Eesti, Kesk- ja Ülem-Devoni lavamaa. Nende vahele jäävad madalikud (Kajak, 1995: joon 7).

Põhja-Eesti lavamaa on kujundatud ordoviitsiumi ja siluri karbonaatkivimitesse, mille pealispinna absoluutkõrgus on valdavalt 40-60 m. Kõige kõrgemat lavamaa osa (80-132 m) nimetatakse Pandivere kõrgustikuks. Ida pool asuvast Ahtme kõrgendikust (60-75 m ü.m.) on see eraldatud Ojamaa nõoga. Väikevormidest võib Põhja-Eesti lavamaal esile tõsta lamedaid ja madalaid (2-10 m) kulutusjäänukitena säilinud kõvikuid (kihikõrgendikke): näiteks Lehmja, Kiili ja Peetri kõvikud Tallinna ümbruses. Põhja poolt on Põhja-Eesti lavamaa ääristatud ordoviitsiumi (Põhja-Eesti) klindiga. Põhja-Eesti klint on osa Balti klindist, mis 1200 km pikkusena ulatub Ölandi saarelt läänes Laadoga järveni idas. Klint liigestub klindilahtedeks ja -neemikuteks. Järsuseinalised klindi osad on tuntud pankadena - Ontika, Suurupi, Türisalu, Pakri (foto 17) jt pangad. Klindi kõrgus on mandri lääneosas 25 m, idaosas kuni 67 m ü.m. Kohati on klint kaheastmeline - alumine aste on kujunenud kambriumi liivakividesse (foto 18), ülemine ordoviitsiumi lubjakividesse. Klint on jälgitav ka mere põhjas Pakri saarte ja Osmussaare vahel ning jätkub lääne suunas. Klindiesine madalik astangu all kambriumi ja vendi setendite avamusosalal laskub astmeliselt 20-120 m a.m.

Lõuna suunas läheb Põhja-Eesti lavamaa üle Kesk-Eesti madalikuks, millele idas liitub submeridionaalne Peipsi madalik. Nende madalike piires asub aluspõhja pealispind valdavalt kõrgusel +40 kuni -10 m (Peipsi järve nõo keskosas kuni 40-50 m a.m.) Umbes samasugusele tasemele jääb aluspõhi ka Lääne-Eestis, mida koos Saaremaalt ja Hiiumaalt läände jäävate tasaste aladega võib aluspõhja reljeefis vaadelda ulatusliku Lääne-Eesti madalikuks. Selle veealuses osas laskub aluspõhja pealispind järk-järgult lääne suunas kuni 120 m sügavusele ning edasi juba submeridionaalses kitsas Kesk-Läänemere alamikus kuni 240-280 m a.m. Lääne-Eesti madaliku üldist tasast ilmet mitmekesisustavad kuni mitmekümne meetri kõrgused Kesk-Saaremaa kõrgendik ning kohati Muhu ja Saaremaa põhjarannikul siluri kivimitesse (sageli biohermidesse) murrutatud pangad (Mustjala, Üügu jt), mis ridamisi paigutatuna moodustavad Siluri (Lääne-Eesti) klindi (foto 20). See on jälgitav ka mere põhjas Saaremaast lääne poole ja ida poole üksikute 30-50m kõrguste pankadena (Salumägi, Kirbla jt).

Kesk-Devoni lavamaa kesk-devoni liivakivide avamusel on valdavalt 40-60 m abs. kõrgusel ja on põhja poolt piiratud 20-40 m kõrguse nõlvaga. Lavamaa on Võrtsjärve nõo ja sellest lõuna suunas jätkuna Valga madalikuks jaotatud läänepoolseks osaks (Sakala), kuhu jääb Lõuna-Sakala kõrgustik (ligi 100 m ü.m.) ning idapoolseks osaks (Ugandi) Ida-Otepää kõrgustikuga (kuni 120 m ü.m.). Kõige kõrgemale (140-169 m ü.m.) jääb aluspõhja reljeef Ülem-Devoni lavamaal ülem-devoni paekivil. Teda põhjaja lääne poolt ääristava nõlva perv jääb 40-60 m kõrgemale Võrumadaliku tasemest.

Kõige madalamal asub aluspõhja pealispind mattunud orgudes. 20-40 kuni 150-200' m sügavused ja 0,5-3 km laiused peamiselt Pleistotseeni setetega täitunud orud pole tavaliselt nüüdisreljeefis jälgitavad. Kohati on mattunud orgude kohale kujunenud järvenõod (Pühajärv, Rõuge järved - foto 21) või jõeorud (Purtse).

Mattunud orud esinevad peamiselt Põhja-Eestis klindivööndi piires ja Lõuna-Eestis. Põhja-Eestist on teada 14 mattunud orgu: Väana (pikkus 8 km, oru põhi kuni 129 m a.m.), Harku (8 km, -140 m), Kopli (7 km, -128 m), Kesk-Tallinna (3 km, -81 m), Merivälja (4 km, -130 m), Kahala (10 km, -48 m), Pudisoo (24 km, -129 m), Loksa (28 km, -129 m), Palmse (45 km, -130 m), Selja (26 km, rohkem kui 16 m a.m.p), Kunda (38 km, -8 m), Pada (12 km, -14 m), Savala (30 km, -24 m) ja Kurtina (23 km, -88 m). Nende suurimad sügavused (90-160m) on klindilahtedes ja Klindiesisel tasandikul. Nad on täitunud põhiliselt Järva kihistu setetega. Kohati (Juminda, Pärисpea) esineb ka Prangli ja Ugandi kihistu setteid. Lõuna-Eesti mattunud orud võib sügavuse järgi jaotada kolme rühma: 1) 110-140 m a.m. (Abja-Treimani), 2) 40-60, kohati kuni 80 m a.m. (Valga - Tõrva, Urvaste), 3) nüüdismerepinna taseme ligidal (Tartu - Ropka). Esimese ja teise grupi orgudes on Kesk-Pleistotseeni setteid, kolmanda grupi orud on täitunud Järva kihistu setetega. Lääne-Eesti madalikul on mattunud orge vähe (Vigala, kuni -48 m ja Koltsi, -92 m).

Kesk-Pleistotseeni pinnamood

Otepää ja Haanja kõrgustiku ning Saadjärve voorestiku ehituses on Ugandi kihistu moreenid ja mandrijää sulamisvee setted suurema osatähtsusega kui Järva kihistu moodustised. Need kujundavad nimetatud suurvormide tuuma, mille pealispind jääb tunduvalt kõrgemale ümbritsevate tasandike kõrgusest. Haanja kõrgustikul saavutab see pind abs. kõrguse 140-250 m, Otepää kõrgustiku läänepoolses osas 100-125 m, idaosas 130-170 m ning Saadjärve voorestikus 45-75 m, mistõttu ta kajastubki nüüdisreljeefis.

Hilis-Pleistotseeni pinnamood

Eestis on viimase mandrijäätumise pinnavormid laialdase levikuga. Liustiku taandumise käigus moodustusid glatsiaalse, glatsiofluviaalse ja limnoglatsiaalse tekkega pinnavormide grupid.

Glatsiaalsete ehk jäätekkeliste moodustiste hulka kuuluvad voorestikud, otsamoreenid, künklik moreenreljeef ja moreentasandikud. Voorestikest on suurim ligi 75 km pikkune ja 15-25 km laiune Saadjärve voorestik. Tema voored koosnevad peamiselt moreenist, harvem glatsiofluviaalsetest setetest (Laiuse). Viimaste levik on seotud ka voortel lasuvate ooside (Rakke ümbrus) ja mõhnadega (Kalevipoja säng Saadjärvest idas). Voorte pikkus on 1-12 km, laius 0,2-2 km ja kõrgus 20-40 m, maksimaalselt 60 m (foto 22). Teised voorestikud (Kolga-Jaani, Türi) on tunduvalt väiksemad ja lamedamad (foto 11). Nende voorte ehituses on sageli jälgitav aluspõhjakiivimitest tuum (Türi voorestikus). Pinnakate võib ka puududa. Selliseid kuni 15 m kõrgusi kaljuvoori esineb Lääne-Eestis Jaagarahu lademe suhteliselt kõvema biohermse paekivi avamusel (Lihula, Kirbla, Salevere).

Otsamoreenid on surveleised (Sinimäed, Tamsalu, Kuusiku) ja kuhjelised (Lääne-Saaremaa, Linnuse, Mehikoorma). Nende pikkus on mõnesajast meetrist kuni 45 kilomeetrini (Lääne-Saaremaa kõrgustik), laius paarikümnest meetrist kuni 6 kilomeetrini ning kõrgus mõnest meetrist (Kiisa, Mehikoorma, Tamsalu) 30-50 m-ni (Sinimäed, Kuremägi -foto 23). Otsamoreenid koosnevad moreenist, rikutud lasuvuses olevatest liustiku sulamisvee setetest ja aluspõhjakiivimite pangastest. Künklik moreenreljeef on tüüpilisel kujul Otepää, Haanja ja Karula kõrgustikul (foto 24). Moreenküngaste läbimõõt on 0,1-0,5 km, kõrgus tavaliselt kuni 10 m, kuid kõrgustike keskosades ulatub üle 25 m. Liustiku hääbumisel kujunesid Eestis ulatuslikud moreentasandikud. Tavaliselt kannavad need abrasiooni jälgi (kivikülvid -foto 25) või on neil kohati väikesi saviliiva laike ning seetõttu on neid õigem lugeda jääjärve-, järve- või meretasandike hulka. Moreentasandikeks tuleb pidada kõrgustike kõrgemad tasased moreensad alad, kus pole hilisema abrasiooni ja akumulatsiooni jälgi. Otepää ja Sakala kõrgustikul jäävad need kõrgemale kui 70-80 m ü.m., Pandiveres kõrgemale kui 90-110 m ja Haanjas rohkem kui 130 m ü.m.

Glatsiofluviaalsed ehk liustiku jõe tekkelised pinnavormid on esindatud kuhjeliste liustikusiseste (oosid, mõhnad) ja liustikuesiste (sandurid ja deltid) ning kulutuskuhjeliste moodustistena (orusandurid). Oosid on levinud peamiselt Lääne- ja Põhja-Eestis.

Eristatakse radiaalseid e. pikioose ja marginaalseid ehk põikoose. Põikoosidest on tuntumad Põhja-Pärnumaa ja Palivere oosiahelikud (foto 27). Nende laius on 0,05-1 km, kõrgus 5-15 m. Pikioose on rohkesti Põhja-Eestis, kus oosisüsteemide pikkust mõõdetakse kümnete kilomeetritega (Siimuste-Ebavere oosistik, 42 km). Ooside kõrgus ulatub 10-20 m (foto 28), maksimaalselt 35 m-ni (Neerutis). Lõuna-Eestis on oose harva, nad on ainult kuni paarisaja meetri pikkused ja 10-15 m kõrgused. Fluviomõhnad esinevad kõrgustikel koos moreenküngastega (ent on nendest kõrgemad ja järsunõlvalisemad) või moodustavad iseseisvaid mõhnastikke (Kurtna, Kaiu, Selguse). Fluviomõhnad nagu oosidki koosnevad kruusast ja liivast ning on sageli paarimeetrilise moreenkattega. Nende kõrgus on tavaliselt 10-25 m. Glatsiofluviaalsetest setetest tasandikulised alad esinevad mõnest kuni mitmesaja ruutkilomeetrilise pindalaga sanduritena Karula, Haanja ja Sakala servamoodustiste distaalses osas ning Tallinna ja Kunda vahel deltadena. Orusandurid kujutavad endast Lõuna-Eestis hilisglatsiaalis jääsulamisvete vooluteedena esinenud laiade (0,5-1 km) ürgorgude (Väike-Emajõgi, Piusa, Mustjõgi) mõne meetri kõrguseid terrasse. Mõnikord kaasnevad orusanduritega deltid ehk mandrijää sulamisvee äravooluorgude suudmealad (Mustjõe, Tääksi - Valgita jt).

Limnoglatsiaalsed ehk jääjärvelised reljeefivormid on esindatud limnomõhnade kui liustikusiseste moodus-tistena ning jääjärveliste tasandikena. Limnomõhnad koosnevad peenkihitatud liivakas-savikatest setetest, mis on kohati kaetud moreeniga. Nad esinevad harva koos moreenküngaste ja fluviomõhnadega kõrgustike nõlvadel. Lavajad, 5-10 m, harvem kuni 20 m kõrgused limnomõhnad on sagedased Iisaku ümbruses. Limnomõhnad ääristavad terrassina Iisaku ja Mäetaguse oose. Haanja, Otepää ja Karula kõrgustike kõrgeimas osas, kesk- ja suurkünklikus reljeefis esineb tasaste lagedega künkaid, mille moreenne (Suur-Munamägi, Kuutsemägi, Mäeküla, Madise jm.), harvem glatsiofluviaalsetest setetest (Otepää ümbrus) tuum on kuni 10 m paksuses kaetud liivakas-savikate viirsetetega, moodustades omapäraseid lasuvaid limnomõhnu (foto 12).

Jääjärvelised murrutustasandikud valdavad reljeefi kõrgemates osades, kuhjelised aga madalamates. Võib välja eraldada rea kohalike jääjärvede tasandikke, mis asuvad erinevatel tasemetel. Näiteks Võru jääjärve tasandik on 80-105 m abs. kõrgusel. Balti jääjärve maksimaalne levik on fikseeritud rannamoodustistega (peamiselt abrasiooninõlvad) kuni 40 m kõrgusel Sakala kõrgustiku nõlval ja kuni 80 m ü.m. Pandivere kõrgustikul. Sakala kõrgustiku läänenõlval Väandra ja Türi vahel esinevad Balti jääjärve kuni 10 m kõrgused v a l l - l u i t e d. Palju kõrgemad rannikuluided (kuni 20 m) levivad Peipsi madaliku põhjaosas, kus nad asuvad astangutel, mille jalamite abs. kõrgused madalduvad järve suunas 48 m-lt 25m-ni. Samas esineb ka üksikuid kaarjaid mandriluiteid. Kagu-Eestis on Mustjõe orusanduri liiv tuule poolt kuhjatud kuni 5-15 m kõrgusteks luideteks, Värskast kagu poole jääv jääjärveline liiv aga paari meetri kõrgusteks luidedeks ja kühmuliseks tasandikuks.

Seega Eesti territooriumil levivad mitmekesised liustikupinnavormid: Kagu-Eestis valdavalt künklik reljeef, Kesk-Eestis voorestikud, põhjas ja läänes tasandikud marginaalsete moodustiste ning pikioosidega. Ka Läänemere põhjas võib jälgida liustikulise päritoluga reljeefivorme: moreentasandikke (kaardipildis ulatuslikud moreeni esinemisalad), jääjärvelisi tasandikke

(jääjärvelised setted), hiidvoori (Prangli, Naissaar), oose (Väike-Tütarsaar) ja glatsiofluviaalseid tasandikke (deltad Saaremaast lääne pool).

