

**EESTI GEOLOOGILINE BAASKAART
GEOLOGICAL BASE MAP OF ESTONIA**

6413

JÄRVA-JAANI

SELETUSKIRI

EXPLANATION TO THE MAPS



Eesti Geoloogiakeskus
Geological Survey of Estonia

TALLINN 2017



Eesti Geoloogiakeskus
Geological Survey of Estonia

EESTI GEOLOOGILINE BAASKAART GEOLOGICAL BASE MAP OF ESTONIA

**Mõõtkava 1:50 000
1:50 000 Scale**

**6413
JÄRVA-JAANI**

**SELETUSKIRI
EXPLANATION TO THE MAPS**

Tallinn 2017

Esikaanel: Sopa allikas
Front cover: Sopa spring

Eesti Geoloogiakeskus, 2017
Kadaka tee 82
Tallinn 12618

OÜ EESTI GEOLOOGIAKESKUS

Geoloogilise kaardistamise osakond

Kalle Suuroja

Katrin Kaljuläte

Tiit Mardim

Eriina Morgen

Kuldev Ploom

Maarika Karimova

Tiina Vahtra

Anu Veski

Mikhail Shtokalenko

**BAASKAARDI JÄRVA-JAANI (6413) LEHE GEOLOOGILISE
KAARDIKOMPLEKTI KOOSTAMINE JA DIGITAALSE ANDMEBAASI LOOMINE**

SELETUSKIRI

Tallinn 2017

Annotatsioon

K. Suuroja, K. Kaljuläte, T. Mardim, E. Morgen, K. Ploom, M. Karimova, T. Vahtra, A. Veski, M. Shtokalenko. Eesti geoloogilise baaskaardi Järva-Jaani (6413) leht. Seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus. Geoloogilise kaardistamise osakond, Tallinn, 2017. Tekst 154 lk, 107 fotot, 29 joonist, 1 tekstilisa. (OÜ Eesti Geoloogiakeskuse geoloogiafond, Maa-amet).

Eesti baaskaardi (mõõtkavas 1:50 000) Järva-Jaani (6413) kaardilehe digitaalsete geoloogilis-geofüüsikalise-hüdrogeoloogilise suunitlusega kaartide komplekt on koostatud põhiliselt varasemate keskmise- ja suuremõõtkavaliste geoloogilis-geofüüsikalise-hüdrogeoloogiliste kaartide ja maavarade otsingu- ning uuringutööde andmestiku 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 6 abikaarti: 1) aluspõhja reljeefi, 2) pinnakatte paksuse, 3) geomorfoloogia, 4) raskusjõuvälja anomaaliate, 5) aeromagnetiliste anomaaliate ja 6) maavarade kaart.

Seletuskiri aitab paremini mõista kaartidel kujutatut ning neile lisanduvatest andmebaasidest on võimalik saada ka konkretiseerivat andmestikku. Saamaks paremat ülevaadet aluspõhja kivimitest kaardilehe piirkonnas, on seletuskirja lisas ära toodud Oostriku tugipuuraugu (700) südamikü kirjeldus. Nii kaardid kui seletuskiri on koostatud digitaalseina ning nende aluseks olnud faktiline ja analüütiline materjal on koondatud digitaalsetesse andmebaasidesse.

K. Suuroja, K. Kaljuläte, T. Mardim, E. Morgen, K. Ploom, M. Karimova, T. Vahtra, A. Veski, M. Shtokalenko. The explanatory note to the geological maps of Järva-Jaani (6413) 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 following four principal maps: 1) bedrock geology, 2) Quaternary deposits, 3) hydrogeology, 4) groundwater vulnerability. The other six maps are additional: 1) bedrock relief, 2) thickness of Quaternary deposits, 3) geomorphology, 4) gravity anomalies, 5) aeromagnetic anomalies, 6) mineral resources.

The explanatory note provides additional information for better understanding of the digital maps. Description of the drill core of Oostriku (700) is added as well. All maps and explanatory notes are digitized and the primary data is stored in the data server of the Geological Survey of Estonia.

Märksõnad: geoloogiline kaardistamine, Järva-Jaani, Järvamaa, aluskord, aluspõhi, pinnakate, aluspõhja reljeef, pinnakatte paksus, maavarad, hüdrogeoloogia, põhjavee kaitstus, aeromagnetilised anomaaliad, raskusjõuvälja anomaaliad, puurauk.

SISUKORD

SISSEJUHATUS (K. Suuroja)	6
1. ALUSPÕHI (K. Suuroja)	20
1.1. KRISTALNE ALUSKORD	20
1.2. SETTEKIVIMILINE PEALISKORD	24
1.2.1. Ediacara ladestu	25
1.2.2. Kambriumi ladestu	26
1.2.3. Ordoviitsiumi ladestu	28
1.2.4. Siluri ladestu	44
1.3. ALUSPÕHJA RELJEEFIST JA STRUKTUURIDEST	50
2. PINNAKATE JA PINNAMOOD (K. Ploom)	52
2.1. PLEISTOTSEEN	56
2.2. HOLOTSEEN	64
2.3. PINNAKATTE PAKSUS	67
3. HÜDROGEOLOOGIA JA PÕHJAVEE KAITSTUS (T. Mardim, T. Vahtra)	82
3.1. KVATERNAARI VEEKOMPLEKS	85
3.2. ALUSPÕHJA JA ALUSKORRA VETTANDVAD JA -PIDAVAD KIHID	86
3.3. PÕHJAVEE TARBEVARU JA SELLE KASUTAMINE	88
3.4. PÕHJAVEE RIIKLIK VAATLUSVÕRK JA PÕHJAVEE TASEME MUUTUMINE	89
3.5. PÕHJAVEE KAITSTUS	90
3.6. PÕHJAVEE KOOSTIS	91
3.7. KARST JA ALLIKAD	92
4. MAAVARAD (K. Kaljuläte)	106
4.1. ALUSPÕHJA MAAVARAD	106
4.2. PINNAKATTE MAAVARAD	110
5. GEOFÜÜSIKALISED VÄLJAD (M. Shtokalenko)	124
KASUTATUD MATERJALID	133
Teksti lisa: TUGIPUURAUUGU 700 (OOSTRIKU) SÜDAMIKU GEOLOOGILINE KIRJELDUS (K. Suuroja)	143

Komplekti kuuluvad kaardid:

1. Aluspõhja geoloogiline (K. Suuroja, M. Karimova; tehn. teostus M. Karimova)
2. Aluspõhja reljeef (K. Suuroja, M. Karimova; tehn. teostus M. Karimova)
3. Pinnakatte geoloogiline (K. Ploom; tehn. teostus K. Ploom, K. Kaljuläte)
4. Pinnakatte paksus (K. Ploom; tehn. teostus K. Ploom, K. Kaljuläte)
5. Geomorfoloogia (E. Morgen; tehn. teostus K. Kaljuläte)
6. Hüdrogeoloogia (T. Mardim, T. Vahtra; tehn. teostus T. Vahtra)
7. Põhjavee kaitstus (T. Mardim, T. Vahtra; tehn. teostus T. Vahtra)
8. Raskusjõuvälja anomaaliate kaart (M. Shtokalenko; tehn. teostus A. Veski)
9. Aeromagnetiliste anomaaliate kaart (M. Shtokalenko; tehn. teostus A. Veski)
10. Maavarade kaart (K. Kaljuläte)

SISSEJUHATUS

Seletuskiri peaks aitama paremini mõista Eesti Geoloogilise Baaskaardi (mõõtkavas 1:50 000) Järva-Jaani (6413) kaardilehe piirkonda jääva ala geoloogilist ehitust ja tutvustama selle rakenduslikke võimalusi. Kaasnevad andmebaasid peaksid andma lisateavet ka konkreetsete alade kohta. Seletuskirjaga kaasnevasse kaardikomplekti kuuluvad 4 põhikaarti:

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

Põhikaartidele lisanduvad 6 abikaarti:

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

Nii kaardistamisel kui kaartide koostamisel on lähtutud Maa-ameti digitaalsesse andmebaasi viidavate geoloogiliste kaartide koostamise juhendist ([Juhend..., 2015](#)) ja sellega kaasnevaist lisanõudeist. Lühiülevaade konkreetse teemakaardi koostamise metoodikast on toodud konkreetsele kaardilehele pühendatud peatüki sissejuhatavas osas.

Kaartide topograafiliseks aluseks on Lamberti konformses koonilises projektsioonis ellipsoidil GRS-80 (Lambert-Est, lõikeparalleelid 58°00' ja 59°20') mõõtkavas 1:50 000 esitatud Eesti Baaskaart. Koordinaativõrk: L-EST97; 5 km võrk. Kõrgusjooned 10 m intervalliga Balti 1977. a kõrgussüsteemis. Kaardilehe nurgakoordinaadid on: NW 6550 000 ja 600 000; NE 6550 000 ja 625 000; SW 6525 000 ja 600 000; SE 6525 000 ja 625 000. Geoloogilise suunitlusega teabe paremaks esiletoomiseks on aluskaardina kasutatava kaardi topograafilist koormatust mõnevõrra vähendatud.

