

EESTI GEOLOOGILINE BAASKAART
GEOLOGICAL BASE MAP OF ESTONIA

7412
KAREPA

SELETUSKIRI
EXPLANATION TO THE MAPS



EESTI GEOLOOGIAKESKUS
TALLINN 2006

EESTI GEOLOOGIAKESKUS
GEOLOGICAL SURVEY OF ESTONIA

EESTI GEOLOOGILINE BAASKAART
GEOLOGICAL BASE MAP OF ESTONIA

Mõõtkava 1:50 000
Scale

7412
KAREPA

SELETUSKIRI
EXPLANATION TO THE MAPS

Tallinn, 2006



Esikaanel: Hiidrahnust Kaarnakivi Vainupea rannal.

The gigantic erratic boulder Kaarnakivi on the Vainupea beach.

Eesti Geoloogiakeskus, 2006

Kadaka tee 82

Tallinn 12618

OÜ EESTI GEOLOOGIAKESKUS
Kaardistamise osakond

Riikl. reg. nr. GR-03-65

KINNITAN
Eesti Geoloogiakeskuse direktor
Vello Klein
2006. a.

**Kalle Suuroja, Kuldev Ploom, Tiit Mardim, Tarmo All, Merle Otsmaa,
Anu Veski**

**KAREPA (7412) KAARDILEHE GEOLOOGILISE
KAARDIKOMPLEKTI JA SELETUSKIRJA KOOSTAMINE**

ARUANNE

Teadusdirektor
Jaan Kivisilla

Tallinn, 2006

Annotatsioon

Kalle Suuroja, Kuldev Ploom, Tiit Mardim, Tarmo All, Merle Otsmaa, Anu Veski. Eesti geoloogilise baaskaardi Karepa kaardilehe (7412) seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus. Kaardistamise osakond, Tallinn, 2006. Tekst 69 lk (OÜ Eesti Geoloogiakeskuse geoloogiafond, Maa-amet).

Eesti baaskaardi (mõõtkavas 1:50 000) Karepa kaardilehe digitaalsete geoloogilis-geofüüsikalishüdrogeoloogilise suunitlusega kaartide komplekt on koostatud põhiliselt varasemate keskmise- ja suuremõõtkavaliste geoloogilis-geofüüsikalishüdrogeoloogiliste kaartide ja maavarade otsingu ning uuringutööde materjalide põhjal, kuid kasutatud on ka käesoleva kaardistustöö käigus kogutud andmestikku. Kaardikomplekti kuulub 4 põhikaarti: 1) aluspõhja geoloogiline, 2) pinnakatte geoloogiline, 3) hüdrogeoloogiline ja 4) põhjavee kaitstuse kaart. Neile lisanduvad 7 abikaarti: 1) aluspõhja reljeefi, 2) pinnakatte paksuse, 3) geomorfoloogia, 4) raskusjõuvälja anomaaliate, 5) raskusjõuvälja jääkanomaaliate, 6) aeromagnetiliste anomaaliate ja 7) maavarade kaart.

Seletuskiri aitab paremini mõista kaartidel kujutatut ja neile lisanduvatest andmebaasidest on võimalik saada ka konkretiseerivat andmestikku. Nii kaardid kui seletuskiri on koostatud digitaalseina ning nende aluseks olnud faktiline ja analüütiline materjal on koondatud digitaalsetesse andmebaasidesse.

Kalle Suuroja, Kuldev Ploom, Tiit Mardim, Tarmo All, Merle Otsmaa, Anu Veski. The explanatory note to the geological maps of Karepa (7412) sheet. *The set of digital geological-geophysical-hydrogeological maps at the scale of Base Map of Estonia (1:50 000) is mainly compiled by former similar maps and data obtained in the course of exploring and prospecting of mineral resources.*

The set includes the following 4 maps, which are considered as principal: 1) bedrock geological, 2) Quaternary deposits, 3) hydrogeological, 4) groundwater vulnerability. The other 7 are considered as additional maps: 1) bedrock relief, 2) thickness of Quaternary deposits, 3) geomorphology, 4) gravity anomaly map, 5) residual gravity anomaly map, 6) aeromagnetic anomaly map, 7) map of mineral resources.

The explanatory note gives additional information for better understanding of the digital maps. All maps and explanatory notes to them are digitized and the primary data is stored in the data server of the Geological Survey of Estonia.

Märksõnad: Geoloogiline kaardistamine, Karepa, Lääne-Viru maakond, aluskord, aluspõhi, pinnakate, aluspõhja reljeef, pinnakatte paksus, maavarad, hüdrogeoloogia, põhjavee kaitstus, aeromagnetilised anomaaliad, raskusjõuvälja anomaaliad, raskusjõuvälja jääkanomaaliad, puurauk.

SISUKORD

SISSEJUHATUS (K. Suuroja)	4
1. ALUSPÕHI (K. Suuroja)	16
1.1. KRISTALNE ALUSKORD	16
1.2. SETTEKIVIMILINE PEALISKORD	20
1.2.1. Vendi kompleks	20
1.2.2. Kambriumi ladestu	21
1.2.3. Ordoviitsiumi ladestu	18
1.3. ALUSPÕHJA RELJEEFIST JA STRUKTUURIDEST	23
2. PINNAKATE JA PINNAMOOD (K. Ploom)	26
2.1. PLEISTOTSEEN	30
2.1.1. Kesk-Pleistotseen	30
2.1.2. Ülem-Pleistotseen	31
2.2. HOLOTSEEN	37
2.3. PINNAKATTE PAKSUS	41
3. HÜDROGEOLOOGIA JA PÕHJAVEE KAITSTUS (T. Mardim)	46
3.1. KVATERNAARI VEEKOMPLEKS	48
3.2. ALUSPÕHJA JA ALUSKORRA VETTANDVAD JA -PIDAVAD KIHID	49
3.3. PÕHJAVEE TARBIMINE JA RIIKLIK SEIREVÕRK	50
3.4. PÕHJAVEE KAITSTUS	51
3.5. PÕHJAVEE KOOSTIS	52
4. MAAVARAD (M. Otsmaa)	58
4.1. ALUSPÕHJA MAAVARAD	58
4.2. PINNAKATTE MAAVARAD	58
5. GEOFÜÜSIKALISED VÄLJAD (T. All)	60
KASUTATUD KIRJANDUS	64

Komplekti kuuluvad kaardid:

1. Aluspõhja geoloogiline (K. Suuroja, M. Kõiv; tehn. teostus M. Kõiv)
2. Aluspõhja reljeef (K. Suuroja, M. Kõiv; tehn. teostus M. Kõiv)
3. Pinnakatte geoloogiline (K. Ploom; tehn. teostus K. Kaljuläte, T. Kalberg)
4. Pinnakatte paksus (K. Ploom; tehn. teostus K. Kaljuläte, T. Kalberg)
5. Geomorfoloogia (K. Ploom; tehn. teostus K. Kaljuläte, T. Kalberg)
6. Hüdrogeoloogia (T. Mardim; tehn. teostus A. Veski)
7. Põhjavee kaitstus (T. Mardim; tehn. teostus A. Veski)
8. Raskusjõuvälja anomaaliate kaart (T. All, O. Gromov; tehn. teostus E. Eresko)
9. Raskusjõuvälja jääkanomaaliate kaart (T. All, O. Gromov; tehn. teostus E. Eresko)
10. Aeromagnetiliste anomaaliate kaart (T. All, O. Gromov; tehn. teostus E. Eresko)
11. Maavarade kaart (M. Otsmaa; tehn. teostus L. Baum)

SISSEJUHATUS

Käesolev seletuskiri peaks aitama paremini mõista Eesti Geoloogilise Baaskaardi (mõõtkavas 1:50 000) Karepa (7412) kaardilehe piirkonda jääva ala maapõue geoloogilist ehitust ja selle rakenduslikke kasutusvõimalusi. Kaardilehtedega kaasnevate andmebaaside (puuraukude, vaatluspunktide, maavarade) andmestik võimaldab hankida maapõuealast informatsiooni ka konkreetsete piirkondade kohta.

Seletuskirja aluseks olevasse kaardikomplekti kuuluvad 4 põhikaarti:

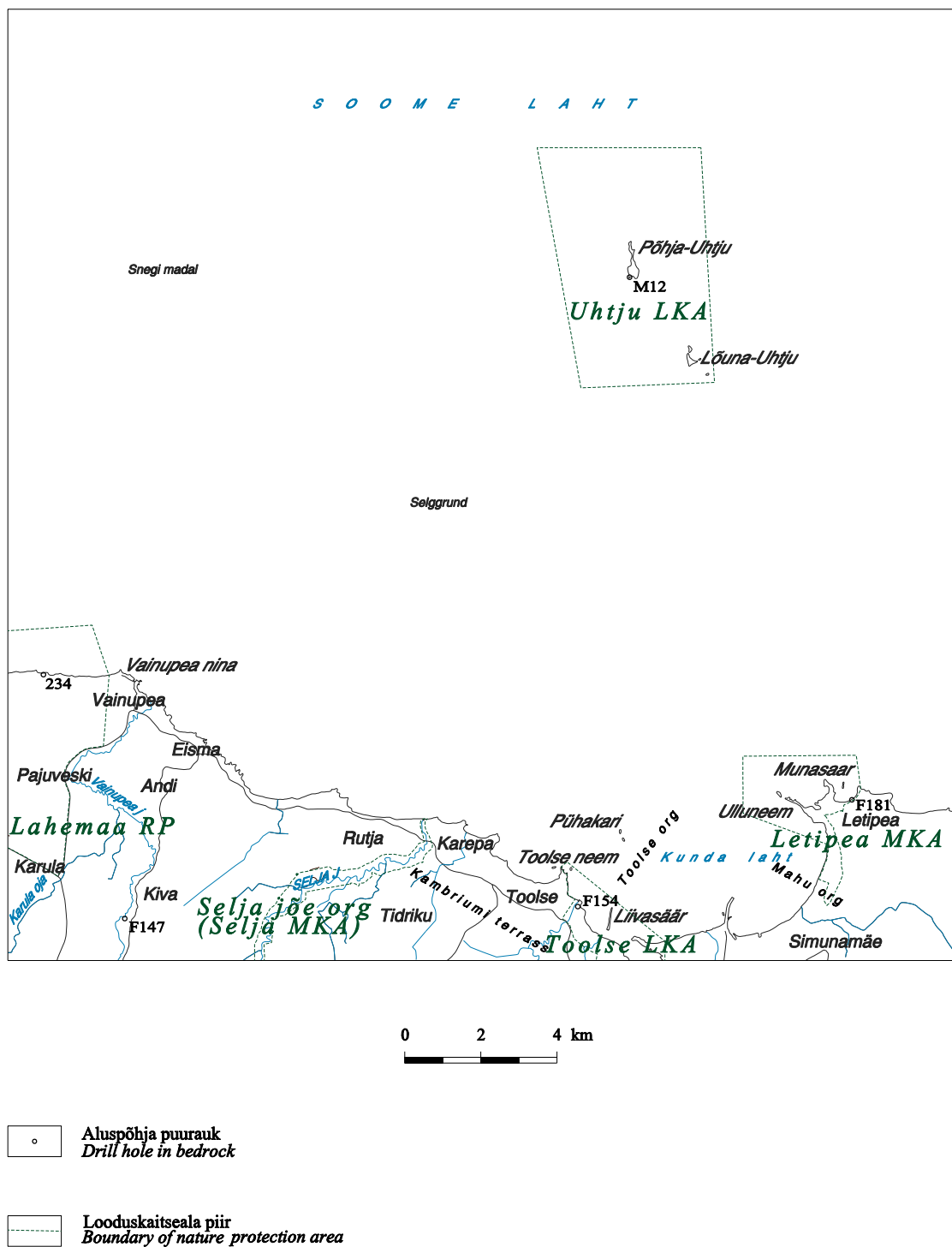
- 1) Aluspõhja geoloogiline
- 2) Pinnakatte geoloogiline
- 3) Hüdrogeoloogiline
- 4) Põhjavee kaitstuse kaart

Põhikaartidele lisanduvad 7 abikaarti-teemakihti:

- 1) Aluspõhja reljeefi
- 2) Pinnakatte paksuse
- 3) Geomorfoloogiline
- 4) Raskusjõuvälja anomaaliale
- 5) Raskusjõuvälja jääkanomaaliale
- 6) Aeromagnetiliste anomaaliale
- 7) Maavarade kaart

Nii kaardistamisel kui kaartide koostamisel ja digitaliseerimisel on lähtutud Maa-ameti digitaalsesse andmebaasi viidavate geoloogiliste kaartide koostamise juhendist (Juhend..., 2006). Lühikärgelise kaardistamise teemakaardi koostamise meetodikast on toodud seletuskirja konkreetsele teemakaardile pühendatud peatüki sissejuhatavas osas.

Kaardikomplekti topograafiliseks aluseks on Eesti Baaskaart (mõõtkavas 1:50 000), mis on esitatud Lamberti konformses koonilises projektsioonis ellipsoidil GRS-80 (Lambert-Est, lõikeparalleelid 58° 00' ja 59° 20'). Koordinaadivõrk: L-EST 97; 5 km võrk. Kõrgusjooned 10 m intervalliga. Kaardilehe nurgakoordinaadid on: NW 6625 000 ja 625 000; NE 6625 000 ja 650 000; SW 6600 000 ja 625 000; SE 6600 000 ja 650 000. Geoloogilise suunitlusega teabe paremaks esiletoomiseks on aluskaardina kasutatava kaardi topograafilist koormatust mõnevõrra vähendatud.



Joonis 1. Karepa (7412) kaardilehe ülevaatekaart
Figure 1. Schematic map of Karepa (7412) sheet

ALA ÜLDISELOOMUSTUS

Karepa kaardilehe 625 km²-st on maismaad 125 km² ja akvatooriumi 500 km². Maismaa-ala hõlmab valdavalt Lääne-Viru maakonna Vihula valla rannaosa, kuid selle äärmisse idaosas jääb ka kümmekond ruutkilomeetrit Viru-Nigula vallast ja Kunda linna territooriumist. Asustatud punktidest on mainimisväärsamad Karula, Pajuveski, Vainupea, Eisma, Andi, Rutja, Karepa, Toolse, Lontova ja Letipea külad. Kaardistatava ala metsasus on 75 % ehk tunduvalt üle Eesti keskmise. Maapinna kõrgus on maksimaalselt 59 m ümp Karula klindipoolsaarel. Maapinna kõrgus kasvab astmeliselt rannikumadaliku 1–20 meetrilt ümp Kambriumi terrassi pealse 30–40 meetrini ümp ja sealt klindipealse 55–59 meetrini ümp ala äärmises edelaosas. Mere sügavus kaardilehe põhjapiiril on kuni 80 m. Rutja rannast kuni 10 km kauguselt kulgeb lai ja laugenõlvaline **Selggrundi madal**, mille lael vett vaid kuni 7 m, ning sellest loodesse jääv **Snegi madal**, mille lael vett vaid kuni 3 m. Üle Lõuna- ja Põhja-Uhtju kulgeb loodesuunaliselt kuni 12 km pikkuselt 2–3 km laiune ja kuni 20 m kõrgune veealune seljandik.

Pinnavormidest on levinumad liivikud, meretasandikud ehk terrassid ning nendega seotud abrasiooninõlvad ja mitmesuguse tekkega vallid (rannavallid, barrid ja maasääred). Kaudselt on merega (rannaga) seotud ka valdav osa luidetest ja isegi väiksemad sood, mis sageli on kujunenud rannavallide taha. Suuresti sügavalt (kuni 10–15 m ala lääneosas) liiva alla mattunud Kambriumi terrass kulgeb Haili–Pajuveski–Andi–Rutja–Karepa–Toolse–Lontova–Simunamäe joonel. Toolsest idas on terrass järsem ja kuni 35 m kõrge ning üksnes osaliselt mattunud.

Rannajoon on üsnagi sirge ja sellelt eristuvad läänest itta liikudes vaid üksikud väiksemad neemed (Vainupea nina, Pikaneeme, Laikneeme, Türineeme, Karepa neem, Toolse neem, Ulluneem, Letipea neem) ja väiksemad lahekesed (Ändala laht, Kaldaneeme laht, Härjalaht, Kukura kulbas, Rutja laht, Aksi laht, Toolse laht) nende vahel. Toolse neeme ja Ulluneeme vahel süüvib maismaasse umbes 4 km ulatuses ja 8 km laiuselt juba suurem Kunda laht. Selle päras, Kunda jõe suudme lähistel, asub peamiselt tsemendi ja puidu väljaveole spetsialiseerunud Kunda sadam. Tsemenditehas (Nordic Tsement), äsjaavalminud haavapuitmassi tehas ja sadam ongi Kunda linna suurimateks tööstusettevõteteaks. Kronkskalda alla savikarjäärist põhja ja Kunda jõe suudmealast lääne poole on moodustunud roostikuga kaetud maasäär – Linnulaht. See, rändlindude pesitsus- ja peatusala on potentsiaalne Natura 2000 linnuhoiuala. Vainupea, Eisma, Rutja, Karepa ja Toolse rannad on tuntud ning hinnatud puhkealadeks.

Alale jäävad oma alamjooksude ja kohati suursuguste kanjon- ja salkorgudega Vainupea, Selja, Toolse ja Kunda jõgi.

Kaardilehe piiresse jäävad ka kaks väikesaart – **Uhtju** (ka Põhja-Uhtju) ja veelgi väiksem **Lõuna-Uhtju** ehk Sala. Uhtjul, kus peale kadakate on ka mõned kidurad männid, olid 2005. aasta suvel suured merikajakate ja kormoranide kolooniad. Saared ja akvatoorium nende ümber on hõivatud **Uhtju looduskaitseala** poolt, mis on ühtlasi ka Natura 2000 linnuhoiuala eelvalikualaks. Ala läänepiirile jääb **Lahemaa Rahvuspark**, Selja jõe ülemjooksule **Selja maastikukaitseala** ning Letipea poolsaare põhjaosas ja selleäärsele merealale **Letipea maastikukaitseala**. **Toolse looduskaitseala** hõlmab Toolse neemest itta jääva (kuni Kronkskaldani) Kambriumi terrassi pealse klindimetsa ja kuni 1 km laiuse linnurikka ja osalt roostiku all oleva mereala.

Letipea neeme lähistel (sellest umbes 1 km ida pool) mererannas on tähelepanuväärne (Eesti ja kogu Põhja-Euroopa kvaternaarse jäätumisala nähtavaist suurim) rändrahn – **Ehalkivi** (ka Ehakivi, Linnukivi, Veljestekivi). Migmatiit-graniidist hiidrahnu ümbermõõt on 49,6 m (pikkus 16,6 m; laius 14,3 m) ja kõrgus 7,6 m ning maht 930 m³. Letipea küla lõunaotsas endise Tagaküla piirimail otse lahekalda roostikus asub **Tagaküla suurkivi**. Selle gneissgraniidist hiidrahn maht on ligikaudu 280 m³, kusjuures ümbermõõt on 28,2 m (pikkus 10,3 m; laius 9,1) ning kõrgus 4,5 m.

UURITUSEST

Esimesed geoloogia-alased ülestähendused kaardistatava ala kohta pärinevad A. Hupelilt (1777), kes oma reisikirjade Eesti- ja Liivimaa kivimitele pühendatud osas mainib ka Virumaa põhjarannikut ja seal paljanduvat lubjakivi ning savi. Umbes samast ajast (1778) pärinevad ka J. Fischeri samalaadsed ülestähendused. Peterburis viibinud inglise diplomaat ja asjaarmastajast geoloog ning sinisavile nime andja W. Strangways (1821, 1822) mainib oma artiklites Peterburist üle Eesti põhjaranniku kuni Ölandi ja Gotlandini kulgeva kivimkompleksi ühtekuuluvust ja sarnasust. E. Hoffmann (1838) kirjutab oma reisimärkmetes Kunda jõe alamjooksul nähtud sinisavist ja selle pealsest helehallist liivakivist. Kunda kanti külastanud sir R. I. Murchison leiab mitmeid ühisjooni Ingerimaalt üle Põhja-Eesti Skandinaaviasse kulgevates kivimikompleksides. Mitmeid uurimisreise Põhja-Eestisse teinud A. Kupffer (1865, 1870) kirjeldas ka Kunda piirkonda, klindi morfoloogiat ja selles avanevaid kivimeid. F. Schmidt (1888) kirjutab ühes oma artiklis, et Rootsi geoloog Linnarsson olla 1872. aastal kirjeldanud Kunda jõe alamjooksul avanevat liivakivi vahekihtidega sinisavi. 1897. aastal koostatud VII Rahvusvahelise Geoloogiakongressi ekskursioonijuhis tutvustab ta Kunda kanjoni läbilõiget. A. Mickwitz (1896, 1907, 1910) on nii oboliidide kui ka teiste, põhiliselt Kambriumi kivimite stratigraafiat käsitlevate uurimuste juures kasutanud ka Kunda ümbruskonnast hangitud materjali. W. Ramsay (1910, 1929) uurimused käsitlevad liustike liikumise ja klindi tekkega seotud probleeme. Geoloogiahuvilise Palmse mõisniku A. Pahleni (1914) uurimisobjektiks on jällegi Kunda jõe org ja sealne jõeerosioon.

L. Rügeri (1923) uurimuses on ära toodud 1908–1909. aastal Kundasse puuritud, kristalsesse aluskorda ulatuva puuraugu läbilõige ning selle põhjal on tehtud ka järeldusi ala süvaehituse kohta. Kui A. Tammekannu (1924, 1940) uurimused käsitlevad Balti klindi astanguid kogu Põhja-Eestis, siis A. Luha (1924) samalaadsed uuringud on pühendatud Virumaa paekaldale, st klindile. J. Jaanis (1924) jutustab koguteoses “Virumaa” Põhja-Eesti pankrannikust Viru rannas ja sealsetest suurtest rändrahnudest. A. Öpik (1926) uurib Kambriumi sinisavis leiduvaid fossiile, ja seda peamiselt Kunda karjäärist tehtud leidude põhjal. A. Vihmann (1928) käsitleb Eesti rannikule pühendatud uurimuses teiste seas ka randa Võsul ja Vergis. G. Vilbaste (1934) uurib Kunda ja Toolse jõe kulgemist ning jõuab järeldusele, et nende jõgede lahknemine toimus pärastjääaegsel perioodil ja selle põhjuseks on olnud maapinna tõus. A. Tammekann (1940) käsitleb oma mandrijää liikumisele pühendatud uurimuses ka Kunda ümbruse fluvioglatsiaalset deltat. W. Pralov (1938) esitab oma uurimuses keemilise ja röntgenomeetrilise analüüsi andmed 10 Kunda karjääri sinisavist võetud proovi kohta.

A. Luha (1946) Eesti NSV maavaradele pühendatud uurimuses on juttu ka ainukesest alal levivast maavarast, sinisavist. K. Stumbur (1962) uurib detailsemalt Varangu lademe (kihistu) stratigraafiat. A. Miidel ja A. Raukas (1965) uurivad alluviaalseid setteid Pirita, Jägala, Valgejõe, Loobu, Selja, Kunda ja Pada jõe orgudes ning kirjeldavad nende koostist ja kvartsiterade ümarduse astet.

Suur osa kaardistatavat ala käsitlevat geoloogilist informatsiooni pärineb 1960-ndate aastate teisel poolel läbiviidud keskmisemõõtkavaliselt komplekselt geoloogiliselt kaardistamiselt (Jõgi jt, 1966; Kala jt, 1967) ja sellele järgnenud geoloogiliselt süvakaardistamiselt (Puura jt, 1974). Suuremõõtkavalise (mõõtkavas 1:50 000) geoloogilise kaardistamise läbiviijaiks kaardilehel olid T. Paap ja V. Tassa (1966) ning T. Saadre jt (1984). Põhiosa merepõhja geoloogilise ehituse kohta käivast informatsioonist laekus aastail 1986–1994 tehtud merepõhja keskmisemõõtkavalisest geoloogilisest kaardistamisest (Talpas jt, 1989, 1994).



Foto 1. Vainupea rand.
Photo 1. The beach of Vainupea.



Foto 2. Vaade Kunda lahele Kronkskaldalt.
Photo 2. The view to Kunda Bay from Kronkskalda.



Foto 3. Toolse jõe suue.

Photo 3. The estuary of Toolse River.



Foto 4. Toolse kindluse varemed.

Photo 4. The ruins of Toolse fortress.



Foto 5. Ussimäel, Toolse jõe vasakul kaldal oli muinaseestlaste linnus.

Photo 5. On the right bank of Toolse River, at Ussimäe, was the citadel of ancient Estonians.



Foto 6. Letipea neem. Paremal Ehalkivi – Eesti suurim rändrahn maismaal.

Photo 6. Cape of Letipea. On the right Ehalkivi – the biggest erratic boulder of Estonia.



Foto 7. Ehalkivi on suurim rändrahn nii Eestis kui Põhja-Euroopa kvaternaarse jäätumise alal.
Photo 7. The erratic boulder Ehalkivi is the biggest in Estonia as well as in the area of North-European Quaternary glaciation.



Foto 8. Ulluneem.
Photo 8. The cape of Ulluneem.



Foto 9. Hiidrahnu mõõtu Kaarnakivi Vainupea rannal.

Photo 9. The gigantic erratic boulder Kaarnakivi on the beach of Vainupea.



Foto 10. Tagaküla suurkivi on samuti hiidrahn.

Photo 10. The gigantic erratic boulder Tagaküla Suurkivi.



Foto 11. Rutja tagavaralennuväli.

Photo 11. The reserve aerodrome near Rutja Village.



Foto 12. Põhja-Uhtju saar.

Photo 12. The islet of Põhja-Uhtju.



Foto 13. Põhja-Uhtju lõunarannik ja puurauk M12.
Photo 13. The shore of Põhja-Uhtju and the drill hole M12.



Foto 14. Põhja-Uhtju vaade kurdlehelise roosiga.
Photo 14. The view of Põhja-Uhtju and the dog-rose.



Foto 15. Kormoranide koloonia Põhja-Uhtju põhjaosas.
Photo 15. The colony of cormorants on the northern part of Põhja-Uhtju.



Foto 16. Põhja-Uhtju lõunarannik, taamal Lõuna-Uhtju.
Photo 16. The southern shore of islet Põhja-Uhtju. Lõuna-Uhtju on the background.

1. ALUSPÕHI

Karepa (7412) kaardilehe aluspõhja geoloogiline kaart mõõtkavas 1:50 000 on koostatud põhiliselt varasemate keskmismõõtkavalise (Jõgi jt, 1966; Kala jt, 1967; Puura jt, 1974) ja suuremõõtkavalise (mõõtkavas 1:50 000) geoloogilise kaardistamise (Paap ja Tassa, 1968; Saadre jt, 1984; Suuroja jt, 1997) käigus kogutud materjalide põhjal. Kaardilehe äärmise edelaosa kaardipildi saamiseks on kasutatud ka fosforiidi otsingutööde (Palo jt, 1961) käigus kogutud informatsiooni. Ordoviitsiumi astangu esise ala kohta kasutati ka puurkaevude puurimisel saadud Eesti põhjavee registriga seonduvas andmebaasis hoiustatavat andmestikku. Aluspõhja geoloogilise teemakaardi koostamisel kasutati 20 aluspõhja avava uuringupuuraugu andmestikku, kusjuures 3 neist avasid ka kristalse aluskorra kivimeid. Vähemal määral saadi informatsiooni ka üksikutest alal olevaist ja põhiliselt Kambriumi terrassi lõikunud jõeorgudega seotud paljanditest. Akvatooriumi aluspõhja uuritus põhineb vaid ühel Uhtju saarel asuval puuraugul (M12) ja üksikuil ala põhjaosa läbivatel seismilise pidevsondeerimise profiilidel (Talpas jt, 1989).