Holotseeni pinnamood

Holotseeni pinnavormid kujunesid Läänemere, järvede, põhjavee, soostumise ja tuule mõjul.

Lääne- ja Põhja-Eesti kujutavad endast ulatuslikke L ä ä n e m e r e vanu tasandikke. Suhteliselt intensiivsema maakoore tõusu tõttu haaravad nad Loode-Eestis kuni 125 km laiuse vöötme, mis kitseneb ja madaldub lõuna ja ida suunas. Antsülusjärve murrutus- ja kuhjeterrasside abs. kõrgused ulatuvad Edela-Eestis kuni 15 m, Loode-Eestis (Kõpu poolsaarel) kuni 45 m-ni, Litoriinamere moodustised 4-26 m-ni ja Limneamere omad 2-13 m-ni. Läänemere vanu rannajooni tähistavad aluspõhja kivimitesse murrutatud pangad (Tupenurme, Salumäe), astangud ja nõlvad pinnakattes (Sõrve, Kõpu poolsaar), rannavallid (Seliste, Pootsi), maasääred (Kirbla, Väana), põiksääred (Kroodi, Iru), tombolod (Keedika ja Hardu oosi vahel, Tallinnas Toompea ja Lasnamäe vahel) ja barrid (Kuijõe).

Läänemere nüüdisrannikul esineb murrutusrandadel pankasid (Türisalu, Ohesaare), astanguid (Mõntu, Lohusalu), laugeid paerandu (Vaika, Osmussaare kirdeosa) ja moreenrandu kivikülvidega (Ristna, Kabli). Kuhjerandadel esineb klibust (Ontika, Küdema; foto 30) ja liivast (Kloogaranna, Narva-Jõesuu) rannavalle või õhukese mudase savikas-möllise kattega laugeid randu (Haapsalu, Matsalu laht). Nimetatud murrutusrannad on omased neemedele (foto 31) ja kuhjerannad lahtedele (foto 32). Nüüdse Läänemere sügavamates osades kujunesid kuhjetasandikud (kaardipildis mere- ja järvesetete alal) ning toimus nõlvade abrasioon (voorsaared).

J ä r v e l i s e tekkega on Peipsi järve ja Võrtsjärve ümbruse tasandikud, aga samuti väiksemad järvetasandikud (Kunda, Korva luht). Peipsi ja Võrtsjärv asuvad kuni mitmekümne meetri sügavuselt aluspõhja kulutatud ja 10-40 m paksuselt setetega täidetud liustiku kulutusnõo kohal. Nüüdisrannik on valdavalt lauge ja liivane, lõunaosas soostunud; Peipsi põhjarannik on järsem - jääjärvelistesse liivadesse on murrutatud 2-5 m kõrgune astang. Ligi 10 m kõrgune pank esineb Kallastel (foto 33) ning Võrtsjärve idarannikul liivakivist tuumaga abradeeritud voortes (Tamme, Rannaküla). Oma päritolult on väikejärvede nõod liustikukündelised ovaalse kujuga (Saadjärv), erosioonilised pikliku kujuga (Otepää kõrgustiku kaguosa), glatsiokarstilised (Pühajärv), karstilised (Pandivere kõrgustiku keskosa, Tsiistre), reliktised laguunsed (Suurlaht), telmatogeensed (Endla) ning tehnogeensed (Narva veehoidla). Kallaste ilme sõltub neid ümbritsevast pinnamoest.

Läänemere, Peipsi ja Võrtsjärve rannikul esineb v a l l - l u i t e d. Nende pikkus on valdavalt 75-150, laius 30-50 ja kõrgus 5-10, maksimaalselt 20 m. Kõige suuremad on Antsülusjärve (Lääne-Saaremaa kõrgustikul, Palivere ümbruses; foto 26) ja Litoriinamere luited (Rannametsas, Tõstamaal, Sininõmmel jm).

J õ e o r u d on Eesti põhja-, lääne- ja lõunapoolsetes osades eriilmelised. Põhja-Eesti jõed on ülemjooksul oma voolusängid kohandanud ümbritseva reljeefi madalamatele aladele ja seetõttu on orud nõrgalt väljakujunenud või mere-, järve- ja sootasandiku läbimisel koguni puuduvad (foto 34). Ainult mõnda jõge (Pirita) ümbritseb kitsas lammorg ka ülemjooksul. Lammorud on moodustunud

peamiselt jõgede keskjooksul, harvem alamjooksul (Loobu, Pada). Nende laius on 0,1-0,3 km, sügavus 5-7 m, jõgede alamjooksul kohati ligi 30m. Alamjooksul on jõeorud valdavalt V-kujulised, kuni 30 m sügavad, kohati piiratud lammi ja terrassidega (Selja, Pühajõgi). Jõgede klindilähedasel suudmealal, allpool 6-8 m kõrgust joaastangut (foto 35), on orud kuni 1,5 km pikkuselt kanjoni-laadsed lammi ja terrassiselementidega (Jägala, Narva, Valgejõgi, Loobu, Keila). Analoogete orulõike on ka Purtse, Sõtke ja Kunda karestikulistel jõgedel. Kanjoni-laaste orgude sügavus on 10-25 ja laius 50-70 m. Lääne-Eesti vanadel Läänemere tasandikel on jõeorud nõrgalt välja kujunenud. Nende areng ongi tavaliselt piirdunud ainult jõesängi ja kohati sellega külgneva kitsa lammi moodustamisega (Pärnu, Kasari). Sängorud on paari meetri sügavused (alamjooksul kuni 10 m) ja lähevad järkjärgult üle ümbritsevaks tasandikuks.

Lõuna-Eesti jõgede (Väike-Emajõgi, Piusa, Mustjõgi) ülemjooksul, kõrgustike künkliku reljeefi piires, on orud V-kujulised ja 15-30 m sügavused. Oru põhi on kaetud moreenist väljapestud jääpurkse jääksetega, kohati on sellest moodustunud kuni mõnekümne meetri laiuse lammiselemente. Keskjooksul, Devoni lavamaal, on orud 10-30 m sügavuselt lõikunud liivakividesse. Kohtades, kus jõed puhandavad kõrgemaid kvaternaarisetetest pinnavorme, võib oru sügavus ulatuda 45 m-ni. Oru veerud on järsud, kohati jäärakute ja uurakutega ning orupõhjale on kujunenud paarisaja meetri laiune lamm. Alamjooksul, mandrijää sulamisvete äravooluorgudes kujunes Holotseenis jõesängi rände tulemusel liitunud kaldavallidest mõnesaja meetri (maksimaalselt 1-1,5 km) laiune lamm. Kaldavallide kõrgus on 1-2 m, laius 5-10 m ja pikkus kümneid meetreid. Ent tavaliselt on lammide künniselise pinnamood mattunud lammisetete ja turba alla. Tugevasti on soostunud Peipsi, Pihkva ja Võrtsjärve suubuvate jõgede alamjooksude lammid. Kohtades, kus jõed voolavad järve- ja sootasandikul (Emajõe ülem- ja alamjooks), selgelt väljakujunenud orud puuduvad, küll aga on olemas lamm, mis on määratletav jõeloogete ja sootide vöötme ning lammisetetega.

Sootasandikud on Eestis ulatuslikult levinud. Madal- ja siirdesood, mis esinevad tavaliselt liigestatud reljeefiga aladel (künklik maastik, voorestik, orud), on tasase või nõrgalt nõgusa pealispinnaga. Rabad (valdavalt tasandikel) on kumera (Ida-Eesti) või lavaja pinnaga (Lääne-Eesti), tavaliselt 4-5, maksimaalselt 10-12 m kõrgused. Mikroreljeef on soodel peamiselt mättaline, rabadel ka älveline ja laukalis-peenraline (foto 36).

Pinna- ja põhjavee lahustava ning uuristava tegevuse mõjul on Põhja- ja Lääne-Eestis kohati ordoviitsiumi ja siluri, harvem Kagu-Eestis ülem-devoni karbonaatkivimites arenenud karst. Tema avaldumise tuntumateks vormideks on kuni mõnekümne, harvem üle 100 m diameetriga ja mõnemeetrilise sügavusega langatuslehtid (kurisud) ja kuni mitmesaja meetri pikkused (Kata, Salajõe) karstiorud. Karst esineb üksikvormidena, rühmiti või koguni suurte karstiväljadena. Kõige rohkem on karstunud Pandivere (rohkem kui 200) ja Ahtme kõrgustik (enam kui 100 karstivormiga). Suurimad karstiväljad on Kostivere (150 ha; foto 37), Uhaku ja Kuimetsa. Ülem-Devoni lavamaal Meremäelt lõuna pool 5 km² suurusel alal on 5-10 m sügavusi ja 15-20 m läbimõõduga karstilehtreid (foto 38). Põhjaveetekkliste pinnavormide hulka tuleb lugeda ka oruveerude allikalubjalasundeid, mis moodustavad kuni paarisaja meetri laiuse ja ligemale 2 km pikkusi pseudoterrasse (Rõuge) ja väikesi künkaid (Mustavere).

Inimtegevuse tulemusel ja seda eriti viimase viiekümne aasta jooksul on tekkinud rohkesti t e h n o g e e n s e i d positiivseid (muistsed linnamäed, aheraine- ja tuhamäed, teetammid jt) ning negatiivseid pinnavorme (karjäärid; foto 39), teesüvendid, kanalid jt). Neist suurimad on Kirde-Eestis kuni paarikümne ruutkilomeetri suurused põlevkivikarjäärid ja mitmekümne meetri kõrgused aheraine- ja tuhamäed (ligi 120 m kõrgused Kiviõli koksimäed) ning platoonid (Narva elektrijaamade juures). Kaevanduskäikude lagede sisselanigemisel on tekkinud paari meetri sügavusi langatushäile. Kaevandusväljade rekultiveerimisel on kujundatud künklik reljeef (Maardu -foto 40) ja põllustatud tehistasandikud (Maidla). Tormipurustuste vältimiseks on kohati rajatud rannakindlustusi (Kopli poolsaar).

Eestis leidub teisigi pinnavorme, nagu rusukaldeid, maalihkeid ja meteoriidikraatreid, kuid nende levik on piiratud. Tavaliselt 6-8 m (harvem 30-40 m) kõrguseid r u s u k a l d e i d esineb klindi jalamil (foto 19). M a a l i h k e i d on iseloomulikud savist pankrannikule, nõlvadele ja veerudele (Kasari ja Pärnu jõe viirsavist kaldad), kus settekehad on libisenud mõne meetri võrra madalamale, moodustades orvandi.

M e t e o r i i d i k r a a t r i d esinevad rühmiti Kaalis ja Ilumetsas ning üksikult Tsõõrikmäel (Räpina lähedal) ja Simunas. Kaali peakraatri läbimõõt on 110 m, sügavus 22 m ja kraatrit ümbritseva valli kõrgus kuni 10 m. Teised 8 kraatrit on väiksemad, läbimõõduga 12-40 m ja sügavusega 1-4 m. Ilumetsa kraatrite rühma kuuluva Põrguhaua läbimõõt on 80 m, sügavus 12.5 m, Süvahaua 50 ja 4.5 m ning Kuradihaua diameeter on 24 m. Nende ringvalli kõrgus ulatub kuni 4,5 m-ni. Tsõõrikmäe kraater on 40 m läbimõõduga ja 6,5 m sügav. Simuna lehterja lohu diameeter on 8,5 ja sügavus 1,9 m. Ordoviitsiumi kivimitesse mattunud 4 km läbimõõduga ja 450 m sügavune Kärda meteoriidikraater kajastub nüüdisreljeefis tema ringvalli kohal lasuvate, tavalisest suurema kallakuga paekihtidest koosnevate kõvikute ja 3 km diameetriga kraatrinõo kaudu. Nõo põhja ja valli kõrgeima punkti vahe aluspõhja reljeefis on 37 m. Suur-Pakri ja Osmussaare vahele jääv Neugrundi kraater on jälgitav merepõhjas 7 km-se läbimõõduga rõngasstruktuurina, mida ümbritseb ligi 150 m kõrgune ja ühe kilomeetri laiune ringvall.