Kaartide koostamiseks koguti kokku ja sisestati digitaalsesse andmebaasi kogu aluspõhja ja pinnakatte puuraukude kohta käiv olemasolev ja autoritele kättesaadavaks osutunud faktiline materjal. Uuritavat piirkonda kujutavad 1:50 000 mõõtkavalised aluspõhja geoloogilised ja reljeefi kaardid kopeeriti digitaalselt. Saadud töökaardile kanti faktilise materjali andmebaasist kogu aluspõhja reljeefi kohta käiv andmestik ja probleemsetes regioonides ka pinnakatte puuraukude andmestik. Seejärel kontrolliti puuraukude asukoha õigsust. Vastuolude ilmnedes üritati leida moonutuste põhjus ja sisse viia vajalikud parandused. Kui vastuolude põhjust ei õnnestunud tuvastada (puuraugu tegelikku asukohta määrata), siis võeti alati aluseks originaalkaardil kujutatud andmepunkti asukoht. Ettevalmistavate tööde (Faktilise materjali kaardi I etapp) käigus selgitati välja ka piirkonnad, kus uuringuvõrk vajab tihendamist ja ka teised kontrollmarsruutidega lahendamist vajavad probleemid ning alad. Tihendamise- ja kontrollmarsruutide käigus lisandus umbes 1000 vaatluspunkti. Vaatluspunktide koordinaadid määrati GPS-iga ja nende absoluutne kõrgus võeti LIDARi reljeefikaardilt. Pärast tihendamise- ja kontrollmarsruutidega hangitud lisaandmestiku kaartidele kandmist korrigeeriti autorite poolt veelkord uue andmestiku sobivust töökaartidega. Selle tulemusel korrigeeriti ligi 75% avamus- ja samapaksusjoonte kulgu. Kaartide korrigeerimine ja kujundamine tehti programmiga ArcGIS.



0 2 4 8 km

- Aluspõhja puurauk. *Drillhole in crystalline basement*
- Tugipuurauk. *Structural drillhole*

Joonis 1. Järva-Jaani (6413) kaardilehe ülevaatekaart.
 Figure 1. Schematic map of Järva-Jaani (6413) sheet.

ÜLDISELOOMUSTUS

Järva-Jaani (6413) kaardileht on täies ulatuses (625 km²) maismaa-ala. Kaardileht jääb peamiselt Järva maakonda, kirdeosa ja kitsas idaserv kuulub Lääne-Viru maakonda ning killuke kaardilehe kagunurka Jõgeva maakonda. Kaardileht hõlmab Järvamaal Järva-Jaani, Koeru, Koigi, Paide, Kareda, Roosna-Alliku ja Ambla valla; Lääne-Virumaal Rakke, Väike-Maarja ja Tamsalu valla ning Jõgevamaal väikese osa Jõgeva vallast. Loetelu on koostatud enne omavalitsuste haldusreformi reformi lõppu ja seepärast võib see lähiajal oluliselt muutuda.

Põhiosa kaardilehest jääb Pandivere kõrgustiku lõunanõlvale, kus maapinna kõrgus on enamasti tasemel 80–115 m ümp. Kaardilehe kagu-, edela- ja lõunaosa jäävad Kesk-Eesti lavatasandikule, kus madalamad kohad on tasemel 70 m ümp. Lavamaa pinnamoele on iseloomulik nõrgalt lainjas moreentasandik, mida liigestavad liivsavid tasandikud ja kinnikasvanud järvedest moodustunud sood-rabad. Kesk-Eesti lavatasandiku suurim nõgu on Endla nõgu (selle keskosas paiknev samanimeline järv jääb küll kaardialast välja), mille põhjaosa jääb siiski kaardilehele.

Lõheline paene aluspõhi ja õhuke pinnakate soodustavad Pandivere lõunanõlval vete infiltratsiooni. Pandivere kõrgustiku ümbrus on allikaterikkaim ala Eestis. Samuti jääb kaardilehele soid-rabasad, millest tuntuim on Endla soostik (kaardilehel kaguosas). Kaardilehele jääb üle 60 allika, tuntumaid neist Oostriku allikad. Kaardilehel on Kuksema karstihäilus ja Karinu karstiväljadel kevadeti suured veesilmad. Siinsetel aladel on viljarikkad mullad.

Kaardistatud alale jäävad Endla looduskaitseala, Kareda looduskaitseala, Silmsi looduskaitseala, Esna maastikukaitseala, Tudre hoiuala ja Varangu looduskaitseala.

Koeru vald asub kaardilehe kesk- ja kaguosas ja sellest välja jääb vaid valla kitsas lõunaserv. Valla pindala on 237 km² ja elanikke 2112 (seisuga 31.12.16). Koeru vallas asuvad Abaja, Aruküla, Ervita (240 elanikku), Jõeküla, Kalitsa, Kapu, Koidu-Ellavere, Kuusna, Laaneotsa, Liusvere, Merja, Norra, Preedi, Puhmu, Rõhu, Salutaguse, Santovi, Tammiku, Tudre, Udeva, Vahuküla, Valila, Vao (235 elanikku), Visusti, Vuti ja Väinjärve külad.

Koeru vald asub põllustatud ja tihedasti asustatud Kesk-Eesti lainjal moreentasandikul. Koeru kandi mullastiku moodustavad põhiliselt leostunud ja leetunud kamar-karbonaatmullad, mis paiknevad karbonaatsetel pinnakatetel ja sisaldavad rohkelt klibu, rähka ja veeriseid. Kõrgeim koht Koeru vallas on Haagi mägi (106 m ümp). **Väinjärve**, Koeru valla suurima veekogu veepeegel on tasemel 79,3 m ümp.

Koeru valla suurimaks rikkuseks on puhas vesi. Valla kaguosas asub Endla looduskaitseala. Allikatest voolab välja Pandivere kõrgustiku servale tugeva karstumusega aladele sadanud ja pinnasesse imunud vesi, moodustades allikajärvi ja Põltsamaa jõe lisajõgesid ning ojasid. Koeru vallas Norra mõisahoone lähistel asub ka kaardilehe üks tuntumaid allikate piirkondi – **Norra allikad**. Norra allikajärv oli enamalt üheks suurima veeanniga allikatest Eestis. Norra mõisahoone lasi rajada Rootsi vabahärra Göran Johan von Knorring (1657–1726). Mõisahärra valis elupaigaks koha, kus loodus võimaldas mängida veega: laiendada ja süvendada allika veepinda paisuga. Endise Sopa talu maadel asub Eesti sügavaim Sopa allikas (4,8 m). Üheks turistide meelisobjektiks on nn Purskav allikas Endla looduskaitsealal Oostriku jõe ääres.

Tähelepanuväärne on Tudre karstiorg. Veerikkal ajal tekib siinses karstiorus kuni 4 m sügavune, 300 m pikkune ja 100 m laiune järskude nõlvadega karstijärv. Vesi ilmub ja kaob arvukate karstihetrite ja -lohkude kaudu. Ka Puhmu külas on sarnane paari hektari suurune karstijärv.

Koeru alevik (939 elanikku, seisuga 31.12.16.) asub Mäeküla–Kiltsi maantee ja Järva-Jaani–Väinjärve maantee ristumiskoha ümbruses. Alevik kujunes Koeru kiriku ja Koeru kõrts-postijaama juurde 19. sajandi lõpul. Esmakordselt mainitakse Koeru kirikukihelkonda 1282. aastal. Koeru

Maarja-Magdaleena kirik on ehitatud 13. sajandi lõpus ja selle sisseõnnistamine toimus 1288. aastal. Rahva seas sai populaarseks Heinrich Ferdinand Hoffmann, kes oli siin pastoriks aastatel 1846–1891. Tema tegevuse ajal pandi Koerus alus külakoolile. Hoffmanni initsiatiivil anti Koeru kihelkonnas inimestele ka perekonnanimed. Selleks nõutas ta siseministrilt vastavad korraldused. Kirikus tegutseb ka praegu EELK Koeru Maarja-Magdaleena kogudus. Koerus on keskkool, muusikakool, lasteaed, Koeru Noortemaja, Koeru Perekodu, arstikeskus ja raamatukogu. Aleviku territooriumile jääb klassitsistlikus stiilis Aruküla mõis, mis ehitati 18. sajandil ja seal tegutseb 1920. aastast alates kool. Mõisahooned on nii arhitektuuri kui kultuuripärandina võetud riikliku kaitse alla.

Järva-Jaani vald, mille territoorium on 126 km² ja elanikke 1554 (seisuga 1.01.16), jääb kaardilehe põhjaossa. Kaardialal jäävad valla piiresse Järva-Jaani alev (elanikke 1028, seisuga 1.01.16.) ja Karinu, Kuksema, Metstagus, Metsla, Jalalõpe, Kagavere ja Ramma küla.