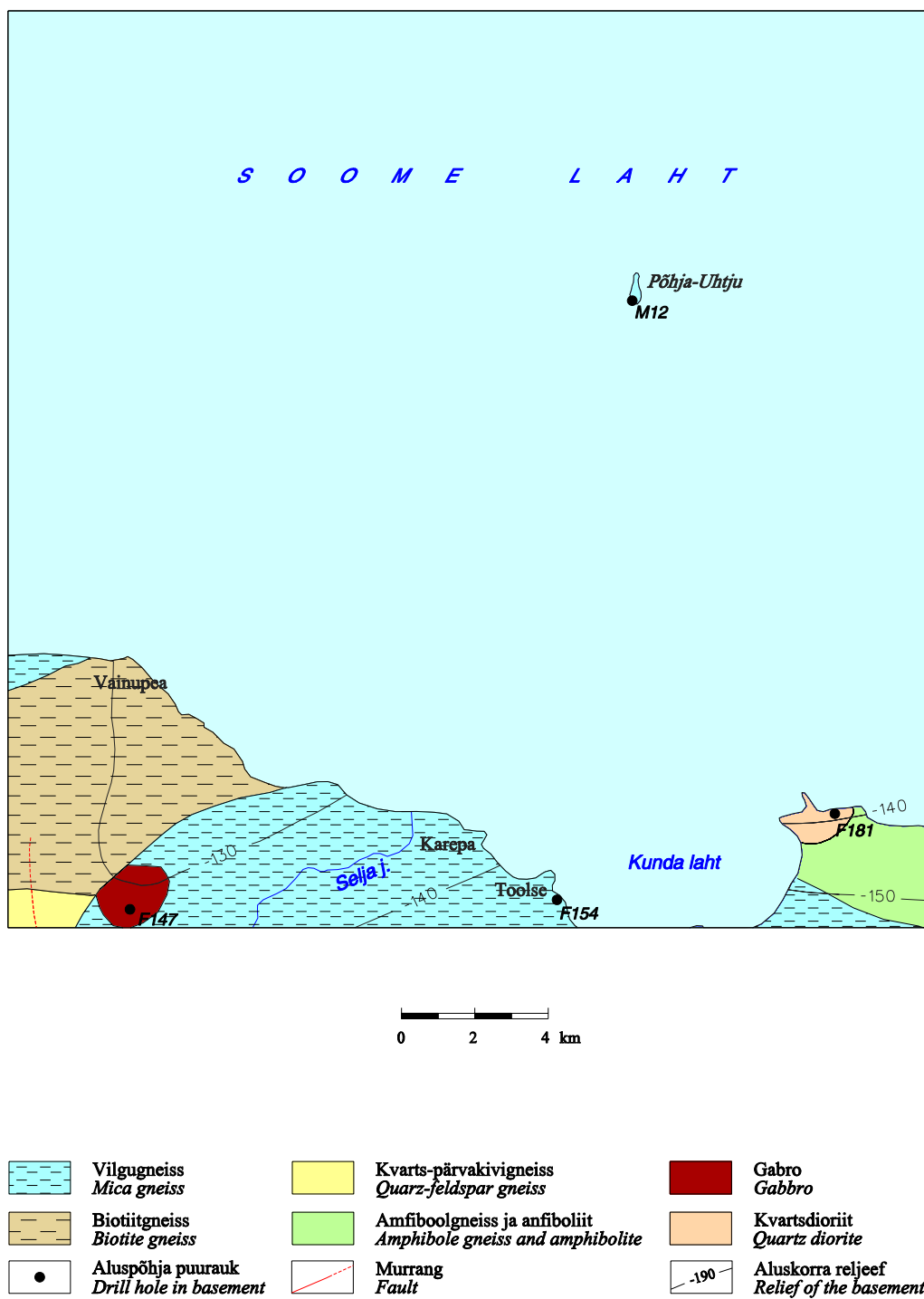
Kaardil kujutatud litostratigraafiliste üksuste avamusalad on saadud graafilisel meetodil, st kujutatava üksuse piirpindade ja aluspõhja reljeefi pealispinna lõikejoonena. Kivimkomplekside litostratigraafiline liigestus põhineb geoloogilise kaardistamise juhendiga (Juhend..., 2006) kinnitatud skeemil.

1.1. KRISTALNE ALUSKORD

Geostruktuursest seisukohast lähtuvalt jääb ala Ida-Euroopa kraatoni (platvormi) loodeossa, Vene lava loodepiirile. Siin eristuvad aluspõhjas kaks selgelt eriilmelist kivimkompleksi ehk struktuurset korrust: alumine – tard- ja moondekivimeist koosnev **kristalne aluskord** ja ülemine – sette kivimeist koosnev ning esimesel monokliinaalselt lasuv **settekivimiline pealiskord**. Kristalse aluskorra kivimid kaardilehe piires alal ei paljandu, kuid avanevad see-eest ala põhjaosa merepõhjas kvaternaarisetete all.

Teavet kristalse aluskorra kivimite koostise ja lasuvustingimuste kohta saadi 3-st aluskorda avavast puuraugust, mis on puuritud kas keskmismõõtkavalise geoloogilise kaardistamise (Kala jt, 1967), süvakaardistamise (Puura jt, 1974; 1977) või siis merepõhja geoloogilise kaardistamise (Talpas jt, 1989) käigus. Kristalse aluskorra kivimkomplekside leviku jälgimisel on olnud abiks geofüüsikaliste (magneto- ja gravimeetria) mõõdistamiste tulemusel koostatud teemakaardid (Gromov ja Gromova, 1974; Metlitskaja jt, 1992). Akvatooriumil on kristalse aluskorra pealispinna lasumissügavust aidanud jälgida üksikud seismilise pidevsondeerimise diagrammid. Kristalse aluskorra, selle vaheldusrikka koostise ja keerulise struktuuriga (lauskurrutatud, migmatiidistunud ja sügavalt mattunud) kivimlasundi koostis on fikseeritud vaid 3 punktis ja seetõttu on lisatud aluskorra skeemi (joonis 2) puhul tegu vaid ühe tõenäose tõlgendusega. Kristalse aluskorra skeemi koostamisel on aluseks võetud V. Puura jt (1974, 1977) ning H. Koppelmaa (2002) koostatud kristalse aluskorra kaardid.

Kristalse aluskorra pealispind lasub alal sügavusel 100 m amp (lehe põhjaosa akvatooriumil) kuni 145 m amp (kaardilehe lõunapiiril), kusjuures see sügavneb enam-vähem väljapeetult (2–3 m kilomeetri kohta) lõuna suunas (joonis 2).



Joonis 2. Kristalse aluskorra skemaatiline kaart.
 Figure 2. Schematic map of the crystalline basement.

Tabel 1. Karepa (7412) kaardilehe mõningate kristalse aluskorra kivimite keemiline koostis (kaalu %).

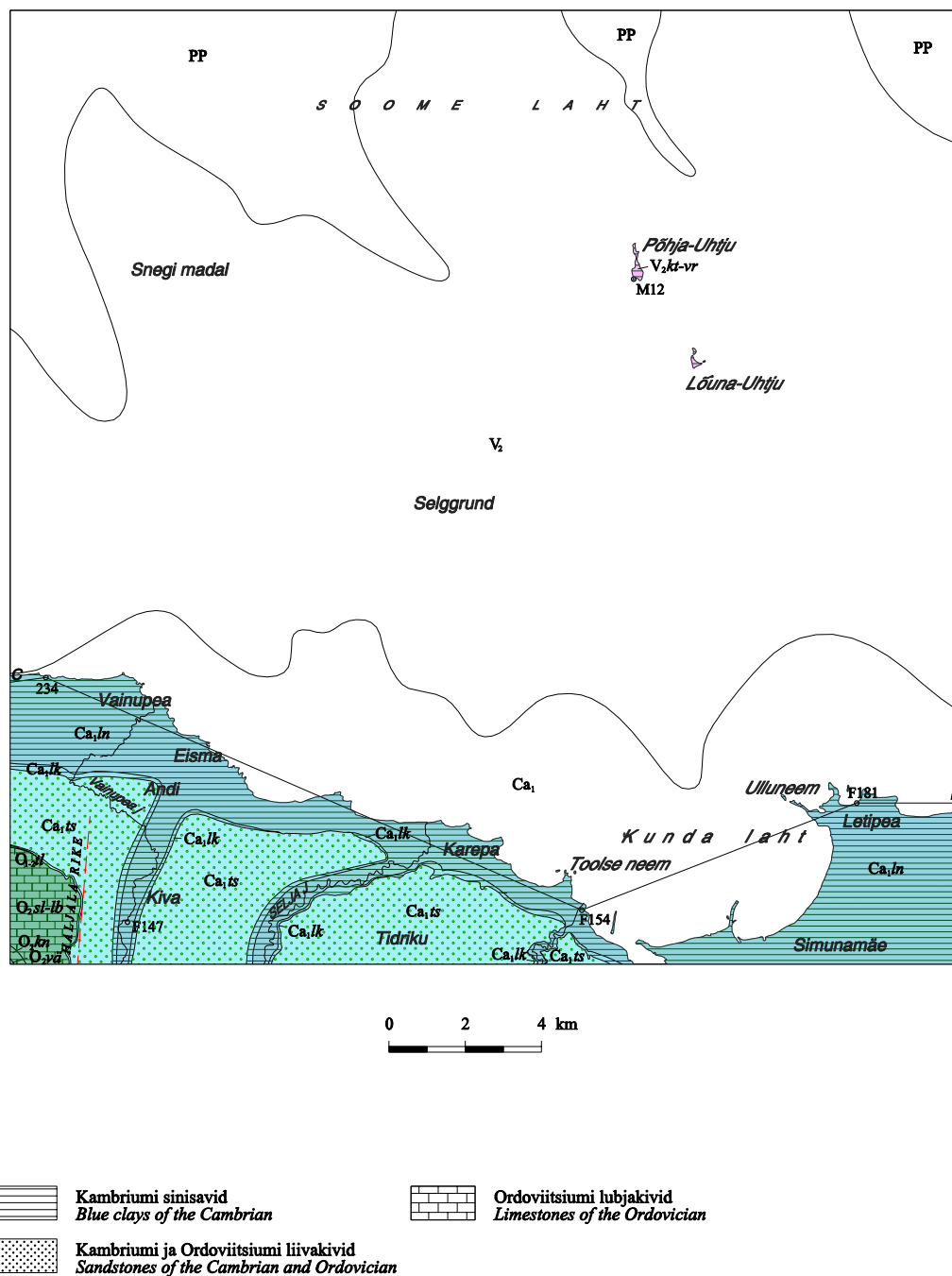
Table 1. Chemical composition of the crystalline basement rocks of Karepa (7412) mapping area (wt %).

Kivim	GDMG	GRSY	GNGC	BGGG	ABG	DR	GR
Puurauk	F-147	F-154	F-154	F-154	F-154	F-181	F-181
Proovi süg.	227.7	198.0	184.5	213.0	249.0	191.5	195.9
SiO ₂	63.58	73.32	61.56	63.18	56.96	58.94	74.54
TiO ₂	0.64	0.20	1.23	0.66	1.74	1.00	0.10
Al ₂ O ₃	15.15	13.33	14.16	15.12	14.87	14.21	11.66
Fe ₂ O ₃	1.55	0.53	2.98	1.52	1.73	2.68	1.02
FeO	4.38	1.17	7.18	5.05	7.79	6.58	0.96
MnO	0.09	0.02	0.14	0.08	0.06	0.12	0.03
MgO	3.22	0.66	2.59	3.96	4.72	2.67	0.50
CaO	4.88	0.86	5.52	4.15	5.26	5.75	1.38
Na ₂ O	1.90	1.74	1.00	1.73	0.43	3.33	2.50
K ₂ O	2.47	7.40	1.60	2.50	3.37	2.50	6.25
P ₂ O ₅	0.17	0.04	0.43	0.19	0.75	0.31	0.02
S _{total}	0.12	0.11	0.06	0.14	0.16	0.08	0.07
L.O.I.	1.31	0.56	1.17	1.44	1.90	1.68	0.84
Summa	99.46	99.94	99.62	99.72	99.74	99.85	99.87
Fe ₂ O _{3total}	6.42	1.83	10.96	7.13	10.38	9.99	2.09

GDMG – granodioriit, melanokraatne (*granodiorite, melanocratic*); GRSY – süeniitgraniit (*syenogranite*); GNGC – granaat-kordieritgneiss (*garnet-cordierite gneiss*); BGGG – biotiitgneiss granaadiga (*biotite gneiss with garnet*); ABG – amfibool-biotiitgneiss (*amphibole-biotite gneiss*); DR – diioriit (*diorite*); GR – graniit (*granite*).

Struktuurselt kuuluvad kaardistatava ala kristalse aluskorra kivimkompleksid Alutaguse struktuursesse vööndisse ja on esindatud valdavalt Alutaguse kompleksi kuuluvate lauskurrutatud ning tugevasti migmatiidistunud alumogneissidega. Tabelis 1 on toodud mõningatesse kivimkompleksidesse kuuluvate moondekivimite keemiline koostis (Kivisilla jt, 1999).

Kristalse aluskorra kivimid on oma pindmises osas mõne kuni mõnekümne meetri ulatuses (keskmiselt 10 m) murenenud, moodustades nn **pindalalise murenemiskooriku**. Viimase paksus sõltub peamiselt aluskorra kivimite mineraalsest koostisest: massiivsete graniitsete kivimite levialal on see väiksem ning alumogneisside levialal (Alutaguse struktuurses vööndis) suurem. Tegu on jäänukmurenemiskoorikuga, kust osa murenemiskoorikust on Vendi ajastu alul kulutatud. Kulutuse ulatusele viitab murenemiskooriku tsonaalsus: aladel, kus on säilinud murenemiskooriku kõik kolm tsooni (ülalt alla) – III (pude), II (savikas) ja I (vähe murenenud) – on murenemiskoorik enam-vähem täielikult säilinud. Sügavama erosioonilõike puhul kõrgema astme (III ja II) tsoonid puuduvad kas täielikult või siis osaliselt.



Joonis 3. Aluspõhja skemaatiline kaart.
 Figure 3. Schematic map of bedrock.

1.2. SETTEKIVIMILINE PEALISKORD

Neoproterosoilistest ja varapaleosoilistest settekivimitest pealiskord lasub kristasel aluskorral pikaajalise (umbes 800 mln aastat) lünga ja põiksusega. Settekivimilise pealiskorra paksus suureneb ala äärmisest põhjaosast, kus see merepõhjas kohati puudub (on erodeeritud), kuni ligi 200 meetrini ala lõunapiiril. Settekivimilise pealiskorra struktuurid jälgivad enamjaolt kristalse aluskorra pealispinna reljeefi, ja seda isegi Rakvere rikkevööndi piirkonnas, mis ala lääneosas Vainopea–Karula joonel nii pealis- kui aluskorda lõikub.

Settekivimilise pealiskorra formeerumine algas kaardistataval alal Neoproterosoikumis, Vendi kompleksi (Ediacara ajastu) teisel poolel u 600 mln aasta eest, kui idakaarest pealetungiv meri alani jõudis. Kunagi oli ka kaardistatava ala põhjaosa kaetud settekivimitega, kuid sealt on need viimase umbes 10 mln aastaga ära kulutatud seoses Balti klindi astangute lõunasuunalise taganemisega.

1.2.1. Vendi kompleks (Ediacara ladestu)

Settekivimite lasundi basaalse osa, Vendi kompleksi savid, aleuroliidid ja liivakivid avanevad ala keskosas merepõhjas, kvaternaarsest setetest katte all 10–15 km laiuse vööndina. Kristalse aluskorra murenemiskoorikul lamava lasundi paksus on 70–90 m ja selles eristuvad kolm kihistut (vanemalt nooremale): Gdovi, Kotlini ja Voronka. Esimeses ja viimases on valdavaks liivakivi, keskmises aleuriitsavi (laminariitsavi).

Gdovi kihistus (V_{2gd}) on valdavaks pisi- kuni keskterine, nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud liivakivi, milles võib erinevatel tasemetel (põhiliselt kihistu ülaosas) olla kirjuvärvilise (punakaspruun kollakate ja rohekashallide laikudega) savika aleuroliidi vahekihte. Gdovi kihistu paksus on 35–40 m ja see pakseneb mõneti ida suunas. Kihistu alumisel piiril on kohati 1–2 meetrine kiht jämeterist liivakivi või graveliiti, sagedamini mikstoliiti (savika tsemendiga segakivim). **Oru kihistikku** kuuluvaks loetav kivimkompleks lamab otse kristalse aluskorra murenemiskoorikul ja on tekkinud ilmselt selle ümbersettemisel.

Kotlini kihistu (V_{2kt}) hõlmab kompleksi savikama keskosa ja on esindatud kirjuvärvilisest (ookerkollasest kuni punakaspruunini) õhukesekihilisest aleuriitsavist või savikast aleuroliidist koosneva lasundiga. Kihistu paksus on 10–15 m ja see suureneb läänest itta.

Voronka kihistu (V_{2vr}) moodustab Vendi kompleksi ülaosa ja selle paksus on kuni 30 m. Kihistus eristuvad kaks eriilmelist kihikompleksi: all on vanem Sirgala (V_{2vrS}) kihistik ja ülal noorem Kannuka kihistik (V_{2vrK}). Põhiosa kihistust (kuni 25 m) moodustab alumine, **Sirgala kihistik**. See koosneb põhiliselt pisi- kuni peenterisest helehallist kvartslüivakivist, mis vaheldub kirjuvärvilise (kollakashall kuni punakaspruun) aleuroliidi ja aleuriitsaviga. **Kannuka kihistik** on paksuselt väljapeetum (umbes 5 m) ja see koosneb valdavalt nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud, pisi- kuni peenterisest valkjashallist kvartslüivakivist.

1.2.2. Kambriumi ladestu

Kambriumi ladestu on kaardistataval alal esindatud põhiliselt Alam-Kambriumi ladestiku purdkivimitega (savid, aleuroliidid, liivakivid) ja selle avamus hõlmab ala lõunaosas 5–10 km laiuse vööndi. Ladestu paksus on kuni 100 m ja valdav osa selles (u 95 m) on Alam-Kambriumi ladestikul. Selles ladestikus on eristatud kolme kihistut, millisteks alt üles liikudes on Lontova, Lükati ja Tiskre. Lontova kihistu kuulub samanimelisse lademesse, Lükati ja Tiskre kihistu aga Dominopoli lademesse.

Lontova kihistu (Ca_1In) paksuseks alal on 60–70 m ja see on siinsetest tüsedaim litostratigraafiline üksus. Kihistu on esindatud valdavalt rohekashalli nõrgalt aleuriidika saviga – *sinisaviga*. Kihistu ülaosas on selles kohati hajusaid violetseid või punakaspruune laiike. Kihistus on eristatud, ja seda eeskätt liiva lisandi järgi, 3 kihistikku (vanemast nooremani): Sämi (sinisavi kvartsliaakivi vahekihtidega), Mahu (liiva ja aleuriidi fraktsioonis kvartsi teri sisaldav sinisavi) ja Kestla (vähese aleuriidi lisandiga sinisavi). Lontova kihistu piiritlemisel on põhilisteks diagnostilisteks tunnusteks olnud rõngasussi (*Platysolenites*) fragmendid ja püriidistunud ussikäigud. Kaardipildis ja läbilõigetel ei ole kihistut väiksemateks allüksusteks (kihistikeks) jagatud. Lontova kihistu sinisavi on tooraineks Eesti tsemendi- ja ehituskeraamikatööstusele ja alal kaevandatakse seda kaardilehe lõunapiiril jäävas Kunda karjääris.

Lükati kihistu (Ca_1lk), paksusega 9–12 m, moodustab sinisavilasundi ülaosa ja see avaneb enamjaolt kvaternaarse setete all Kambriumi terrassi ääristavas astangus või selle jalamil kuni sajakonna meetri laiuse ribana. Kivimiks on rohekashall aleuriitsavi (kuni 70 %), milles esineb nii aleuroliidi kui ka peeneteralise kvartsliaakivi vahekihte. Viimased sisaldavad kohati peent glaukoniiti. Aleuriitsete kihtide pindadel on sageli rohkesti vilgu (muskoviidi) lehekesi. Kivimiliste iseärasuste (kvartsliaakivi vahekihid) kõrval on kihistu diagnostiliseks tunnuseks problemaatilise päritoluga (algseid molluskid?) *Volborthella tenuis* koonusjate kodade esinemine. Kihistu alumisel piiril on enamjaolt õhuke (1–10 cm) fosfaatse kattega liaakivi veeristest konglomeraadi kiht.

Tiskre kihistu (Ca_1ts), paksusega 18–21 m, avaneb enamjaolt kvaternaarse setete (liivade) all Kambriumi terrassi lael 1–5 km laiuse vööndina. Kihistu koosneb suhteliselt ühetaolisest helehallist jämeterisest kvartsaleuroliidist või siis pisiterisest kvartsliaakivist. Kihistu alaosas on selles kohati rohekashalli glaukoniiti sisaldava savika aleuroliidi vahekihte. Nii aleuroliit kui liaakivi on enamjaolt nõrgalt tsementeerunud.

Ülem-Kambriumi ladestikku kuuluvana on paleontoloogiliste kriteeriumide alusel (sisaldavad puudulukuliste brahhiopoodide (ooboluste) purdu) kantud ka osa (basaalsed kihid) traditsiooniliselt Alam-Ordoviitsiumi ladestiku Kallavere kihistusse kuuluvat oobolusliaakivi.

1.2.3. Ordoviitsiumi ladestu

Ordoviitsiumi ladestu avaneb vaid ala äärmises edelaosas Põhja-Eesti klindi Lääne-Virumaa klindilõigu Karula klindipoolsaare Ordoviitsiumi astangus ja sellepealsel mõne ruutkilomeetrisel alal kuni 15 m paksuse lasundina.

Alam-Ordoviitsiumi ladestiku paksus alal on 7–9 m ja selle kivimid avanevad Karula klindipoolsaare jalamil. Ladestiku koosseisu kuuluva 3 lademe (Pakerordi, Varangu ja Hunnebergi) piires eristub 4 kihistut: Kallavere, Türisalu, Varangu ja Leetse.

Kallavere kihistu (O_1kl), paksusega 4–8 m, koosneb puudulukuliste brahhiopoodide (ooboluste) kojapoolmeid ja nende purdu sisaldavast, nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud peenterisest kvartsliaakivist. Kihistu ülemisel piiril, kontaktil Türisalu kihistuga, on liaakivi kohati tugevasti püriidistunud, moodustades sedasi 5–10 cm paksuse "püriidikihi". Kihistu alumine piir on hästi jälgitav üksnes läbilõigetel, kus selle lamamiseks on ooboluskonglomeraat, st rohkesti ooboluste kojapoolmeid või fosfaatse liaakivi veeriseid sisaldav liaakivi. Alal eristub kihistus 2 kihistikku, millisteks alt üles on Maardu ja Suurejõe. **Maardu kihistik** hõlmab suurema osa kihistust ja on esindatud valdavalt ooboluste kojapoolmete purdu (detriiti) sisaldava, nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud peenterise kvartsliaakiviga. Detriidi sisaldus selles on 1–30 % ja selle suurus varieerub, ning seda nii tasemeti kui pindalaliselt. Liaakivis võib kohata kerogeense argilliidi (diktüoneema kilda) õhukesti vahekihte ja

kelmeid. **Suurejõe kihistik** koosneb keskmise- kuni eriterisest, keskmiselt tsementeerunud detriitist liivakivist (fosforiidist) ja kihistiku paksus on 1–4 m.

Türisalu kihistu (O_{1tr}) on esindatud tumepruuni kerogeense argilliidi ehk diküoneema kildaga, selle paksus on 1,5–2 m ning see suureneb mõningal määral idast läände.

Varangu kihistu (O_{1vr}), mis peaks koosnema erineva savikusega glaukoniitliivakivist, levik ala piires on mõneti küsitav, sest enamjaos läbiõigetes ja harvades paljandites ei ole seda fikseeritud, kuid samas võib kihistu puudumine olla tingitud puursüdamiku väikesest väljatulekust ja komplikatsioonidest kihistu interpreteerimisel.

Leetse kihistu (O_{1lt}), mis kuulub Hunnebergi lademesse ja mille paksus alal on kuni 1 m, on esindatud roheline peeneteralise, enamjaolt nõrgalt tsementeerunud glaukoniitliivakiviga. Lisaks glaukoniidile, mida liivakivis on valdavalt üle 60 %, sisaldab see veel kvartsi, vilke ja lubi- või dolomiitset tsementi. Kihistus on eristatavad 2 kihistikku: alt üles Iru ja Mäeküla. Valdav osa kihistust langeb eelkirjeldatud glaukoniitliivakivist koosneva **Iru kihistiku** arvele. Kihistu ülaosas on õhuke (0,1–0,2 m) tugevasti tsementeerunud rohekashalli, vähese (alla 30 %) glaukoniidiga lubiliivakivi kiht – **Mäeküla kihistik**.

Kesk-Ordoviitsiumi ladestik on esindatud karbonaatkivimitega. Ladestiku 6-st lademest 5 (Billingeni, Volhovi, Kunda, Aseri, Lasnamäe) avanevad ka uuritava ala äärmises lõunaosas Ilumäe klindipoolsaare ja Sagadi klindiplatoo paepealsel või seda ääristavas astangus. Kivimilise koostise alusel on ladestikus eristatud 5 kihistut (alt üles): Toila, Sillaoru, Loobu, Aseri ja Vao kihistu. Ladestiku mittetäielik paksus ala lõunapiiril on kuni 15 m.

Toila kihistu (O_{2tl}) on alal esindatud rohekashalli, glaukoniiti sisaldava lubjakivi kuni 2,7 m paksuse lasundiga. Kihistus eristatakse alal 4 kihistikku (alt üles): Päite, Saka, Telinõmme ja Kalvi. Alumine, Billingeni lademesse kuuluv **Päite kihistik** (paksus kuni 0,3 m) koosneb enamjaolt rohekashallist peen- kuni keskkristalsest, keskmise- kuni paksukihilisest glaukoniiti sisaldavast lubjakivist. Kihistiku alaosas on kohati 1–2 õhukest savimergli kihti. **Saka kihistik** (paksus kuni 1 m) koosneb enamjaolt dolomiidistunud rohekashallist peene- kuni keskmisekristalsest, keskmise- kuni paksukihilisest lubjakivist, mis sisaldab vähesel määral (kuni 10 %) glaukoniiti. Alumisel piiril on amforalaadsete süvenditega, tugeva limoniitse impregnatsiooniga kahekordne katkestuspind – nn püstakkiht. Selles olevad puurmed on valdavalt täidetud glaukoniidiga. **Telinõmme kihistik** (kuni 1 m) koosneb rohekashallist, õhukese- kuni keskmisekihilisest, tasemeti peent glaukoniiti sisaldavast lubjakivist, mis kohati võib olla dolomiidistunud. Kihistu ülemine, **Kalvi kihistik** (u 0,3 m) koosneb rohekashallist nõrgalt savikast keskmise- kuni paksukihilisest, peenterist glaukoniiti sisaldavast lubjakivist, mis kohati võib olla ka dolomiidistunud.