3. ARENGULUGU

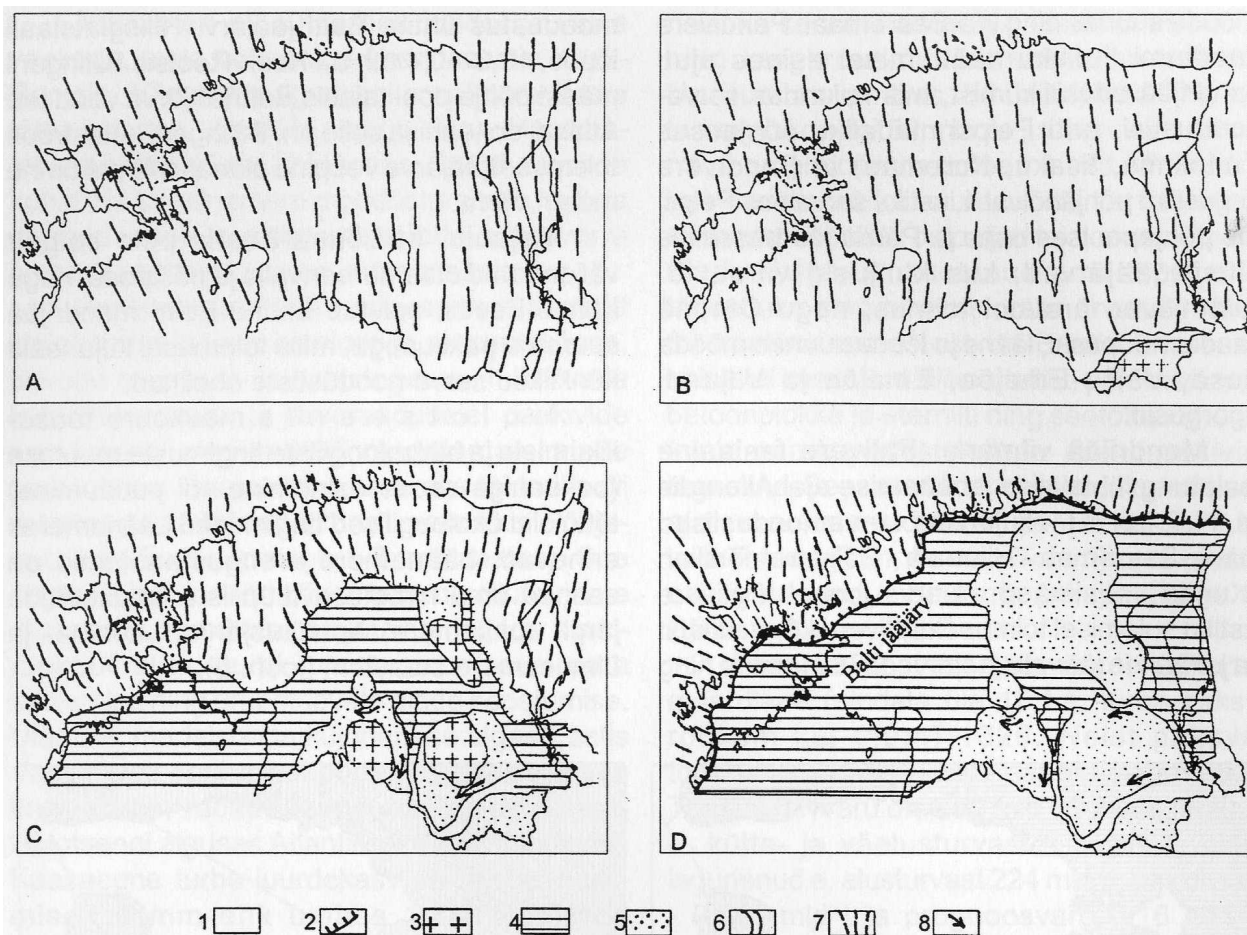
Alates hilisdevonist valitsesid Eestimaal maismaalised tingimused. Denudatsiooni tulemusel kujunesid suhteliselt kulumiskindlamatel kivimitel (paas, liivakivi) nüüdispinnamoeski kajastuvad lavamaad ja kõrgustikud ning nõrgematesse setenditesse (mergel, savi) madalikud. Ookeani suunas, peamiselt läände voolanud jõed uuristasid sügavaid orge. Oletatakse, et kaasaegse Soome lahe kohal olnud peamisse äravooluarterisse, Ürg-Neevasse, suubus mitmeid lisajõgesid. Aluspõhjakihtide mõningase lõunasuunalise kallakuse ja nende lõhelisuse tõttu allusid Ürg-Neeva lõunapoolsed kaldad kergemini erosioonile ja jõesängi rände tulemusena kujunes järsk lõunapoolne oruveer. Seda abradeeriti jäävaheaegadel, eriti Eemimere poolt, mil moodustus astang, mis esialgu asus praegusest Ordoviitsiumi klindist mõned kilomeetrid põhja pool. Jääaegadel mandrijää purustas klinti, voolis välja klindineemikud ja -lahed ning süvendas jõeorge. Võib arvata, et Kõrvkülas ja Keskkülas osaliselt Karuküla kihistu setetega täitunud mõnekümne meetri sügavused orud on jääajaeelsed. Nende läheduses olevad ligi saja-kaheksaja meetri sügavused mattunud orud kujundati nii sügavateks põhiliselt Pleistotseenis liustikuküünde ja liustiku sulamisvetega. Klindist lõuna pool liustikud kulutasid mõnekümne meetri võrra aluspõhja kivimeid ja kandsid ära varem kuhjunud kvaternaarisetteid.

Arvestades meilt ja naaberaladelt teadaolevaid moreenihorizonte ja nendevahelisi jäävaheaja setteid, võib järeldada, et Eesti territoorium allus vähemalt kolmel korral Skandinaavia mägedest lähtunud m a n d r i j ä ä t u m i s e l e - Elsteri (Mindeli), Saale (Rissi) ja Weichseli (Würmi) jääajal, mil kuhjusid Sangaste, Ugandi ja Järva kihistu setted. Nende moreenide koostise alusel võib öelda, et liustikujää liikus Vara-Saale ja Hilis-Weichseli jäätumise ajal lõuna suunas, Hilis-Saale ja Vara-Weichseli jäätumise ajal kagu suunas.

Jääajad vaheldusid Holsteini (Lihvini) ja Eemi (Mikulino) j ä ä v a h e a e g a d e g a . Karuküla kihistust uuritud õietolm viitab sellele, et Holsteini jäävaheaja kliimaoptimumi ajal kasvas metsades esmalt rohkesti pärna ja leppa, hiljem kuuske ning kliima oli suhteliselt jahe ja niiske. Rõngu kihistu suuradiagrammis asenduvad järkjärgult leppa, sarapuu, pärna, valgepöõgi, kuuse ja männi levikumaksimumid. Valgepöõgimetsade esinemine kliimaoptimumi ajal näitab, et Eemi jäävaheajal oli kliima praegusest tunduvalt soojem. Sellele osutavad ka soojaveeliste mereliste ränivetikate määrangud Prangli kihistust. Eemi merre, mis oli meie alal ulatuslikum kui kaasaegne Läänemeri, suubusid mitmed Põhja-Eestis nüüdseks mattunud orgudes voolanud jõed. Kuna enamik neist orgudest algab lõuna suunas küllaltki järsku, võib arvata, et see on tingitud joaastangutest, mis viimasel jäävaheajal regressiivse erosiooni tulemusel nihkusid jõe ülemjooksu suunas ning sel teel kujundasid kanjonitaolisi orge. Peale jäävaheaegade oli veel perioode (Kesk-Elster, Kesk-Saale, Kesk-Weichsel), mil liustik meie alal hääbus, kuid ei sulanud Skandinaavia jäätumiskeskuses lõplikult. Sel ajal kuhjusid meil suhteliselt karmides kliimatingimustes megainterstadiaalsed Kesk-Sangaste, Kesk-Ugandi ja Savala alamkihistu kontinentaalsed setted.

Tänapäevast Eesti pinnamoodi ilmestavad reljeefivormid kujunesid peamiselt viimase mandrijää kulutuse (voored), surve (otsamoreenid) ja kuhje (moreenkünkad ja -tasandikud) tulemusel, aga samuti sulamisvete erosiooni, murrutuse ja kuhje mõjul ja seda nii liustikusiseselt (pikioosid, mõhnad) kui ka mandrijää servaesisel (põikoosid, sandurid, deltag, jääjärvetasandikud, ürgorud).

Eestimaa mandrijääst vabanemine toimus järkjärgult, millega kaasnes jääserva ajutisi pealetunge ja seisakuid. Ligi 13,5 tuhat aastat tagasi kujunesid Riia ja Pihkva liustikuvoolude kokkupuutealal Haanja kõrgustiku mandrijää moodustised. Haanja staadiumi ajal liikusid liustikukeeled lõunasse ja edelasse (joon. 4). Sellele viitavad nii Haanja-Aluksne kõrgustiku kui ka temast ida ja lääne poole jäävate voorte edelasuunaline orienteeritus. Liustikukeelte sulamisel kujunes kõrgustikust ida, põhja ja edela poole suur Võru jääjärv, kus settisid pruunid viirsavid. Kliimatingimuste paranedes kuhjus ka õhukesi hallikaid taimejäänustega vahekihte (Villa, Mõniste, Kurenurme). Järvest vabadel aladel kujunes õhuke mullakiht (Kurenurme), millel kasvasid männi- ja kasemetsad.



Joon. 4. Mandrijää hääbumine Eesti territooriumilt. A - Haanja staadium, B - Otepää staadium, C - Pandivere staadium, D - Palivere faas: 1 - mandrijää, 2 - aktiivse jää serv, 3 - irdjää, 4 - jääjärv, 5 - maismaa, 6 - sulamisvete äravoolu org, 7 - liustiku liikumise suund, 8 - sulamisvete äravoolu suund (koostanud K. Kajak).

Fig. 4. Deglaciation of the Estonian territory. A - Haanja Stadial, B - Otepää Stadial, C - Pandivere Stadial, D - Palivere Phasial: 1 - margin of the active glacier, 3 - field of dead ice, 4 - ice lake, 5 - dry land, 6 - glacier meltwater valley, 7 - ice movement direction, 8 - meltwater flow direction (compiled by K. Kajak).

Arvestades mattunud taimejäänuste vanust (ligi 13 tuhat aastat) Kurenurme läbilõikes võib oletada, et 12,4-12,6 tuhat aastat tagasi toimus uus, eelpoolmainitud taimejäänustega setteid katva Otepää staadiumi mandrijää pealetung. Voorte orientatsiooni järgi võib arvata, et Peipsi liustikuvool liikus lõuna-edela, Võrtsjärve liustikukeel aga lõuna-kagu suunas. Mandrijää maksimaalne levik on tähistatud Karula-Lepasaare servamoodustistega (Kajak, 1966,1967; Kajak jt, 1976). Teiste seisukohtade kohaselt (Karukäpp, 1997) on orgaanilised setted ümbersettinud glatsiokarsti tulemusel mattunud irdjäätingimustes ja uut liustiku pealetungi 12,4 - 12,6 tuhat aastat tagasi ei toimunud.

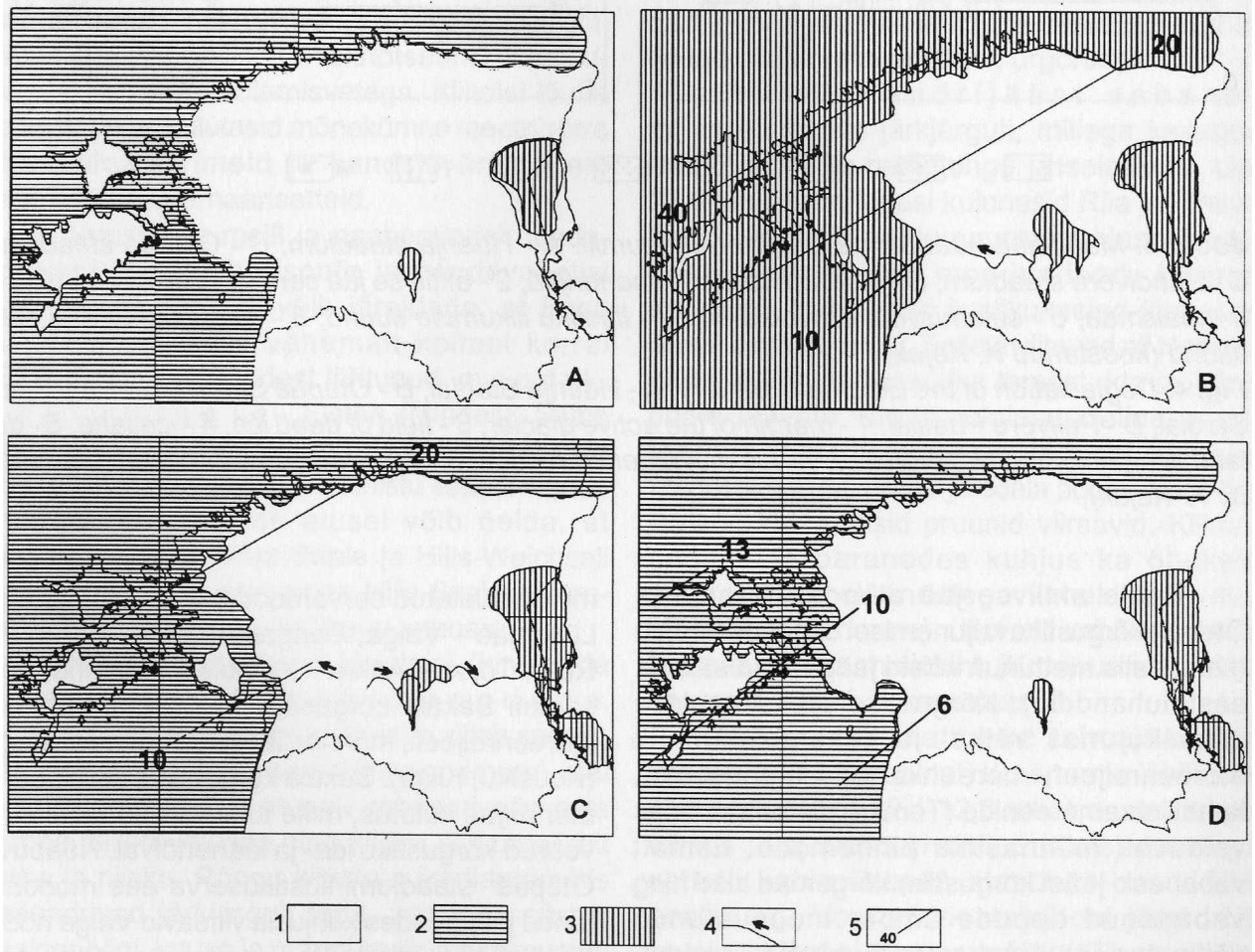
Peale aktiivse jää etendas Haanja ja Otepää kõrgustiku kujunemisel olulist osa irdjää (setete alla mattunult võisid jääpangad säiluda aastatuhandeid). Kõrgustike proksimaalses osas kujunes väike- ja keskmisekünklik moreenreljeef, moreenkattega mõhnastike, kohati otsamoreenide (Tamsa) distaalses osas valdavalt mõhnastike pinnamood. Esmalt vabanesid jääst kõrgustike kõrgemad alad ning vabanenud tippude ümber moodustunud väikestes jääjärvekestes kuhjusid liivakas-savikad setted, mis jäise ümbrise sulamisel jäid moreenküngastele ja fluviomõhnadele. Seejärel kujunesid voorestikud (Saadjärve, Kolga-Jaani) ja nendevahelised tasandikud. Ent liustiku taandumine ei toimunud ilma uute ostsillatoorsete pealetungide ja liustikuserva seisakuteta. Nii on Võrtsjärve liustikukeele taandumine tähistatud servamoodustiste vöötmetega Lüllemäe - Valga, Sangaste - Hummuli - Lilli, Rutu, Tõrva - Aakre - Kambja - Lootvina, aga samuti Sakala kõrgustiku lõunaosas künkliku moreenreljeefi, mõhnastike ja otsamoreenidega (Kuusiku, Kiisa). Sakala kõrgustikul domineeris mandrijää kulutus, mille tulemusena kujunesid voored kõrgustiku ida- ja läänenõlval. Hääbuva Otepää staadiumi liustikuserva ees moodustunud jääjärvedes kuhjusid viirsavid Valga nõos, Kesk-Eesti madalikul ja voortevahelistes nõgudes.

Järgmise, Pandivere staadiumi (11,8-12,2 tuhat a.t) mandrijää maksimaalne levik on tähistatud servamoodustistega kaarjalt ümber Peipsi nõo lõunaosa (tekkisid Peipsi ja Pihkva järve nõgu eraldavad servamoodustised), üle Pandivere kõrgustiku põhjaosa, Pärnust kirde ja loode suunas ning Ida-Saaremaal. Pandivere staadiumi Müstiku hääbumisel esines ajuti mandrijää edasiliikumist, mis kujundas servamoodustisi, eriti Peipsi madaliku põhjaosas (Tudulinna, Iisaku, Kuremäe) ja Pandivere kõrgustiku põhjanõlval. Liustiku serva ees Peipsi nõo põhjapoolses osas ja Pärnu jõe basseinis laiusid jääjärved, kus kuhjusid viirsavid. Sulamisvee äravool toimus, nagu Otepää staadiumi lõpuski, lääne ja lõuna suunas mööda Piusa, Väike-Emajõe, Emajõe ja Viljandi ürgorgusid.