Järva-Jaani vanim ajalugu ulatub Loppegunde muinaskihelkonna aegadesse. Taani hindamisraamatu järgi oli praeguse Järvamaa alal kolm kihelkonda: Ambla, Järva-Jaani ja Peetri. Osa Koeru alast kuulus Järva-Jaani kihelkonda. Ajaloolise Järva-Jaani kihelkonna alad jagunevad kaasajal Järvamaa ja Lääne-Virumaa vahel. Paikkonna esmamainimine on Läti Henriku kroonikast (1220). Aastatel 1221–1223 ehitasid taanlased siia esimese puukiriku.

Järva-Jaani vallas on palju allikaid ja karstialasid ning tervikuna jääb vald Pandivere veekaitsealale. Vetevõrk on siin hõre, kuid mullad suhteliselt viljakad. Valla territooriumil on kaks tehisjärve: Järva-Jaani ja Karinu tehisjärv. Rohkesti on karstialasid ja ajutisi karstijärvi: Kagavere-Kuksema karstiala, Kuksema suur kurisu, Jalgsesema järv ja karstinähud jne. Kultuuristatud alasid on palju ja metsaga on kaetud veidi üle viiendiku valla territooriumist.

Kareda vald (pindala 92 km²) asub kaardilehe lääneosas, piirnedes põhjast Järva-Jaani, idast Koeru, lõunast Koigi ja Paide vallaga ning läänest Roosna-Alliku vallaga. Kareda küla mainiti esmakordselt 1212. aastal ja Läti Henriku kroonika järgi oli Kareda siis Järvamaa tähtsamaid keskusi. Vallas oli seisuga 1.01.16. 582 elanikku, millega Kareda on Eestis rahvaarvult üks väiksemaid valdu. Valla keskuseks on umbes paarisaja elanikuga Peetri alevik. Siin asuvad lasteaed, põhikool ja EELK Järva-Peetri Püha Peetruse kirik. Müüsleri on vabadussõja mälestusmärk. Vallas on arhailine Kareda küla ja vaatamisväärtus vana raudteeküla – Esna. Turistidele on kindlasti huvipakkuv Kilplaste küla Müüsleri mõisapargis, mille idee aluseks on Fr. R. Kreutzwaldi 1857. aastal tõlgitud kilplaste lood.

Koigi vald (955 elanikku, seisuga 1.01.16.) pindalaga 204,5 km², millesse jäävad mitmed valla põhjaosa külad (Kahala, Keri, Väike-Kareda, Silmsi, Sõrandu küla), jääb kaardilehe edelaossa.

Endla looduskaitseala (pindalaga 10 161 ha) asub Jõgeva, Järva ja Lääne-Viru maakonna kokkupuutealal Põltsamaa jõe keskjooksul. Kaardilehest hõlmab looduskaitseala selle lääne- ja loodeosa. Endla LKA on loodud soode, karstiallike, kaitsealuste liikide ning nende elupaikade säilitamiseks ning kaitseks. Looduskaitseala keskus asub Toomal (jääb antud kaardistusala välja), kuhu rajati juba 1910. a sookaitsejaam ning 1950. a soohüdroloogiajaam, mis töötab tänaseni. Seal on tehtud arvukalt uurimistöid. 1980. a loodi Norra allikate ja Endla soo kaitseala. 1981. a loodi Endla-Oostriku sookaitseala ja 1985. a Endla Riiklik Looduskaitseala. Alates 1997. a on soostik arvatud rahvusvahelise tähtsusega märgalade e nn Ramsari alade hulka. Endla LKA on Euroopa Liidu kaitsealade võrgustikus Natura 2000. Antud kaardilehele jäävad Endla ehk Toodiksaare, Kanamatsi ja Rummallika rabamassiivid. Endla soostik on veesäilitusala ja looduslik puhastusseade Pandivere vetele. Laugasterohkeid rabasid ümbritsevad madal-soo- ja siirdesoometsad, millest suur osa on kraavitatud ja kuivendatud. Endla soostik on elupaigaks enam kui 450 sootaimeliigile, 140 samblaliigile, 160 ämblikuliigile ja 180 linnuliigile. Enam kui 50 aasta jooksul on kogutud maailmas unikaalne soohüdroloogiline andmestik.

Kareda looduskaitseala asub Järva maakonna Kareda vallas Kareda, Ämbra ja Öötla külas; Koigi valla Kahala külas ja Paide valla Suurpalu külas. Looduskaitseala, mis jääb kogu ulatuses Järva-Jaani kaardilehe lääneossa, pindala on 362,8 ha. Looduskaitseala paikneb Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundlikul alal. Loodest piirab kaitseala Esna jõgi, kagust- ja lõunast Peetri peakraav. Kareda LKA rajati 2005. aastal looduse säilitamiseks, kaitsmiseks ja uurimiseks. Seal esineb lubjarikkaid madalsoid, rohunditerikkaid kuusikuid, vanu loodusmetsi, soostuvaid metsi, soolehtmetsi, kaitsealuseid linde ning nende pesitsuspaiku.

Silmsi looduskaitseala (pindala 145,6 ha), mis asub Järvemaal Koeru vallas Valila külas ja jääb tervikuna kaardilehe lõunaossa, on loodud 2005. aastal. Looduskaitseala põhiväärtuseks on liigirikas madal soo – Silmsi soo. Lisaks on seal veel vanu loodusmetsi ja ulatuslik eesti soojumika leiukoht. Silmsi looduskaitseala kattub Natura 2000 alade rahvusvahelise võrgustiku Silmsi soo loodusalaga.

Esna maastikukaitseala (pindala 225 ha), mis paikneb kaardilehe lääneosas Roosna-Alliku ja Kareda vallas Kodasema, Vedruka ja Esna külades, loodi 2006. aastal. Looduskaitsealal paiknevad Esna allikad ja allikajärved, allikasood, Esna park, kaitsealused liigid (kaunis kuldking) ja nende elupaigad (lubjarikkal mullal kuivad niidud, aasrebasesaba ja ürt-punanupuga niidud, liigirikkad madalsood jt). Esna mõisakompleks koos vabakujundusliku pargiga on kaitse all ka kultuurimälestistena.

Tudre hoiuala (pindala 59,8 ha), mis asub kaardilehe keskosas Koeru valla Kalitsa ja Tudre küla maadel, moodustati 2005. aastal. Hoiuala on loodud lubjarikka pinnasega kuivade niitude (käpaliste kasvualade) ning karstijärvede ja -järvikute kui elupaikade kaitseks. Tudre hoiualal on 800 m pikkune nõgu, kuhu koguneb tänu karstilohkudele ja -lehtritele kevadeti ja suurvee ajal vesi. Tudre karstiala on ürglooduse objekt.

Varangu looduskaitseala (pindala 104,2 ha), mis asub kaardilehe kirdeosas Varangu külas, loodi 2005. aastal. Looduskaitseala eesmärk on looduslike elupaikade ja haruldaste taimeliikide (lõhnav käoraamat, väike käöpõll jt) säilitamine ja kaitse. Kaitseala külgneb läänest kaitsealuse Varangu mõisa pargiga (6,6 ha). Varangu mõisa lähedal asuva allikalise ala pikkus on ligi 400 m ja laius kohati üle 100 m ning sellel on üle 30 tõusu- ja langeallika. Varangu allikate lähedal leidub allikalupja.

Kaardilehel on veel kaitsealune Väike-Kareda euroopa lehis, Liigvalla „Orjatamm“, Karinu ohvikivi, Orjakivi, Katkukivi, Varangu mõisa park, Karinu park.

UURITUSEST

Esimene teade kaardilehe alal tehtud geoloogilistest uuringutest on 1843. aastast kui G. Pfeiferi poolt Gornõi Žurnalis avaldatud Liivimaa ja sellega piirnevate kubermangude geognostilises kirjelduses mainitakse ka Koigis nähtud valget brahhiopode sisaldavat lubjakivi, mida autor Weissensteini lubjakiviks nimetab. Eesti geoloogia suurkuju Fr. Schmidt (1855) teeb 1854. aastal Eesti ja Põhja-Liivimaal läbi viidud uuringute alusel põgusalt juttu ka Varangu piirkonnas levivast brahhiopoodi *Pentamerus borealis*'t sisaldavast lubjakivist. Professor F. Roemer (1862) kirjeldab oma Liivi- ja Eestimaale tehtud reisi märkmetes jälle Varangu mõisa paemurrus nähtud valdavalt *Pentamerus borealis* kojapoolmetest koosnevat lubjakivi. Ta arvab, et Saksamaal leitud sarnase koostisega rändkivid võiksid pärineda siitkandist. F. Rosen (1867) kirjeldab oma stromatopore käsitlevas uurimuses 1863. aastal Eestimaal kogutud näidiste põhjal Varangu paemurrust leitud stromatopore (*Stromatopora variolaris*).