Sillaoru kihistu (O_{2sl}), mille paksus on kuni 0,2 m, koosneb rohekashallist, keskmiselt kuni tugevalt savikast õhukese- kuni paksukihilisest detriidikast, raudoiide sisaldavast lubjakivist. Kivimis, mis on paiguti dolomiidistunud, on ka limoniitse impregnatsiooniga lainjaid katkestuspindu. Kihistu alumist piiri markerib lainjas limoniitne katkestuspind.

Loobu kihistu (O_{2lb}) kuulub Kunda lademesse ja selle paksus alal on kuni 6 m. Kihistu avaneb Karula klindipoolsaare lael. Kihistu eristub raudoiide sisaldavate komplekside (Aseri ja Sillaoru kihistu) vahelise lubjakivilasundina. Loobu kihistule on iseloomulik peajalgsete limuste (nautiloidide) kodade rohkete valatiste esinemine. Loobu kihistu jagamine alumiseks Nõmmeveski ja ülemiseks Valgejõe kihistikuks on praktiliselt teostamatu ja seda ei ole ka rakenduslike tööde puhul, kust pärineb valdavalt kaardistamise andmestik, tehtud.

Aseri kihistu (O_{2kn}), mis vastab mahult Aseri lademele ja mida mõningatel juhtudel (Juhend..., 2006) on käsitletud ka Kandle kihistuna, on alal kuni 1,5 m paksune. Kihistu koosneb hallist nõrgalt kuni keskmiselt savikast, keskmise- kuni paksukihilisest pisi- kuni mikrokristalsest raudoiide

sisaldavast lubjakivist. Kihistu jagamine alumiseks, raudoiide mittesisaldavaks Malla ja ülemiseks, raudoiide sisaldavaks Ojaküla kihistikuks ei ole uuritaval alal teostatav ja seepärast ei ole seda ka tehtud. Kihistu alumisel piiril on kahekordne, tugeva fosfaatse impregnatsiooniga ja 5–7 cm sügavuste taskutega katkestuspind.

1.3. ALUSPÕHJA RELJEEFIST JA STRUKTUURIDEST

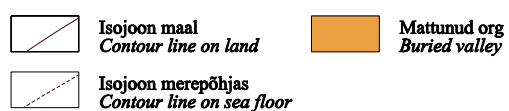
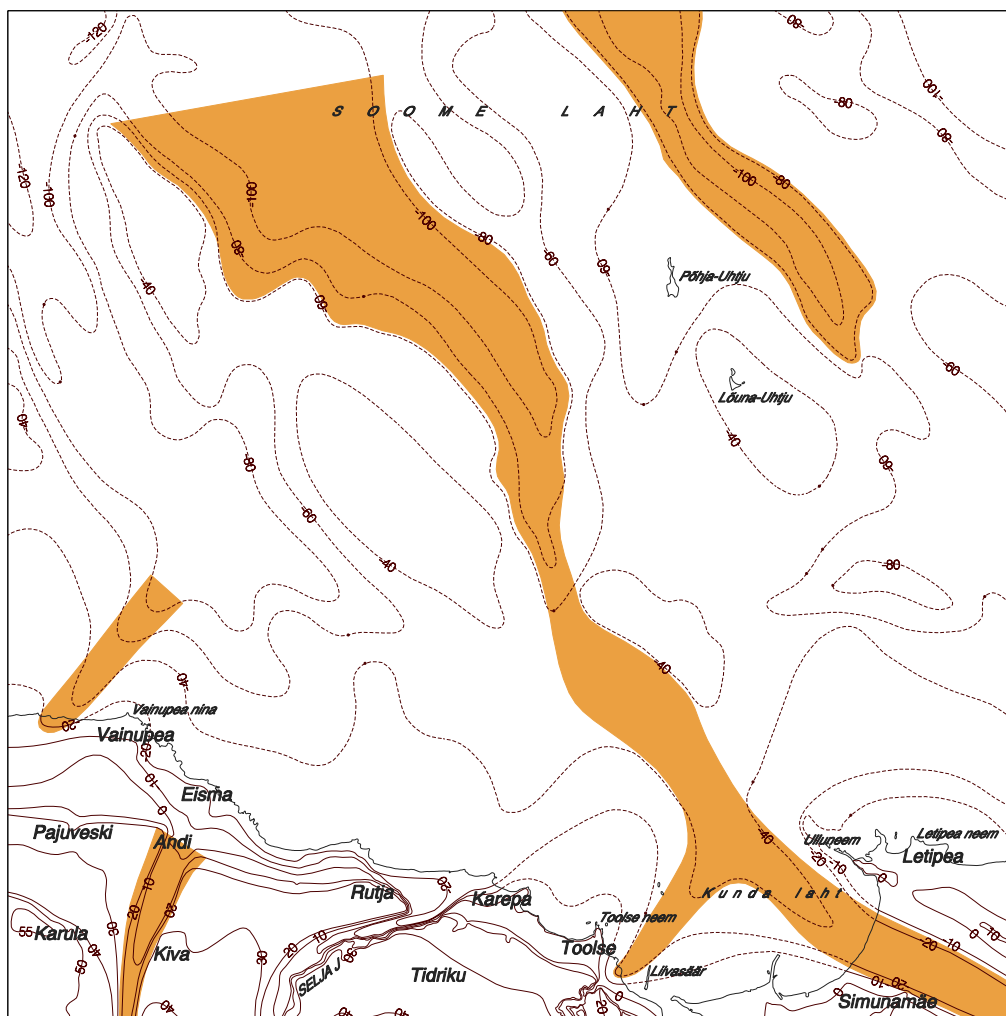
Aluspõhja reljeefi iseärasustest lähtuvalt eristub alal kolm piirkonda: 1. Põhja-Eesti klindiplatoo koosseisu kuuluv Viru lavamaa, 2. Kambriumi terrass ja 3. Kambriumi–Vendi nõlv.

Põhja-Eesti klindiplatoo, mis on esindatud Lääne-Viru klindilõigu piiresse jääva Karula klindipoolsaare idanõlvaga, eristub ala äärmises edelaosas tasemeil 50–59 m ümp.

Kambriumi terrass on alal enamjaolt 1–10 m paksuselt liiva alla mattunud ja see kulgeb 2–5 km laiuse vööndina tasemel 25–40 m ümp. Põhjakaarest ääristab seda 1–10 m sügavuselt liiva alla mattunud 10–35 m kõrgune lauge liivakivi astang. Laugem ja madalam on see ala lääneosas ning kõrgem ja järsem ala idaosas Toolse–Malla vahemikus. Eriti ebamäärane on Kambriumi terrassi ääristava mattunud astangu kulg Pajuveski–Kiva vahemikus ehk seal, kus Põhja-Eesti klinti lõikub Haljala suunalt lähtuv Rakvere tektooniline rike. Kambriumi terrassi lõikuvad Vainopea, Selja, Toolse ja Kunda jõgi oma tänapäevaste orgudega.

Kambriumi–Vendi nõlv – see on Kambriumi terrassi jalamilt, tasemelt 10–20 m ümp kuni tasemeni 90–100 m amp (kristalse aluskorra pealispinnani) laskuv aluspõhjaline, selgelt esilekerkivate astanguteta kuni 20 km laiune lauge nõlv. Ükski maismaal jälgitav klindiorg sellesse märkimisväärselt ei lõiku. Vendi liivakivist-savist laugete seljandikena kulgevad loode–kagusuunalistena Käsmu–Mohni, Lobi, Pedassaare, Altja ja Rõämadala klindipoolsaared.

Piki Karula klindipoolsaare idanõlva kulgeb lõunasse, st enam-vähem Haljala suunaliselt **Rakvere tektooniline rike**, mille amplituud antud alal on määramata, kuid millel on olnud kindlasti oma osa Karula klindipoolsaarega seonduva kuni 8 kilomeetrise lõunasuunalise tagasiaste kujunemisel.



Joonis 4. Aluspõhja reljeef
Figure 4. Schematic map of bedrock.



Foto 17. Kambriumi sinisavi paljand mererannas Toolse lähistel.
Photo 17. The outcrop of Cambrian blue clay on the shore near Toolse.



Foto 18. Vaade Kronkskaldale ja Kambriumi terrassile Kunda savikarjäärist.
Photo 18. View to Kronkskallas and Cambrian Terrace from Kunda clay quarry.

2. PINNAKATE JA PINNAMOOD

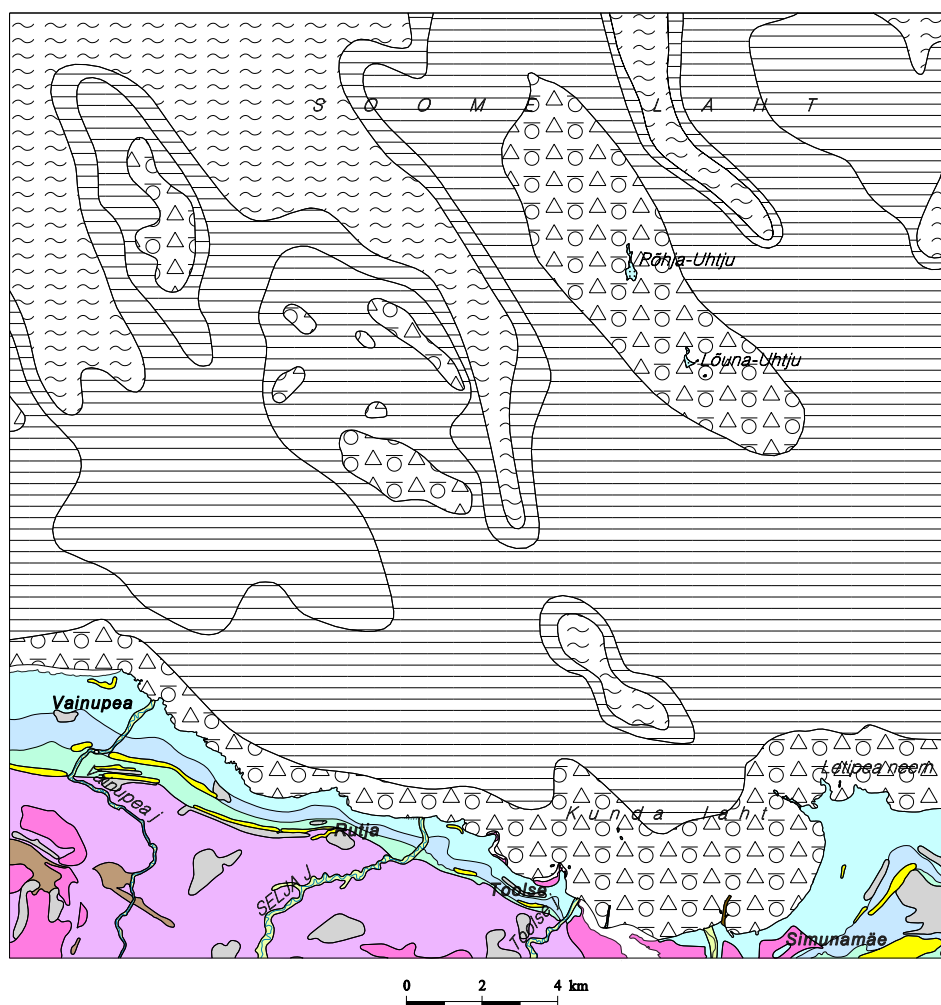
Pinnakatte geoloogiline kaart põhineb kontrollmarsruutide andmetega täiendatud varasematel käsikirjalistel suure- ja keskmisemõõtkavalistel pinnakatte kaartidel. Juba 1963. aastal valmis kogu kaardilehe maismaa-ala hõlmav geoloogiline kaart (Stumbur jt, 1963). Käesoleva kaardilehe aluseks oli eelkõige eelmise töö kaasajastatud variant, E. Morgeni koostatud Rakvere fosforiidirajooni pinnakatte kaart (Saadre jt, 1984). Kasutati ka maavarade (turvas, liiv, kruus, aga ka Kambriumi savi) otsingu- ja uuringutööde, samuti ehitusgeoloogiliste uuringute (Kadastik ja Morgen, 1999; Saadre jt, 1978; Killar jt, 1979; Saarelaid, 1963; Salo jt, 1989; Tallinn, 1977; Tallinn ja Jõgi, 1970 jt) materjale ning puurkaevude andmebaasi “Põhjavesi–puurkaev”. Võimatu oleks ala pinnakattest rääkida kasutamata teaduskorüfeede – nii vanade kui uute – üldiseid kui detailsemaid töid (Heinsalu, 2001; Karukäpp jt, 1996; Kessel, Raukas, 1967, 1979; Linkrus, 1998; Miettinen jt, 2002; Moora, 1998; Raukas, 1978; Tammekann, 1940; Saarse jt, 2003; jpt).

Akvatooriumi pinnakatte geoloogiline kaart koostati Eesti Geoloogiakeskuse poolt läbiviidud Soome lahe regionaalsete (1:200 000) geoloogiliste ja geofüüsikaliste uuringute (Talpas jt, 1989) andmeil. Kuna 1:200 000 mõõtkavalise kaardistamise tulemused ei vasta 1:50 000 kaardi nõuetele, aga samuti setete geoloogiliste iseärasuste tõttu, on akvatooriumi pinnakatte kujutamiseks kasutatud lihtsustatud legendi.

Pinnakatte geoloogilisel kaardil kujutatakse üldistatuna kvaternaarse setete pindalist levikut, kusjuures mõtteliselt on eemaldatud umbes 50 cm paksune pindmine kiht (ligikaudu kahekordne huumushorisont), et välistada mullatekkeprotsesside segavat mõju setete määramisel ja lihtsustada nende kujutamist kaardipildis. Kaardil esitamiseks liiga väikesed alad on kas suurendatud (ühendatud) või välja jäetud. Erineva vanuse ja tekkega pinnakatte setted eristatakse kaardil värviga, setete koostise muutused aga tingmärkidega. Akvatooriumi pinnakatte kaardil kasutatakse ainult tingmärke.

Stratigraafiliste ja geneetiliste ühikute väljaeraldamisel ja kirjeldamisel oli aluseks peamiselt varasematel skeemidel ja tugilegendidel (Raukas ja Kajak, 1995; Kajak jt, 1992; Raukas jt, 1995 jpt) põhinev “Juhend Eesti geoloogiliseks digitaalkaardistamiseks mõõtkavas 1:50 000 (versioon 1.2) (http://www.maaamet.ee/docs/geoloogia/Geoloogilise_kaardistamise_juhend_1_2_2006.pdf)” ning selle seletuskiri (Eesti..., 2006; http://www.maaamet.ee/docs/geoloogia/Juhendi_Seletuskiri_2006.pdf).

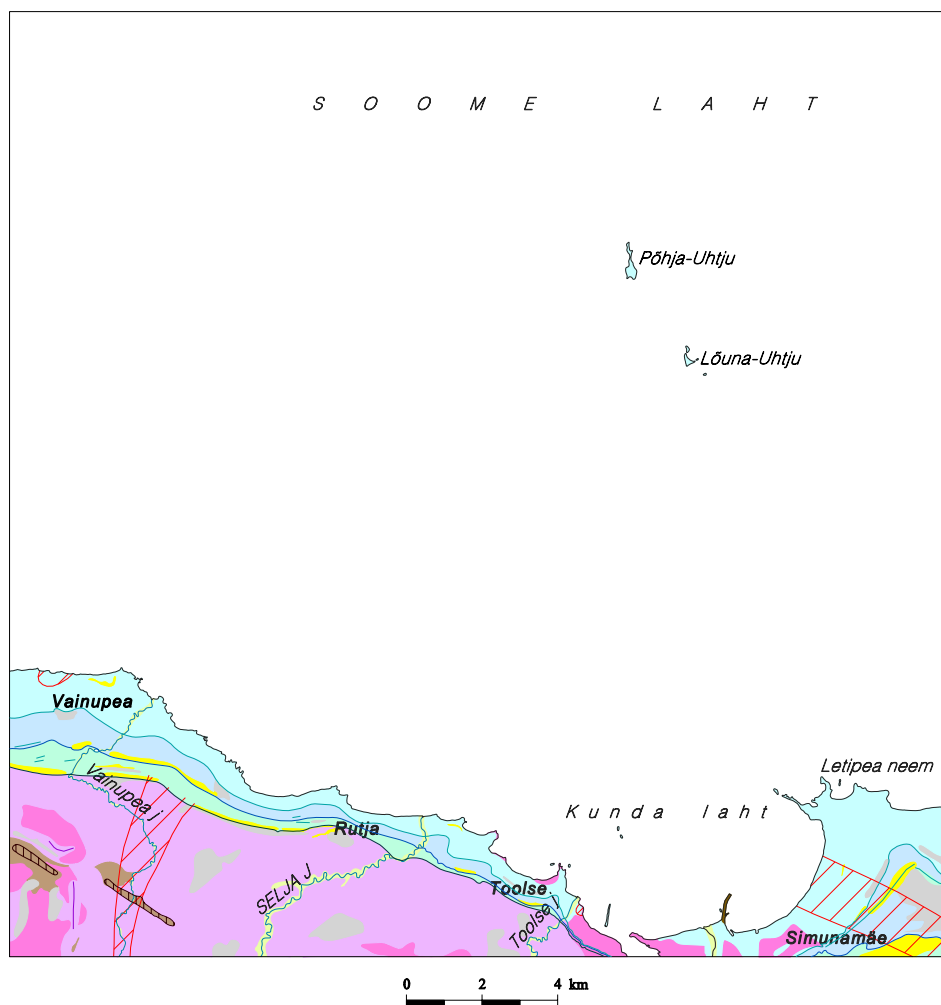
Pinnavorme vaadeldakse koos neid moodustavate setete või kujundanud protsessiga. Eelkõige aluspõhjaliste setenditega seotud jäätumiseelseid pinnavorme, sealjuures pinnamoe suurvorme, Põhja-Eesti paelava ja klindiesist madalikku koos neid eraldava klindiga, käsitletakse lähemalt aluspõhja reljeefiga seoses (peatükk 1.3.). Siinkohal vahemärkusena, et autori arvates on patt vaadelda Põhja-Eesti paelava ette jäävat 0,6–6 km laiust ning 30–40 m kõrgust ja mõlemalt poolt klindiastangutega, lõunas pae- ja põhjas liivakiviastanguga eraldatud, peamiselt Alam-Ordoviitsiumi ja Kambriumi liivakividest koosneva aluspõhja ning Balti jääjärve liivadega kaetud pinnakattega ala Põhja-Eesti rannikumadaliku koosseisus, nagu seda tavaliselt tehakse (Varep, 1984; Linkrus, 1998). Seda võiks K. Suuroja eeskujul nimetada Kambriumi terrassiks või siis E. Linkruse (1989) suupärase, ehkki mitte kõige täpsema nimega, Klindiesiseks terrassiks, ja käsitleda iseseisvana nagu paelavagi.



	Tehnogeensed setted <i>Technogeneous deposits</i>		Moreen <i>Till</i>
	Soosetted <i>Peat deposits</i>		Õhukese pinnakattega ala <i>Thin Quaternary cover</i>
	Jõesetted <i>Alluvial deposits</i>		Savi <i>Clay</i>
	Limneamere setted <i>Deposits of the LimneaSea</i>		Viirsavi <i>Varved clay</i>
	Litoriinamere setted <i>Deposits of the Littorina Sea</i>		Mereline muda <i>Sea mud</i>
	Antsülusjärve setted <i>Deposits of the Ancyclus Lake</i>		Moreen akvatooriumis <i>Till in the area of seawater</i>
	Tuulesetted <i>Aeolian deposits</i>		Aluspõhja avamus akvatooriumis <i>Bedrock in the area of seawater</i>
	Jääjärvelised setted <i>Glaciolacustrine deposits</i>		

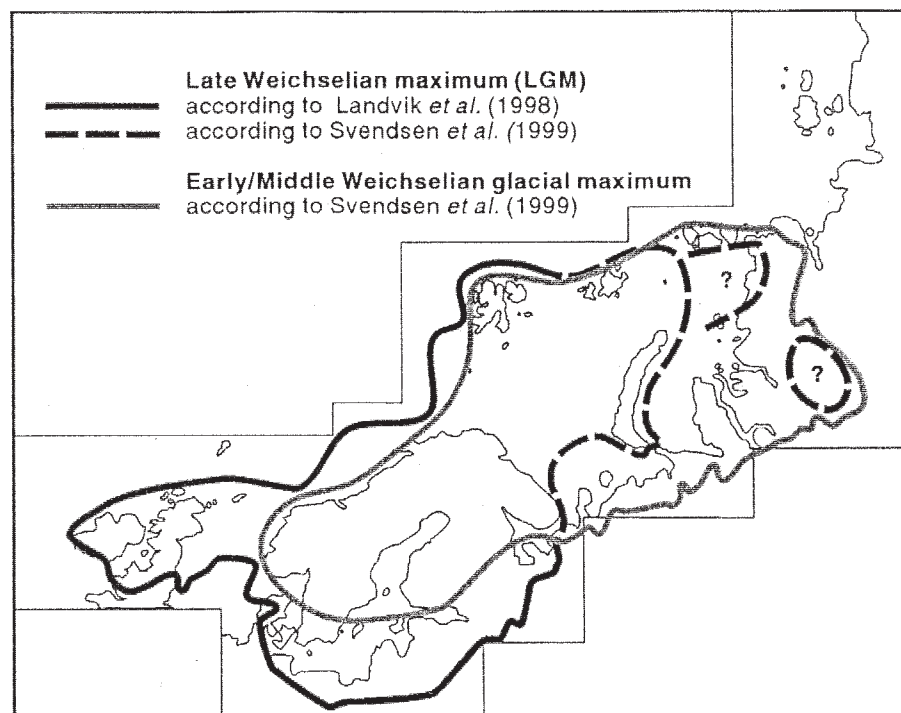
Joonis 5. Pinnakatte skemaatiline kaart.

Figure 5. Schematic map of the Quaternary Deposits.



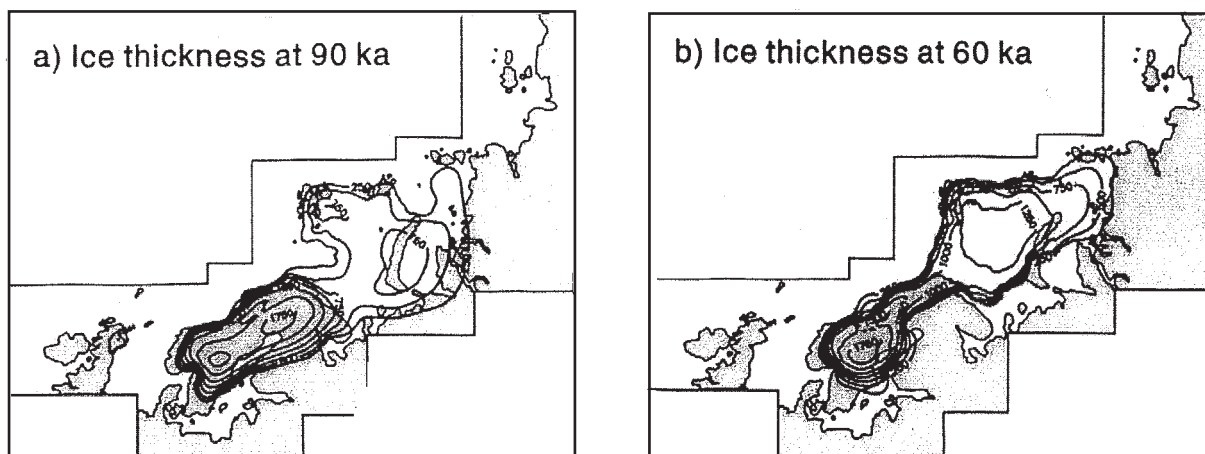
Joonis 6. Geomorfoloogia skemaatiline kaart.

Figure 6. Schematic geomorphological map.



Joonis 7. Weichseli jäätumisulatus (Siegert jt, 2001)

Figure 7. The maximum extent of Weichselian ice sheets (Siegert et al, 2001)



Joonis 8. Jääkilbi paksuse "maksimaalmudel" (Siegert jt, 2001 järgi)

a) 90 000 a.t (Vara-Weichsel)

b) 60 000 a.t (Kesk-Weichsel)

Figure 8. Ice-sheet thickness for the "maximum" model (Siegert et al, 2001) reconstruction at

a) 90 000 years ago (Early-Weichsel)

b) 60 000 years ago (Middle-Weichsel).

2.1. PLEISTOTSEEN

2.1.1. Kesk-Pleistotseen

Eelviimasele, Saale jäätumisele vastavasse **Ugandi kihistusse (QIIug)** loeme me tinglikult kõik viimase jäävaheaja omadest vanemad pinnakatte setted, ehkki nende alumist piiri pole kusagil dateeritud. Kihistu levib akvatooriumil allpool absoluutseid kõrgusi 50 (60) m alla merepinna, mis tähendab, et need setted võivad veealuste kõrgendike enam erosioonile allunud põhjanõlvadel ulatuda üsna merepõhja lähedale. Ülalmainitud aluspõhjalised kõrgendikud kujutavad endast suuri, loode–kagusuunaliselt orienteeritud kulutus-kuhjelisi pinnavorme, megavoori (Karukäpp ja Vassiljev, 1991), mis kujunesid mitme jäätumise (staadiumi) jooksul. Ühel sellisel, õigemini kahel üksteisele “pealepandud”, veidi muutunud (erineva vanusega?) mandrijää liikumise suunaga voorel paiknevad ka Uhtju saared. E. Kadastiku (Miettinen jt, 2002) järgi on Põhja-Uhtju puuraugus M12 (vt joonis 7) Ugandi kihistu 17,4 m paksused setted ülalt alla esindatud: 1) karbijäänuseid sisaldava aleuriitse savi; 2) veeristekihiga, mis ilmselt kujutab endast (puurimisel säilinud) **Hilis-Ugandi moreeni (gIIug3)**; 3) (Hilis-Saale?) liustiku poolt deformeeritud savi ja aleuriidi; 4) liivaga. Originaalkirjelduse järgi (Talpas jt, 1989) on kirjeldatud läbilõikes (alumise 5 meetri jooksul) 65 meetrist sügavamal siiski tegu juba (puurimisel purustatud) Vendi kompleksi liivakividega. Kaardilehe maismaaosa aluspõhja reljeefile pole sellised absoluutsed kõrgused omased, kuid Ugandi kihistu setete levikut ei saa analoogia põhjal Loksa kaardilehega 7322 (Suuroja jt, 2002a) välistada siingi, eriti mattunud orgude suudmetes. Siinkohal tuleb mainida, et alale jäävad vaid üksikud kvaliteetse pinnakatte puursüdamikuga geoloogilised puuraugud, mistõttu läbilõike kirjeldus toetub tihti liiga üldistele ja vastuolulistele tarbepuurkaevude kirjeldustele.