Mandrijää viimane, Palivere fasiaalne pealetung lühiajalise jahenemise ajal Allerodis ligi 11,2 tuhat a.t - kujundas servamoodustised Lääne-Saaremaa - Hiiumaa - Palivere - Tallinn - Kunda - Sinimäed - Narva joonel. Palivere liustiku sulamisel toimus Pandivere kõrgustikust itta ja läände jäävate jääjärvede ühinemine ning moodustus ühtne Balti jääjärv. Hilisglatsiaali lõpus, 10,3-10,4 tuhat a.t Kesk-Rootsis Billingeni mäest põhja pool rajasid Balti jääjärve veed tee Atlandi ookeani ja selle nn. Billingeni katastroofi tulemusel jääjärve veepind alanes mitmekümne meetri võrra.

Asjaolu, et Lõuna-Eestis pole selgelt väljendatud otsamoreenivalle ja põikoose, nagu Lääne-Eestis, seletub Lõuna-Eesti mandrijää suurema paksusega, mille tulemusel kujunesid künklikud servamoodustiste ahelikud.

H o l o t s e e n i s maakoore tõusuliikumiste ja hüdroloogiliste tingimuste muutuse (ookeaniga seose esinemine või puudumine) tõttu olid ökoloogilised tingimused Läänemeres erinevad. Läänemere arengustaadiumid on saanud oma nimetuse tüüpiliste limuseliikide järgi: Joldiamere, Antsülsjärve, Litoriina- ja Limneamere staadium (joon. 5).



Joon. 5. Läänemere paleogeograafiline rekonstruktsioon A - Joldiamere, B - Antsülsjärve, C - Litoriinamere, D - Limneamere maksimaalse leviku ajal: 1 - maismaa, 2 - meri, 3 - järv, 4 - jõgi, 5 - rannamoodustiste samakerke jooned.

Fig. 5. Paleogeographical reconstructions of maximal levels of A-Yoldia Sea, B-Ancylus Lake, C-Litorina Sea, D - Limnea Sea: 1 - dry land, 2 - sea, 3 - lake, 4 - river, 5 - isolines for shore level altitudes in meters above the present sea level.

Joldiameri oli suhteliselt madal ja väike veekogu, mida ookeaniga ühendas väin Kesk-Rootsis. Viimase sulgumisel maakoore kerke tõttu kujunes ulatuslik Antsülsjärv. Maailmamerega ühenduse

tekkimine Taani väinade kohal viis Litoriinamere moodustumisele, millele järgnes väinade ahenemise tõttu mõnevõrra magedaveelisem Limneamere staadium.

Kontinentaalsetest protsessidest toimusid Holotseenis jõgede erosioon ja akumulatsioon, järvede murrutus- ja kuhjetegevus, luiteliivade kuhjumine mere- ja järverandadele, paekivide karstumine ning reljeefi madalamate alade soostumine. Seejuures suunavaks faktoriks oli maakoore suhteliselt intensiivsem tõus Põhjaja Loode-Eestis (praegu 1-3 mm aastas). See tingis Peipsi ja Võrtsjärve taseme tõusu järve lõunaosas, nendesse suubuvate jõgede alamjooksul alluuviumi normaalsest suurema kuhjumise ning ümbritsevate alade soostumise. Ulatuslik madalsoode kujunemine algas Eestis Vara-Holotseeni teisel poolel boreaalse kliima tingimustes, rabade formeerumine aga Kesk-Holotseeni alguses Atlantilisel kliimastaadiumil. Kaasaegne turba juurdekasv on aastas keskmiselt 1 mm ehk umbes 1mln t, mis on ligikaudselt võrdne kaevandamise aastamahuga.

4. MAAVARAD

Kvaternaari maavaradest on tähtsamad liiv, kruus, savi, turvas, mere- ja järvemuda ning järvelubi (tabel 3).

Liiv ja kruus on seotud glatsiofluviaalsete setete ja rannamoodustistega. Üldse on teada üle 900 liiva ja kruusa leiukohta, mille tarbevaru hinnatakse 250 mln m³. Seisuga 1.01.98. a. oli Eesti vabariigis bilansiga arvele võetud 89 liivamaardlat ja kolm liivakarjääri tarbevaruga 145 751 tuh m³ ja reservvaruga 301 739 tuh m³. Kruusamaardlaid oli arvel 74 ja karjääre 3 tarbevaruga 21 779 tuh m³ ja reservvaruga 35 025 tuh m³. Kuigi üldvaru on kruusal (ligi 2 mld m³) ja liival suur, tuleb arvestada, et iga liiv ja kruus ei kõlba maavaraks ning maardlad paiknevad ebaühtlaselt - Tartu ja Saare maakonnas on neid rohkesti, vähe aga Rapla ja Järva maakonnas. Pealegi on paljud maardlad kaitsealadel, ehitiste, väärtusliku põllumaa või metsa all. Seetõttu tuleb edaspidi ulatuslikumalt kasutada põlevkivi aherainet ja aluspõhja paekillustikku.

Jääjärvelist viirsavi ja liivsavi, harvem moreensavi saab kasutada telliste, mõningaid neist ka keraamikatoodete (katusekivi, plokid) ning kergkruusa (keramsiidi) tootmiseks. Uuritud on umbes 50 leiukohta. Nende tarbevaru on ligi 50 mln m³, reservvaru 40 mln m³ ja prognoosvaru umbes 1 mld m³. Madala kvaliteedi, väikese varu või territooriumi täisehitamise tõttu on paljud leiukohad (Mässu, Sindi, Valga, jt) kaotanud oma tööstusliku tähenduse ning bilansist välja arvatud. Alates 60-ndatest aastastest on Eestis üha enam ehitustel kasutatud silikaattellist, põlevkivituhast betoonplokke ja eterniiti ning seetõttu vähenes kvaternaarisavidest telliste ja katusekivide tegemine. Seoses väiketootmisega on viimasel ajal suurenenud huvi jääjärvelise savi leiukohtade (Türi, Laeva, Tohvri) uuringute ja otsingute vastu. Suurima perspektiiviga on Pärnu ja Kasari jõgikond.

Eesti 9836 soost võib vaadelda turbamaardlana (pindala üle 10 ha, turba paksus rohkem kui 0,9 m) 1626. Neist pakuvad tööstusliku kasutamise aspektist huvi 520. Turba aktiivaru on 1,52 mld t (hästilagunenud e. kütte- ja väetusturvast 1,3 mld t, vähelagunenud e. alusturvast 224 mln t), passiivvaru - 0,69 mld t ja prognoosvaru 0,16 mld t. Seisuga 1.01.1998.a oli turbabilansiga arvele võetud 104 maardlat tarbevaruga 668 389 tuh t ja reservvaruga 1 589 059 tuh t. Eesti turbavarust

(üldse 2,37 mld t) asub suurem osa Pärnu-, Järva-, Harju- ja Ida-Virumaal, vähe on turvast Hiiu-, Saare- ja Valgamaal.

Meremuda suuremad maardlad asuvad Lääne-Eesti rannikujärvedes (Mullutu-Suurlaht) ja merelahtedes (Käina, Haapsalu) ning on bilansis arvel tarbevaruga 3011 tuh t. Järvemuda bilansis on 32 maardlat tarbevaruga 11 451 tuh t, reservvaruga 20 748 tuh t põlluväetiseks ning tarbevaruga 1077 tuh raviotstarbeks (Värska). Ravimuda varu (üle 50 mln m³) on praktiliselt ammendamatu, kuid ohustatud reostumisest. Järvede ja soode põhjas leiduva järvemuda ja -lubja üldvaru hinnatakse 3 mld m³. Bilansis on arvel 5 järvelubja maardlat tarbevaruga 1062 tuh m³ ja reservvaruga 1866 tuh m³.

Kvaternaarisetetega seotud maavaradest tuleb nimetada veel rauapigmenti (66 tuh m³) ja Litoriinamere diatomiiti sisaldavaid setteid (Leekova maardla). Mõningates kohtades on gaasiilminguid. Prangli saare viimase jäävaheaja setetes olev gaasivaru hinnatakse 5,3-16,7 mln m³.

Tabel 3

Üleriigilise tähtsusega maardlate iseloomustus

Nr. kaardil	Maavara maardla	Kasuliku kihi keskm. paksus (m)	Geneetiline indeks	Tarbe(T)- ja reservvaru(R) seisuga 1.01.98.a.	
				aktiivne	passiivne
1.	Tallinn-Saku	11,0	Ehitusliiv (tuh m ³) fllivr	T 39 936,0	16 575,0
				R 9 148,5	11 266,0
2.	Pannjärve	25,8		T 105,0	4 904,0
				R 13 409,0	19 570,0
3.	Ellamaa	3,0	Turvas (tuh t) bIV	T 3 299,7	61,1
4.	Endla	3,0		T 604,8	
				R 9958,0	4 475,0
5.	Epu-Kakerdi	3,2		T 91 619,7	41 448,0
6.	Lavassaare	5,6		T 37 064,0	1 904,0
				R 95 829,8	2 591,0
7.	Puhatu	3,26		T 91 124,8	686,0
				R 58 262,0	11 412,0
8.	Sangla	5,8		T 12 759,6	142,0
				R 42 702,0	2042,0
9.	Mullutu-Suurlaht	1,0	Meremuda (tuh t) IIV	T 924,6	175,5
10.	Varangu	2,0	Järvelubi (tuh m ³) IIV	T 589,0	
				R 254,0	55,0

LÕPPSÕNA

Eesti pinnakatte kaart ja käesolev seletuskiri annavad ülevaate Eestis tehtud kaardistamistöödest ja temaatilistest uurimustest. Edaspidised tööd peavad olema suunatud problemaatiliste küsimuste lahendamisele ning setete vanuselis-geneetiliste tüüpide ja pinnavormide klassifikatsiooni detailiseerimisele.

Orgaanilisi jäänuseid sisaldavaid moreenidevahelisi setteid loetakse sageli sekundaarses lasuvuses olevateks, mistõttu need mõnede uurijate arvates pole kasutatavad läbilõigete stratigraafilisel liigestamisel. Seepärast tuleb enam tähelepanu pöörata nende setete leviku ja lasumustingimuste määramisele. Läänemere setete kaardistamisel ei tohiks edaspidi piirduda ainult stadiaalsete setete eristamisega, vaid need tuleks liigendada ka fasiaalseteks ühikuteks. Võrtsjärve alamkihistu setteid tuleks kaardistada stadiaalsete ja interstadiaalsete kihtidena, nagu seda on tehtud Hiiu- ja Saaremaa kaardistamistöödel. Setete geneetiliste tüüpide piires tuleks eristada ka nende fatsiaalsed erimid. Geomorfoloogilistel kaartidel kujutatakse tavaliselt morfogeneetilisi tüüpe, peaks aga rohkem näitama reljeefi üksikvorme. Oluline on kaartidel kujutada ka mattunud moodustusi. Nii on tarvilik näidata mattunud orgude levik ja ehitus, nendes on ju sageli peidus kvaliteetne põhjavesi ning ehitusliiv ja kruus. Seega on edaspidi mitmeid võimalusi detailsemate kvaternaargeoloogiliste kaartide koostamiseks, kui seda on tehtud käesolevas töös.

KIRJANDUS

Eltermann, 1966 - Эльтерманн Г.Ю. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-II. Мин. гео. СССР, Москва.

Eltermann, 1968 - Эльтерманн Г.Ю. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-VIII Мин. гео. СССР, Москва.

Eltermann, 1971 - Эльтерманн Г. Ю. Государственная геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-34-XII, VI (Хаапсалу). Мин. гео. СССР, Москва.

Eltermann, G. 1993a. Hiiu- ja Saaremaa geoloogi pilguga. Eesti Loodus, 3,103-105.

Eltermann, G. 1993b. Mandriliustiku hääbmine Lääne-Eesti saartel. Eesti Loodus, 5/6,218-219.

Eltermann, Raukas, 1963 - Эльтерманн Г. Ю., Раукас А. В. Некоторые примеры сопоставления макроскопически сходных разновозрастных морен на основе их литологического изучения. Труды Ин-та геол. АН ЭССР, XII, 23-37.

Juškevičs, 1966 - Юшкевич В. В. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-XX. Мин. гео. СССР, Москва.

Juškevičs, 1967 - Юшкевич В. В. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-XLX. Мин. гео. СССР, Москва.

Juškevičs, 1972 - Юшкевич В. В. Государственная геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-34-XX, III, XXIV. Мин. гео. СССР, Москва.

- Juškevios, V., Taipas, A. 1997. The top of the Quaternary deposits of the Gulf of Riga. Riga, 39 pp.
- Kadastik, E. 1994. About distribution, formation and lithological composition of tills on Hiiumaa Island, NW Estonia. Eesti Geoloogiakeskuse toimetised, 4/1,4-11.
- Kadastik, E. 1995. Texture and mineralogical characteristics of Weichselian till on Saaremaa Island. Eesti Geoloogiakeskuse toimetised, 5/1, 4-11.
- Kajak, H., 1966 - Каяк Х. В. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-XXI. Мин. геол. СССР, Москва.
- Kajak, H., 1968 - Каяк Х. В. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-XIV. Мин. геол. СССР, Москва.
- Kajak, H., 1969a - Каяк Х. В. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-X. Мин. геол. СССР, Москва.
- Kajak, H., 1969b - Каяк Х. В. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-XIII. Мин. геол. СССР, Москва.
- Kajak, H., 1972 - Каяк Х. В. Государственная геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-34-XI (Кярдла). Мин. геол. СССР, Москва.
- Kajak, H., 1973 - Каяк Х. В. Государственная геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-34-XVIII (Виртсу). Мин. геол. СССР, Москва.
- Kajak, H., 1974 - Каяк Х. В. Государственная геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-34-XVI, XVII (Кингисепп). Мин. геол. СССР, Москва.
- Kajak, H., 1975 - Каяк Х. В. Государственная геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-XVI (Ряпина). Мин. геол. СССР, Москва.
- Kajak, H., 1976 - Каяк Х. В. Государственная геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-XXII (Печоры). Мин. геол. СССР, Москва.
- Kajak, K., 1959 - Каяк К. Ф. Геология долины р. Вяйке-Эмайыги. Уч. записки Тартуского гос. университета, 75, Тарту, 155-184.
- Kajak, K. 1961. Kvaternaarse teete Prangli saare tugiprofiil. Eesti Loodusuurijate Päeva ettekannete teesid, Tartu, 20-21.
- Kajak, K. 1964. Peipsi nõo geoloogias ja geomorfoloogias. Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat, Tallinn, 20-33.
- Kajak, K., 1965a - Каяк К. Ф. К геологии Саадьярвского друмлинового поля. Литология и стратиграфия четвертичных отложений Эстонии, Таллин, 23-29.
- Kajak, K., 1965b - Каяк К. Ф. Особенности геологического строения краевых ледниковых образований в Эстонии. Вильнюс, 59-64.
- Kajak, K., 1966 - Каяк К. Ф. Четвертичные отложения. Геоморфология. Гидрогеология СССР, том XXX, Эстонская ССР, 41-43, 51-58.
- Kajak, K., 1967 - Каяк К. Ф. Дегляциация и приледниковые озерные бассейны Эстонии. История озер Северо-Запада, Ленинград, 66-71.