I. Reinwald (1932) kirjeldab Eesti marmorilaadsete lubjakivide leiukohti käsitlevas uurimuses ka Karinu paemurru *Pentamerus* lubjakivi. Oma Raikküla lademe lubjakive käsitlevas uurimuses (Rosenstein, 1932) kirjeldab autor ka Karinu paemurrus leiduvaid lubjakive. H. Palmre (1946) uurimuses on vaatluse all Varangu järvekriit ja selle varu. Raikküla ladet Tamsalu ja Paide vahelisel alal uurinud E. Rosenstein (1950) kirjeldab ka Karinu ja Järva-Jaani paemurru lubjakive. 1952. aastal viiakse Geoloogia Instituudi poolt läbi tellisesavi otsingud Väike-Maarja rajoonis (Reiman, 1952). I. Sidorova ja A. Haham (1957) uurivad taas Karinu lubjakivimaardlat. Uuringute käigus, milles käsitleti ehitusmaterjalide maardlaid Eestis (Voolma jt, 1959), antakse ülevaade ka Karinu lubjakivi ja Varangu järvekriidi maardla kohta. H. Saarelaid ja V. Kikas (1961) viivad läbi Koigi dolomiidimaardla detailse geoloogilise uuringu. V. Puura ja R. Vaheri (1962) töös, mis käsitleb aastatel 1960–1961 tehtud polümetallide otsinguid Eestis, käsitletakse ka Oostriku piirkonnas tehtud uuringuid. 1963. aastast pärineb Ü. Heinsalu põhjanev töö karstist Pandivere kõrgustikul. Lisaks Heinsalule (1977, 1978) on Pandivere kõrgustiku karsti uurinud T. Eipre (1981), H. Kink (1993) ja veel paljud teised. A. Krapiva (1974) uurib Väinjärve maaparandusehitise hüdrogeoloogiat.

K. Tallinnalt (1968, 1974, 1989) ilmub mitmeid uuringuid Järva-Jaani ümbruses läbi viidud lubjakivide uuringutest: 1968 – väikese Mg-sisaldusega lubjakivide otsingu- ja eelluuretoode tulemuste kohta Paide rajoonis Järva-Jaani alevi ümbruses aastatel 1965–1966; 1974 – aruanne lubja tootmiseks kõlblike lubjakivide detailsete uuringute tulemuste kohta Võhmata, Metsla, Aavere ja Karinu maardlates aastatel 1971–1973; 1989 – ehituslubjakivi otsingud Rakke tehasele Paide rajoonis Karinu maardlas. K. Vassila (1974) teeb ehitusgeoloogilisi uuringuid Pälsoni sovhoosi Liigvalla-Preedi kalatiikide trassil. K. Tallinn ja T. Lodjak (1978) viivad läbi magneesiumivaeste lubjakivide eeluuringu Karinu karjäärast lõuna pool. V. Shirokov ja R. Perens (1976) uurivad Järva-Jaani asula põhjaveevaru.

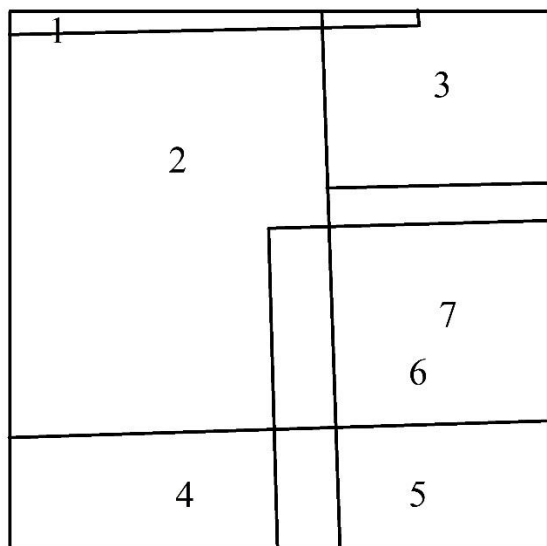
Ulatuslikke geoloogilisi uuringuid kaardilehe alal viidi läbi ka keskmisemõõtkavalise (mõõtkavas 1:200 000) kompleksse geoloogilis-hüdrogeoloogilise kaardistamise käigus lehtedel O-35-VIII Paide (Kala jt, 1967) ja O-35-IX Jõgeva (Kõrvel ja Kõrvel, 1963). B. Sudov jt (1974) poolt läbi viidud uuringu (plii ja tsingi sisalduse hindamine Kesk-Eestis) piirkonda jäi ka Oostriku. 1975. aastasse jääb Varangu järvekriidi leiukoha detailse geoloogilise uuringu aruanne (Laas jt, 1975). V. Nõmmsalu ja G. Eltermanni (1975) maaparanduse eesmärgil Ambla piirkonnas läbi viidud hüdrogeoloogiline ja ehitusgeoloogiline kaardistamine mõõtkavas 1:50 000 hõlmas ka kaardilehe kirdeosa. 1976. aastal ilmus aruanne maaparanduse eesmärgil Uulu-Leina ja Järva-Jaani objektile läbi viidud hüdrogeoloogilisest ja ehitusgeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 (Perens jt, 1976). E. Liiv (1976) uurib Väinjärve vihmatusala ehitusgeoloogiat. L. Vavilin (1978) viib aastatel 1976–1977 läbi katse-metoodilisi töid Oostriku anomaalial maagimaardlate aerootsingute võimaluste uurimiseks metallide kontsentratsiooni määramise teel aerosoolides.

TA Geoloogia Instituut viis 1975. aastal läbi uurimuse Pandivere piirkonna melioratiiv-hüdrogeoloogilise olukorra hindamiseks. A. Einmann (1980) uuris Järva-Jaani väetiseturba karjääri ehitusgeoloogiat. T. Lodjaku (1981, 1982) uuringud käsitlevad Järva-Jaani kaardilehe piirkonnas läbi viidud klaasidolomiitide otsingu- ja revisjonitöid ning linnusöödaks kõlblike lubjakivide otsinguid. O. Morozovi jt (1982) uurimistöös, mis käsitles põlevkivide otsinguid ja nende perspektiivsuse hindamist Vene platvormi loodeosas, käigus puuriti kaardilehe põhjaosas mitu Tapa leiukoha põlevkivi avanud puurauku.

A. Bauman jt (1985) ja J. Heinpalu jt (1986) uurisid Pandivere kõrgustiku veeressursside ratsionaalse kasutamise ning kaitse võimalusi. A. Rahu (1988) poolt viidi läbi ehitusgeoloogilised uuringud Koeru sovhoosi Kalitsa maaparandusobjektile. R. Ramst jt (1987) viisid läbi järvekriidi eeluuringu Varangu leiukohas. A. Brutus (1990) teeb ehituskivi otsingulis-hinnangulisi töid Järva

maakonna lõunaosas. V. I. Metlitskaja ja A. M. Papko (1992) juhtimisel valmisid aastatel 1987–1991 tehtud ülelendude alusel Eesti territooriumi aeromagnetilised kaardid mõõtkavas 1:25 000 ja 1:50 000. H. Kink (1993) tegi kokkuvõtte Pandivere riikliku veekaitseala moodustamisega seotud uurimistöödest. O. Gromovi jt (1995) poolt koostatud Põhja-Eesti keskosa gravimeetriline kaart (mõõtkavas 1:50 000 ja 1:200 000) katab osaliselt ka kaardilehe ala. Samuti katab kaardistatava ala H. Koppelmaa (2002) varasemate tööde põhjal koostatud Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart mõõtkavas 1:400 000. Viimastel aastakümnetel on piirkonna põhjavee kaitse ja uuringutega olnud enim seotud AS Maves (1993, 2001).

Aastail 1995–1999 koostati Pandivere veekaitseala kaitse-eeskiri. S. Korbut ja R. Peikre, (2002) viisid läbi tehnoloogilise dolomiidi otsingud Koigi levilas ning S. Korbut jt (2004) ehitusdolomiidi geoloogilise uuringu Kareda uuringualal. M. Rammo jt (2010) uurivad võimalusi Kareda dolokivimaardla kõrgemargilise ehitusdolokivi aktiivse tarbevaru osaliseks ümberhindamiseks madalamargilise ehitusdolokivi varuks.



- 1) Nõmmsalu jt, 1975 (EGF 3316)
- 2) Perens jt, 1976 (EGF 3391)
- 3) Saadre jt, 1984 (EGF 4068)
- 4) Perens jt, 1983 (EGF 3984)
- 5) Perens jt, 1986 (EGF 4212)
- 6) Perens jt, 1977 (EGF 3464)
- 7) Põldvere jt, 1993 (EGF 4649)

Joonis 2. Töös kasutatud suuremõõtkavalised (1: 50 000) kaardistamise materjalid.

Figure 2. Sources of information (1: 50 000).



Foto 1. Koeru kirik.

Photo 1. Church of Koeru.



Foto 2. Kunagine Koeru kõrts-postijaam.

Photo 2. Old Tavern of Koeru.