Tabel 2. Eesti pinnakatte setete stratigraafiline skeem (Kalm, 2006; Raukas, Kajak, 1995; Gibbard, Kolfschoten, 2004; Donner, 1995).

Table 2. Stratigraphical scheme of the Quaternary deposits (Kalm, 2006; Gibbard, Kolfschoten, 2004; Raukas, Kajak, 1995; Donner, 1995).

Ladestik, Ladejark	Eesti			Lääne-Euroopa		Alumise piiri vanus, tuhat a.
	Kihistu	Alamkihistu	Kihistik	Lade		
Holotseen				Flandria		11,5
Ülem- Pleistotseen	Järva	Ülem-	Võrtsjärve	Weichsel	Ülem-	25
		Kesk-	Savala		Kesk-	74
		Alam-	Võrtsjärve		Alam-	115
			Kelnase			
	Prangli/ Rõngu			Eem		126
Kesk- Pleistotseen	Ugandi	Ülem-		Saale		347
		Kesk-				
		Alam-				
	Karuküla			Holstein		370
	Sangaste			Elster		475

2.1.2. Ülem-Pleistotseen

Prangli kihistu (QIII_{pr}). Eesti põhjarannikule ja akvatooriumile on üldiselt iseloomulik Eemi (Mikulini) jäävaheajale vastavate **Prangli kihistu mereliste setete (mIII_{pr})** esinemine. Neid halle, roheka varjundiga savisid ja aleuriite, mis sisaldavad tihti taimejäänuseid, karbifragmente ja vivianiiti, võib leida kuni viie meetri paksuse lasundina küllalt väljapeetud tasemel 45–55 m amp suurte veealuste kõrgendike südames, kui viimase jäätumise mandriliustiku ja selle vooluvete erosioonibaas pole madalamale ulatunud. Kaardilehe ainsad tõestatud Eemi jäävaheaja setted ongi pärit Põhja-Uhtju puuraugust M12 (Miettinen jt, 2002; vt ka joonis 9) 48,8–52,2 m amp. Suiiraspekter (joonis 10) on hästi rööbitatav nii Prangli tüüpläbilõike (Liivrand, 1991) kui üldse teiste (Ida-) Euroopa läbilõigetega. Laialeheliste puude õietolm näitab selgelt, et jäävaheaja maksimumile oli iseloomulik tänapäevasest ja Holotseeni kliimaoptimumistki soojem kliima.

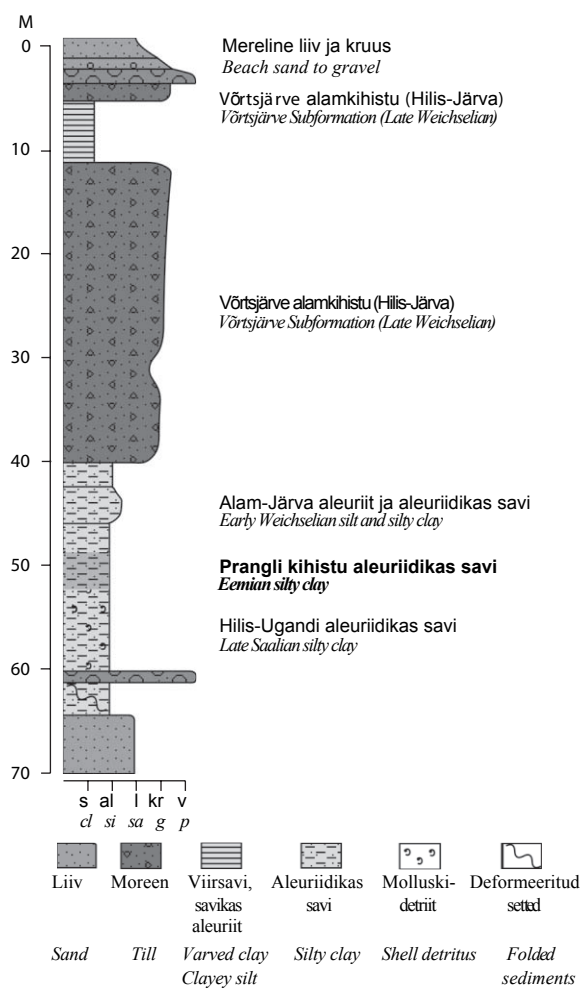
Diatomeede koosluse 49,2–50,6 m sügavusel moodustavad, samuti sarnaselt Prangli tüüpläbilõikele (vt Suuroja jt, 2002b), riimveelis-merelised, madalas litoraalis või neriitilises planktonis elanud liigid. Arktiliste liikide esinemine nende seas viitab ühendusele Balti ja Valge mere vahel – seisukoht, mis pole teaduskirjanduses (seni) veel üldist tunnustust leidnud.

Varem (Stumbur jt, 1963) on Prangli ealistena kirjeldatud Selja jõe suudmes puuritud puuraugu nr 200 alumise osa setteid. Hiljem (Saadre jt, 1984) sellest seisukohast loobuti. Autori arvates välistab Prangli kihistu setete esinemise siin puuraugust puurimisel eraldunud gaasi koostis (N₂ 74,9 %; CH₄ 24,3 %). Lämmastikgaas on iseloomulik eelkõige Kambriumi setendeile, jäävaheaja orgaanikat sisaldavatest setetest näiteks Prangli saarel (vt Suuroja jt, 2002b, peatükk 2.4.) eraldub eelkõige metaangaas. Pigem tekib siin kahtlus, ega 2,7 m paksused rohekashallid savid puuraugu põhjas pole (Kambriumi asemel) ekslikult pinnakattesse loetud. Eelöeldu ei välista aga lõplikult Eemi jäävaheaja setete esinemist (mujal) mattunud orgude suudmeis.

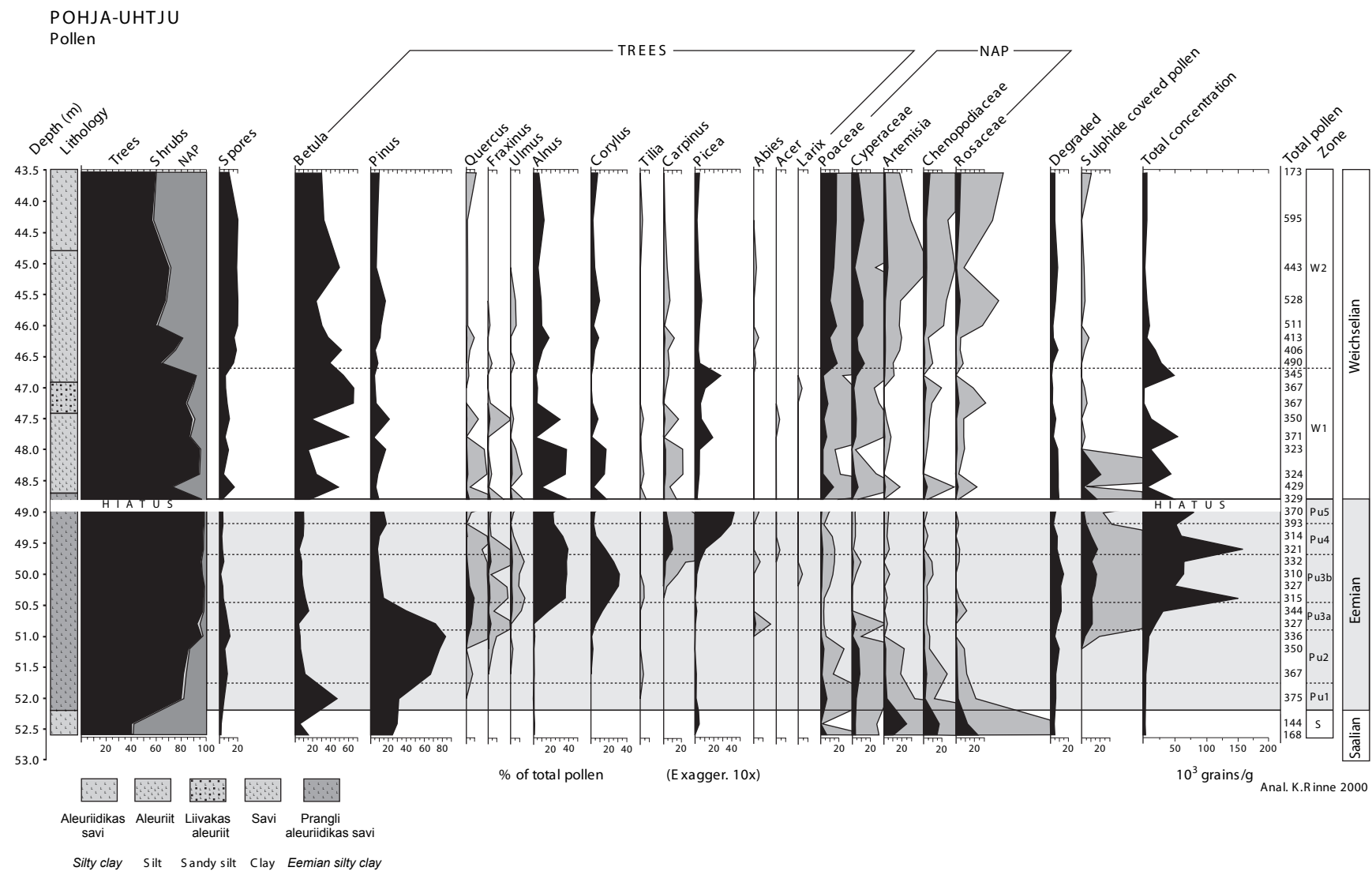
Järva kihistu (QIII_{jr}). Traditsiooniliselt (Raukas, 1978; Kajak, 1999) on Eestis viimase jäätumise (Järva, Weichsel, Valdai, Würm) setteid jagatud kaheks: peamiselt liustikuliste setetega esindatud Alam- (Valgjärve) ja Ülem-Järva (Võrtsjärve) alamkihistuks ning neid eraldavaks interstadiaalse iseloomuga Kesk-Järva (Savala) alamkihistuks. Võib-olla parima ülevaate klindiesise ala läbilõigete varasemast (ja seni lõplikult ümber lükkamata) liigestamisest saab hea lugeja A. Raukase (1978) jooniselt 29.

Viimase aja uuringud nii Skandinaavias kui Loode-Venemaal, samuti modelleerimiste tulemused (vt jooniseid 7 ja 8 ning ülevaadet Kalm, 2006) on seadnud sellise liigestuse siiski kahtluse alla. On põhjust arvata, et Soome lõuna- ja lääneosa oli jäävaba kogu Vara-Weichselis, ning, kui üldse, võis mandriliustik Eestisse ulatuda vaid lühiajaliselt Kesk-Weichseli alguses (Liivrand, 1991). Ka Kalm (2006) jätab lahtiseks võimaluse jäätumiseks Eestis 68000–43000 kalendriaastat tagasi, Kadastik (2004) aga sisuliselt välistab sellegi, vähemalt Põhja-Eesti lääneosa jaoks. Samas on Moora (1998) naaberkaardilehel Kunda ümbruses oletanud kuni nelja viimase jäätumise ostsillatsiooni. Seega, ehkki uuritaval alal esineb mitme (omavahel eraldatud) moreenikihiga läbilõikeid, vaatame me neid tinglikult viimase jäätumise stadiaalsete setetena, jättes nende täpsema vanuse ja kuuluvuse tulevaste uurijate ja detailsemate uuringute otsustada. Aga suurepärase ülevaate läbilõigete varasemast liigestusest

Alam-Järva alamkihistu. Kelnase kihistikku (QIII_{jr,kl}) kuuluvad viimase jäävaheaja järel ja viimase jäätumise eel moodustunud periglatsiaalsed setted. Uhtju puuraugus M-12 on neid Prangli kihistu ja Järva kihistu moreeni vahele jäävaid setteid, peamiselt aleuriite ja (viir)savisid, kirjeldatud 40–48,8 m sügavusel (vt joonised 9 ja 10). Kindlasti levivad need akvatooriumil ka teiste veealuste kõrgendike tuumades ligikaudu samas kõrgusvahemikus, nende esinemine orgude põhjas maismaal on mõnevõrra problemaatilisem.



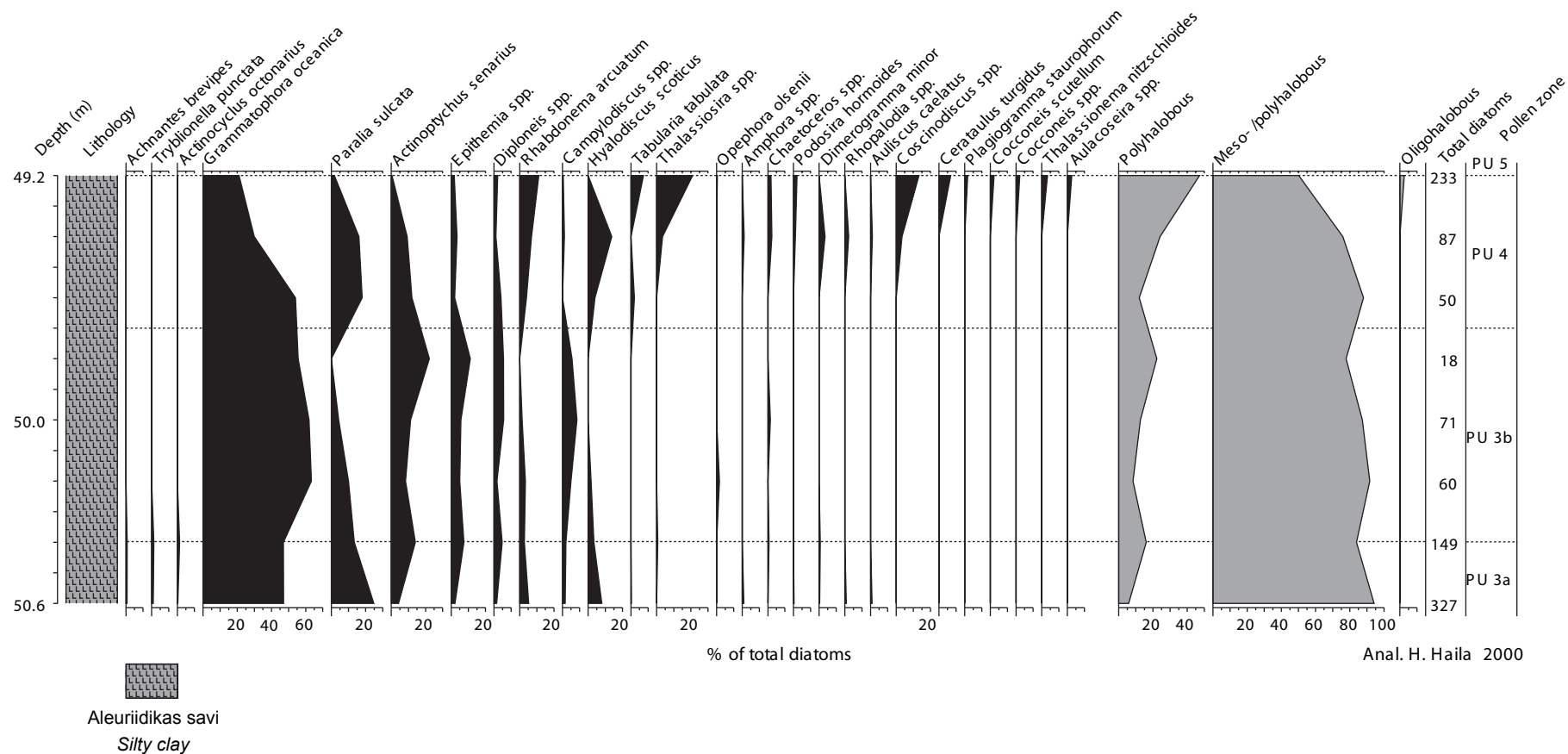
Joonis 9. Põhja-Uhtju puuraugu läbilõige E. Kadastiku järgi (Miettinen et al., 2002)
 Figure 9. Lithostratigraphy of the Põhja-Uhtju core (Miettinen et al., 2002)



Joonis 10. Põhja-Uhtju õietolmudiagramm (Miettinen et al., 2002)

Figure 10. Pollen diagram from Põhja-Uhtju (Miettinen et al., 2002)

PõHJA-UHTJU
Diatoms, selected taxa



Joonis 11. Põhja-Uhtju diatomeediagramm (Miettinen et al., 2002)

Figure 11. Diatom diagram from Põhja-Uhtju (Miettinen et al., 2002)

Kesk-Järva alamkihistusse (QIIJr₂) võiksid kuuluda moreenidealused (-vahelised) setted Eisma, Selja, Toolse ja Mahu mattunud orust. Üaltoodud kaalutlustel vaadeldakse neid tinglikult siiski Ülem-Järva ealistena.

Ülem-Järva alamkihistu (QIIIJr₃). Ülem-Järva alamkihistusse kuuluvad kõik viimase, maksimaalse jäätumisega seotud setted. Nende paksus võib muutuda nullist Karepa klindipoolsaarel kuni 40 ja enama meetrini nii klindiesise ala mattunud orgudes kui suuremates kõrgendikes akvatooriumil. Jagada neid kaheks mandrijää (retsessioonidega) taandumise Pandivere ja Palivere staadiumidele vastavateks kompleksideks, nagu tihti tehtud, pole uuritaval alal võimalik. Enamasti levib siin vaid üks, selgelt väljendunud moreenilasund. Alamkihistu on esindatud liustikuliste, liustikujõeliste ning jääjärveliste setetega.

Kui vanuse järgi on viimase jäätumise **moreene (gIIIJr₃)** raske liigestada, siis pindalalise leviku ning sellest tingitud lähtekivimite litoloogilis-mineraloogiliste iseärasuste tõttu eristuvad Põhja-Eesti **paelava moreenid** selgelt selle ette jäävatest moreenidest, mida traditsiooniliselt kutsutakse **klindiesise** ehk rannikumadaliku moreenideks. Paeplatoost jääb Karepa kaardilehele vaid väike osa, Karepa klindipoolsaare kirdenurk. Pinnakatte moodustab siin kollakas- kuni beežikashall kuni kahe meetri paksune rähkne saviliivmoreen.

Klindiesise moreeni (gIIIJr₃) paksus jääb enamasti alla 10 m, kuid võib klindiorgudes ja akvatooriumil koos erinevate vahekihtidega mõnedel andmetel ulatuda 20–40 meetrini. Samas võib see moreen olla orgude klindilähedastes osades liustikujõgede poolt ka kulutatud ja/või esineda ainult õhukeste vahekihtidena. Moreen paljandub vähe ja on enamasti kaetud nooremate, jääjärveliste või mereliste setetega. Moreeni eripära on seotud valdava osa settematerjali päritoluga Kambriumi ja Vendi sette kivimite või aluskorra avamusalalt, kus karbonaatkivimid puuduvad. Moreen on sinakas- või rohekashall, küllalt savikas ning samas üsna väikese jämepurdse materjali sisaldusega. Kõige iseloomulikum on selle moreeni kivimiline koostis, kus kristalset materjali on tavaliselt üle 70–95 %, seejuures happelisi kivimeid on 70–90 %. Vahesel määral esineb suhteliselt pehmeid aleuroliite ja liivakive, veelgi harvem savisid. Moreenide avamusala on, eriti maismaal, üllatavalt väike – alla 2 %. Akvatooriumil ulatub see kuuendikuni (Talpas jt, 1989), kuid on autori arvates vähemalt Kunda lahes üle pakutud. Raske on uskuda, et lahes, kuhu suubuvad kaks suurt – Kunda ja Toolse – jõge ning kuhu lõppkokkuvõttes ilmselt kantakse lainetuse ja hoovuste poolt ka Selja ja Vainupea jõe setted, on liivad ja mudad nii vähe levinud.

Liustikuliste setetega on seotud ka arvukad rändrahnud ja kivikülvid (fotod 1, 6, 7, 9, 10). Üks kahest alale jäävast hiidrahnust – Letipea Ehalkivi – on maapealsetest mahult suurim ka nii Eestis kui väidetavalt kogu Põhja-Euroopa jäätumisalal. Väga kivirikas – ilmselt siit nimigi – on Kiva küla ümbrus kambriumi terrassil kaardilehe lääneosas. Tõenäoliselt on siin tegu Balti jääjärve vete poolt läbiloksutatud kunagise otsmoreeniga (ehkki vaadates pinnavormide orientatsiooni merepõhjas (Karukäpp ja Vassiljev, 1994; vt ka joonis 5), ei saa siin lõplikult välistada ka mandriliustiku pikivormi esinemist). Samasuguse orientatsiooniga on ka moreenvall Karula klindipoolsaare servas. Kui on õigus A. Rosentaul jt (2007), kes ettevaatlikult oletavad, et nn Kemba jääjärv (A₂; Pärna, 1960) vastab mandrijää taandumise Palivere staadiumile umbes 12700–12800 kalendriaastat tagasi (Kalm, 2006), võiks ülalmainitud põikmoreenid olla ka Palivere servamoodustiste vööndi osaks. K. Kajaku 1999. aasta pinnakatte kaardil kulgeb Palivere servaasend küll ligikaudu piki Kambriumi terrassi põhjaserva, aga näiteks Karukäpa ja Vassiljevi (1992) järgi asub see Karepa kaardilehest hoopis põhjapool, ligikaudu Tütarsaare joonel.

Liustikujõelisteks ehk glatsiofluviaalseteks seteteks (fIIIJr₃) loeme orgude põhjas/alumises osas, viimase jäätumise moreenide all esinevaid maksimaalselt kuni 25 m paksuseid eriteralisi liivasid ja

kruusliivasid. Võib arvata, et neid esineb ka Kambriumi terrassil, kuid Balti jääjärve veed on neid hiljem (tundmatuseeni) ümber kujundanud ja katnud.

Jääjärvelised (glatsiolakustrilised või limnoglatsiaalsed) setted (lgIIIj_{r3}). Eestis puudub senini üldtunnustatud arusaam jääjärvede arengust taanduva liustikuserva ees. Unustamata klassikuid (Pärna, 1960; Raukas jt, 1971 jpt), annavad lugejale ülevaate uuematest seisukohtadest Hang (2001), Vassiljev jt (2005), Rosentau jt (2007). Väga lühidalt võib öelda, et Balti jääjärv sai alguse umbes 12 600 või isegi 13 000 a. t, kui tänapäevase Balti mere lõunaosa lahtedes hakkasid settima viirsavid, ning lõpetas eksistentsi 10 300 a. t, kui mandriliustiku serva taandumisel Billingeni mäest Kesk-Rootsis põhja poole alanen jääjärve veetase kiiresti ligikaudu 25 m, maailmamere tasemeni (Björck, 1995); seejuures võis jääjärve vete analoogne läbimurre toimuda ka ligikaudu 11 300 a. t. Katastroofilisele lõpule vaatamata ei ole Balti jääjärve setteid noorematest, Joldiamere setetest kerge pindalaliselt eristada, kuna väliselt sarnastena ei ole kummagi rannikusetted faunistiliselt iseloomustatud. Seetõttu ei ole ka meie Balti jääjärve ja Joldiamere setteid (maismaa-alal) kaardipildis eristanud.

Liigestamata Balti jääjärve ning Joldiamere setted (lgIIIj_{r3}) on kaardilehel laialdase levikuga, olles ainuvaldavad Kambriumi terrassil, kuid maetud selle ees tavaliselt nooremate meresetete alla. Jääjärveliste setete maksimaalseks paksuseks on mattunud orgudes kuni 25 m. Setted on väga erilmelised nii lõimise kui tekstuuride poolest. Sügavamaveelistes faatsiistes on rohkem või vähem selgelt jälgitav sesoonne kihilisus ehk varvilisus. Traditsiooniline nimetus – viirsavid – on tegelikult tinglik, kuna rangelt võttes valdab setetes aleuriit, ka liiva on savist enam. Sellised peeneteralised setted kujunesid Balti jääjärve algfaaside ajal liustiku lähedases basseinis, rahulikes hüdrodünaamilistes tingimustes. Samas esineb jääjärvelistes setetes, erinevalt liustikujõelistest, alati karbonaatide lisand, mis näitab märgatavat materjali sissekannet mitte ainult liustikust, vaid ka paeplatoo poolt. Teistmoodi näeb välja Balti jääjärve setete läbilõike ülemine, rannalähedastest setetest osa, mis koosneb tavaliselt hästi läbipeetud, väheste savisisaldusega eriteralistest liivadest, mis enamasti moodustavadki jääjärve setete avamuse, hõlmates umbes 40 % maismaast.

Akvatooriumil eristuvad jääjärvelised setted selgelt Joldiamere omadest. Neile vastab “proksimaalsete ja distaalsete varvidega glatsiaalne savi” (Ignatius et al., 1981) ehk “hallikaspruunide varviliste setete” (VI) kihistik koos “kirjuvärvilise” (V) kihistikuga (Lutt, 1992), mille avamused moodustavad peaaegu 50 % akvatooriumist. Alumine, VI kihistik, hõlmab ligi ¾ jääjärvelistest setetest ja koosneb selge viirkihilisusega, tavaliselt pruunidest savidest, mille alumises, liustikuservalähedases ehk proksimaalses osas on tihti liiva, mõnikord ka moreeni vahekihte. Lasumi suunas muutub varvilisus ebaselgemaks. Vähem kui 2m paksune V kihistik on esindatud kreemikate savidega, mille 1–10 mm paksused kihikesed eristuvad selgemalt alles sette kuivades. Viirsavidele on omane “liibuv lasuvus” – nad katavad suhteliselt ühtlase kihina ka küllaltki liigestatud lamamit. Savide avamused jäävad saarte ja veealuste kõrgendike nõlvadele, kus nende alumine, selge varvilisusega osa pole kuigi hästi välja kujunenud või puudub hoopis, ning esineb hajusa hüdrotroiliidi laike ja sinise savi kuni 10 cm paksuseid vahekihte. Ebatüüpiline on läbilõike ka mandri lähedal, rannanõlval, kus üldiselt homogeensesse settesse ilmub alt üles järjest rohkem aleuriidi mõne mm paksuseid läätsjaid vahekihte, mis koos karbonaatse materjali sisaldusega viitab basseini madaldumisele ja teatud osa settematerjali päritolule maismaalt. Täispaksuses pole jääjärvelisi setteid akvatooriumil läbitud.

2.2. HOLOTSEEN

Holotseeni (pärastjääaegsed) setted on alal esindatud Joldiamere (mIVy), Antsülusjärve (lIVan), Litoriinamere (mIVlt), Limneamere (mIVlm) ning nendega samaaegsete tuule- (vIV), järve- (lIV), jõe- (aIV) ja soosetetega (bIV). Mereseteteks on liiv, kruus-veeristik, aleuriit, savi ja meremuda ning kontinentaalseiks – kruus-veeristik, liiv, turvas ja järvemuda.

Tabel 2. Hilisglatsiaali ja Holotseeni setete stratigraafiline liigestus (Raukas jt, 1995; Walker jt, 1999, muudatustega).

Table 2. Stratigraphy of the late-glacial and Holocene deposits (modified after Raukas et al., 1995; Walker et al., 1999).