Kajak, K. 1995. Eesti kvaternaarisetete kaart. Mõõtkava 1:2 500 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 26 lk.

Kajak, K., Kajak, H. 1981. Eesti NSV pinnakatte ja pinnavormide kaart keskkoollidele. Mõõtkava 1: 400 000. Moskva.

Kajak jt, 1964 - Каяк К. Ф., Каяк Х. В. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-ХV. Мин. гео. СССР, Москва.

Kajak jt, 1976 - Каяк К., Кессел Х., Лийвранд Э., Пиррус Р., Раукас А., Сарв А. Стратиграфия четвертичных отложений Эстонии. Стратиграфия четвертичных отложений Прибалтики, Вильнюс, 4-52. Kajak, Liivrand, 1967 - Каяк К. Ф., Лийвранд Э. Д. О нижне- и среднелейстоценовых отложениях Эстонии. Нижний плейстоцен ледниковых районов Русской равнины, Москва, 149-157.

Kalm, 1986 - Калм В. Э. Петрографический состав флювиогляциальных отложений Эстонской ССР. Уч. записки Тартуского гос. университета. Труды по геологии, X, Тарту, 79-94.

Kalm jt, 1985 - Калм В., Карукяпп Р., Раукас А. К генетической классификации флювиогляциальных отложений. Изв. АН ЭССР, Геология, 3, 85-91.

Karukäpp, R. 1997. Gotiglatsiaalne morfogenees Skandinaavia mandriliustiku kagusektoris. Dokt. Diss., Tartu Ülikool, 180 lk..

Kessel, Pork, 1971 - Кессел Х., Порк М. К биостратиграфии донных отложений Балтики в пределах Эстонии. Палинологические исследования в Прибалтике, Рига, 98-110.

Kessel, Raukas, 1967 - Кессел Х. Я, Раукас А. В. Прибрежные отложения Анцилового озера и Литоринового моря в Эстонии. Таллин, 134 с.

Kiipli, T., Liivrand, E., Lutt, J., Pirrus, R., Rennel, G. 1993. Pinnakate. - Lutt, J., Raukas, A. (toim.). Eesti šelfi geoloogia. Tallinn, 178 lk.

Kõrvel, 1964 - Кырвел В. В. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35- IX. Мин. гео. СССР, Москва.

Liivrand, E. 1991. Biostratigraphy of the Pleistocene deposits in Estonia and correlations in the Baltic region. Doctoral Thesis, Stockholm University, 114pp.

Mardla, 1966 - Мардла Э. Э. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-1. Мин. гео. СССР, Москва.

Mardla, 1967a - Мардла Э. Э. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-III. Мин. гео. СССР, Москва.

Mardla, 1967b - Мардла Э. Э. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-IV. Мин. гео. СССР, Москва.

Miidel, Raukas, 1965 - Мийдел А. М., Раукас А.В. Литология аллювиальных отложений Северной Эстонии. Литология и стратиграфия четвертичных отложений Эстонии. Таллин, 113-132.

Orru, M. 1992. Eesti turbavaru. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 146 lk. Orru, M. 1995. Eesti turbasood. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 240 lk.

Orru, M., Širokova, M., Veldre, M. 1993. Eesti sood, 1:400 000. Regio. Tartu.

Orviku, K. 1939. Rõngu interglatsiaal - esimene interglatsiaalse vanusega organogeensete setete leid Eestis. Eesti Loodus VII, 1,1-21.

Orviku, 1958 - Орвику К. Литологическое исследование морены последнего оледенения Эстонии количественными методами. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, т. III, 213-252. Orviku, 1960 - Орвику К. К. Четвертичная система. Геоморфология. Геология СССР т. XXVIII. Эстонская СССР. Москва, 166-194, 209-231.

Orviku, Rähni, 1959 - Орвику К. К., Ряхни Э. Э. Карта четвертичных отложений Эстонской ССР, м-б 1:600 000. Мин. гео. и охраны недр СССР, Москва.

Pirrus, 1968 - Пиррус Э. Ленточные глины Эстонии. Тр. Ин-та геологии АН ЭССР, Таллин, 144 с.

Püvi, 1968 - Пюви С. Х. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-1. Мин. гео. СССР, Москва. Raudsep, R., Räägel, V., Savitskaja, L., Orgu, M., Kattai, V. 1993. Eesti maapõuerikkusi. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 64 lk.

Raukas, 1978 – Раукас, А. Плейстоценовые отложения Эстонии. Таллин: Валгус, 310 с. Raukas, A. (koost.) 1995a. Eesti. Loodus. Tallinn, 606 lk.

Raukas, A. 1995b. Evolution of the Yoldia Sea in the eastern Baltic. Quaternary International, Vol. 27,99-102.

Raukas jt, 1971 - Раукас А., Ряхни Э., Мийдел А. Краевые ледниковые образования Северной Эстонии. Таллин, 226 с. Raukas jt, 1993 - Раукас А., Лийвранд Э., Каяк К. Стратотипы квартера Эстонии. Каталог стратотипов квартера Балтийского региона. Вильнюс, 42-53.

Raukas, A., Kajak, K. 1995. Quaternary stratigraphy in Estonia. Proc. Estonian Acad. Sci. Geol. 44, 3, 149-162. Raukas, A., Kajak, K. 1997. Quaternary cover. -Raukas, A., Teedumäe, A. (Eds.). Geology and mineral resources of Estonia, Tallinn: Estonian Academy Publishers, 125-136.

Saarse, L. 1990. Textural and structural characteristics of the Estonian varved clays. Laminated sediments. Geological Survey of Finland, Special Paper, 14, 55-63.

Saarse, 1994 - Саарсе Л. Донные отложения малых озер Эстонии. Ин-тут геологии АН Эстонии. Таллинн, 230 с.

Sammet, 1962 - Саммет Э. Ю. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-V. Мин. гео. СССР, Москва.

Sammet, Belenitskaja, 1961 - Саммет Э. Ю., Беленицкая Г. Л. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений) 1:200 000, лист О-35-XI. Гос. гео. комитет СССР, Москва.

Viiding, H. 1987. Juhend suurte rändrahnude uurimiseks. Abiiks loodusvaatlejate 85. Loodusuurijate Selts, Tartu, 104 lk. Vonsavicius, 1978 - Вонсавичюс В. П. (ред.). Геологическая карта четвертичных отложений республик Советской Прибалтики, м-б 1:500 000, Мин. гео. СССР, Ленинград.

Vonsavicius, 1980 - Вонсавичюс В. П. (ред.). Геологическая карта четвертичных отложений республик Советской Прибалтики, м-б 1:500 000, Мин. гео. СССР. Объяснительная записка. Недр, Ленинград, 40 с.

SUMMARY

INTRODUCTION. The Quaternary System of Estonia is mainly represented by the Pleistocene deposits formed by continental glaciers and their meltwaters, and by the Holocene marine and continental sediments. These deposits cover almost everywhere the Palaeozoic bed rock. In the mainland the thickness of the deposits is smaller in Northern and Western Estonia, where it is usually less than 5 m (Fig. 1). The Quaternary deposits are the thickest (50-200 m) in the Fore-Klint Lowland, in the Saadjärv Drumlin Field, on South-East Estonian heights and in the buried valleys. In the area of the Baltic Sea the thickness of the Quaternary deposits usually ranges from 10 to 20 m. The deposits are at their thickest in the depressions (30-40 m) and in the underwater drumlins, forming islands in places (e.g. 123 m on Prangli Island).

The present map of the Quaternary deposits of Estonia at a scale of 1:400 000 has been compiled on the basis of several medium-scaled maps (1:500 000 and 1:200 000) published in 1964-1992, and numerous large-scaled manuscript maps (1:50 000) compiled in 1974-1998 (Fig. 2 and 3). The legend of the map is based on the Estonian stratigraphical schemes of the Pleistocene and Holocene deposits (Tables 1 and 2). The local stratigraphic units are subdivided into genetic and lithologic types. Geomorphologic signs are used to provide more detailed classification of the sediments.

STRATIGRAPHY. The Pleistocene deposits form the majority of the Quaternary section in Estonia. The composition of the latter depends on the relief and the underlying sedimentary bedrock. On the plains the structure of the Pleistocene deposits is rather simple: in Northern and Western Estonia, in the outcrop area of the Ordovician and Silurian carbonaceous rocks, the latter are covered by a thin layer of grey till of the Võrtsjärv Subformation, whereas in Southern Estonia the Devonian sandstones are overlain by brown or reddish-brown till and glaciofluvial deposits of the last ice-age. In Southern Estonia, up to six till strata (layers) and glaciofluvial and glaciolacustrine deposits bound with them can be distinguished (geological sections A-B and C-D on the map). The uppermost till layer (the Võrtsjärv Subformation) is underlain by purplish-grey till of the Valgjärv Subformation (Plate III). The third till layer (the Upper Ugandi Subformation) is grey and with abundant carbonaceous clasts. The fourth till layer (the Lower Ugandi Subformation) is brown and contains mainly crystalline clasts. The fifth till layer (the Upper Sangaste Subformation) is also brown, rarely grey. The lowest till horizon (the Lower Sangaste Subformation) is grey. In Northern Estonia, on the Fore-Klint Lowland two upper till horizons (the Järva Formation) are grey and the lower two (the Ugandi Formation) are brown.

The age of the tills is determined using intermorainic interglacial and interstadial deposits. In the Gulf of Finland between Prangli and Väike-Tütarsaar islands and on Kihnu Island in the Gulf of Riga, the two upper and two middle till beds are separated by marine clayey deposits of the last, Eemian (Mikulino, Merkiné) interglacial (the Prangli Formation; Plate II). In some places of South-Eastern Estonia (Rõngu, Küti, Kitse) peat-sapropelic boggy-lacustrine deposits of the Rõngu Formation are found on the same stratigraphic level. Lower tills and glaciofluvial deposits occur sporadically (Keskküla, Kõrveküla) under the Holsteinian (Likhvinan, Butenaian) boggy lacustrine

deposits (the Karuküla Formation; Plate I). The upper tills are considered to belong to the Weichselian (Würm), the middle ones to the Saale (Riss) and the lower till to the Elster (Mindel) glaciation (Table 1). Sangaste, Ugandi, and Järva formations are divided into megastadial subformations on the basis of megainterstadial lacustrine sandy-clayey deposits (Harimägi, Valguta and Savala sites). It is recommended to divide the Võrtsjärv Subformation into the Haanja, Otepää, Pandivere and Palivere stadial (phasial) morphostratigraphic units. In places these beds are separated from each other by interstadial (interphasial) lacustrine deposits: the Haanja beds are overlain by Viitka beds, Otepää beds by Kurenurme beds, Pandivere beds by Uniküla beds, and Palivere beds by Kõpu beds.

The tills of the Võrtsjärv Subformation (the Sakala and Pandivere uplands, Saadjärv Drumlin Field, Saaremaa Island) are of the widest distribution. Glaciofluvial sands and gravels occur in Northern and Southern Estonia, forming eskers, fluviokame topography, sandurs and deltas, or filling the buried valleys. Glaciolacustrine deposits (varved clay, silt, sand) form limnokame topography (Iisaku) and the plains in lowlands (Võru, Valga, Peipsi and Pärnu Lowland). After the retreat of the glacier from the Pandivere Upland the Baltic Ice Lake was formed, where mainly silty and sandy deposits accumulated.

The Holocene deposits are represented by the Yoldia Sea, Ancylus Lake, Litorina and Limnea Sea beach, nearshore and offshore sediments (pebble, sand, silt, sapropel) and continental formations. The latter consist primarily of peat and lacustrine deposits as sapropel (Värskä Bay), lake lime (Lake Kulina), silt, sand, pebbles (Lake Peipsi, Lake Võrtsjärv). Alluvial deposits are distributed in river valleys. Dune sands occur along old coastlines (Häädemeeste, northern coast of Lake Peipsi) and fore-dunes on contemporary coast. Technogenous deposits formed in the result of quarrying, mining, as well as industrial wastes cover large areas in North-Eastern Estonia.

GEOMORPHOLOGY AND GEOLOGICAL SETTING OF THE ESTONIAN TERRITORY. The contemporary topography is the result of the geological development from the Late Devonian age up to the present time. According to the age, the relief forms are divided as dating from (1) the Pre-Quaternary (the bedrock topography), (2) the Middle Pleistocene, (3) last ice age (the Late Pleistocene), and (4) the Holocene. The bedrock has cuesta-like topography. North-Estonian, Middle and Upper Devonian plateaus alternate with the Fore-Klint, Middle Estonian and Võru-Piusa lowlands. The bedrock surface is at its lowest in the buried valleys - up to 100-160 m below sea level. The Middle-Pleistocene deposits in the Saadjärv Drumlin Field and in the Otepää and Haanja uplands allow asserting that they have existed at least since the Middle Pleistocene (Riss Glaciation). During the last, Würm Glaciation the glacial topography of whole Estonia was formed or the previous one was reshaped.

The changes in the topography during the Holocene were inconsiderable. Marine and lake accumulation levelled former surfaces. Beach ridges, fore-dunes and dunes were formed. Paludification which began in Early Holocene has resulted in formation of mires and raised bogs on 22,3 % of the Estonian territory.

MINERAL RESOURCES. The major mineral resources (Table 3) related to the Quaternary cover are glaciofluvial and coastal gravel and sand (about 2.5 billion m³), sand (reserves are

practically inexhaustible), glaciolacustrine clay (about 1 billion m³), peat (active reserves 1.5 billion tonnes) and curative mud (over 50 million m³) in coastal lakes (Suurlaht), in sea bays (Käina, Haapsalu) and Lake Pihkva (Värskä Bay).

FOTOD, PHOTOS

Foto 1. Põhja-Eesti hall moreen (Väida). A. Raukase foto.

Photo 1. The grey till of Northern Estonia (Väida). Photo by A. Raukas.

Foto 2. Abradeeritud hall moreen (Paljassaar). K. Kajaku foto.

Photo 2. Abraded grey till (Paljassaar Peninsula, Tallinn). Photo by K. Kajak.

Foto 3. Lõuna-Eesti pruun moreen (Saru). R. Karukäpa foto.