Foto 3. Aruküla mõisahoone Koerus.
Photo 3. Aruküla manor house at Koeru.



Foto 4. Vaade Järva-Jaanile.
Photo 4. The view to Järva-Jaani.



Foto 5. Järva-Jaani kirik.
Photo 5. Järva-Jaani Church.



Foto 6. Ervita mõisahoone.
Photo 6. The manor house of Ervita.



Foto 7. Esna jõgi.
Photo 7. Esna River.



Foto 8. Vahujõgi.
Photo 8. River Vahujõgi.



Foto 9. Preedi jõgi Liigvallas.
Photo 9. Preedi River.



Foto 10. Otsamoreen Liigvallas.
Photo 10. A marginal moraine in the Liigvalla village.



Foto 11. Vana lubjaahi Kuusnas.
Photo 11. Ancient lime kiln in Kuusna.



Foto 12. Tudre-Väinjärve oru põhjanõlv.
Photo 12. Northern slope of Tudre-Väinjärve valley.



Foto 13. Hällimäe karjäär Väinjärve orus.

Photo 13. Hällimäe Quarry in the valley of Väinjärve.

1. ALUSPÕHI

Järva-Jaani 6413 kaardilehe suuremõõtkavaline aluspõhja geoloogiline kaart on koostatud põhiliselt varasemate keskmisemõõtkavaliste (Kõrvel ja Kõrvel, 1964; Kala, Eltermann, 1967) ja suuremõõtkavaliste (Perens jt, 1967, 1977, 1983, 1986; Nõmmsalu ja Eltermann, 1975; Saadre jt, 1984; Põldvere jt, 1993) aluspõhja geoloogiliste kaartide ja nendeks vajalike tööde käigus kogutud informatsiooni alusel. Oluline osa on olnud ka põlevkivi (Sizova ja Pehov, 1956; Tshentsov jt, 1968; Morozov jt, 1982; Basanets jt, 1983) ja fosforiidi otsingutööde (Martin, 1988) käigus kogutud geoloogilisel informatsioonil. Olemasolevaid kaarte korrigeeriti pärast nende valmimist lisandunud andmete ja kontrollmarsruutide käigus kogutud informatsiooni põhjal. Tähtis osa, seda eriti mitmesuguste aluspõhja mattunud struktuurilelementide dešifreerimisel, oli LIDARi reljeefikaardil.

Kaardi koostamisel kasutati 308 aluspõhja avava puuraugu andmestikku. Neist puuraukudest 3 avasid ka kristalset aluskorda. Lisaks puuraukudest saadud informatsioonile kasutati ka mõningatest paljanditest (Karinu ja Kareda karjäär, Väinjärve org jne) saadud informatsiooni. Aluspõhja uuritus ala piires on ebaühtlane, parem on see kaardilehe põhja- ja edelaosas ning seda tänu arvukatele paeivi otsingu- ja uuringupuuraukudele (Tallinn, 1968, 1974, 1989; Tallinn ja Lodjak, 1978; Lodjak, 1981, 1982; Korbut ja Peikre, 2002; Korbut jt, 2004).

Litostratigraafiliste üksuste (kihistute) avamusalad on piiritletud enamasti andmepunktide (puurauhud, paljandid) alusel. Tektoonilised rikked on välja eraldatud geoloogiliste kriteeriumide alusel, st rike (murrang) kanti kaardile vaid juhul, kui puurimisega oli kindlaks tehtud rikketsoon või märkimisväärne (üle 5 m) vertikaalne amplituud. Kivimikomplekside litostratigraafiline liigestus põhineb geoloogilise kaardistamise juhendil ([Juhend Eesti geoloogiliseks digitaalkaardistamiseks mõõtkavas 1:50 000, versioon 2.4, 2015](#)).

1.1. KRISTALNE ALUSKORD

Geostruktuurselt jääb kaardistatav ala Ida-Euroopa platvormi loodeossa Vene lava loodepiirile. Aluspõhja ehituses on siin eristatavad kaks struktuurset korrust: alumine – tard- ja moondekivimeist **kristalne aluskord** ja ülemine – **settekivimiline pealiskord**. Pealiskord lasub aluskorral monokliinaalselt.

Kristalne aluskord kaardilehe piires ei avane, vaid selle pealispind laskub ala põhjaosa - 260 meetrilt kuni -320 meetrini amp ala lõunaosas. Kristalse aluskorra pealispind laskub lõuna suunas keskmiselt 2,5 meetrit kilomeetri kohta (joonis 1.1).

Kuna kaardilehe piirkonnas on vaid 3 aluskorda avavat puurauku, siis teavet aluskorra sügavuse kohta on hangitud Eesti kristalse aluskorra kaardilt mõõtkavas 1:400 000 (Koppelmaa, 2002). Kristalse aluskorra geoloogilise ehituse mõistmisel on oluline roll pindalaliste geofüüsikaliste mõõdistamiste (magneto- ja gravimeetria) käigus kogutud informatsioonil (Metlitskaja jt, 1992; Gromov jt, 1995).

Kristalses aluskorras levivate kivimikomplekside piiritlemine põhineb ühelt poolt puursüdamikest võetud ühikutest kivimääratlustel ja teisalt, kivimääratluste põhjal tehtud gravi- ja magnetvälja anomaaliade dešifreerimisel. Joonisel 1.1 toodud kaardipilt põhineb süvakaardistamise andmete põhjal koostatud kristalse aluskorra keskmisemõõtkavalisel kaardil (Koppelmaa, 2002), mida käesoleva töö käigus on mõningal määral üldistatud.

Kaardilehe piiresse jäävas aluskorras on valdavaks Tapa ploki moondekivimid. Kaardilehe äärmisse idaossa ulatuvad Alutaguse kompleksi kivimid ja edelasse Lõuna-Eesti kompleksi kivimid.

Tapa plokk on esindatud amfiboliitide ja biotiit-amfiboolgneissidega, mis kohati võivad ka pürokseeni sisaldada (Foto 1.1.).



Foto 1.1. Ediacara liivakivid-aleuoliidid (ülal) ja kristalse aluskorra Tapa ploki biotiit-amfiboolgneissid (all) puuraugust 700 (Oostriku).

Photo 1.1. Ediacaran sand- and siltstones (above) and weathered gneisses (below) of the Tapa Block in the borehole 700 (Oostriku).

Alutaguse kompleksi kivimeid iseloomustavad migmatiidistunud, alumiiniumirikkaid mineraale (sillimaniit, kordieriit, granaat, vilgud) sisaldavad vilgugneissid ehk alumogneissid. Lõuna-Eesti kompleksi kivimeid iseloomustavad pürokseen- ja amfiboolgneissid, lisaks on kompleksis vähemal määral nii alumo- kui ka päevakivigneisse.

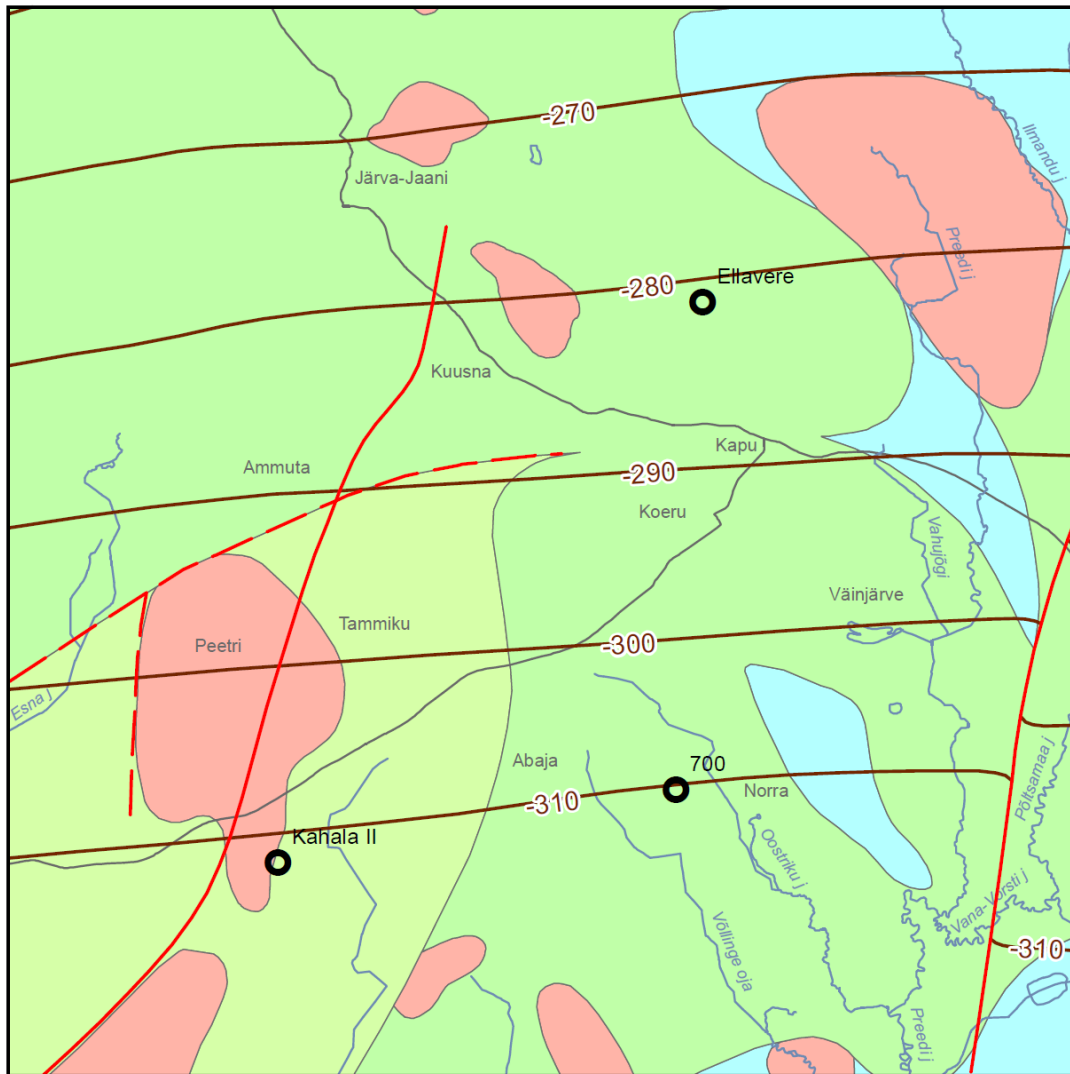
Murenemiskooriku paksus sõltub paljuski kivimite mineraalsest koostisest: graniitide levialal on see reeglipäraselt väiksem ja vilgugneisside (alumogneisside) levialal suurem. Kuid oma osa mängib ka kivimite tektooniline rikutus (lõhelisus). Oostriku puuraugus (700) on murenemiskoorik ligi 44 m paksune.