Ladestik	Holotseen											Pleistotseen																				
Ladejärk	Ülem-		Kesk-		Alam-						Ülem-		Sub-Arktikum		Hilis-Dryas		Allerod		AL		DR3		DR3		ALb		ALA		DR2		Artemisia-Chenopodiaceae	
Kronotsoon	Sub-Atlantikum		Sub-Boreaal		Atlantikum		Boreaal		Pre-Boreaal		Boreaal		Pre-Boreaal		Boreaal		Pre-Boreaal		Boreaal		Pre-Boreaal		Boreaal		Pre-Boreaal		Boreaal		Pre-Boreaal		Boreaal	
Indeks	SA		SB		AT		BO		PB		BO		PB		BO		PB		BO		PB		BO		PB		BO		PB		BO	
Indeks	SA3		SA2		SA1		SB2		SB1		AT2		AT1		BO2		BO1		PB2		PB1		BO2		BO1		PB2		PB1		BO2	
Piiridefinitsioon (aastat t.)	1 000		2 000		2 500		4 000		5 000		6 500		8 000		8 500		9 000		9 500		10 000		10 800		11 300		11 800		12 200		12 200	
Õietolmuvöö (PAZ)	Pinus-Betula		Betula-Pinus-Picea		Betula-Alnus		Picea		Quercus		Tilia-Ulmus-Fraxinus		Ulmus-Corylus		Pinus-Alnus		Pinus - Betula - Corylus		Pinus - Betula		Betula		Artemisia-Betula nana		Pinus		Pinus-Betula		Artemisia-Chenopodiaceae		Artemisia-Chenopodiaceae	
Indeks	P-B		B-P-Pc		B-A		Pc		Q		T-U-Fr		U-Co		P-A		P-B-Co		P-B		B		Ar-Bn		P		P-B		Ar-Ch		Ar-Ch	
Indeks (von Post)	I		IIa		IIb		III		IV		V		VI		VII		VIII		IXa		IXb		X		XIa		XIb		XIIa		XIIa	
Balti mere staadiumid	Limneameri		Limneameri		Limneameri		Limneameri		Litoriinameri		Litoriinameri		Litoriinameri		Antsüli s-järv		Antsüli s-järv		Antsüli s-järv		Antsüli s-järv		Joldia-meri		Joldia-meri		Joldia-meri		Joldia-meri		Joldia-meri	
Alumine piir (aastat tagasi)	4 000		4 000		4 000		4 000		4 000		4 000		4 000		4 000		4 000		4 000		4 000		4 000		4 000		4 000		4 000		4 000	
Alumine piir (kalendriaastat tagasi)	5 000		5 000		5 000		5 000		5 000		5 000		5 000		5 000		5 000		5 000		5 000		5 000		5 000		5 000		5 000		5 000	
GRIP indeks	GS-1		GS-1		GS-1		GS-1		GS-1		GS-1		GS-1		GS-1		GS-1		GS-1		GS-1		GS-1		GS-1		GS-1		GS-1		GS-1	

Joldiamere setted (mIVy). Joldiameri oli regressiivse iseloomuga veekogu Balti mere pärast-jääaegse arengu alguses, 10 300–9 500 a. t, mil veetase alanes uuritaval alal vähemalt 28 m ümp. Kuigi mereks kutsutud, iseloomustab riimveeline fauna ja floora vaid lühikest, vähem kui 200 aastast ajalõiku selle keskel (Svensson, 1989; Björck, 1995; Heinsalu, 2001), umbes 11 300–11 060 kalendriaastat tagasi, kui kliima lühiajaline jahenemine, nn Pre-Boreali ostsillatsioon, vähendas ilmselt Balti merre voolava jääsulavee hulka. Ehkki kriteeriumide (ja ka traditsiooni) puudumisel on Joldiamere ja Balti jääjärve rannikuvööndi setted kaardipildis eristamata.

Erinevalt maismaast on meres Joldiamere setted laialt levinud ja äratuntavad. Nendeks peetakse Balti jääjärve viirsavidel terava põiksusega lasuvat, kuni 1,0 m paksust, mõneti ähmase mikrokihilisusega pruunikashalli kuni hallikaspruuni aleuriidika savi kompleksi. Esineb läbilõikeid, mille alumine osa koosneb aleuriidist ja ülemine savist, milles esineb peendisperse hüdrotroiliidi üksikuid suletisi. Joldiamere lõpp ei

väljendu meresetetes nii selgelt, kuna settimistingimused ja vastavalt ka elustik olid sarnased järgneva, Antsülusjärve alguse omadega. Nii Joldiamere kui Antsülusjärve setete kitsad avamusalad akvatooriumil – ekspositsioonist sõltuvalt sügavustel alla 20–50 m amp – on seotud eelkõige veealuste kõrgendike nõlvadega, kus nad pole hoovuste poolt kulutatud ega ka nooremate setetega kaetud ning on kaardil kujutatud koos.

Antsülusjärve setted (IIVan). Isostaatilise maakerke tulemusena katkenud Balti mere ühendus maailmamerega läbi Kesk-Rootsi põhjustas mageveelise veekogu – Antsülusjärve – tekke (Björck, 1995 jt), ja sellega seonduva transgressiooni ka Eestis. Antsülusjärve transgressioon algas ligi 9500 aastat tagasi ja kulmineerus Pre-Boreaali ja Boreaali piiril, ligi 9000 aastat tagasi, või veidi hiljem. Antsülusjärve staadium lõppes tõenäoliselt küllalt järsu regressiooniga ning soolase merevee sissetungiga läbi Taani väinade Balti merre umbes 8000 a. t.

Antsülusjärve rannajoone kõrgus on umbes 25 m ümp kaardilehe idaosas ning 28 m ümp lääneosas (Kessel ja Raukas, 1967, 1979; Saarse jt, 2003), tõustes kiirema maakerke suunas läände (õigemini loodesse). Antsülusjärve setted avanevad seega küllalt kitsa ribana Kambriumi terrassi serval ja jalamil. Setete paksus on tavaliselt 2–5 m, nad lasuvad Balti jääjärve setetel või moreenil ning leviala põhjaosas katavad neid (kulutusega) nooremad merelised setted. Antsülusjärve setted on esindatud teistelegi Läänemere arenguetappidele iseloomuliku kompleksiga, mis sõltub eelkõige konkreetsetes piirkonnas avanevatest vanematest, nii pinnakatte kui aluspõhja setenditest ning kunagisest ekspositsioonist merele (järvele). Selgeimad, Antsülusjärve transgressiooniga seotud rannamoodustised asuvad setete leviala lõunapiiril. Tegelikult juba kõrvalkaardilehelt Oandult Rutjani ulatuva rannabarride rea suhteline kõrgus (ning setete paksus) ületab Pajuveski ümbruses koos luiteliivadest kattega 10 meetrit. Vainupea jõest läänes on sama pinnavorm tuntud Laanemägedena. Mahu raba põhjaserva läheduses asuvalt Kambriumi savist (voorjalt?) kõrgendikult ulatusid Antsülusjärve ea lõpul tombolo-laadsed maasäared kagusse ja edelasse. Detailsemalt uurimata, võib nende paksus Balti jääjärve liivasemate rannasetete arvel olla siiski väiksem pinnakatte kaardi läbilõikele näidatust.

Soome lahes vastab Antsülusjärve setetele ligikaudu “sulfidne savi” ja sellele lasuv “homogeenne savi” (Ignatius et al, 1981) ehk “hüdrotroililtne (III) kihistik koos “sinise” (II) kihistikuga (Kiipli jt, 1993; Lutt, 1992). Antsülusjärve setted on siin esindatud mustja hüdrotroilidi vahekihte ja kamakaid sisaldava ebaselge kihilisusega hallika, harvem pruunika savi ja mölli kuni 4m paksuse lasundiga, mis (kaardil koos Joldiamere setetega savina kujutatuna) hõlmab ligi viiendiku akvatooriumi avamustest. Hüdrotroililt on eriti iseloomulik nende alumisele ja ülemisele piirile. Savi kuivades laguneb ebapüsiv hüdrotroililt kiiresti ja sete omandab kollakaspruuni värvuse. Meregeoloogid on tavaliselt Antsülusjärve setete hulka lugenud ka tavaliselt vähem kui 0,5 m, harva rohkem kui 1,5 m paksused läätsja kihina levivad erineva varjundiga sinised savid, seda eelkõige nende väga terava, erosioonilise ülemise piiri tõttu, mis eristab neid järsult lasuvatest setetest. Sinised savid diatomeesid ei sisalda, või esinevad vaid üksikud mageveelised eksemplarid (Sakson, 1992), küll aga leidub neis rohkelt mikrokonkreetsioone (püriidistunud ussikäike).

Litoriinamere setted (mIVlt) hakkasid kujunema ligikaudu 8000 a. t, pärast Balti mere ühenduse taastumist maailmamerega läbi Taani väinade. Litoriinameri oli kõrgeima soolsusega etapp Balti mere arengus, mida näitab nii iseloomulik molluskifauna (*Littorina littorea*, *Littorina saxatilis*, *Cerastoderma glaucum*, *Hydrobia* sp. jt) kui soolakaveelised ränivetikad. Ligikaudu 6000 aastat tagasi toimunud transgressiooni (ja soolsuse) maksimumile järgnes veetaseme pidev alanemine ning vee magestumine koos sellest põhjustatud faunamuutustega. Litoriinamere setted lasuvad Antsülusjärve setetel, moreenil või aluspõhjal tavaliselt 1–2 (4) m paksuse kihina, mis moodustab kitsa (alla 1 km laiuse) terrassi Kambriumi astangu ees. Kunagise rannajoone absoluutne kõrgus on 15–18 m, mis tänapäevases reljeefis tähendab, et Toolsest Kundani, nn Kronkskalda ette on koondunud, suures osas abradeeritud ja/või

nõlvasetega segunenud kitsas Antsülusjärve ja Litoriinamere setete avamusriba. Litoriinamere eal kujunesid lõplikult välja ka tänapäevast Mahu raba piiravad (luidestunud) maasääred.

Akvatooriumil (millest nad haaravad ühe seitsmendiku) vaadeldakse Litoriinamere setteid koos Limneamere setetega. Ignatiuse jt (1981) “postglatsiaalse muda” või Kiipli jt (1993) ning Luti (1982) maksimaalselt rohkem kui 10 m paksusest “meresetete ehk rohelistest (1) kihistikust” on Litoriinamere-ealised alumised 2–3 m. Valdavalt on tegu roheline kuni rohekashalli savikas-mõllika “kohupiimataolise”, allosas ja/või sügavamaveelistes setetes tihti mikrokihilise muda lasundiga, mis sisaldab umbes 2 % orgaanilist ainet. Setted sisaldavad tihti gaasi (metaan). Lasundi alumine piir on väga terav, tähistatud katkestuspinnaga ning liivakate kihtidega.

Limneamere setted (mIVm). Traditsiooniliselt loetakse Limneamere alguseks mageveelise molluski *Lymnaea ovata* (= *Radix ovata*) immigreerumist järk-järgult magestava Balti mere rannikuvetesse. Eestis algas see H. Kesseli (1958) andmeil ligi 4000 a.t, kui üldise neotektoonilise maakerke tõttu kujunes maailmamere veetaseme kesk-holotseenne kõrgseisu (Peltier, 2002 jpt) taustal veidigi püsivam rannajoon kõrgusel 8–9 m ümp. Sellest mere poole jääb ligi 500 m laiune, vaid kaardilehe servades, Vainupeal ja Letipeal 1,5–2,5 kilomeetrini laienev, maismaast enam kui viiendiku hõlmav peamiselt akumulatiivne meresuunalise kallakusega tasandik (terrass), mida liigestavad väiksemad barrid, rannavallid ja -luited. Limneamere setted avanevad rohkem kui viiendikul maismaa-alast, lasudes peamiselt Litoriinamere setetel. Tänapäevast randa katkendlikult ääristavatel madalatel, vähem kui 1 (2) m kõrgustel kulutusastangutel lasuvad Limneamere liivad ja kruusad ka moreenil (ala lääne- ja idaosas, vt foto 22) või otse aluspõhjalisel savil (kaardilehe keskosas Toolse ja Kunda vahemikus; vt foto 17). Settimistingimuste sarnasuse tõttu ei eristu Limneamere liivad-kruusad ei lõimiselt ega mineraalselt koostiselt Litoriinamere omadest. Vaid poolsaarte ja ninade tippude suunas on kulutusprotsesside mõju olnud suurem, ja nii on seal iseloomulikud õhukese, kohati puuduva meresetete kattega kulutus-kuhjealad. Sõltuvalt läbipeetud lähtematerjalist ja ekspositsioonist merele, leidub neil aladel rohkem või vähem rahne ja kivi külve, rannas esineb tihti munaka-rahnu sillutist (fotod 1, 8, 15). Letipea poolsaare murrutusel moodustunud settematerjal liigub lainetuse ja hoovuste mõjul lõunasse, lahepära suunas, moodustades Kunda lahe lõunaosas ulatuslikke liivarandlaid. Samasugust pilti näeme näiteks ka Põhja-Uhtjul (fotod 13, 15, 16) ja mujalgi. Omapärane, ligikaudu põhja-lõunasuunaline rannaga risti asetsev 500–600 m pikk ja kitsas Liivasäär – nii ta ametlik nimi ongi – on kujunenud merre Toolse jõe suudmest idas. Kohalikud elanikud kutsuvad seda ka Kalevipoja Soome sillaks; maakerke jätkumisel pikeneb “Soome sild” varsti ligi kolme kilomeetrini.

Soome lahe põhjasetetes jätkuvad ka Limnea eal Litoriinamerele iseloomulikud setted, kuid merepõhja liigestatuse ja settimise seaduspärasuste muutlikkuse tõttu on setete levik väga mosaiikne. Roheliste mudade peal eristub tihti veel paari meetri paksune musta, veelgi orgaanikarikkama (kuni 3 %) savikas-aleuriitse muda kiht. Kohati sisaldab viimane väävelvesinikku, rannikulähedastes piirkondades orgaanikat ja karbidetriiti. Nõgudes võib selle musta muda paksus ulatuda 12 meetrini. Küllalt tavaline on, seda eriti rannanõlval ning veealuste kõrgendike lagedel, et lamavaid erivanuselisi kihte katab õhuke, tavaliselt mõne kuni mõnekümne sentimeetri paksune, osalt jäänuksetest liiva, moreeni avamusel ka kruusa ja veeriste kiht. Kaardil ei ole seda kujutatud. Lahepärades, rannanõlva jalamil, võib esineda ka pisiliiva või aleuriidi lasundeid.

Tuule- ehk eoolilised setted (vIV) moodustavad Balti mere erinevate arengustaadiumitega seotud luitevalle ja luidestikke, mis katavad ligi 3 % maismaast. Markantsemad neist seonduvad Litoriinamere ja eriti Antsülusjärve transgressiooni maksimumidega, st ajaga, kui rannajoon püsis glatsioisostaatilisele maakerkele vaatamata pikemat aega ühes kohas. Eoolilisi setteid leidub tavaliselt kuni 4 m kõrguste vallidena ja kungastena ka Limneamere setete levialal. Markantsemad neist, kuni 8 m kõrgused, asuvad

Lahemaa Rahvuspargi idanurgas Vainupeal mere lähedal. Lõimiselt on tuulesetted ühetaolised, tavaliselt väga hästi sorteeritud keskliivad.

Järvesetted (IIV). Järved alal puuduvad, kui selleks (suurimana) mitte nimetada paisutust Vainupea jõel Veskirahva talu kõrval, samuti üksikuid tiike. Viimaseid on enim klindi jalamil Karula mõisa juures. Vähesel määral võib järvelisi setteid leida ka soode alt, kunagiste järvesilmade kohal. Õigem oleks neid küll kutsuda järveribadeks, kuna nad moodustusid tavaliselt pärastjääagse jääkerke tõttu merest kerkinud rannavallide tagustesse pikkadesse kitsastesse lohkudesse. Näiteks Rutja lennuväljast põhja jääva Iidjärve olevat kuivendanud mõisnik, lastes kaevata kraavi läbi Antsülusjärve luidestunud barri (vt ka foto 23). Turba rohkem kui meetrine paksus praegu siia jäävas Iidjärve soos sunnib selles küll kahtlema (madalsoodes on turba aastane juurdekasv tavaliselt alla 1 mm, mis teeb soo vanuseks üle 1000 aasta), kuid "Iidne järv" on rahva mälusse nii või teisiti kinnistunud.

Jõesetted (aIV). Kaardilehele jäävad kolme suurema jõe – Selja, Toolse ja Kunda alamjooksud (fotod 3, 5, 19), peaaegu tervenisti Vainupea jõgi, ning rida väiksemaid ojasid (foto 23). Jõesed on üldiselt suure langusega (Miidel, 1963). Vainupea jõe langus Kambriumi terrassil on ligi 2 m/km ning alamjooksul, terrassi servast suudmeni üle 6 m/km. Selja jõe langus muutub ligi 1 m/km kaardilehe lõunaosas kuni ligi 4 m/km jõe NOO-suunalisel alamjooksulõigul, Toolse jõe langus on ligi 5 m/km. Selliste suurte languste juures hämmastab, et jõesed on väga meandreerunud, mis selgelt ilmneb topokaardilt (ka Ussimägi fotol 5, mille servas paiknes muistsete eestlaste kindlustatud asulakoht, kujutab endast Selja jõe looke sisse jäävat järsupervelist äärekõrgendikku). Pigem on sirgjoonelised vahetult jõgede suudmesse jäävad lihikesed mõnevõrra vähenenud langusega lõigud (foto 3; ka Kunda jõe suue). Ilmselt on selline nähtus põhjustatud jõgede suhteliselt väikesest vooluhulgast.

Soosetted (bIV) katavad üle 7 % maismaast, esineb nii raba, siirdesoo kui madalsoo setteid, kusjuures kaardil on siirdesood kujutatud koos rabadega. Samuti ei näidata soid, kus turbakihi paksus jääb alla 0,5 m.

Piirkonna suurimaks sooks on 555 ha suurune **Mahu raba**, millest kaardilehe kagunurka jääb ligi kolmandik. Soo moodustus juba Antsülusjärves tekkima hakanud ning Litoriinamerest lõplikult eraldunud laguuni kohale. Rabalasundi keskmine paksus on 5 m, maksimaalne 6,1 m. Sellest on vähelagunenud raba fuskumi- ja raba kompleksturvast keskmiselt 2,3 m; allpool lasub siirdesoo- ja madalsoo puu-tarna- ning puuturvas. Soost lääne(edela-)poolsed kaks viiendikku hõlmav madalsoo koosneb hästilagunenud puu-pilliroo- ja puuturbast.

Väiksemaid, aluspinna lohkudesse või selgemakujuliste rannavallide-maasäärte taha pinna(se)vee takistatud äravoolul tekkinud soid leidub hajusalt üle terve kaardilehe, nii klindiesisel madalikul, Kambriumi terrassil kui ka Ordoviitsiumi paelaval, viimasel juhul ka otse aluspõhjal.

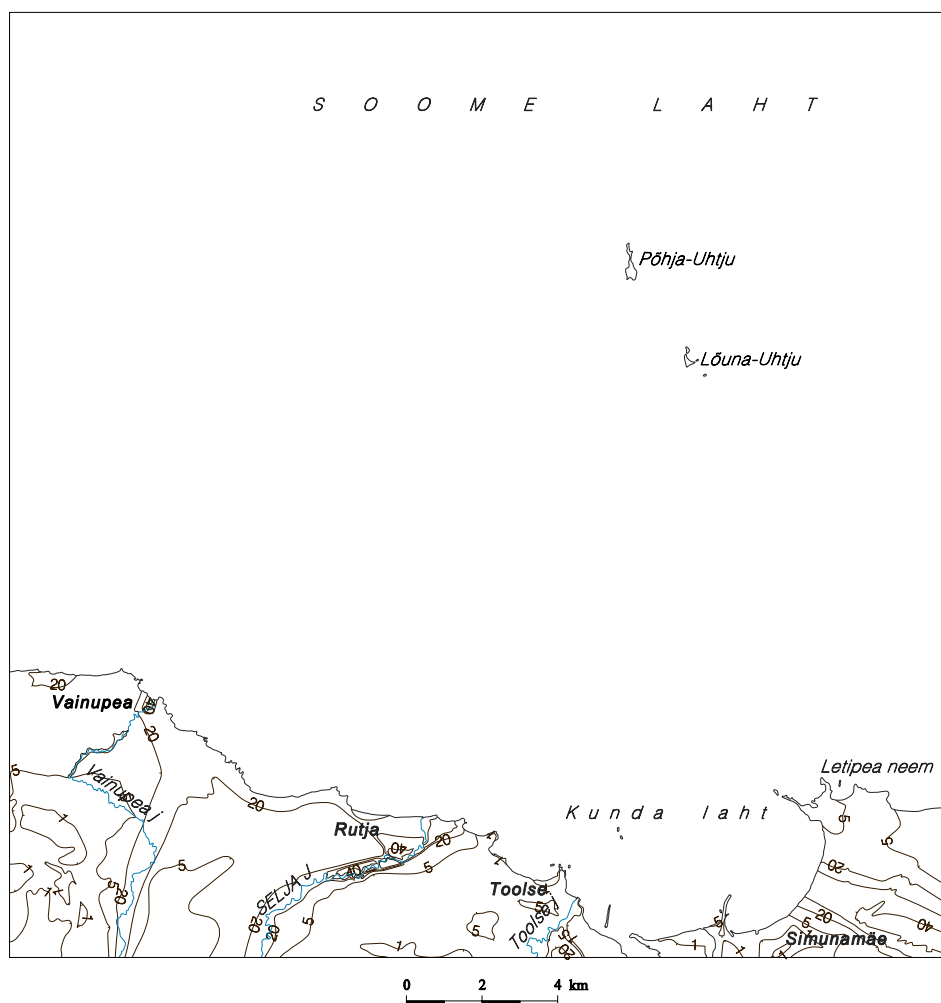
Tehnogeensed setted (IV). Suurima tehispinnavormina jääb alale enamus Kunda mereäärsest savikarjäärst, mille põhi asub kuni 13 m allpool merepinda (fotod 16, 24). Kaardil kujutamiseks piisavalt suureks tehnogeensete setete levialaks on aga vaid Kunda sadam. Ulatuslikumaks tehnogeenseks moodustiseks võiks lugeda ka mahajäetud Rutja lennuvälja (foto 11), kuid inimtekkeliste setete üldiselt väikese paksuse tõttu pole seda kaardipildis näidatud.

2.3. PINNAKATTE PAKSUS

Pinnakatte paksuse kaart (joonis 12) on kaardikomplekti suure praktilise tähtsusega lisakaart, mis on saadud tänapäevasest reljeefist aluspõhja reljeefi (joonis 4) lahutamisel. Puuraukude andmebaasist jäävad uuritavale alale vaid 47 puurauku, ja neistki avavad vaid 7 aluspõhja, st ülejäänud 39 pinnakatte puurauku annavad meile vaid pinnakatte paksuse minimaalväärtuse. Seepärast tuli pinnakatte paksuste kaardi koostamisel toetuda suures osas puurkaevude andmebaasi 33 puurkaevu andmetele, (millest vaid 2 ei ulatunud aluspõhjani). Kaevupuurimise andmed aga on paljusi ebakindlad, eriti Kambriumi setete levialal, kuna vaid puurimise järgi, puursüdamikku võtmata, on üliiraske eristada pinnakatte setteid pehmetest Kambriumi liivakividest ja savidest.

Väiksemad on pinnakatte paksused kaardilehe edelaosas, kus alvarid hõlmavad ligi poole Karula klindipoolsaarest, aga õhukese (alla 1 m paksuse) pinnakattega alasid esineb ka mujal. Kambriumi terrassil on need seotud Balti jääjärve abrasiooniga terrassi servades, eriti Ordoviitsiumi astangu jalamil, klindiesisel madalikul aga juba Balti mere (ka tänapäevase) abrasiooniga. Mainimata ei saa jätta ka Kunda mereäärset sinisavikarjääri. Kokku moodustavad õhukese pinnakattega alad rohkem kui 7 % kaardilehe maismaaosast.

Pinnakatte suurimad paksused maismaa-alal on seotud Eisma Selja, Toolse ja Mahu mattunud oruga. Suurim paksus, 45 m, on fikseeritud Rutja küla lõunaserval Selja jõe vasakkaldal, puurkaevus 15340 (ka foto 19 pildistamise koht pole sellest kaugel, ehkki kohalikud kutsuvad paljanduvat setet sinisaviks, on tegu siiski moreeniga). Akvatooriumil võivad pinnakatte paksused olla ligi 2 korda suuremad (65 m Uhtju puuraugus).



Joonis 12. Pinnakatte paksus.

Figure 12. Thickness of the Quaternary deposits.



Foto 19. Savimoreeni paljand Selja jõe paremal kaldal Karepa lähistel.

Photo 19. The outcrop of clayey till on the right bank of Selja River in the surroundings of Karepa Village.



Foto 20. Antsülusjärve astang Pajuveski lähistel.

Photo 20. Ancyly Lake escarpment in the surroundings of Pajuveski.



Foto 21. Antsülsjärve setted Pajuveski lähistel.

Photo 21. Ancylus Lake deposits in the surroundings of Pajuveski.



Foto 22. Savimoreenist astang Letipea poolsaare põhjarannikul.

Photo 22. The clay till in the escarpment on the northern shore of Letipea Peninsula.



Foto 23. Antsülsjärve setetesse lõikunud Järveoja sälkorg.

Photo 23. A snick valley of Järveoja Brook in the deposits of Ancylus Lake.

3. HÜDROGEOLOOGIA JA PÕHJAVEE KAITSTUS

Hüdrogeoloogiline ja põhjavee kaitstuse kaart on koostatud, nii nagu teisedki, suures osas varasemate keskmise- ja suuremõõtkavalise geoloogilise kaardistamise ning otsingu- ja uuringutööde materjalide põhjal. Puuraukudest pärineb andmestik 34-st andmebaasi “Põhjavesi–Puurkaev” kantud tarbepuurkaevust ja vaatluspuurkaevust. Veepunktide keskmine tihedus on 1 puurkaev 4 km² kohta, kuid põhiline osa neist paikneb territooriumi tihedama asustusega rannikualal.

Kaartide koostamisel oli aluseks geoloogilise kaardistamise juhend (Juhend..., 2006), milline tugineb rahvusvahelisele tugilegendile ”Hydrogeological Maps. A Guide and a Standard Legend” (Struckmeier, Margat, 1995) ning Eesti hüdrogeoloogilise kaardi M 1:400 000 (Perens, 1998) ja Eesti põhjavee kaitstuse kaardi (Perens, 2001) legendidele, kusjuures põhiliseks on jäänud ikkagi Eesti hüdrogeoloogilise kaardi M 1:50 000 tugilegend (Kajak jt, 1992). Hüdrogeoloogilisel kaardil on kujutatud põhiliselt kivimite kollektoromadusi ja nende veeandvust.

Ala paikneb Viru alamvesikonnas ning hüdrogeoloogiliselt Balti arteesiabasseini loodeosas, kus põhjavesi esineb pinnakattes, aluspõhja ja kristalse aluskorra kivimeis. Suurima mahu ja levialaga neist on aluspõhja kivimitega seotud põhjavesi. Ala hüdrostratigraafiline liigestus on toodud tabelis 4. Tekstis (v.a tabel 4) kasutatakse harjumuspäraseid veekomplekside tähistusi O–C ja C–V geoloogilise kaardistamise juhendis nõutavate O–Ca ja Ca–V asemel. Samuti kasutatakse tekstis nimetust Ordoviitsiumi veekompleks juhendis nõutud ja kaardil kasutatud Siluri–Ordoviitsiumi (S–O) veekompleksi asemel, arvestades Siluri kivimite puudumist kaardilehel.