Photo 3. The brown till of Southern Estonia at Saru. Photo by R. Karukäpp.

Foto 4. Lõuna-Eesti violetse varjundiga punakaspruun moreen Tartus. K. Kajaku foto
Photo 4. The violet-shaded reddish-brown till at Tartu (Southern Estonia). Photo by K. Kajak.

Foto 5. Mahu poolest Eesti suurim rändrahn - Ehalkivi Letipeal T. Saadre foto.

Photo 5. With regard to the volume, the biggest gigantic boulder is Ehalkivi at Letipea (Northern Estonia). Photo by T. Saadre.

Foto 6. Ümbermõõdult on Eesti suurimaks hiidrahnuks Kabelikivi Muugal, millest ilmselt jääb palju maa sisse peitu. K. Kajaku foto.

Photo 6. By perimeter, the greatest gigantic boulder of Estonia is Kabelikivi Boulder at Muuga (North-Western Estonia). Photo by K. Kajak.

Foto 7. Pinnakatteta alad on iseloomulikud Loo asula ümbruses (rohututid viitavad paekivi lõhelisusele). Rahvakeeles on nad tuntud loodena, kuid sageli eelistatakse Rootsist pärit terminit - alvar. K. Kajaku foto. ,

Photo 7. The areas of lacking Quaternary cover (alvars) are common in the vicinity of Loo Village, Northern Estonia (tussocks mark limestone fissures). Photo by K. Kajak.

Foto 8. Kallakihilisuus Palivere marginaalse oosi kruusas viitab hilisglatsiaalse sulamisvee valgumisele liustiku servast eemale, distaalses suunas. K. Kajaku foto.
Photo 8. The inclined bedding of the gravel in Palivere marginal esker (North-Western Estonia) evidences of the lateglacial meltwater flow in distal direction from the glacier. Photo by K. Kajak.

Foto 9. Sanduri rõhtkihiline kruus Nogopalu karjääris Rõugest kirde poole. K. Kajaku foto.
Photo 9. Sandur gravels of horizontal bedding in Nogopalu Quarry, to the east of Rõuge Village (Southern Estonia). Photo by K. Kajak.

Foto 10. Paesõelmetest mägi Harku karjääris. Tuulise ilma puhul tekitab selle tolmu palju tuska harkujärvelastele. K. Kajaku foto.

Photo 10. A mound of limestone sittings in Harku Quarry. Photo by K. Kajak.
Foto 11. Madal lame voor Türi idapool. K. Kajaku foto.

Photo 11. Low flat-topped drumlin eastward of Türi Town (Central Estonia). Photo by K. Kajak.

Foto 12. Moreenist koosnevat Munamäge katavad kihitatud savikad setted, st. moreenkünkal lasub limnomõhn. K. Kajaku foto.

Photo 12. The till core of Suur Munamägi (Southern Estonia) is covered by laminated clayey deposits, i.e. limnolite overlies a moraine hillock. Photo by K. Kajak.

Foto 13. Viirsavi paerikka moreeni peal on hall (Sakla, Saaremaa). Tumedamad savikad kihid on talve-, heledamad möllised on suvekihid. R. Karukäpa foto.

Photo 13. Varved clay overlying till rich in carbonaceous clasts is grey (Sakla, Saaremaa Island, (West-Estonian Archipelago). The darker clayey beds were deposited in winter, the lighter silty ones in summer. Photo by R. Karukäpp.

Foto 14. Pruunikas viirsavi Tsirguliina lähedal. K. Kajaku foto.

Photo 14. The brown-coloured varved clay of Tsirguliina area. Photo by K. Kajak.

Foto 15. Alluviaalsed süngisetted (liivad) ja neid katvad kihitatud lammissetted Pedeli jõe orus Valgas. K. Kajaku foto.

Photo 15. River channel deposits (sands) and the overlying laminated flood plain deposits on the Pedeli River valley in Valga (Southern Estonia). Photo by K. Kajak.

Foto 16. Paese aluspõhja tõttu on jäme purd süngisettes Narva joast allavoolu samasuunaliselt kallutatud. A. Mudeli foto.

Photo 16. Downstream of the Narva Waterfall (North-Eastern Estonia), the coarse-grained carbonaceous river channel deposits are inclined in the same direction. Photo by A. Müidel.

Foto 17. Pakri poolsaar on üks väheseid kohti, kus Põhja-Eesti klint allub mere murrutusele. K. Kajaku foto.

Photo 17. Pakri Cape (North-Western Estonia) is one of the few places where the Ordovician klint is subjected to the erosion of the sea. Photo by K. Kajak.

Foto 18. Põhja-Eesti klint on kohati kaheosaline - alumine aste on murrutatud kambriumi liivakivisse (Suurupi). K. Kajaku foto.

Photo 18. In places the North-Estonian Klint consists of two parts, the lower one being represented by the Cambrian sandstones, the upper one by the Ordovician limestones (Suurupi). Photo by K. Kajak.

Foto 19. Rusukalle klindi jalamil (Pakri neem). K. Kajaku foto.

Photo 19. Pakri Cape. Talus slope at the foot of the klint. Photo by K. Kajak.

Foto 20. Panga pank, mis koos teiste siluri kivimitesse murrutatud Lääne-Eesti pankadega moodustab Lääne-Eesti (siluri) klindi. T. Saadre foto.

Photo 20. Panga Cliff (Saaremaa Island, West-Estonian Archipelago) together with other cliffs abraded in Silurian rocks forms West-Estonian (Silurian) klint. Photo by T. Saadre.

Foto 21. Rõuge järvede nõod paiknevad mattunud oru kohale hilisglatsiaalis uuristatud ürgorus. K. Kajaku foto.

Photo 21. The basins of Rõuge lakes (Southern Estonia) are located at the ancient valley formed in Late glacial in the buried valley. Photo by K. Kajak.

Foto 22. Raigastvere voor ja järv Saadjärve suurvoorestikus. A. Raukase foto.

Photo 22. Raigastvere drumlin and lake of the same name (Saadjärve Drumlin Field). Photo by A. Raukas.

Foto 23. Kuremäe otsamoreen, mis paikneb risti Iisaku radiaalsele oosile. K. Kajaku foto. Photo 23. Kuremäe end morain is located perpendicular to Iisaku radial esker (Eastern Estonia). Photo by K. Kajak.

Foto 24. Karula liustiku servamoodustise vööde koosneb moreenküngastest ja mõhnadest. K. Kajaku foto.

Photo 24. The Karula ice marginal formations are represented by morain hillocks and kames. Photo by K. Kajak.

Foto 25. Limneamere murrutuse tulemusel abrasioonitasandikul tekkinud kivikülv Väike-Pakri saarel. E. Pirruse foto.

Photo 25. The boulder field on the abrasion plain on Väike-Pakri Island (North-Western Estonia) formed in the result of Limnea Sea abrasion. Photo by E. Pirrus.

Foto 26. Antsülusjärve rannikuluide Liivi lähedal (Paliverest lõunas). K. Kajaku foto.

Photo 26. Coastal dune of the Ancylus Lake near Liivi (Western Estonia). Photo by K. Kajak.

Foto 27. Marginaalsed oosid on lamedad (Palivere). K. Kajaku foto.

Photo 27. Marginal eskers are low (Palivere, North-Western Estonia). Photo by K. Kajak.

Foto 28. Radiaalsed oosid on järsunõlvalisemad ja kitsamad (Jäneda). T. Saadre foto.

Photo 28. Radial eskers are narrower and with steeper slopes (Jäneda, Northern Estonia). Photo by T. Saadre.

Foto 29. Litoriinamere rannavalli klibu Pakri neeme lääneosas. K. Kajaku foto. Photo 29. The shingle beach ridge of Litorina Sea in the western part of Pakri Cape (North-Western Estonia). Photo by K. Kajak.

Foto 30. Rannavallid maasäärel Väike-Pakri idarannikul. A. Mudeli foto.

Photo 30. A spit with beach ridges on the eastern coast of Väike-Pakri Island (North-Western Estonia). Photo by A. Miidel.

Foto 31. Kujunev kivikülv murrutusrannal (Lohusalu). K. Kajaku foto.

Photo 31. Boulder field is being formed on abrasional shore at Lohusalu (North-Western Estonia). Photo by K. Kajak.

Foto 32. Liivane Kloogaranna rand eelluidetega. K. Kajaku foto.

Photo 32. Sandy shore with fore-dunes at Kloogaranna (North-Western Estonia). Photo by K. Kajak.

Foto 33. Kallaste pank devoni liivakivides. A. Mudeli foto.

Photo 33. Kallaste Cliff in Devonian sandstones (Eastern Estonia). Photo by A. Miidel.

Foto 34. Keila jõgi läbib Tuula kohal Antsülusjärve tasandiku tüüpilise sängoruna. K. Kajaku foto. Photo 34. Channel valley of Keila River near Tuula (Northern Estonia) cuts into the Ancylus Lake plain. Photo by K. Kajak.

Foto 35. Jägala juga on Eesti looduslikest jugadest kõrgeim (7,8 m). K. Kajaku foto.

Photo 35. The Jägala waterfall (Northern Estonia) is the highest (7.8 m) of the natural waterfalls of Estonia. Photo by K. Kajak.

Foto 36. Nigula raba. A. Raukase foto.

Photo 36. Nigula Mire (South-Western Estonia). Photo by A. Raukas. Foto 37. Kostivere karstiala kevadise suurvee ajal. K. Kajaku foto.

Photo 37. Kostivere Karst Field (Northern Estonia) during a spring flood. Photo by K. Kajak.

Foto 38. Devoni paekivi lahustumisel tekkinud kurisu Meremäe karstialal. K. Kajaku foto. Photo 38. The karst funnel formed as the result of dissolving the Devonian limestone in Meremäe Karst Field (South-Eastern Estonia). Photo by K. Kajak.

Foto 39. Pannjärve liivakarjäär Kurtna mõhnastikus. Kuna liiva kaevandamine ja vee pumpamine sellest Kohtla-Järve tarvis on alandanud mitme meetri võrra Kurtna järvede taset, siis pole mõistlik enam liiva kaevandada. K. Kajaku foto.

Photo 39. Pannjärv sand quarry in Kurtna Kame Field (North-Eastern Estonia). In the result of sand extraction and pumping the groundwater for supplying Kohtla-Järve Town, the water level in Kurtna lakes has lowered for several metres and therefore the mining should be stopped. Photo by K. Kajak.

Foto 40. Metsastunud künklik tehismaastik Maardu vanas fosforiidikarjääris. K. Kajaku foto.
Photo 40. Abandoned phosphorite quarry near Maardu Town (Northern Estonia). The hummocky landscape is covered by young forest. Photo by K. Kajak.