Tabel 1.1. Järva-Jaani (6413) kaardilehe mõningate kristalse aluskorra kivimite keemiline koostis (kaalu %)

Table 1.1. Chemical composition of the crystalline basement rocks of the Järva-Jaani (6413) mapping area (wt %)

Kivim	GNGG	GRSY PG	GNAB	AM	GRPG	GNPX AM	GNPX AM	GNAB	GNAB	GNAB
Puurauk	700	700	700	700	700	2KH	2KH	E	E	E
Proovi sügavus (m)	415,5	423,0	433,0	440,0	443,5	427,0	519,0	403,6	422,4	425,8
SiO ₂	58,08	61,54	55,20	51,74	80,86	51,18	48,00	65,14	63,04	62,50
TiO ₂	0,56	0,97	0,54	0,95	0,06	1,02	1,00	0,52	0,59	0,63
Al ₂ O ₃	18,33	16,10	15,32	14,23	9,92	15,89	16,89	15,89	16,86	17,27
Fe ₂ O ₃	2,47	3,18	2,56	4,44	0,22	2,50	3,70	1,78	2,47	2,02
FeO	5,86	2,08	5,21	5,89	1,11	7,64	7,36	2,54	2,70	3,19
MnO	0,15	0,04	0,12	0,18	0,02	0,13	0,15	<0,01	<0,01	<0,01
MgO	2,81	2,51	6,70	7,63	0,57	10,26	10,84	1,91	1,91	2,25
CaO	1,21	1,06	6,45	8,21	1,27	3,88	3,13	4,76	5,07	4,82
Na ₂ O	0,83	1,44	2,77	1,76	2,00	3,40	3,23	3,65	3,40	3,75
K ₂ O	6,00	8,54	2,38	2,05	3,67	2,73	4,27	2,32	2,56	2,37
P ₂ O ₅	0,32	0,03	0,19	0,33	0,04	0,18	0,14	0,16	0,19	0,27
S _{total}	<0,1	0,05	<0,1	0,06	<0,1	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01
L.O.I.	2,07	2,41	2,26	1,81	0,62	0,75	1,23	0,60	0,83	0,58
Summa	98,69	99,95	99,70	99,28	100,36	99,57	99,95	99,29	99,65	99,66
Fe ₂ O ₃ total	8,98	5,49	8,35	10,98	1,45	10,99	11,88	4,60	5,47	5,56

GNGG – granaatgneiss (*garnet gneiss*); GRSY PG – pegmatoidne süenograniiit (*syenogranite pegmatoid*); GNAB – amfibool biitiitgneiss (*amphibole-biotite gneiss*); AM – amfiboliit (*amphibolite*); GRPG – graniit, pegmatoid, (*granite, pegmatoid*); GNPXAM – pürokseengneiss amfibooliga, (*pyroxene gneiss with amphibole*); 2KH – Kahala II; E – Ellavere.



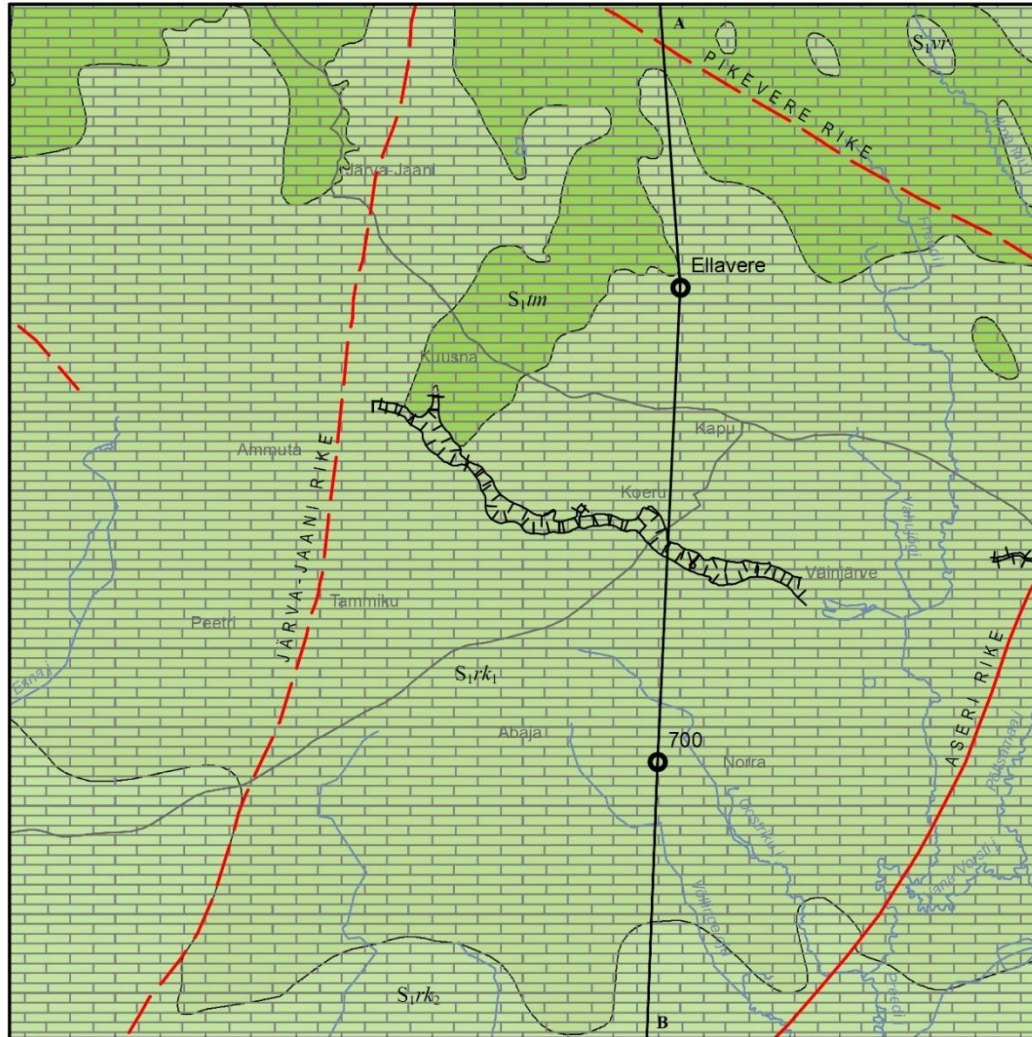
0 1 2 3 4 km

- Aluskorra puurauk. *Drill hole of basement.*
- Kindlakstehtud rike. *Proved fault.*
- - - Oletatav rike. *Presumable fault.*
- Aluskorra reljeef. *Relief of the basement.*
- Amfiboolgneiss ja amfiboliit. *Amphibole gneiss and amphibolite.*
- Graniit. *Granite.*
- Pürokseengneiss. *Pyroxene gneiss.*
- Vilgugneiss. *Mica gneiss.*

Joonis 1.1. Kristalse aluskorra skemaatiline kaart.
Figure 1.1. A schematic map of the crystalline basement.