Kvaternaari (pinnakatte) setetes esinevad nii surveta vett sisaldavad ja vahetult meteoroloogilistele mõjuritele alluvad poorsed põhjaveekihid kui ka surveallikad põhjaveekihid. Mattunud orgude iseloom on erinev läänepoolseist Võsu kaardilehe veerikkaist orgudest. Mattunud orud on valdavalt täitunud saviga ja on kaardil näidatud orgudena, kus vaid kohati võib alla 10 m tusedusega glatsiofluviaalsetes liivades paiknev veekiht olla alternatiiviks aluspõhja veekihile. Pinnakattes tungib kogu infiltratsioon ja seda läbib suurem osa põhjavee äravoolust. Pinnakatte ülemine osa kuulub aeratsioonivöösse, kus peale filtratsioonivoolude liigub hulk vett auruna või kapillaarjõudude toimele.

Esimese maapinnalähedase aluspõhjalise veekihi moodustavad enamikul kaardilehest poorsed terrigeensed kivimid, kus mattunud orgudega piirnevail aladel on tänu pinnakatte vete lahjendavale mõjule väike põhjavee mineraalsus ja suhteliselt suur põhjavee liikumiskiirus. Kaardilehe edelaosas esineb maapinnalt esimene aluspõhjaline veekiht Ordoviitsiumi karstunud kivimeis. Aluskorra läheduses esinev kõrgendatud mineraalsusega vesi on praktiliselt liikumatu.

Veepidemetenäitena eristatakse (Perens, Vallner, 1997) kihte, mille transversaalne filtratsioonikoefitsient (K) on väiksem kui 10⁻² m/d. Tegelikult veevarustuse seisukohalt eristatakse piisavalt vettandvaid veekihte ning veekomplekse [kaevude valdav erideebit $q > 0,1$ l/(s×m) ehk > 10 m³/d, $K > 1$ m/d] ning nõrgalt vettandvaid veekihte ja veekomplekse ($q < 0,1$ l/(s×m), $K < 1$ m/d) (Perens, 1998). Erideebitina tähistatakse kaevu tootlikkust (l/s) veetaseme alandamisel 1 meetri võrra pumpamise käigus (tootlikkuse jagatis üldise taseme alanemisega). Filtratsioonikoefitsiendina (K) mõistetakse kivimi või sette omadust lasta endast läbi gravitatsioonivett. Filtratsioonikoefitsient võib olla erinev (tavaliselt karbonaatses kompleksis) kihipindadega ristuv (transversaalne) suunas ning nendega paralleelses (lateraalses) suunas ja ta mõõtühikuks on m/ööpäevas (m/d). Tootlikkuse mõõtühikuna kasutatakse veetarbimises lisaks l/s ka m³/ööpäevas (m³/d).

Tabel 4. Hüdrostratigraafiline liigestus (Perens, Vallner, 1997; Perens, 1998, muudatustega).
 Table 4. Hydrostratigraphical units.

Regio-naalne strat. skeem	Kohalikud ühikud	Hüdrogeoloogilised stratonid			Valdav pak-sus, m	Vee-tase maa-pin-nast, m	Deebit, l/s	Alan-dus, m	Eri-deebit, l/s*m
Ladestu	Kihistu	Vee-kompleks	Veekiht	Veepide					
	Järva		soosetted (bQ_{IV})		1–5	0,2–0,5			
			jõesetted (aQ_{IV})		1–2	0,1–1,0			
			merelised setted (mQ_{IV})		2–5	1–3	0,02–0,05	0,2–0,5	0,1
			jääjärve setted (lgQ_{III})		1–3	1–2			< 0,1
				jääjärveline savi (lgQ_{III})	1–2				
			glatsiofluviaalsed (liustikujõe) setted (fQ_{III})		2–10	2–5	0,5–1,0	2–10	0,1–0,5
			glatsigeensed (moreen) setted (gQ_{III})		1–3	1–2			< 0,1
				glatsigeensed (moreen) setted (gQ_{III})	1–5				
Ordoviit-sium O_{1-2}		Ordoviit-siumi (O)	Ordoviitsiumi liigestamata		2–5	1–3			0,05–0,2
				Ordoviit-siumi veepide (O)	5				
Kambrium Ca_1	Kalla-vere Tiskre	Ordoviit-siumi–Kamb-riumi (O–Ca)	Ordoviitsiumi–Kambriumi (O–Ca)		15–20	5–10	0,05–2,0	2–10	0,05–0,5
	Lücati Lonto-va			regionaalne veepide (Ca_{1lk} – Ca_{1ln})	75–85				
		Kamb-riumi–Vendi (Ca–V)							
Neoproterosoikum V_2			Voronka (V_{2vr})		20–30	1–50	1–5	2–10	0,3–1,0
				Kotlini	15–25				
			Gdovi (V_{2gd})		30–40	0–50	1–10	1–5	1,0–5,0
Paleoproterosoikum (PP)			Aluskorra murene-miskooriku ja lõhelise vööndi põhjavesi (PP_{1-2})		10–20				< 0,1
				lõhedeta aluskord (PP_1)					

3.1. KVATERNAARI VEEKOMPLEKS

Kvaternaari veekompleksi suurimaks puuduseks on väike reostustaluvus survetute veekihtide puhul. Samuti ei ületa nende veekihtide tüsedus tavaliselt 10 m. Küll omab aga veekompleks veevarustuslikku tähtsust surveliste veekihtide esinedes. Enamik allpool kirjeldamist leidvaid veekihte on olulise põhjaveevaruta ega ole kaardil kujutatud, kuid setete levikut võib jälgida kaardikomplekti pinnakatte kaardil ja läbilõigetel.

Tuulesetetest kuuluvad kõik rannavalle katvad luited aeratsioonivöösse (on veetud).

Tehnogeensed setted levivad Kunda sadamas, Kunda Mereäärse savikarjääri ümbruses (vt pinnakatte geoloogilise kaardi läbilõige) ja Rutja sõjaväelennuväljal. Kuni 5 m paksused setted on kõikjal veetud.

Jõesetete veekiht levib Kunda ja Selja jõe orus ja piiratud ka Vainupea jõe orus. Jõesetete veekihi veeandvust pole uuritud, kuid hüdrauliliselt seotuna jõeveega ei vasta veekihi põhjavesi joogivee nõuetele organoleptilistelt omadustelt.

Soosetete (bQ_{IV}) veekiht levib Mahu rabas ja laiguti Kambriumi terrassil. Veetaseme sügavus looduslikus seisundis soodes ei ületa poolt meetrit ja veekihi tüsedus olenevalt turbalasundi paksusest on 1–5 m.

Filtratsioonikoefitsient (K) oleneb turba lagunemisastmest ja ulatub keskmiselt 0,01–0,1 m/d hästilagunenud turbas kuni 1 m/d vähelagunenud turbas (suurem K on iseloomulik madalsooturbale, eriti klindiesistes allikasoodes). Mineraalainete üldsisaldus võib ulatuda põhjaveelise toitumisega väikestes madalsoodes 0,3–0,4 g/l. Mahu rabas on turba pH ülemises 10 cm kihis nõrgalt aluseline. Rabast väljuvate ojade vesi on neutraalse või nõrgalt aluselise reaktsiooniga (pH 7–7,5) ja rabavee kohta ülikõrge mineraalne sisaldusega (Ca 34,7–72,7 mg/l, HCO_3 142,3–195,2 mg/l). See viitab nii õhusaaste mõjule kui ka ojade põhjaveetoitumisele (Kink jt, 1998). Praktilist kasutust humiainetest põhjustatud kõrge orgaanilise aine sisaldusega soosetete veekiht ei ole leidnud.

Meresetete (mQ_{IV}) veekiht (traditsiooniliselt koos Antsülusjärve setetega) levib põhjapoolsel osal kaardistusala ja vettkandvaks on siin peen- ja keskerised liivad. Vesi on survetu ja veetase, olenevalt reljeefist, on 2–5 m maapinnast. Valdavalt esinevate peenliivade filtratsioonikoefitsient on suurusjärgus 1 m/d, kuid jämeliivade K ulatub kuni 10 m/d. Vainupeal saadi valamiskatsel (Saadre jt, 1984) filtratsioonikoefitsendiks 13 m/d. Praktikas tarbitakse veekihti üksiktarbijate (talud) poolt vaid salvkaevudega. Erideebit on valdavalt ca 0,1 l/s×m, kuid Vainupeal saadi katsepumpamisel salvkaevust (Erisalu, 1963) erideebitiks 0,42 l/s×m. Veekihi laialdasemat tarbimist takistab kõrge reostustundlikkus ja väike tüsedus (<5 m). Veekiht toitub peamiselt sademete veest ja lisaks aluspõhja veekompleksidest nende väljealal (vahetu klindiesine). Veekihi põhjavesi on HCO_3 - SO_4 -Ca-Mg- tüüpi või Cl- HCO_3 -Na-Ca- tüüpi vahetult rannikul. Veekihi üldine mineraalainete sisaldus kõigub 0,2–0,4 g/l. Sageli esineb vees üldrauda 1–2 mg/l.

Jääjärve setete (lgQ_{III}) veekiht levib põhiliselt ala lõunaosas. Eritelistest liivadest rannavallid on peamiselt veetud. Vettisaldavaks on peenliivad (ka aleuriidid) filtratsioonikoefitsendiga 0,1–1 m/d. Vesi on survetu või läätsedena moreenis nõrgalt surveiline. Põhjavesi on väga muutliku keemilise koostisega, valdab HCO_3 - SO_4 -(või HCO_3 -Cl)-Na-Ca- tüüpi vesi mineraalsusega kuni 0,5 g/l ja kõrge rauasisaldusega (valdavalt esineb raud Fe^{2+} kujul).

Jääjärve viirsavid eraldatakse traditsiooniliselt välja veepidemena ($K < 10^{-4}$ m/d). Setete paksus kaardistusala on ca 2 m ning savi esineb rabaturba all ning sageli läätsedena moreenis. Sageli on savid kaetud liivakate viirsetetega, paksusega kuni 10 m mattunud orgudes.

Moreeni (glatsiogeensete setete – gQ_{III}) veekiht levib vaid alumises, kuni 2 m paksuses lokaalmoreeni osas. Veekihi põhjavesi leiab tarbimist üksikute salvkaevudega lubjakivikõvikuil.

Analoogia põhjal lõunapoolsete salvkaevudega on veekiht veevaene ($K=0,1-1$ m/d) ja põhjavesi kare ning kõrge rauasisaldusega.

Enamusel kaardistusala moodustavad **liivsavimoreenid** suhtelise veepideme (K küünib 10^{-3} m/d) ning mattunud orgude piires ulatub setete kogupaksus maksimaalselt 5 meetrini. Arvestades võimalike liivaläätsete esinemisega moreenis, on hüdrogeoloogilise kaardi läbilõikel kogu moreenikompleks eristatud siiski piiratud (sporaadilise) levikuga kihina ja veepidemena on välja toodud vaid savikihid (läätsed).

Orgaanikarikkad setted (Q_{IIIpr} ?) esinevad Uhtju saartel ja nendega on seotud põleva maagaasi esinemine. Setete hüdrogeoloogilist olemust pole katseliselt uuritud.

Glatsiofluviaalsete (fQ_{III}) setete veekiht levib põhjaranniku mattunud orgudes. Veekiht tõesedusega 2–10 m on esindatud peenliivaga, mille lamamiks on regionaalse veepideme savid. Veekihti tarbitakse paari puurkaevuga Rutjal. Põhjavesi on surveine ning puurkaevude erideebit on vahemikus 0,05–0,5 l/s×m ning $K=0,5-15$ m/d. Veekihi vesi on lahustunud mineraalainete üldsisaldusega kuni 0,5 g/l $Cl-HCO_3-Na-Ca$ - tüüpi ning iseloomulik on kõrge Fe^{2+} sisaldus.

3.2. ALUSPÕHJA JA ALUSKORRA VETTANDVAD JA VETTPIDAVAD KIHID

Ordoviitsiumi veekompleks esineb vaid kaardilehe edelaosas Karula klindipoolsaarel. Veekompleksi tõesus ei ületa 5 m ja aeratsioonivöösse kuulub ligi 3 m tõesune karbonaatse kompleksi ülaosa. Väikese veeandvuse ja survetu iseloomu tõttu ei oma veekiht Karepa kaardilehe piires tähtsust veetarbimises, kuid leiab kasutamist üksikute eratarbijate salvkaevudega. Puurkaevude eeldatavad erideebitid ületavad kohati 0,2 l/s×m, kuid valdavalt on suurusjärgus 0,1 l/s×m. Vesi on HCO_3-Ca -või $HCO_3-Ca-Mg$ -tüüpi lahustunud mineraalainete üldsisaldusega 0,5 g/l. Iseloomulik on rauasisaldus 0,5–1 mg/l ja põhjavee üldkaredus 5–7 mg-ekv/l.

Veekompleksi lamamiks oleva **Ordoviitsiumi veepideme** moodustavad Varangu kihistu savid ja Tõrisalu kihistu diktüoneemakilt ning traditsiooniliselt ka Toila kihistu glaukoniitlubjakivid koos lamamiks oleva glaukoniitliivakiviga. Veepideme paksus on 5 m ja selle läbilaskvus teravalt anisotroopne. Kui lateraalne (külgsuunaline) filtratsioonikoefitsient võib muutuda 0,001–1 m/d, siis transversaalne on enamasti suurusjärgus $10^{-6}-10^{-5}$ m/d või isegi 10^{-7} m/d (Vallner, 1980).

Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleks (O–C) levib kaardilehe lõuna- ja lääneosas Kambriumi terrassi piires ning vettsisaldavaks on peeneterine liivakivi ja aleuroliit (Kallavere kuni Tiskre kihistu). Kompleksi tõesus on 15–20 m, ulatudes väljakiildumisest kuni maksimaalse 25 meetrini. Kuna kaardilehe piires on tegemist veekihi väljealaga, on veekiht enamasti surveine, olles nõrgalt surveine vaid klindipoolsaare piires. Veekiht leiab tarbimist vaid üksikute eratarbijate salvkaevudega ja Karula keskuse puurkaevuga (veekasutusloata). Põhjavesi on $HCO_3-Ca-Mg$ -tüüpi, lahustunud mineraalainete üldsisaldusega 0,3–0,5 g/l ja klindiesisel kõrgenenud karedusega (kohati 7 mg-ekv/l). Puurkaevude erideebiteid pole alal määratud, kuid analoogia põhjal naaberaladega on need suurusjärgus 0,1 l/s×m ja väljakiildumiselal vaid 0,01 l/s×m.

Lücati–Lontova regionaalne veepide levib kogu maismaa-alal ja on esindatud eelnimetatud kihistute argilliidilaadsete savidega (Lontova kihistu üle 5 meetrise Sämi kihistiku liivakivide vaheldumist savidega võib vaadelda Kambriumi–Vendi veekompleksi kuuluvana). Tegemist on läbilõike tõesdaima (kuni 85 m) ja suurima isolatsioonivõimega veepidemega – transversaalne filtratsioonikoefitsient on enamasti $10^{-7}-10^{-5}$ m/d (Vallner, 1980). Veepideme mittetäielik paksus mattunud orgudes (Eisma) on vaid 20 m.

Kambriumi–Vendi veekompleksi (C–V) kandjaks on eelnimetatud ladestute liivakivid ja aleuroliidid. Traditsiooniliseks veepidemeks on Kotlini kihistu kuni 10 m tusedusega (idapiiril maksimaalselt 25 m) laminariitsavi kiht, mis jagab veekompleksi ülemiseks Voronka ja alumiseks Gdovi veekihi. Kotlini kihistule lisaks on vettpidavaks Sirgala kihistiku (V_2vrS) allosa laminariitsavid, vaheldudes aleuroliitidega. Voronka veekihi filtratsioonikoefitsient (K) on keskmiselt 1–6 m/d, puurkaevude erideebitid (q) on 0,1–2 (valdavalt 0,5) l/s meetri alanduse kohta. Gdovi veekihi aga vastavalt $K=5–13$ m/d (Kunda ümbruses), $q=0,5–1,6$ l/s meetri alanduse kohta, valdavalt üle 1 l/s×m. Kambriumi–Vendi kõrgsurvelise veekompleksi survepind on 2 m alla kuni 1 m üle merepinna. Kunda linnas tarbitakse ülemist Voronka veekihti ja linna ümbruses on selle veekihi tase 1–2 m allpool Gdovi veekihi taset.

Kotlini veepideme avamusala on jälgitav vaid Uhtju saartel. Tulenevalt eeltoodust iseloomustavad hüdrogeoloogilise kaardi erideebitite alad enamusel kaardialast vaid Voronka veekihti. Erinevused Gdovi ja Voronka veekihi tasemeis ei ületa 0,5 m.

Veekompleksi vesi on mage, lahustunud mineraalainete üldsisaldusega 0,3–0,5 g/l Voronka veekihi ja 0,5–0,8 g/l Gdovi veekihi. Vesi on mõõdukalt kare HCO_3 –Cl–Ca–Na–tüüpi Voronka veekihi (Eismal HCO_3 –Ca–Na–tüüpi) kuni väga kare HCO_3 –Cl–Na–Ca–tüüpi kuni Cl– HCO_3 –Na–Ca–tüüpi Kunda sadamas.

Probleemiks on veekompleksi põhjavee suur rauasisaldus (Fe^{2+} 0,5–2 mg/l), eriti Gdovi veekihi ja kohati ka H_2S kõrge sisaldus. Samuti sisaldub veekompleksi vees lubatud rohkem radionukeliide (ilmselt kristalse aluskorra mõju).

Veekompleks on ala peamine ühisveevarustuse allikas ning leiab kasutamist ka arvukate eratarbijate puurkaevudega.

Aluskorra murenemiskooriku ja lõhelise vööndi põhjavesi on kõrgsurveline. Veetase on paar meetrit üle merepinna ja erideebit ei ületa 0,01 l/s×m. Suuremad erideebitid võivad esineda mattunud orgude piires. Vesi esineb vaid kristalse aluskorra ülemises osas – murenemiskoorikus ning selle vahetus lamamis, kus põhjavesi on mineraalsusega 1–10 g/l ja Cl–Na–tüüpi. II astme (savikas) murenemiskoorik eraldab aluskorra vett Gdovi veekihi veest, kui see on aga abradeeritud ja säilinud on vaid I astme murenemiskoorik, on Gdovi veekihi põhjavesi hüdrauliliselt seotud aluskorra veega. Puurimisel saadi Letipea puuraugust F-181 Cl–Na–Ca–tüüpi vett mineraalsusega 5,4 g/l.

Murenemiskooriku paksus on suurem kaardilehe idaosas ja ulatub 37 meetrini puuraugus F-181.

3.3. PÕHJAVEE TARBIMINE JA RIIKLIK SEIREVÕRK

Pinnakatte põhjavett kasutab elanikkond põhiliselt rannikualal salvkaevudest üksiktalude tarbeks. Kinnitatud tarbevaru aluspõhja veekompleksidest kaardilehe piires ei ole. Ordoviitsiumi ja Ordoviitsiumi–Kambriumi veekomplekside põhjavett tarbitakse väheste üksiktarbijate salvkaevudega kaardilehe edelaosas.

Praktiliselt kõik puurkaevud avanevad Kambriumi–Vendi veekompleksi, kuid enamus neist on suvitustalude puurkaevud veevõtuga alla 1 m³/d. Endiste asutuste suvitusbaaside (“Norma”, “Silikaat”) puurkaevudest rannikualal nüüdseks veevõtt puudub. Suurim oli veevõtt 2005. aastal Vainupea sadama puurkaevust, kuid see ei ületanud sealgi 2 m³/d.

Üleriigilise põhjaveeseirega on alal hõlmatud Kambriumi–Vendi veekompleksi põhjavesi. Seirepuurkaevud paiknevad Karepal ja Kunda sadamas. Mõlemad puurkaevud avavad alumise (Gdovi) veekihi ja neis toimub põhjavee keemilise seisundi seire vältimaks võimaliku soolaka vee sissetungi Kunda veehaarde põhjavette.

Kloriidide sisaldus Karepa puurkaevu põhjavees püsib stabiilsena 130–150 mg/l, ning Kunda puurkaevu põhjavees, kus on suurem mineraalsus, 250–295 mg/l. Esimeses puurkaevus (katastrinumbriga 2517) on seire algusaastaks 1956, teises 1981. Aastail 1956–1993 toimusid Karepa seirepuurkaevus ka Kambriumi–Vendi veekompleksi survepinna muutumise vaatlused (kvantitatiivse seisundi seire). Survepind oli algsest tasemest, 1,25 m ümp, langenud 1991.–1992. aastaks 1 m allapoole merepinda. Aastane survepinna kõikumine on mõnikümmend cm.

Seoses veevõtu pideva vähenemisega veekompleksist viimase kümne aasta jooksul Kunda veehaardel (ja kogu vabariigis) on toimumas aeglane põhjavee survepinna taastumine (tõus).

Maapinnalähedaste veekomplekside põhjavee taseme seiret pole toimunud, kuid analoogia põhjal kaardilehest vahetult lõunasse jääva Kandle küla seirejaamaga on Ordoviitsiumi–Kambriumi survetu veekompleksi veetase 4–6 m sügavusel maapinnast ja aastaste kõikumiste amplituudiks 0,8–2 m.

3.4. PÕHJAVEE KAITSTUS

Põhjavee kaitstuse kaardi koostamise aluseks olid antud kaardikomplekti kuuluvad pinnakatte ja aluspõhja geoloogiline kaart ning ka andmepanga “Põhjavesi–Puurkaev” andmestik. Värviga on kaardil kujutatud maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi põhjavee looduslikku kaitstust. Legendi koostamisel on eeskujuks võetud Eesti põhjavee kaitstuse kaardi (mõõtkavas 1:400 000) legend (Perens, 2001), milline üksikute täpsustustega põhineb Eesti põhjavee kaitstuse ja antropogeense koormuse kaardi (mõõtkavas 1:50 000) tugilegendile (Kajak jt, 1992). Kaart on käsitletav vaid põhjavee kaitstuse kaardina ja seetõttu puuduvad seal antropogeense koormuse elemendid (reostuskoormus).

Maapinnalt esimese põhjaveekihi kaitstuse all mõeldakse selle kaetust vettpidavate või nõrgalt vett läbilaskvate setetega ja seejuures lähtutakse nende tüsedusest, litoloogiast ning siit tulenevalt filtratsioonimadustest ja aeratsioonivõo tüsedusest. Olulise tegurina arvestatakse pinnase- ja põhjavee tasemete vahetust. Survelise veekihi kaitstus on kindlalt tagatud, kui survepind on pinnasevee tasemest pidevalt kõrgemal. Lisaks põhjavee looduslikule kaitstusele on olulised ka puurkaevu enda konstruktsioon ja seisund ning sanitaarkaitseala olemasolu.

Eristatavad on järgmised alad (vt legendi):

1. Kaitsmata (väga reostusohhtlikud) alad. Põhjavesi on kaitsmata nii orgaaniliste kui ka mineraalsete reoainete suhtes. Saviliivmoreeni paksus ei ületa 2 meetrit. Siia alla kuuluvad Karula klindiplatoo ja Kambriumi terrassi lõunaserv.

2. Nõrgalt kaitstud (reostusohhtlikud) alad. Saviliivpinnakatte (moreen, aleuriit) paksus on valdavalt 2–10 m või liivsavi paksusega kuni 2 m.

3. Keskmiselt kaitstud (mõõdukalt reostusohhtlikud) alad. Saviliivpinnakatte (moreen, aleuriit) paksus on üle 10 m, savi või liivsavi paksus 2–5 m. Survelise põhjavee esinemise korral jääb survepind püsivalt maapinna lähedale. Keskmiselt kaitstud alad on välja eraldatud Kambriumi terrassi põhjaserval (v.a rannavallide ala).

4. Suhteliselt kaitstud alasid pole kaardilehe piires võimalik välja eraldada.

5. Kaitstud (reostuskindlad) alad. Saviliivmoreenist pinnakatte paksus on üle 50 m või savi paksus üle 10 m. Hõlmab Lükati–Lontova regionaalse veepideme avamusala ning sügavate mattunud orgude piirkonna ja väikesaared (Kotlini veepideme avamusala).

Enamikul kaardist on tegemist kaitstud aladega, nõrgalt kaitstute ja kaitsmata aladena eristuvad vaid paeplatood ja nende lähiumbrus (survetu põhjavesi). Toolse jõe idakaldal on nõrgalt kaitstuna kujutatud ligi 20 m paksuste liivadega esindatud Toolse liivade perspektiivala. Kunda lahe lõunaserval on hästikaitstuna kujutatud ka alla 2 m pinnakattega alad (seda ka tegutseva Kunda Mereäärse savikarjääri

territooriumil), kuna põhjavee kaitstusele on määrav üle 50 m tusedusega aluspõhja savide lasund. Kvaternaari veekompleks ise on kogu Kunda lahest lääne poole jääval alal reostuse eest kaitsmata.

3.5. PÕHJAVEE KOOSTIS

Põhjavee looduslik kaitstus peaks peegelduma ka lämmastikühendite sisalduses põhjavees. Joonistel 14, 15 ja 16 on kujutatud lämmastikühendite sisaldust peamiselt tarbepuurkaevude vees.

Arvestatud on vaid maapinnalt esimest aluspõhjalist veekompleksi. Kuna enamikul territooriumist on maapinnalt esimeseks sinisaviga kaetud C–V veekompleks, siis on põhjavesi reostumise eest kaitstud. Erandina on kaardi lääneosas toodud Pajuveski allikatiik, millesse toimub O–C veekompleksi põhjavee väljakiildumine. Kuna vooluhulk on minimaalne, on tiigi lõunaserv soostunud ja toimub toitumine ka Kvaternaari veekompleksist.

Musta ringiga on joonistel 6 ja 7 toodud rahuldavasse kvaliteediklassi kuuluv põhjavesi. Joogiveele lubatavaid piirsisaldusi ületavad lämmastikühendite sisaldused põhjavees on joonistel toodud allakriipsutatult. Surveline põhjavesi (C–V) on redutseerivais tingimustes ning kõrgenenud NH_4^+ sisaldused ei kajasta reostumist, vaid iidse orgaanilise aine olemasolu. Kuna enamusel kaardialast on aluspõhja põhjavesi kaitstud, vastab põhjavesi lämmastikühendite sisalduselt hea joogivee nõuetele (v.a NH_4^+ sisaldus).

Nitraate ei leidu isegi edelaosa klindipoolsaare ja nõlvaesise survetus põhjavees üle 3 mg/l ja nitriteid üle 0,05 mg/l (Ordoviitsiumi veekompleksi puhul on siin arvestatud kaardilehelt väljajäävate veepunktidega). Põhjuseks on siin punkt- ja hajureostuse puudumine, ehkki põhjavesi on kaitsmata. Kambriumi–Vendi veekompleksis ulatub aga NH_4^+ sisaldus põhjavees 0,1–1 mg/l ega ole seejuures seotud orgaanilise reostusega, vaid sette kivimite moodustumise ajal ladestunud orgaanikaga. Kuna sügavates veekihtides esinev lämmastik on loodusliku päritoluga, siis võib C–V veekompleksi anaeroobse põhjavee seisundit hinnata heaks ka siis, kui NH_4^+ iooni sisaldus on kuni 1,5 mg/l. Analoogselt NO_2^- sisalduste anomaalsete maksimumväärtustega puurkaevus 2517 langevad ajavahemikku 1991.–1993. a ka maksimaalsed NH_4^+ sisaldused seirepuurkaevus 2756.