1



2



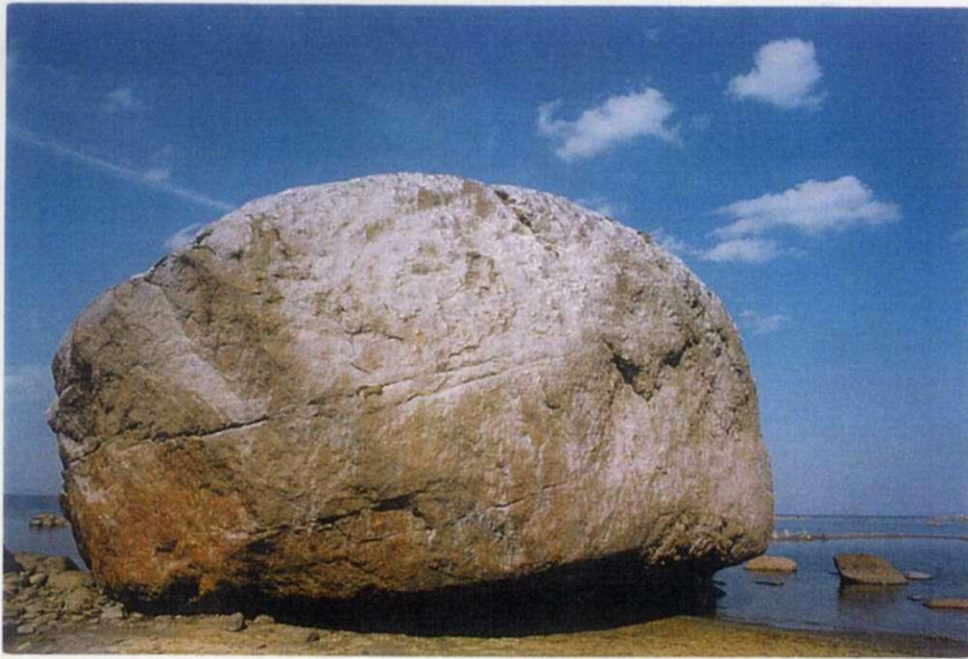
3



4



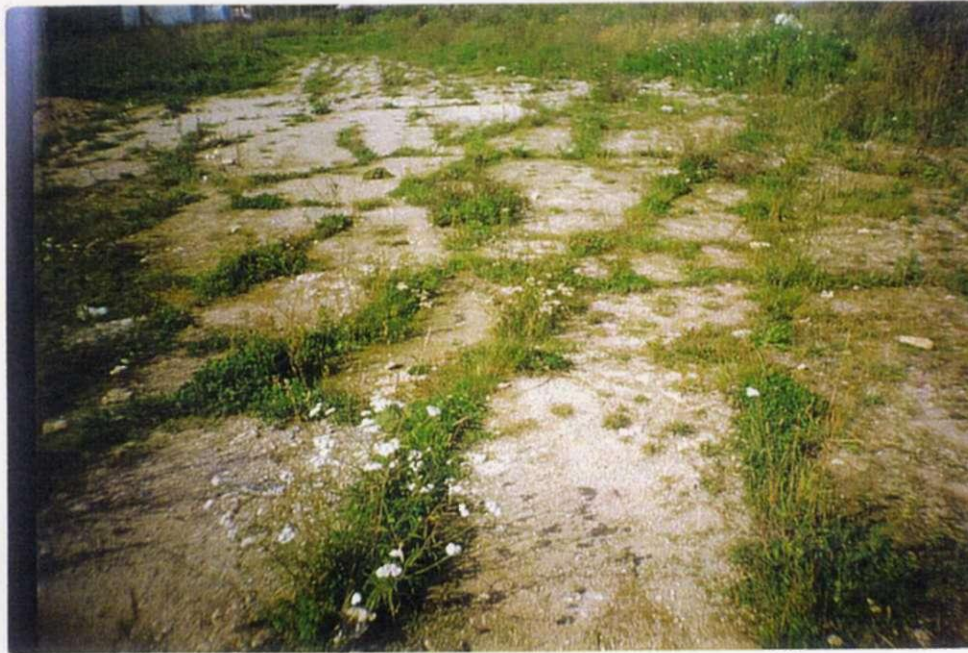
5



6



7



8



9



10



11



12



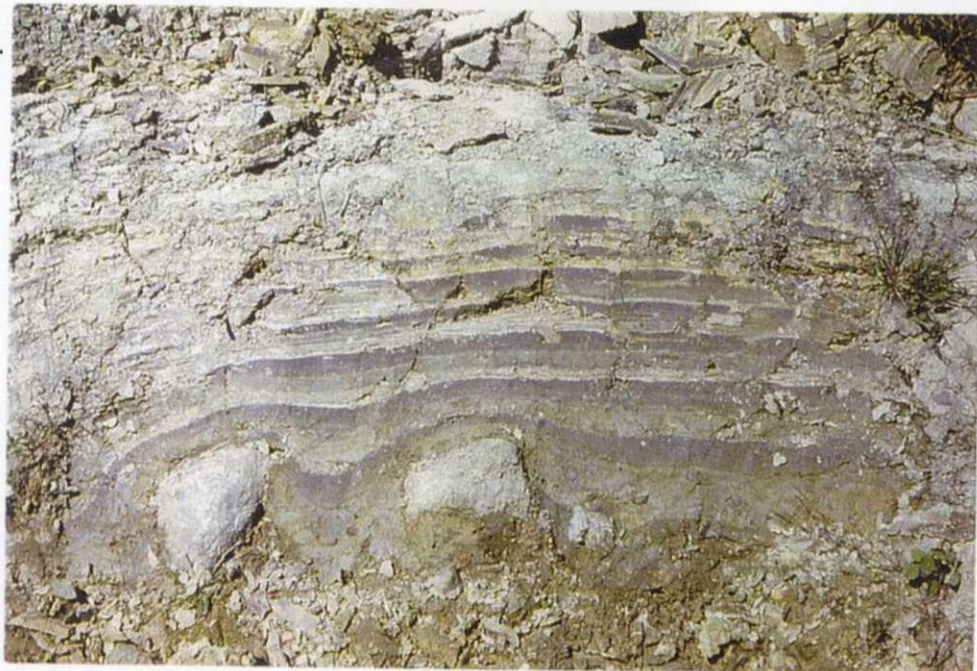
13



15



14



16



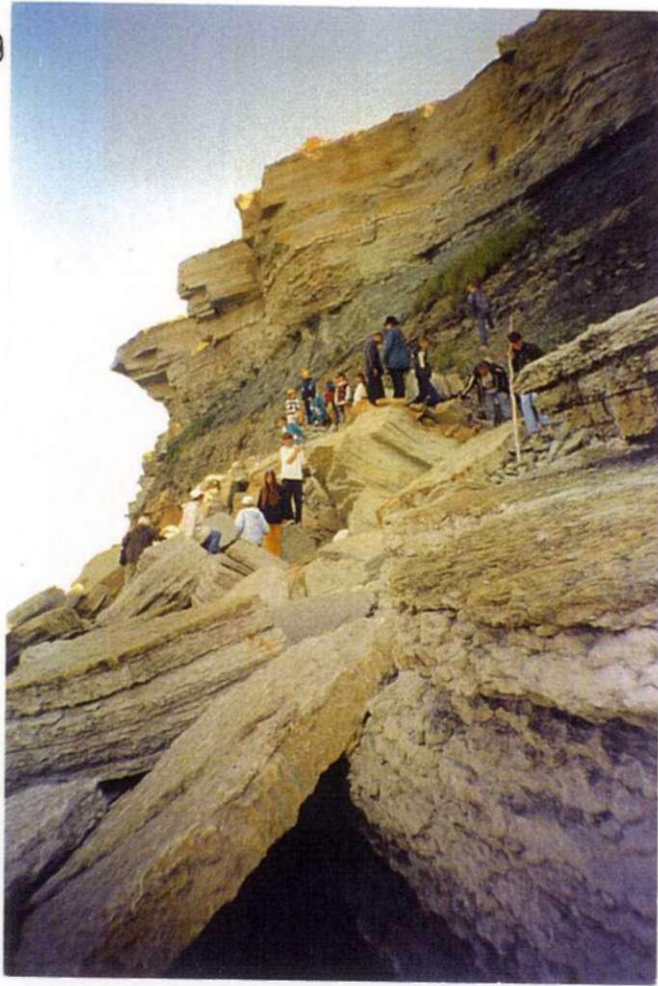
17



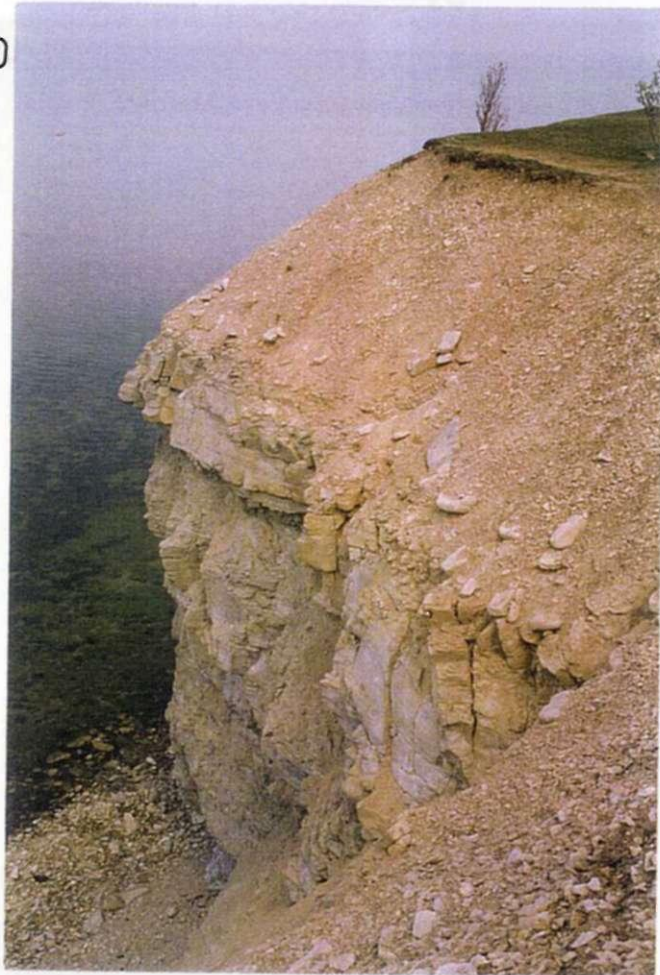
18



19



20



21



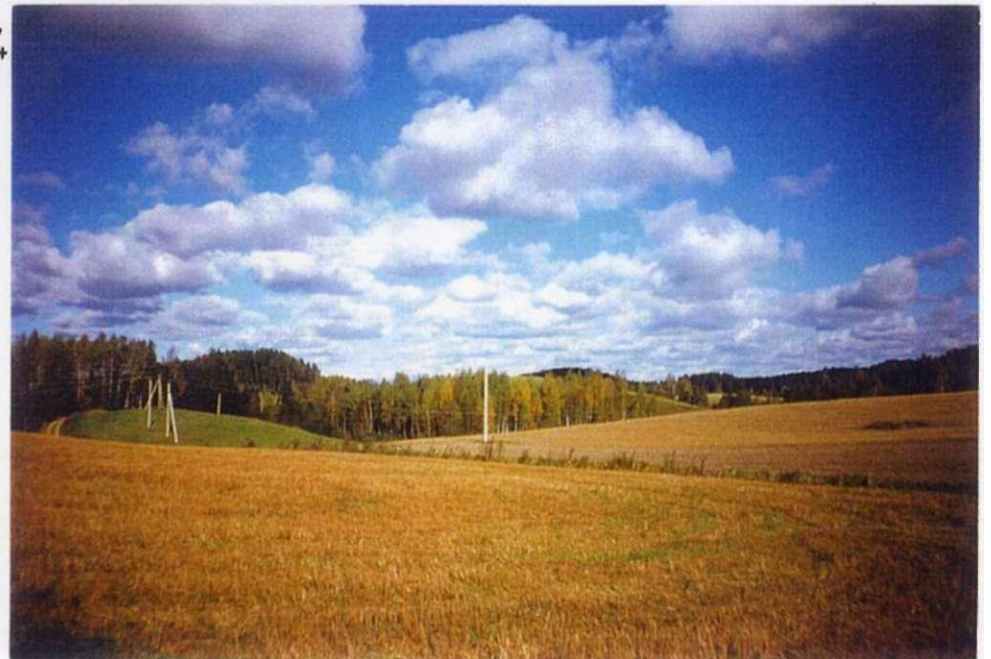
23



22



24



25



27



26



28



29



31



30



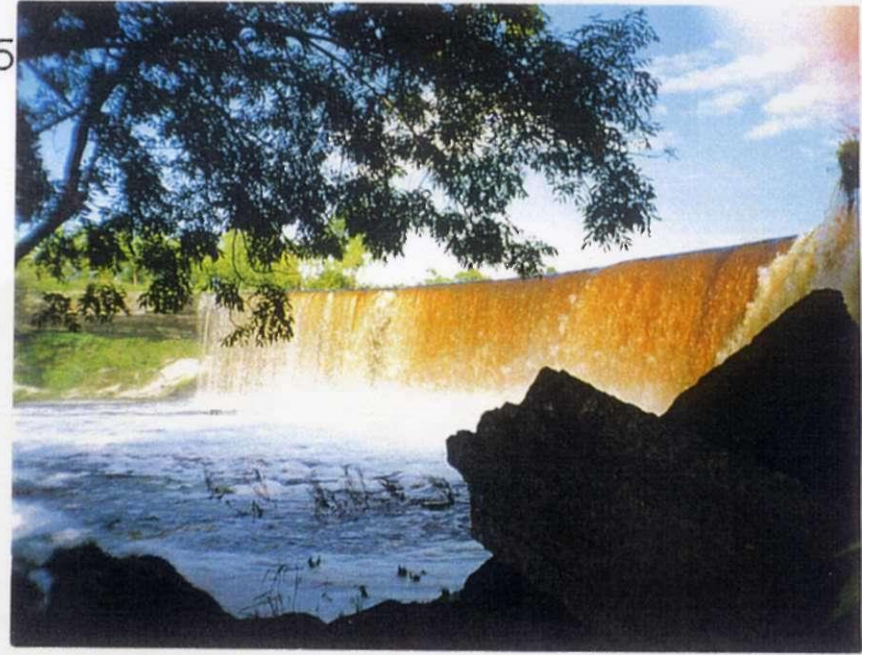
32



33



35



34



36



37



39



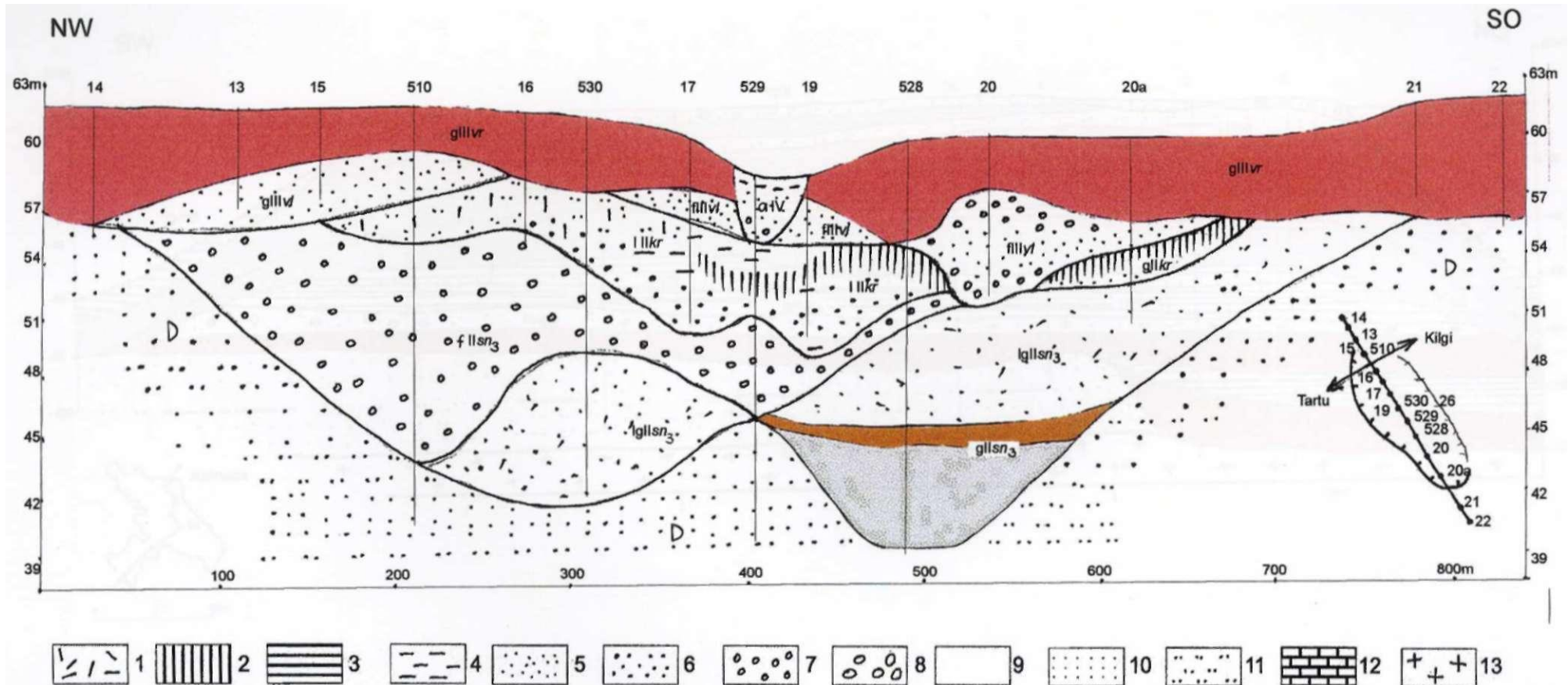
38



40

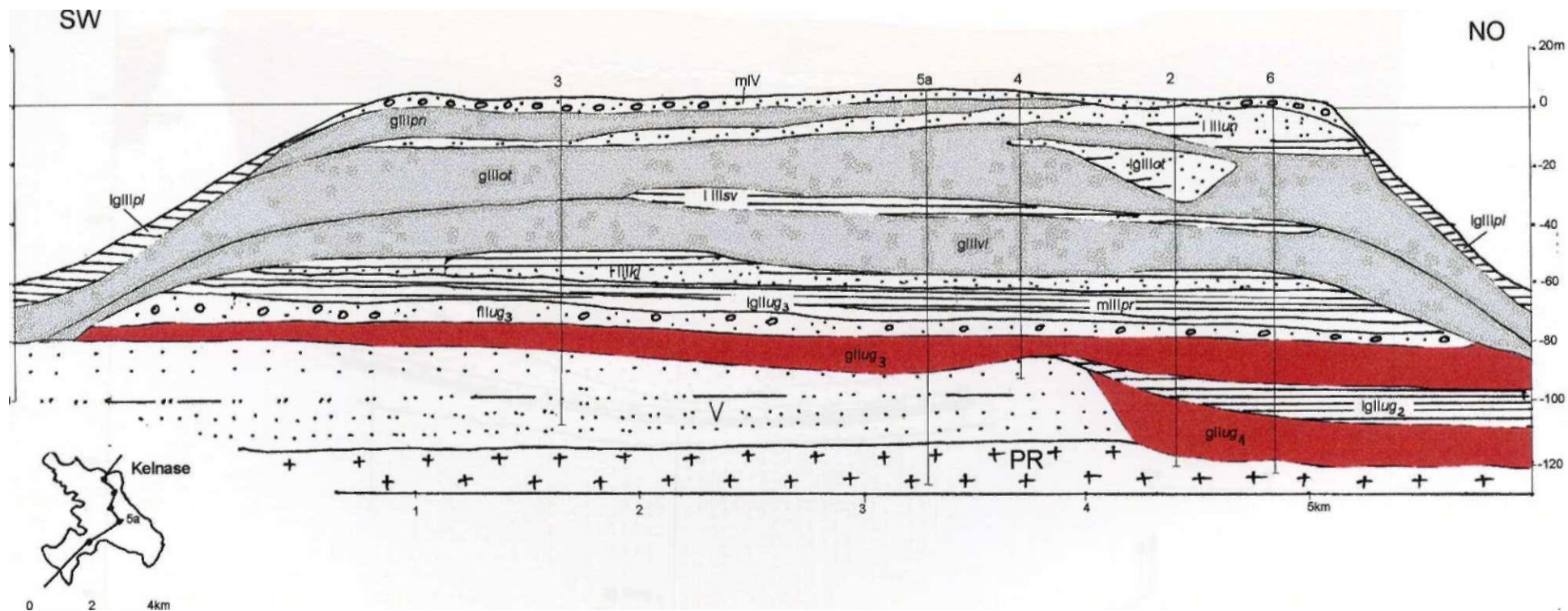


Tahvel I
Plate I

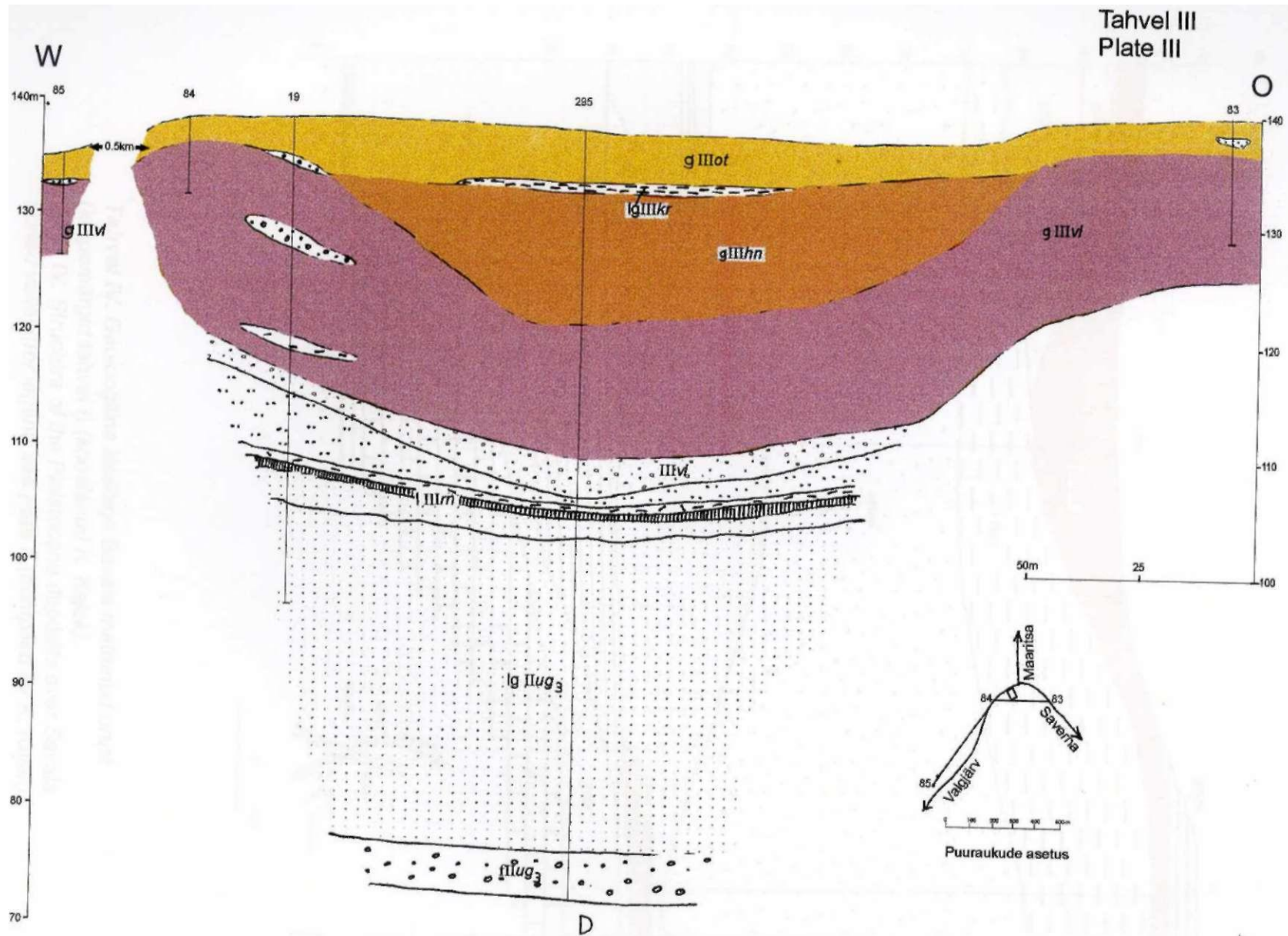


Tahvel I. Pleistotseenisetete geoloogiline läbilõige ja puuraukude paigutus Kõrvekülas Tartu lähedal (koostanud K. Kajak).
 1 - turvas, 2 - sapropeliit, 3 - liivsavi, 4 - saviliiv, 5 - möll, 6 - liiv, 7 - kruus, 8 - veerised, 9 - moreen (värvus sõltuvalt lähtekivimist),
 10 - liivakivi, 11 - mölliit, 12 - paekivi, 13 - graniit, gneiss (V - vend, O - ordoviitsium, D - devon, PR - proterosoikum).
Plate I. Cross-section of the pleistocene deposits and location of boreholes at Kõrveküla near Tartu (compiled by K. Kajak).
 1 - peat, 2 - sapropelite, 3 - loam, 4 - sandy loam, 5 - silt, 6 - sand, 7 - gravel, 8 - pebbles, 9 - till (according to the colour of till),