1.2. SETTEKIVIMILINE PEALISKORD

Neoproterosoilistest ja paleosoilistest kivimeist koosnev sette kivimiline pealiskord lasub suure ajalise lünga (ca 800 mln aastat) ja põiksusega kristasel aluskorral. Pealiskorra paksus suureneb kaardilehe põhjaosa 260 meetrilt kuni 320 meetrini ala lõunaosas. Settekivimilise pealiskorra struktuurid jälgivad valdavalt kristalse aluskorra pealispinna reljeefi. Ala äärmist kaguosa läbib riivamisi ulatuslikum Aseri rikkevöönd. Üle kaardilehe keskosa kulgev Järva-Jaani rike aluskorra struktuure ei mõjuta.



0 1 2 3 4 km

- | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|------------------------------------|
| ○ | Puurauk. Borehole. | — | Kindlakstehtud rike. Proved fault. |
| — | Läbilõikejoon. Cross-section line. | - - - | Oletatav rike. Presumable fault. |
| | Mattunud astang. Buried escarpment. | ▨ | Lubjakivi. Limestone. |

Joonis 1.2. Aluspõhja skemaatiline kaart.
Figure 1.2. A schematic map of bedrock.

1.2.1. Ediacara ladestu

Ediacara ladestu Kotlini lademesse kuuluvate purdkivimite (liivakivid, aleuroliidid, argilliidid) lasund tüseneb kirde suunas ca 50 meetrilt kaardilehe edelaosas kuni 60 meetrini. Ediacara ladestu lasub transgressiivselt kristalse aluskorra murenemiskoorikul. Vendi kivimid kaardilehe piires ei paljandu ja need on avatud 3 puurauguga (Ellavere – Kõrvel jt, 1963; Kahala II – Kala jt, 1967; Oostriku 700 – Põldvere jt, 1993). Kaardilehe piires on Ediacara ladestu esindatud enamasti kahe kihistuga – Gdovi ja Voronka (Foto 1.2.). Neid kihistuid lahutav Kotlini kihistu ei ole ala piires eristatav.



Foto 1.2. Ediacara liivakivid-aleuroliidid puuraugust 700 (Oostriku).

Photo 1.2. Ediacaran sand- and siltstones in the borehole 700 (Oostriku).

Gdovi kihistu (V_{2gd}) koosneb põhiliselt pisi- kuni keskmiseteralisest, nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud liivakivist, milles eri tasemetel (põhiliselt kihistu ülaosas) on kirjuvärvilise (punakaspruun, kollakate ja rohekashallide laikudega) liivakas-savika aleuroliidi vahekihte. Kihistu kirde suunas suurenev paksus on 30–40 m. Gdovi kihistu on esindatud kaardialal Oru ja Uusküla kihistikuga. Kihistu alumisel piiril leviv **Oru kihistik** (V_{2gdO}) kujutab endast valdavalt kuni meetri paksust eriteralisest liivakivist, graveliidist, peenkonglomeraadist või punakaspruunist mikstoliidist koosnevat lasundit. Puursüdamiku järgi otsustades Moldova kihistiku liivakivid alal puuduvad. Gdovi kihistu läbilõikes on valdavaks **Uusküla kihistik**, mille kirde suunas kasvav paksus alal on kuni 35 meetrit. Kihistikus on valdavaks punakaspruun massiivne peliitne aleuroliit, milles esineb helepruuni eriteralise kvarts-päevakivi koostisega liivakivi vahekihtide ja kirjuvärvilise liivakivi-aleuroliidi-aleuriitsavi peenvööline (vööde paksus 1–5 mm) vaheldumine. Kihistiku alaosas on valdavaks eriteraline liivakivi – võimalik, et see tase vastab puuduvale Moldova kihistule.

Voronka kihistu (V_{2vr}), mille koosseisus võib tingimisi välja eraldada Sirgala ja Kannuka kihistiku, paksus alal on 20–25 m. **Sirgala kihistik** (V_{2vrS}) on esindatud põhiliselt pisi- kuni peeneteralise helehalli nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud kvartsliidakiviga, milles on rohkesti punakaspruuni aleuroliidi, kirjuvärvilise aleuriitsavi ja helehalli kvartsliidakivi vahekihte. Kihistu

paksus alal on 25–30 m. **Kannuka kihistik** (V_2vrK) on esindatud üsna ühetaolise 4–5 m paksuse helehalli pisi- kuni peeneteralise kvartsliidivakivi või aleuroliidi lasundiga. Liivakivi on nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud. Kohati on kihistikus aleuroliidi tsementeerivaks aineks valkjäs peliitne kaoliniit.

1.2.2. Kambriumi ladestu

Kambriumi ladestu, mis on avatud 12 puurauguga kaardilehe põhjaosas, on esindatud valdavalt Alam-Kambriumi ladestiku purdkivimitega. Ladestiku paksus on 90–110 m ja paksuste muutustes selgeid suundumisi ei ole. Alam-Kambriumi ladestikus on välja eraldatud kolm kihistut: Lontova (Lontova lade), Dominopoli lademesse jääv Lükati ja Ljubomli ning Vergale lademetesse kuuluv Vaki kihistu. Enamikes läbilõigetel on Vaki kihistu välja eraldatud Tiskre kihistuna (Foto 1.5. ja 1.6.), sest tegemist on sarnase helehalli pisiteralise kvartsliidivakiviga. Vaki ja Tiskre kihistu, mis on välja eraldatud struktuursete konkretsioonide ja mõningaste mineraloogiliste nüansside alusel (Mens ja Pirrus, 1997), eristamine on praktilises töös võimatu.

Lontova kihistu (Ca_1ln), mille mõnevõrra põhja suunas suurenev paksus alal on 55–60 m, moodustab koos sellel lasuva Lükati kihistuga sinisavi lasundi. Lontova kihistu koosneb rohekashallist kuni kirjuvärvilisest (rohekashall, violetsete ja punakaspruunide laikudega) vähesel määral aleuriiti sisaldavast argilliidilaadest savist – sinisavist (Foto 1.3.). Lontova kihistu ülemise piiri määramisel on põhilisteks diagnostilisteks tunnusteks kihistus esinevate foraminifeeri *Platysolenites antiquissimus* jäljendite ja püriidistunud ussikäikude ilmumine. Sämi kihistiku kiltja savi kihtides leidub ka Eesti Kambriumi esimese organismi *Sabellidites cambriensis* jäljendeid. Lontova kihistus on põhiliselt liiva sisalduse alusel välja eraldatud kolm kihistikku (alt üles): Sämi, Mahu ja Kestla ning need on mingil määral jälgitavad ka kaardistatud alal. **Sämi kihistik** (Ca_1lnS), mille paksus alal on 8–14 m, on esindatud valdavalt rohekashalli aleuriitsaviga, milles on eriterise kvartsliidivakivi õhemaid vahekihte. Kuna **Mahu ja Kestla kihistiku** eristamine, mida tehakse liiva ja aleuriidi sisalduse alusel, on küllaltki keerukas ning enamikes puuraukudes, kus südamiküla väljatulek on üsna tagasihoidlik, seda tehtud ei ole, siis enamasti vaadeldakse seda ca 50 m paksust litostratigraafilist üksust koos indeksiga Ca_1lnM-K . Umbes 15 m paksune Mahu kihistik, mis on esindatud vähesel määral aleuriiti ja peenliiva sisaldava sinisaviga, hõlmab ühendkihistiku alaosa.

Lükati kihistu (Ca_1lk), mis kuulub Dominopoli lademesse, moodustab sinisavilasundi ülaosa. Kihistu paksus alal on 12–15 m, kusjuures paksuse muutuste tendents ei ole selgelt avaldunud. Kihistu on esindatud valdavalt rohekashalli aleuriitsaviga (70–80%), milles on glaukoniiti sisaldava aleuroliidi ja pisiterise kvartsliidivakivi vahekihte. Kihistule iseloomulikuks fossiilikuks on foraminifeer *Volborthella tenuis* koonusjad kojad. Kihistu alumisel piiril on sageli õhuke, mõne sentimeetrine fosfaatsete veeristega basaalkonglomeraat.

Vaki kihistu (Ca_1vk), mida siinkohal käsitletakse traditsiooniliselt Vergale ja Ljubomli lademetesse kuuluvana, paksus alal on 17–21 m, kusjuures selgeid muutusi paksustes ei ole välja kujunenud. Vaki kihistu koosneb suhteliselt ühetaolisest helehallist kvartsaleuroliidist (Foto 1.4.; 1.5.; 1.6.). Kihistu alaosas on liivakivis rohekashalli glaukoniiti sisaldava savika aleuroliidi vahekihte.



Foto 1.3. Lontova kihistu aleuriitne savi (sinisavi) puuraugust 700 (Oostriku).
 Photo 1.3. Aleuritic clay (blue clay) in the borehole 700 (Oostriku).



Foto 1.4. Vaki kihistu kvartsliaivakivi puuraugust 700 (Oostriku).
 Photo 1.4. Quartz sandstone of the Vaki Formation in the borehole 700 (Oostriku).