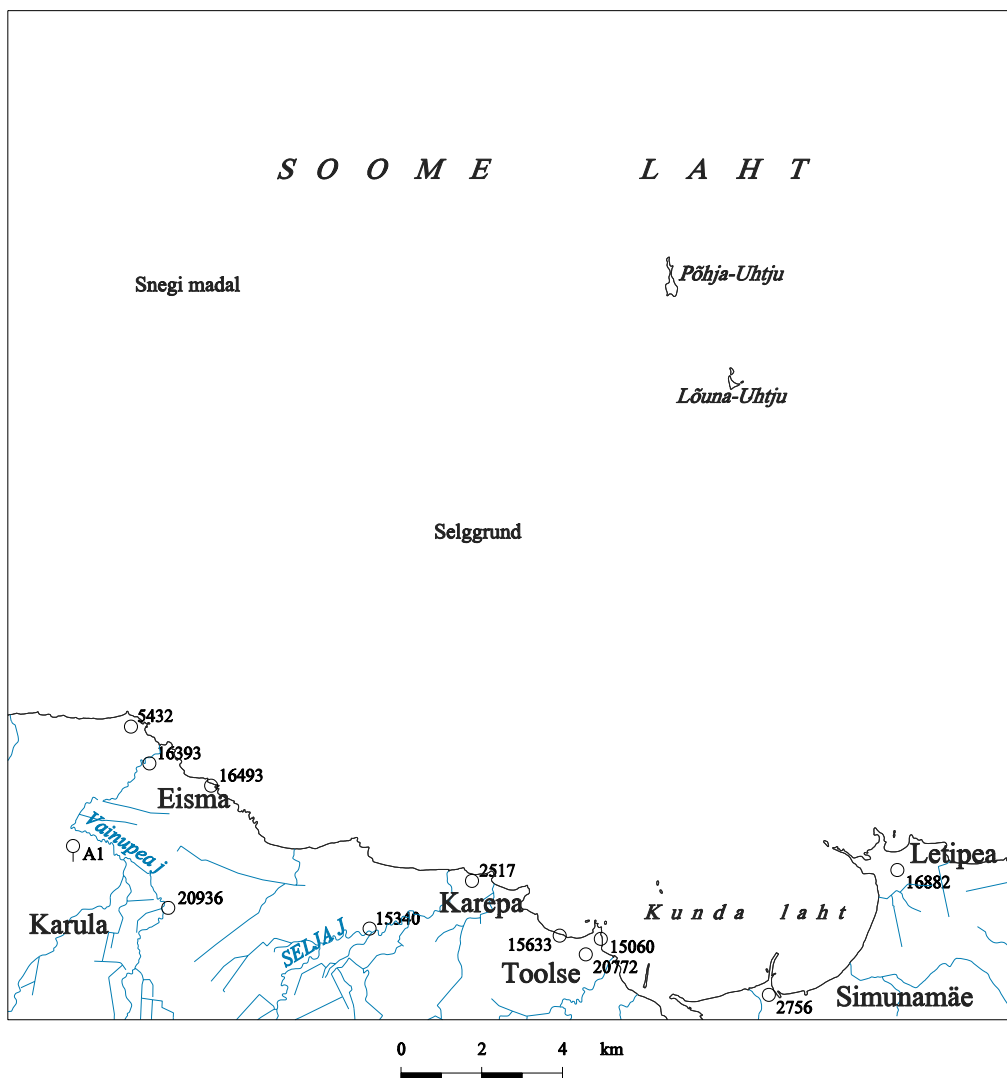
Kloriide leidub 10–100 mg/l Voronka veekihi põhjavees ja 70–300 mg/l Gdovi veekihi põhjavees. Sulfaatide sisaldus ei ületa kummaski 30 mg/l, küll on aga iseloomulik nende sisalduse vähenemine kasv ida (Kunda) suunas.

Raua, nagu ka H_2S sisaldus ei sõltu põhjavee looduslikust reostuskaitstusest, vaid piirkonna hüdrogeoloogilistest tingimustest, kuid C–V veekompleksile on iseloomulik mõlema komponendi kõrge sisaldus redutseerivais tingimustes. Üldrauda sisaldub rohkem Gdovi veekihi põhjavees – 0,5–2 mg/l, samal ajal kui Voronka veekihis jääb sisaldus vahemikku 0,2–1 mg/l (vaid Selja jõe suudme ja Toolse neeme vahel üle 1 mg/l).

Naatriumi sisaldub Voronka veekihi põhjavees 30–90 mg/l ja Gdovi veekihi põhjavees 80–140 mg/l. Kambriumi–Vendi nagu ka Ordoviitsiumi–Kambriumi põhjavee üldkaredus jääb vahemikku 2–4,5 mg/l.

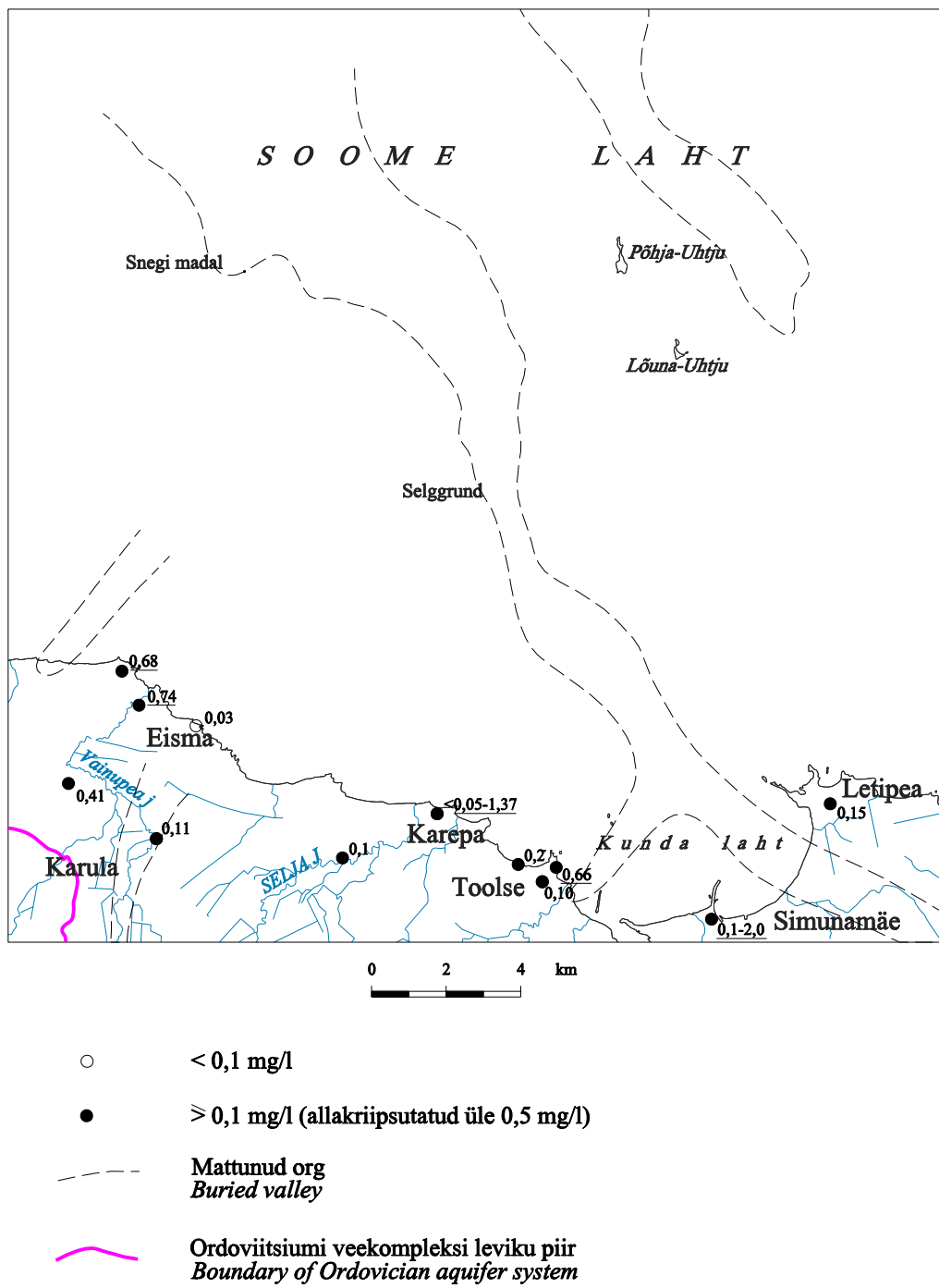
Kunagised aastaringselt tegutsenud langeallikad deebitiga 0,1–0,5 l/s Karula klindipoolsaare nõlval Pihlaka ja Allika talu vahel (Kink, 1962) olid 2006. a suvel kuivad. Küll tegutsesid aga väikesed langeallikad Kambriumi terrassi nõlval Toolses. Samuti oli väljavool (0,1 l/s) paisutatud Pajuveski allikatiigist. Tiiki pinnavee sissevoolu ei ole ning lõunakallas soostub vähehaaval. Soovete osale viitab vee PHT 9,6 mgO/l. Selgeveeline oja, mis suubub Vihasoo jõkke Pajuveskil, toitub Kvaternaari veekompleksist, saades alguse Lahemaa Rahvusparki rannavallide arvukaist igritsevaist nõlvaallikaist. Analoogia põhjal Oandu–Koljaku allikavööndiga on nende põhjavesi ülimage (alla 0,2 mg/l).

Kunda Mereäärse savikarjääri ei ole hüdrogeoloogilisele kaardile kantud, kuna tootmine toimub põhjavee alandamiseta ning põhiline sadevete väljapumpamine toimub kevadise suurvee ajal (2006. a varakevadel pumbati välja 8 tuh m³).

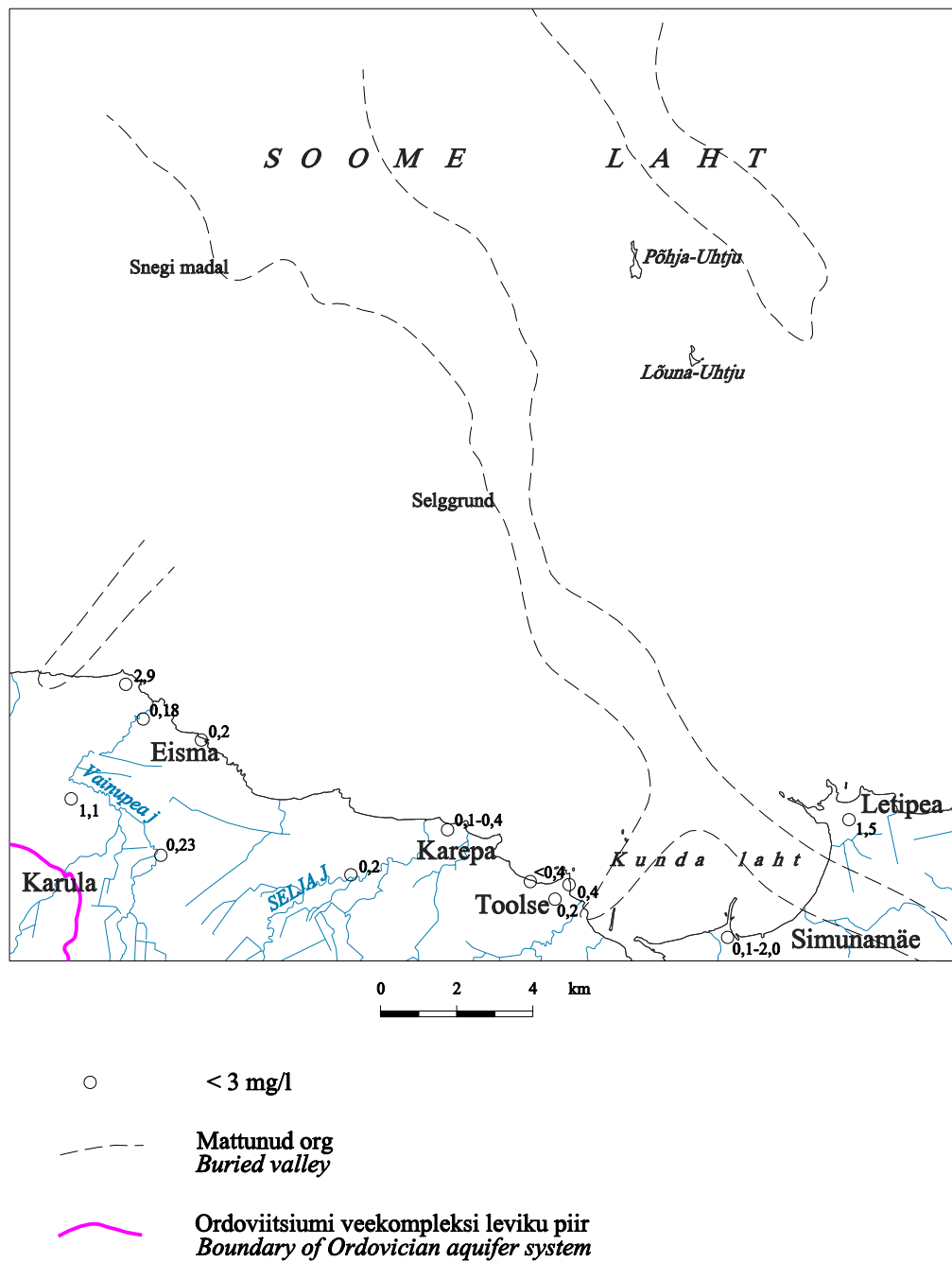


- 16493 **Puurkaev ja selle number andmebaasis "Põhjavesi-Puurkaev"**
Well and its number in the database "Groundwater-Well"
- A1 **Allikas**
Spring

Joonis 13. Veepunktide paiknemise skeem Karepa kaardilehel (1991-2006. a veeanalüüsid).
Figure 13. Location of water points on sheet 7412 (Karepa).



Joonis 14. NH_4^+ sisaldus Ordoviitsiumi-Kambriumi ja Kambriumi-Vendi veekompleksi põhjavees.
 Figure 14. NH_4^+ content in the groundwater of the Ordovician-Cambrian and Cambrian-Vendian aquifer system.



Joonis 15. NO_3^- sisaldus Ordoviitsiumi-Kambriumi ja Kambriumi-Vendi veekompleksi põhjavees.
 Figure 15. NO_3^- content in the groundwater of the Ordovician-Cambrian and Cambrian-Vendian aquifer system.



Joonis 16. NO_2 sisaldus Ordoviitsiumi-Kambriumi ja Kambriumi-Vendi veekompleksi põhjavees.

Figure 16. NO_2 content in the groundwater of the Ordovician-Cambrian and Cambrian-Vendian aquifer system.

4. MAAVARAD

4.1. ALUSPÕHJA MAAVARAD

Kuna antud kaardilehele jääb väga vähe maismaad, siis esineb siin ka vähe maavarasid. Aluspõhja kivimitega on seotud üksnes Kunda savimaardla, millest osa jääb Rakvere kaardilehele.

4.2. PINNAKATTE MAAVARAD

LIIV. Altja-Rutja liivamaardla (Registrikaart 0368, 2001; Viru, 1994; Rahumäe, 1987; Saadre, 1978; Tallinn, 1977) asub kitsa vööndina piki põhjarannikut Mustojast kuni Rutjani. Maardla pindala on 82,63 ha. Maavara katendiks on 0,1 m paksune kasvukiht ning kasuliku kihi moodustab Antsülusjärve peeneteraline liiv keskmise paksusega 8,1 m. Lamamiks on saviliivmoreen. Maardla jaguneb 5 plokiks, kus lõimis on erinev. Kruusa leidub 1. ja 5. plokis, kus tema sisaldus on vastavalt 5,4 ja 8,9 %. Savi- ja tolmuosakesi on kõige rohkem 3. plokis (1,7 %) ja kõige vähem 5. plokis (0,7 %). Liiva peensusmoodul on enamasti 1,5. Seisuga 01.01.2005 oli maardla aktiivne tarbevaru 53 tuh m³, aktiivne reservvaru 2750 tuh m³ ja passiivne reservvaru (Lahemaa rahvuspargis) 1206 tuh m³.

Rihila liivamaardla (Registrikaart 0372, 2001; Saadre, 1978) asub Mahu rabast lääne pool Rihula oja kaldal. Maardla pindala on 27,31 ha. Maavara katendiks on 0,1 m paksune kasvukiht ning kasuliku kihi moodustab holotseeni tuule- ja järvesetete peeneteraline liiv keskmise paksusega 2,9 m. Lamamiks on limnoglatsiaalne ülipeeneteraline liiv. Kruusa sisaldus on 8,4 %, savi- ja tolmuosakesi 7,3 %. Liiva peensusmoodul on 1,4. Seisuga 01.01.2005 oli maardla aktiivne reservvaru 801 tuh m³.

Sulli perspektiivala (Tallinn, 1977; Kadastik ja Morgen, 1999) asub 18 km Rakverest põhja pool, Rutja lennuvälja lähistel. Ala kujutab endast Balti jääpaisjärve tasandikku. Kasuliku kihi moodustab kollane peeneteraline kvarts-päevakiviliiv paksusega kuni 5 m. Liiva peensusmoodul on 1,5 ja savi- ning tolmuosakeste sisaldus 1,8 %. Kasuliku kihi keskmine paksus on 3,9 m, kattekihi keskmine paksus 0,1 m. Liiv on sobilik liivlahjendajaks telliste tootmisel. Liiva prognoosne varu perspektiivalal on 45,3 tuh m³. Ala vajab täiendavat geoloogilist uurimist.

Toolse I perspektiivala (Saarelaid, 1963; Kadastik ja Morgen, 1999) asub Karepalt 2 km kagu pool, külgneb Karepa–Haljala maanteeaga. Tegemist on vanade rannamoodustistega. Kasuliku kihi moodustab kollakashall liiv, mis sisaldab üksikuid kruusateri. Saviosakeste sisaldus liivas on ainult 0,02 %, kasuliku kihi keskmine paksus 2,0 m. Liiva saab kasutada asfaltbetoon- ja tsementbetoonkatete ehitamiseks ning ka muudel ehitustöödel. Varu oli C1-kategoorias 2,2 ha-l 44,9 tuh m³ ja C2-kategoorias 1,8 ha-l 36,7 tuh m³.

TURVAS. Mahu turbamaardla (registrikaart 0252, 2001; Allikvee jt, 1978; Salo, 1989) asub Rihula oja paremal kaldal Mahu e Murakarabas. Maardla pindala on 441,8 ha. Põhimaavaradeks on vähe- ja hästilagunenud turvas, mille keskmine paksus on vastavalt 2,2 ja 1,7 m. Vähelagunenud turba looduslik niiskus on 93,2 %, tuhasus 1,4 %, lagunemisaste 12 % ja happesus 3. Hästilagunenud turbal on need näitajad vastavalt 88,79 %, 5,7 %, 34 % ja 3,7. Vähelagunenud turvast kasutatakse aiandusturbana ja hästilagunenud turvast kütte- ning väetisturbana. Seisuga 01.01.2005 oli hästilagunenud turba aktiivne reservvaru 1419 tuh t ja passiivne reservvaru 2 tuh t. Vähelagunenud turba aktiivne reservvaru oli 715 tuh t ja passiivne reservvaru 2 tuh t.



Foto 24. Kunda savikarjäär.

Photo 24. The clay quarry at Kunda.



Foto 25. Kambiumi sinisavi.

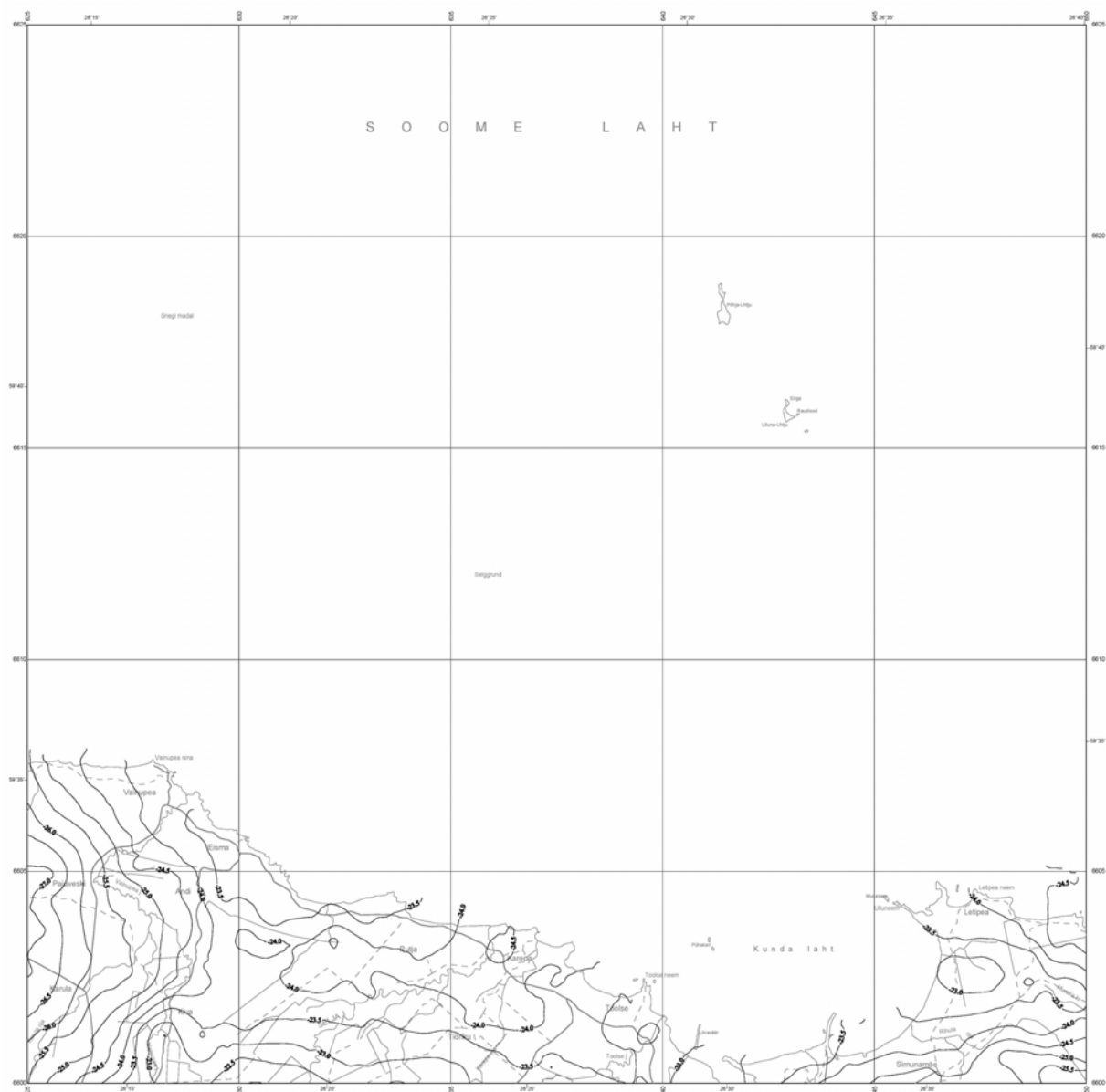
Photo 25. Cambrian blue clay.

5. GEOFÜÜSIKALISED VÄLJAD

Raskusjõu- ja magnetvälja anomaaliad, anomaaliate omavahelised suhted ning väljamuster peegeldavad peamiselt kristalse aluskorra ehitust. Siiski seonduvad raskusjõuvälja anomaalsed efektid osaliselt ka settelise pealiskorra ja kvaternaarisetete ehituse ja paksusega. Viimasel juhul on tegemist eelkõige anomaaliate spektri kõige lühema lainepikkusega osa anomaaliatega. Et viimaseid paremini esile tõsta, on raskusjõuvälja anomaaliate puhul filtreeritud välja pika lainepikkusega (enam kui 2 km) anomaaliad, kasutades keskmistamise meetodit keskmistamise raadiusega 2 km. Järelejäanud kõrge sagedusega spektriosale vastavad anomaaliad on esitatud raskusjõuvälja jääk- ehk lokaalsete anomaaliate kaardina. Lokaalse raskusjõuvälja iseloom on kvaternaarisetete paksuse ja koostise muutustest küllaltki oluliselt mõjutatud, seda eriti maetud orgude piires, kus aluspõhja kivimitesse lõikunud sügavate orgude pudedataitematerjali poolt tingitud anomaalsed efektid on kohati võrreldavad kristalse aluskorra struktuuride poolt tingitud anomaaliatega. Eraldamaks raskuskiirenduse lokaalsete anomaaliate seast just pealiskorra struktuursetest iseärasustest tingitud anomaaliaid, kõrvutati kõnealust kaarti aeromagnetiliste anomaaliate kaardiga. Kuivõrd magnetilised anomaaliad on praktiliselt eranditult tingitud aluskorra ehitusest ning selle pealispinna reljeefist, siis reeglina välistab harmoneeruvate magnet- ja raskuskiirenduse anomaaliate esinemine nende seose pealiskorra ehitusega.

Raskusjõu anomaaliate (Δg_a) väärtused kaardilehe piires jäävad vahemikku -20 mGal kuni -30 mGal (joonis 17), st. territooriumil levib vaid Bouguer' anomaaliate negatiivne väli, mis ongi väga iseloomulik kaardilehe piires levivatele Alutaguse struktuuritsooni Alutaguse kompleksi moondekivimitele. Viimased on kaetud 130 – 140 m paksuse sette kivimite kompleksiga. Vaid kaardiala idaosas, Vainupea ninast ida poole levivad Tallinna struktuurivööndi Jägala kompleksi kivimid (Koppelmaa, Kivisilla, 1997, 1998; Puura jt, 1983). Alutaguse struktuuritsoon on markeeritud valdavalt negatiivse (-200 – -350 nT) magnetväljaga (joonis 18), mida akvatooriumi alal liigestavad kaks selgelt kontsentrilist anomaaliat, mille piires välja väärtus tõuseb kuni tasemele 100 nT. Neist esimene, Letipea neemest põhja poole jääv anomaalia on tingitud ümbritsevast kivimist noorema kvartsdioriidi massiivist, mis on tõestatud ka puurauguga F-181 (Koppelmaa, Kivisilla, 1997) ning tuntud Letipea massiivina. Kuivõrd anomaalia jääb peamiselt maismaalt välja ning anomaaliat põhjustava kivimi tihedus ei erine väga kontrastselt ümbriskivimi omast, siis raskusjõuvälja struktuurile see kivimkeha praktiliselt mõju ei avalda. Pole välistatud, et ka kaardilehe loodenurgas esinev veidi madalama amplituudiga sarnane magnetanomaalia omab sarnast allikat. Ülejäänud variatsioonid nii magnetvälja kui ka Bouguer' anomaaliate tasemes on tingitud Alutaguse kompleksile tüüpiliste kivimite, vilgu- ning biotiitgneissidest kõrgema magnetilise vastuvõtlikkuse ja tihedusega amfiboolgneisside ning amfiboliitide ja magnetiidirikaste vilgugneisside osakaalu suurenemisest läbilõikes. Raskusjõuväljal osutavad kõige madalamate väärtustega piirkonnad väikese tihedusega ($2,69$ g/cm³) vilgugneisside prevaleerimisele läbilõikes. Piirkondades (Letipea poolsaar, kaardiala lõunaosa, Vainupea ninast kagusse jääv ala), kus raskuskiirenduse anomaaliate väärtused tõusevad kuni tasemeni -22 mGal, hakkavad läbilõikes prevaleerima suurema tihedusega kivimid, nagu magnetiidirikad vilgugneissid ($2,79$ g/cm³) ja amfiboolgneissid ($2,85$ g/cm³).