 10 - sandstone, 11 - siltstone, 12 - limestone, 13 - granite, gneiss (V - Vendian, O - Ordovician, D - Devonian, PR - Proterozoic).

Tahvel II
Plate II



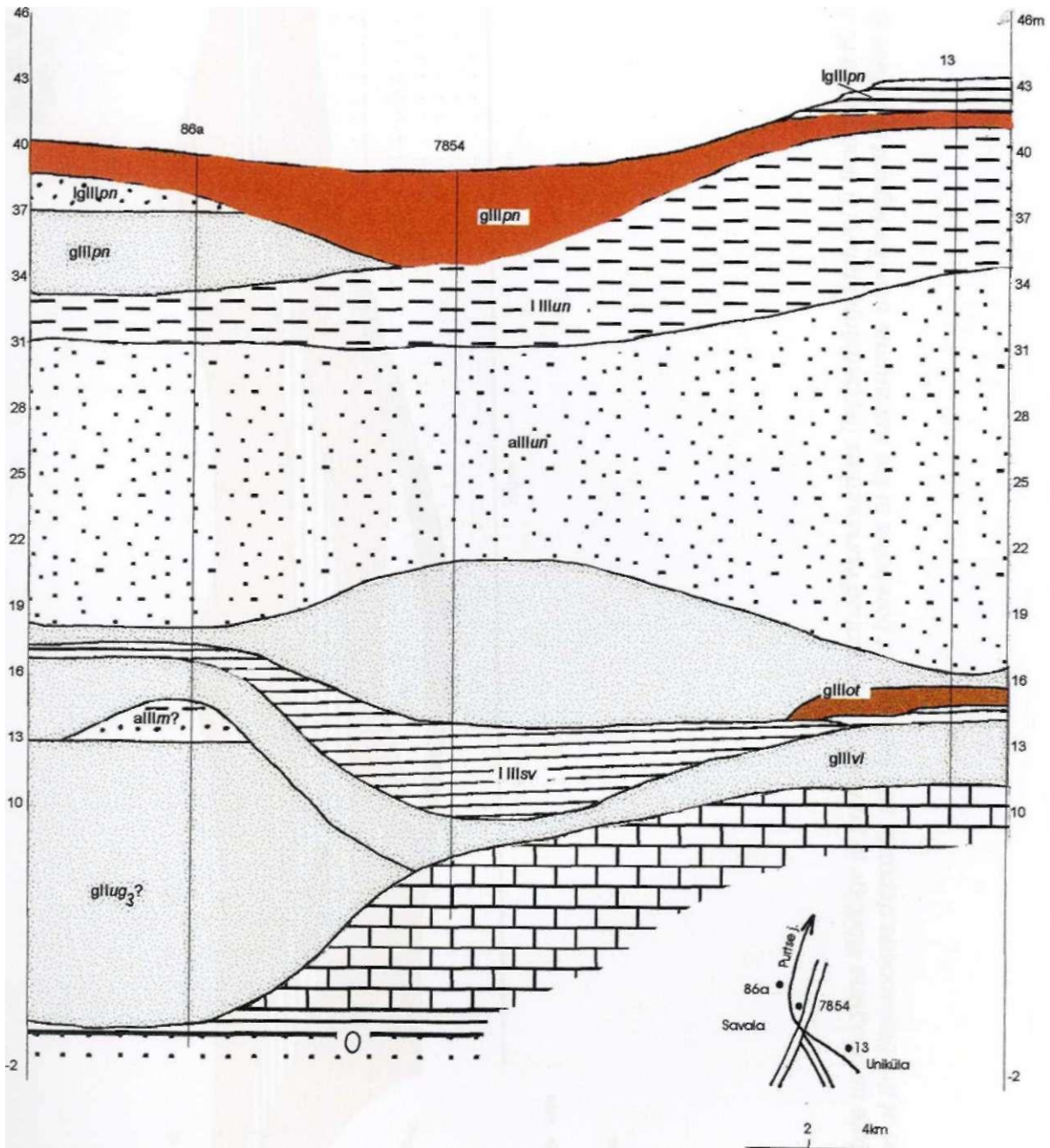
Tahvel II. Prangli saare geoloogiline läbilõige ja puuraukude paigutus (leppemärgid tahvel I) (koostanud K. Kajak).
Plate II. Geological section of Prangli Island and location of boreholes (for legend see Plate I) (compiled by K. Kajak).



Tahvel III. Pleistotseenisetete geoloogiline läbilõige Kitse talu juures (Valgjärve) (leppemärgid tahvel I) (Koostanud K. Kajak).

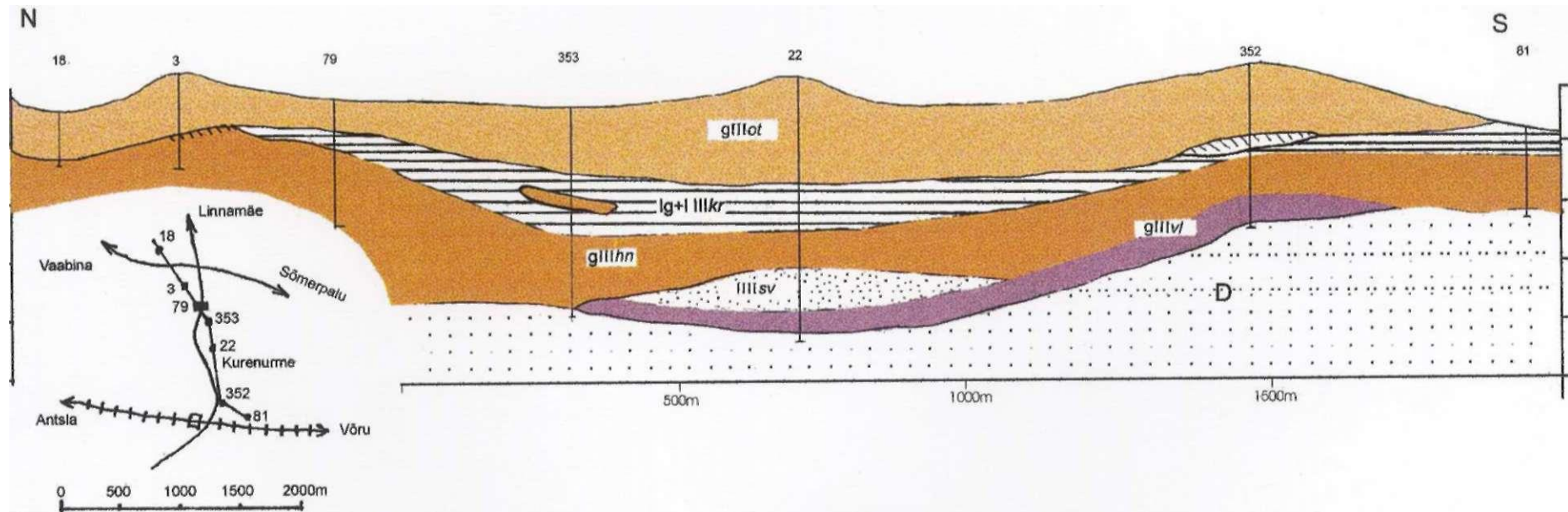
Plate III. Cross-section of the Pleistocene deposits at the Kitse farm stead (Valgjärve) (for legend see Pate I) (compiled by K. Kajak).

Tahvel IV
Plate IV



Tahvel IV. Geoloogiline läbilõige Savala mattunud orust (leppemärgid tahvel I) (koostanud K. Kajak).
Plate IV. Structure of the Pleistocene deposits over Savala buried valley (for legend see Pate I) (compiled by K. Kajak).

Tahvel V
Plate V



Tahvel V. Pleistotseenisetete geoloogiline läbilõige ja puuraukude asukohad Kurenurmes (leppemärgid tahvel I) (koostanud K. Kajak).
Plate V. Geological section of the Pleistocene deposits and location of boreholes at the Kurenurme site (for legend see Plate I)
 (compiled by K. Kajak).