Raskusjõu lokaalsel väljal (joonis 19) varieeruvad anomaaliate väärtused $-0,9$ – $+1,2$ mGal. Selgesti eristub Kiva asulast vahetult lõunasse jääv positiivne kontsentriline anomaalia (maksimum $+1,2$ mGal), mis markeerib Kandle gabro massiivi. Viimane on tõestatud ka puurauguga F-147 (Koppelmaa, Kivisilla, 1997). Ka Letipea poolsaarel on fikseeritud positiivsete anomaaliate loode–kagusuunaline positiivsete anomaaliate ahelik, mis seondub amfiboolgneisside valdamisega aluskorras.



Joonis 17. Karepa (7412) kaardilehe Bouguer' anomaaliad (IGSN 71 gravimeetriline süsteem, rahvusvaheline normaalvälja valem, isoanomaalide samm 0,5 mGal, vahekihi tihedus 2,3 g/cm³, L-Est 97; 5 km koordinaatvõrk).

Figure 17. Bouguer anomalies of the Karepa (7412) sheet (IGSN 71 gravity system, International Gravity Formula, isoanomals after 0.5 mGal, Bouguer density 2.3 g/cm³, L-Est 97; 5 km grid).

Pealiskorra mattunud orgudest on fikseeritud selgelt kitsa negatiivse anomaaliaga Mahu org kaardilehe kagunurgas, Letipea poolsaarel. Geoloogilise kaardistamisega kindlakstehtud madal org kaardilehe edelanurgas raskusjõuvälja anomaaliade kaardil jälgitav ei ole, üheltpoolt oma väikese sügavuse, teisalt Kandle gabro massiivi segava mõju tõttu.



Joonis 18. Karepa (7412) kaartilehe aeromagnetilised anomaaliad (IGRF 85, isoanomaalide samm 50 nT, L-Est 97; 5 km koordinaatvõrk).

Figure 18. Aeromagnetic anomalies of the Karepa (7412) sheet (IGRF 85, isoanomals after 50 nT, L-Est 97; 5 km grid).

KASUTATUD MATERJALID

- All, T., Gromov, O., Kivisilla, J., Perens, R., Ploom, K., Põldvere, A., Suuroja, K., 2004. Eesti geoloogilise baaskaardi Võsu (7411), Kadrina (6433), Karepa (7412), Rakvere (6434) ja Tartu (5441) lehe geofüüsikalise ja geoloogilise materjali süstematiseerimine. Tallinn, 36 lk., EGF 7609.
- Allikvee, H., Orru, M., Viigand, A., 1978. Rakvere rajooni turbamaardlate otsingulis-uuringuliste tööde aruanne. Keila, EGF 5178.
- Autorite kollektiiv, 1961–1985. Rakvere rajooni liivakarjäärde mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Rakvere rajooni kruusa ja kruusliivakarjäärde mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. EGF 6782.
- Åker, K., Eriksson, B., Grönlund, T., Kankainen, T., 1988. Sediment stratigraphy in the Northern Gulf of Finland. Geol. Surv. Finland, Special Paper, 6, 101–117.
- Björck, S., 1995. A review of the history of the Baltic Sea, 13.0–8.0 ka BP. Quaternary International 27, 19–40.
- Brutus, A., Grünberg, R., Liiber, U., Otsa, A., Soa, K., 1986. Ida-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. Tartu, EGF 4193.
- Eichwald, E., 1854. Die Grauwackenschichten von Liv- und Estland. Bull. Soc. Nat. Moscou, XXVII, I, 3–111.
- Einmann, A., 1981. Rakvere rajooni S.M.Kirovi nimelise näidiskalurikolhoosi Karepa maaparanduse ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6605.
- Erisalu, E., Tassa, V., 1965. Aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 (vene keeles). EGF 2540.
- Erisalu, E., 1963. Aruanne hüdrogeoloogilisest kaardistamisest Eesti NSV kirdeosa kaldaäärsel alal 1960.a (vene keeles). EGF 1959.
- Eskel, J., Liivrand, H., Kivimägi, E., 1975. Aruanne fosforiidisisalduse hinnangust Ida-Eestis 1971.–1974. a (vene keeles). Tallinn, EGF 3348.
- Fyfe, G. J., 1990. The effect of water depth on ice-proximal glaciolacustrine sedimentation: Salpausselkä I, southern Finland. Boreas 19, 147–164.
- Gibbard, P. and Kolfschoten, T. van, 2004. 22. The Pleistocene and Holocene epochs p. 441–452. Edited by Felix M. Gradstein, James G. Ogg, and Alan G. Smith. A geologic time scale 2004. Cambridge, UK; New York : Cambridge University Press, 2004. 589 p.
- Gromov, O., Rehemäe, Ü., Saaremet, V., Jeresko, J., 1995. Põhja-Eesti keskosa gravimeetrilise kaardi (mõõtkavas 1:50 000 ja 1:200 000) koostamine. Tallinn, EGF 5329.
- Gromov, O., Gromova, G., 1974. Aruanne geofüüsikalistest töödest kristalse aluskorra kaardistamisel Kunda–Kiviõli piirkonnas (vene keeles). Keila, EGF 3279, 185.
- Heinsalu, A., 2001. Diatom stratigraphy and the palaeoenvironment of the Yoldia Sea in the Gulf of Finland, Baltic Sea. Annales Universitatis Turkuensis, II, 144, 1–41.
- Heinsalu, I., Kivisilla, J., 1968. Aruanne Eesti Geoloogia Valitsuse teaduslik-tehnilise informatsiooni osakonna tegevusest 1968. a (vene keeles). Tallinn, EGF 3004.
- Helmersen, G., 1882. Studien über die Wanderblöcke und die Diluvialgebilde Russlands. II Lief. Mém. Acad. Sci. St.-Petersb., VII sèr., t. XXX, No. 5. 56 S.
- Ignatius, H., Axberg, S., Niemistö, L., Winterhalter, B., 1981. Quaternary geology of the Baltic Sea.–Ib: Voipio, A.(ed) The Baltic Sea. Elsevier, 54–104.
- Jaani, J., 1924. Virumaa geograafiline ülevaade. Rmt: Virumaa, Rakvere.
- Hausen, H., 1913. Några supra-akvatiskt bildade åstyper i mellestra Estland (rootsi keeles). Geol. Fören. Stockh. Förh., bd. 35, häft 4, 283–290.

- Juhend Eesti geoloogiliseks digitaalkaardistamiseks mõõtkavas 1:50 000, Versioon 1.2, 2006. Maa-amet, Tartu.
- Jõgi, T., Kala, E., 1966. Paide Rühma aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:200 000 ENSV põhjaosas (vene keeles). Geoloogia Valitsus, Tallinn, EGF 2893, 294 lk.
- Jõgi, T., Kala, E., Keerup, O., Pastuhova, A., Petersell, V., Eltermann, G., 1966. Paide rühma aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest keskmisemõõtkavalisest kaardistamisest Eesti NSV põhjaosas (leht O-35-II) aastail 1963–1966 (vene keeles). Tallinn, EGF 4222.
- Kadastik, E., Morgen, E., 1999. Lääne-Virumaa põhjaosa liiva ja kruusa varu revisjon. Tallinn, EGF 6315.
- Kajak, K., 1999. Eesti kvaternaarisetete kaart 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus.
- Kajak, K., Kala, E., Koppelmaa, H., Perens, H., Põldvere, A., Raudsep, R., Savitskaja, L., Vingisaar, P., Perens, R., 1992. Eesti geoloogiliste kaartide (mõõtkava 1:50 000) tugilegendid. Tallinn–Keila, EGF 4615.
- Kajak, K., Perens, H., Põldvere, A., Raudsep, R., Saadre, T., Suuroja, K., Jusupova, K., 1985. Eesti NSV litoloogilis-paleogeograafilised kaardid mõõtkavas 1:500 000 (vene keeles). Tallinn, EGF 4164.
- Kala, E., Mardla, A., Puura, V., 1979. Aruanne Kesk-Eesti aerofotogeoloogiliste kaartide koostamise tulemustest (vene keeles). Tallinn, EGF 3585.
- Kala, E., Eltermann, G., Jõgi, T., Keerup, O., Pastuhova, A., Petersell, V., 1967. Paide rühma aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:200 000 ENSV keskosas (leht O-35-VIII) 1963.–1966. a (vene keeles). Tallinn, EGF 2927.
- Karukäpp, R., Vassiljev, J., 1992. Geomorphology of the gulf's floor. Rmt: Raukas, A. and Hyvärinen, H. (toim) Geology of the Gulf of Finland. Tallinn, 72–86.
- Karukäpp, R., Raukas, A., Hyvärinen, H., 1992. Deglaciation of the area. Rmt: Raukas, A. and Hyvärinen, H. (toim.) Geology of the Gulf of Finland. Tallinn, 112–136.
- Kessel, H., Raukas, A., 1979. The Quaternary History of the Baltic. Estonia. Uppsala, 127–146.
- Kessel, H., 1958. Uusi andmeid Läänemere subfossiilsest ja retsentsest limustefaanast Eesti NSV-s. ENSV TA GI Uurimused III. Tallinn, 253–268.
- Kiipli, T., Liivrand, E., Lutt, J., Pirrus, R., Rennel, G., 1993. Pinnakate. Eesti šelfi geoloogia, 76–102.
- Killar, E., Tallinn, K., Jürgenson, V., 1979. Aruanne ehitusmaterjali maardlate otsingutest ja uuringutest tammide täitematerjaliks Kunda linna ümbruses ning Toolse fosforiidimaardla kaevandustesse vee juurdevoolu määramine (vene keeles). Tallinn, EGF 3604.
- Kink, H., Andresmaa E., Orru, M., 1998. Eesti soode hüdrogeoökoloogia. Tallinn, 94–96.
- Kink, H., 1962. P/a Vihula maaparanduse projekti koostamiseks tehtud hüdrogeoloogilised uurimised. Rakvere rajoon. EGF 1910.
- Kivisilla, J., Niin, M., Koppelmaa, H., 1999. Catalogue of chemical analyses of major elements in the rocks of the crystalline basement of Estonia. Geological Survey of Estonia. Tallinn, 94 p.
- Koppelmaa, H., 2002. Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart. Mõõtkava 1:400 000. Kaart ja seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn.
- Koppelmaa, H., Kivisilla, J., 1998. Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart mõõtkavas 1:200 000. Kaart ja seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn.
- Koppelmaa, H., Kivisilla, J., 1997. Kirde-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart. Mõõtkava 1:200000. Seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus, 37 lk, 17 tabelit, 3 lisakaarti.
- Liivrand, E., 1991. Biostratigraphy of the Pleistocene Deposits in Estonia and Correlations in the Baltic Region. Stockholm Univ. Dept. Quaternary Res. Report 19. Stockholm, 1–114.
- Linkrus, E., 1988. Põhja-Eesti rannikumadalik ja Soome lahe saared. Tallinn, 102.

- Luha, A., 1946.* Eesti NSV maavarad. Tallinn, 192.
- Luha, A., 1924.* Virumaa paekallas. Geoloogiline ülevaade. Virumaa, Rakvere, 292–314.
- Luht, H., 2005.* Kunda tselluloositehase heitvee torustiku trass. Geotehnika aruanne. IPT Projektijuhtimine OÜ, töö nr. 05-03-0484, Tallinn.
- Lutt, J., 1992.* Bottom deposits. Geology of the Gulf of Finland. Tallinn, 158–218.
- Malkov, B., Kiipli, T., Rennel, G., Tammik, P., Dulin, J., 1986.* Balti mere Eesti NSV territooriumiga piirneva šelfiala regionaalne geoloogilis-geofüüsikaline uurimine mõõtkavas 1:200 000 1984.–1985. a (vene keeles). Tallinn, EGF 4188.
- Metlitskaja, V. I., Papko, A. M., 1992.* Eesti territooriumi mõõtkavas 1:25 000 ja 1:50 000 aeromagnetilise kaardistamise tulemused. Töögrupp nr 49, aastail 1987–1991. Report of Investigation. Geological Survey of Belorussia, Minsk.
- Miettinen, A., Haila, H., Hyvärinen, H., Rinne, K., Eronen, M., Delusina, I., Kadastik, E., Kalm, V., Gibbard, P., 2002.* The marine Eemian sites in the eastern Baltic area, with two new Eemian sites at Peski, Russia and Põhja-Uhtju, Estonia. Journal of Quaternary Science: Vol. 17, #5-6, pp 445–458.
- Miidel, A., 1971.* Uusi andmeid Põhja-Eesti orgude ja tektooniliste lõhede suundade vahelisest seosest (vene keeles). ENSV TA Toimetised, 20, 2, 160–162.
- Miidel, A., Raukas, A., 1965.* Põhja-Eesti alluviaalsete setete litoloogia (vene keeles). Rmt: Eesti kvaternaarisetete litoloogia ja stratigraafia (vene keeles). Tallinn, ENSV TA GI Toim., 113–132.
- Miidel, A., 1961.* Holotseenetete orgude geoloogilise arenemise seaduspärasusi Põhja-Eestis. ENSV TA Geol. Inst. Uurim. VII, Antropogeeni geoloogia, lk 147–158.
- Moora, T., 1998.* Muistsete loodusolude osast kiviaja asustuse kujunemisel Kunda ümbruses. Muinasaja teadus 5, Loodus, inimene ja tehnoloogia. Interdistsiplinaarseid uurimusi arheoloogias, Ajaloo Instituut, Tallinn, 15–151.
- Kupffer, A., 1865.* Bericht über eine geologische Reise längs der Meeresküste Estlands. Balt. Wschr., Nr. 46 & 47, 811–818.
- Mällo, M., 1975.* Rakvere rajooni Vihula kolhoosi Vihula maaparandusehitus. Hüdro- ja ehitusgeoloogia aruanne. EGF 5732, 17.
- Paap, T., Tassa, V., 1968.* Geoloogiliste kaartide komplekt mõõtkavas 1:50 000 Eesti põlevkivimaardla territooriumi kohta (vene keeles). Tallinn, EGF 3011.
- Pahlen, A., 1914.* Zur Frage der Entwicklung der kambrischen Schichten in Estland. Zbl. Miner., Abt. A, 747–748.
- Palo, M., Petersell, L., Moltšanova, A., Smagin, N., 1961.* Aruanne fosforiitide geoloogiliste otsingutööde tulemustest 1957.–1960. a klindieelses vööndis Tallinna ja Narva vahel (vene keeles). EGF 1570.
- Peltier, W. R., 2002.* On eustatic sea level history: Last Glacial Maximum to Holocene. Quaternary Science Reviews, 21, 377–396.
- Perens, R., 2001.* Eesti põhjavee kaitstuse kaart 1:400 000. Tallinn, EGF 7120.
- Perens, R., Savva, V., Lelgus, M., Parm, T., 2001.* Põhjaveeklasside määramise jätkamine vastavuses veepoliitika raamdirektiiviga (200/60/EÜ). EGF 7305, 57.
- Perens, R., 1998.* Eesti hüdrogeoloogiline kaart 1:400 000. Seletuskiri. Tallinn, 40.
- Perens, R., Vallner, L., 1997.* Waterbearing formation. In: Raukas, A., Teedumäe, A. (eds.) Geology and mineral resources of Estonia. Estonian Academy Publishers. Tallinn, 137–144.
- Petersell, V., Mõttus, V., Enel, M., Täht, K., Võsu, M., 2000.* Eesti mulla lähtekivimite geokeemiline atlas. Tallinn, EGF 6833.

- Petersell, V., Ressar, H., Carlsson, M., Möttus, V., Enel, M., Mardla, A., Täht, K., 1997.* Eesti mulla huumushorisoni geokeemiline atlas. Seletuskiri. Tallinn–Uppsala, 75.
- Pikner, V., 1976.* Rakvere rajoonis asfalt-betooni valmistamiseks sobiva liiva ja kruusliiva otsingute aruanne. EGF 3431.
- Puura, V., Vaher, R., Klein, V., Koppelmaa, H., Niin, M., Vanamb, V., Kirs, J., 1983.* Kristalliceskij fundament Éstonii. Moskva, Nauka, 208 s.
- Puura, V., Klein, V., Koppelmaa, H., Gromov, O., Kala, E., Kivisilla, J., Keerup, O., Niin M., Niin, S., Petersell, V., 1977.* Aruanne kristalse aluskorra süvakaardistamisest Kunda–Kiviõli piirkonnas (Põhja-Eesti) mõõtkavas 1:500 000 aastail 1974–1977 (vene keeles). EGF 3476.
- Puura, V., Petersell, V. jt, 1974.* Aruanne kristalse aluskorra geoloogilisest süvakaardistamisest mõõtkavas 1:50 0000 Tapa–Rakvere piirkonnas (Põhja-Eesti) (vene keeles). Tallinn, EGF 3298.
- Pirrus, E., 2003.* Hiidrahnud loodusmälestistena. Rmt: Pirrus, E. (toim) Eluta loodusmälestiste uurimine ja kaitse. Teaduste Akadeemia Kirjastus. 75–88.
- Pralov, W., 1938.* Mikroskopische, röntgenographische und chemische Untersuchung einiger Problem des estländischen Blauen Tons. Chemie der Erde 11, 480–497.
- Pärna, K., 1962.* Balti jäärve ja suurte kohalike jäärvede geoloogiast Eesti territooriumil (vene keeles). Tallinn, 20.
- Pärnoja, M., 1981.* Kunda linna generaalplaan. REI, Ehitusgeoloogia fond 15831.
- Rakvere rajooni liivakarjäärade mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Rakvere rajooni kruusa ja kruusliivakarjäärade mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Autorite kollektiiv, 1985. EGF 6782.
- Ramsay, W., 1929.* Niveauverschiebungen, eisgestaute Seen und Rezession des Inlandeises in Estland. Fennia. Bd. 52, N 2, 48.
- Raukas, A., Rähni, E., Miidel, A., 1971.* Liustiku servamoodustised Põhja-Eestis (vene keeles). Tallinn, 228.
- Raukas, A., 1978.* Pleistotseeni setted ENSV-s. Tallinn, Valgus, 310.
- Raukas, A., Teedumäe, A. (toim.), 1997.* Geology and mineral resources of Estonia. Estonian Academy Publishers, Tallinn. 142–155.
- Raukas, A., Kajak, K., 1995.* Quaternary stratigraphy in Estonia. Proc. Estonian Acad. Sci. Geol., 44/3, 149–162.
- Raukas A., Saarse, L., Veski, S., 1995.* A new version of the Holocene stratigraphy in Estonia. Proc. Estonian Acad. Sci. Geol., 44/4, 201–210.
- Raukas, A., Rähni, E., Miidel, A., 1971.* Liustiku servamoodustised Põhja-Eestis (vene keeles). Tallinn, 228.
- Rennel, G., 1991.* Soome lahe lõunaosa põhjasetete stratigraafia mõningaid aspekte. Puura, I., Kalm, V., Kivisilla, J., Klein, V., Puura, V., Raudsep, R., Riet, K. (toim) Eesti Geoloogiline ehitus ja maavarad: sümpoosiumi materjalid. Eesti Geoloogia Selts, Tallinn, 50–51.
- Russov, E., 1887.* Über die Boden- und Vegetationsverhältnisse zweier Ortschaften an der Nordküste Estlands. Sb. Naturf. Ges. Dorpat, Bd. VIII, H, 1, S. 93–142.
- Rähni, E., 1963.* Viirsavide geokronoloogia Ida-Eestis. Materjalid ülemise pleistotseeni ja holotseeni geoloogiast Eestis (vene keeles). ENSV TA GI Toimetised XII, 81–94.
- Saadre, T., Mardim, T., Morgen, E., Pöldvere, A., Vaher, R., Suuroja, K., Saaremets, V., 1984.* Aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 ning järeluuringust varem uuritud aladel Rakvere fosforiidirajoonis (vene keeles). Keila, EGF 4068.
- Saadre, T., Sinisalu, R., Noppel, M., 1978.* Põhja-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. Keila, EGF 3506.

- Saarelaid, H., 1963. Rakvere tööpiirkonna kruusa, kruusliiva ja liiva leiukohtade otsimis-, inventariseerimis-eelluure töö aruanne. EGF 2050.
- Saarse, L., Vassiljev, J., Miidel, A. 2003. Simulation of the Baltic Sea shorelines in Estonia and neighbouring areas. *Journal of Coastal Research* 19(2), 261–268.
- Sakson, M., 1993. Ränivetikate levikust Soome lahe põhjasetteis. *Eesti šelfi geoloogia*, 103.
- Salo, V., Võsa, A., Lepp, R., Ramst, R., 1989. Rakvere rajooni Mahu turbamaardla detailuuringu aruanne. EGF 5253.
- Savitskaja, L., Savva, V., 1999. Põhjavee kvaliteediklassid. Tallinn, EGF 6357, 21.
- Schmidt, F., 1888. Eine neuentdeckte unterkambrisch Fauna in Estland. *Neues Jb. Miner. Geol. Pal., I*.
- Siegert, M. J., Dowdeswell, J. A., Hald, M., Svendsen, J. I., 2001. Modelling the Eurasian ice sheet through a full (Weichselian) glacial cycle. *Global and Planetary Change*, 31, 367–385.
- Struckmeier, W. F., Margat, J., 1995. *Hydrogeological Maps. A Guide and a Standard Legend*. International Association of Hydrogeologists. Hannover, 177.
- Stumbur, K., Jõgi, S., Mardla, E., Mardla, A., Stumbur, H., 1963. Aruanne otsingu-kaardistamistöödest Kirde-Eesti kaldaäärses osas 1959.–1961. a (vene keeles). EGF 1958.
- Suuroja, K., 2006. Baltic Klint in North-Estonia as a symbol of Estonian nature. Keskkonnaministeerium, Tallinn.
- Suuroja, K., 2005. Põhja-Eesti klint. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.
- Suuroja, K., 2003. Balti klint loodusmälestisena. Rmt: E. Pirrus (toim.) *Eluta loodusmälestiste uurimine ja kaitse*. Tartu–Tallinn. Teaduste Akadeemia Kirjastus, 19–38.
- Suuroja, K., All, T., Kõiv, M., Mardim, T., Morgen, E., Ploom, K., Vahtra, T., 2002. Eesti geoloogiline baaskaart. Mõõtkava 1:50 000. 7321 Prangli. Seletuskiri. Tallinn, EGF 7473.
- Suuroja, K., All, T., Kõiv, M., Mardim, T., Morgen, E., Ploom, K., Vahtra, T., 2002. Eesti geoloogiline baaskaart. Mõõtkava 1:50 000. 7322 Loksa. Seletuskiri. Tallinn, EGF 7495.
- Suuroja, K., 1997. Eesti aluspõhja geoloogiline kaart mõõtkavas 1:400 000. Tallinn, Eesti Geoloogiakeskus. Seletuskiri, 60.
- Tallinn, K., 1977. Aruanne Aseri savimaardla ja liivlahjendaja uuringute kohta drenaažtorude ja telliste tootmiseks. EGF 3462.
- Tallinn, K., Jõgi, T., 1970. Aruanne geoloogilistest uuringutöödest Kunda kambriumisavi maardla mereäärsel osal 1969. a (vene keeles). Tallinn, EGF 3140.
- Talpas, A., Kask, J., Väling, P., Mardla, A., Sakson, M., Genno, E., 1994. Balti mere šelfiala geoloogiline kaardistamine lehtedel O-34-VI, O-34-XII, O-35-I, O-35-II. Tallinn, EGF 4860, 94.
- Talpas, A., Kivisilla, J., Kõrvel, V., Mardla, A., Petersell, V., Popova, L., Rennel, G., Skitiba, A., Tammik, P., Fokin, A., 1989. Soome lahe regionaalne geoloogilis-geofüüsikaline uuring aastail 1986–1989 mõõtkavas 1:200 000, kaardileht O-35-III (vene keeles). Tallinn, EGF 4339.
- Tammekann, A., 1940. The Baltic Glint. Part I. Morphography of the Glint. *Publicationes Instituti Universitatis Tartuensis Geographici*. 24,103.
- Tammekann, A., 1935. Põhja-Eesti paekaldast. *Loodusvaatleja* 1, 2–5.
- Tammekann, A., 1924. Koillis-Viron rannikkomaa. *Eripainos: Suomen Maantietellisen Seuran aikakauskirja*, 2–3, 258–268.
- Thomson, P., 1928. Das geologische Alter des Kunda- und Pernaufunde (vorläufige Mitteilung). *Beiträge zur Kunde Est-, Liv- und Kurlands*, 14, I, 1–11.
- Vallner, L., 1980. Geohüdrodünaamiline liigestus ja Eesti põhjavete bilanss (vene keeles). Rmt.: Vallner, L. (toim.) *Eesti hüdrogeoloogia probleeme*. TA GI, Tallinn, 11–120 (vene keeles).
- Varep, E., Maavara, V., 1984. Eesti maastikud. Eesti Raamat, 184.

- Vasiljev, P., 1961.* Seletuskiri ehitusgeoloogilistest töödest tsemenditehase Punane Kunda tootmisväljakul seoses selle laiendamisega kolmanda tehnoloogilise liini alla (projektülesande koostamiseks) ning vee äravoolukraavi trassil Aru-Lõuna lubjakivikarjääris (vene keeles). Tallinn, EGF 1510.
- Vihmann, A., 1928.* Hydrographische Vorarbeiten für Hafenanlagen an der estländischen Küste. 12, S (2. Baltische hydrologische und hydrometrische Konferenz). Tallinn.
- Viiding, H., 1986.* Suurte rändrahnude kirjeldamise juhend. Abiks loodusvaatlejatele. Tartu.
- Vilbaste, G., 1934.* Kunda ja Toolse jõe küsimusest. Loodusvaatleja 6, 169–174.
- Vilbaste, G., 1938.* Järskranniku moodustisi Põhja-Eestis. Loodusvaatleja 4/5, 114–121.
- Vilbaste, G., 1939.* Põhja-Eesti rannamoodustisi. Tallinn, 1–24.
- Viru, J., 1994.* Lääne-Viru Teedevalitsuse Altpere liivakarjääri jääkvaru arvutus seisuga 01.11.1994.a. EGF 4873.
- Walker, M. J. C., Björck, S., Lowe, J. J., Cwynar, L. C., Johnsen, S., Knudsen, K.-L., Wohlfarth, B., INTIMATE group, 1999.* Isotopic events in the GRIP ice core: a stratotype for the Late Pleistocene. Quaternary Science Reviews, 18, 1143–1150.