1.2.3. Ordoviitsiumi ladestu

Ordoviitsiumi ladestu, mille mõningal määral lõunasse suurenev paksus alal on 140–180 meetrit, on esindatud põhiliselt karbonaatkivimitega ning ladestu avamus hõlmab kogu kaardilehe.

Alam-Ordoviitsiumi ladestiku koosseisu kuuluva kahe lademe (Pakerordi ja Hunnebergi) piires on alal välja eraldatud kaks kihistut (Kallavere ja Leetse). Ladestiku paksus alal on 0,2–2 m. Väikese paksusega ladestikus esineb detriiti sisaldavat oobolusliivakivi (Kallavere kihistu) ja glaukoniitliivakivi (Leetse kihistu).

Kallavere kihistu (Ca_3-O_1kl) kagust loodesse suurenev paksus alal on nullist (kagus) kuni 1 meetrini loodes. Kallavere kihistu on esindatud enamasti vähesel määral puudulukuliste brahhiopoodide (ooboluste) kojapoolmeid ja nende purdu ning glaukoniiti sisaldava liivakiviga (Foto 1.6.).

Leetse kihistu (O_1lt), mis kuulub Hunnebergi lademesse, levib mõnekümne cm paksuse kihina kogu kaardilehe ulatuses. Kihistu on esindatud hallikasroheline pisi- kuni peenteralise aleuriidika keskmiselt tsementeerunud glaukoniitliivakiviga (Foto 1.5.; 1.6.).

Kesk-Ordoviitsiumi ladestik on alal esindatud karbonaatkivimitega. Ladestiku kuue lademe (Billingeni, Volhovi, Kunda, Aseri, Lasnamäe ja Uhaku) piires on välja eraldatud 6 kihistut (vanemalt nooremale): Toila, Sillaoru, Loobu, Kandle, Vão ja Kõrgekalda. Ladestiku itta suurenev paksus alal on 27–38 m ja see on valdavalt sõltuvuses Kõrgekalda kihistu paksuse suurenemisega.

Toila kihistu (O_2tl), mis kuulub valdavalt Volhovi lademesse (Päite kihistik kuulub Billingeni lademesse), paksus alal on 1,4–3,1 meetrit. Kihistu on esindatud valdavalt kirjuvärvilise (punakaspruuni) glaukoniiti sisaldava lainjalt keskmisekihilise lubjakiviga. Lubjakivi on kohati dolomiidistunud. Kihistus on välja eraldatavad (alt üles): Päite ja Saka kihistik, Telinõmme kihistikku ei ole võimalik piiritleda. **Päite kihistik** (O_2t/P), mis kuulub Billingeni lademesse, on väikese paksusega (ca 20 cm) ning esindatud kirjuvärvilise (valdavalt punakaspruuni) peen- kuni keskmisekristalse glaukoniiti sisaldava lubjakiviga (Foto 1.5.; 1.6.). Kohati võib lubjakivi olla dolomiidistunud. Kihistikus on mitmeid ookerkollaseid kuni pruune katkestuspindu. Päite kihistiku lael levib kogu alal glaukoniiditaiteliste amfora-laadsete süvenditega katkestuspind – püstakkiht.

Sillaoru kihistu (O_2sl) (1–1,5 m) koosneb hallist, keskmiselt kuni tugevalt savikast, õhukeselt kuni keskmiselt lainjaskihilisest ooidlubjakivist. Raudooidid on valdavalt korrapärased ja kuni 1 mm läbimõõduga, kuid leidub ka pseudo-ooide (gõtiidistunud detriiti). Kihistus on 1–3 limoniitse impregnatsiooniga lainjat katkestuspinda, millest üks markeerib selle alumist piiri. Sillaoru kihistu jaguneb kaheks – alumiseks, st Volhovi lademesse kuuluvaks **Pada kihistikuks** (O_2s/P) ja ülemiseks, st Kunda lademesse kuuluvaks Voka kihistikuks. **Voka kihistik** (O_2s/V), mille paksus on 0,3–0,8 m, on savikam ja raudooidide on selles rohkem.

Loobu kihistu (O_2lb) (2,0–7,0 m) kuulub Kunda lademesse. Kihistu eristub raudooidide sisaldavate kihistute (Kandle ja Sillaoru) vahele jääva raudooidide mittesisaldava lainjalt keskmisekihilise lubjakivi lasundina (Foto 1.7.). Loobu kihistu lubjakivi on sageli dolomiidistunud ja kavernoosne. Kihistule, milles on rohkesti peajalgsete (nautiloidide) ujukodade jäljendeid, on iseloomulikud konarjad, fosfaatse impregnatsiooniga katkestuspinnad. Kihistu alumist piiri markeerib enamasti tugev limoniit-fosfaatse impregnatsiooniga katkestuspind.

Kandle kihistusse (O_2kn) (2,0–3,0 m), mille väljaeraldamise kriteeriumiks on raudooidid, kuuluvad nii Kunda lademe Napa kihistik (O_2knN) kui ka Aseri lademe Aseri kihistik (O_2knA). **Napa kihistik** (0–1,0 m) on raudooidide hajusalt ning need on suhteliselt väiksed (< 1 mm). Napa kihistiku, st Kunda lademe lael, on tugev fosfaatne katkestuspind sellele iseloomulike sügavate (kuni 10 cm) uretega. **Aseri kihistik** (2,5–3,0 m) on alal esindatud halli, nõrgalt savika, keskmise- kuni

paksukihilise, pisi- kuni mikrokristalse, detriidika, hajusalt raudoode sisaldava lubjakiviga (Foto 1.8). Kihistiku lael on lainjas fosfaatne katkestuspind.

Väo kihistu ($O_{2v\ddot{a}}$), mis kuulub suures osas Lasnamäe lademesse, paksus alal on 6,5–8,7 m. Kihistu koosneb helehallist, detriitjast kuni detriitsest, pisi- kuni mikrokristalsest, keskmise- kuni paksukihilisest, juusjaid halle merglikelmeid ja stüloliitpindu sisaldavast lubjakivist. Sageli on kihistu lubjakivi, seda eriti selle alaosas, dolomiidistunud ja kavernoosne (Foto 1.9.; 1.10.). Kihistus on arvukalt (üle 20) nõrga fosfaatse impregnatsiooniga lainjaid katkestuspindu. Kõikjal on jälgitavad Väo kihistule iseloomulikud umbes 1 cm läbimõõduga subvertikaalsed tumehallid mudasööjate käigud, mis murenenult muutuvad pruunikaks. Kihistu alumise piiri läheduses ilmuvad valged frankoliitsed ooidid. Kihistu lael on mitmete (3–7) nõrga fosfaatse impregnatsiooniga lainjate katkestuspindade kompleks.

Kõrgekalda kihistu (O_{2kr}), mis kuulub Uhaku lademesse, mõnevõrra kirdesse suurenev paksus alal on 10–14 m. Kõrgekalda kihistu on esindatud hele- kuni rohekashalli nõrgalt savika lubjakiviga, milles on rohkesti roheka mergli hajusapiirilisi vahekihte ja kelmeid, eristub lamamist eelkõige kukersiidi ja rohekate mergli kelmete esinemise poolest (Foto 1.11.). Kihistu alaosa 2–3 meetri ulatuses on Kõrgekalda kihistu lubjakivi 1 sarnane Väo kihistu lubjakiviga, sest sealgi leidub tumehalle dolomiiditaitelisi mudasööjate käike. Ainsaks erinevuseks on see, et kui Kõrgekalda kihistu mergli kelmed on roheka varjundiga, siis Väo kihistu omad on tumehallid.

Ülem-Ordoviitsiumi ladestik on alal esindatud 9 lademega (Kukruse, Haljala, Keila, Oandu, Rakvere, Nabala, Vormsi, Pirgu, Porkuni) ja nende piires on välja eraldatud 13 kihistut (vanemalt nooremale): Viivikonna, Vasavere, Tatruse, Kahula, Vasalemma, Hirmuse, Rägavere, Paekna, Saunja, Kõrgekalda, Moe, Adila, Ärina. Ladestiku avamus hõlmab suurema osa kaardilehest ja selle maksimaalne paksus ulatub ala lõunapiiril 120 meetrini.

Viivikonna kihistu (O_{3vv}) esindab alal Kukruse ladet ja selle lõunasse suurenev paksus on 13–18 m (Saadre ja Suuroja, 1993a,b). Viivikonna kihistu on eelkõige põlevkivi (kukersiiti) sisaldav lasund, kus põlevkivikihid vahelduvad lubjakivi ja mergli ning kerogeense mergli kihtidega. Põlevkivikihtide kogupaksus kihistus on 3,0–4,5 meetrit, kusjuures see suureneb edelast kirdesse (eeskätt Tapa leiukoha põlevkivikihtide I–III arvelt). Alal on Viivikonna kihistus välja eraldatud kolm kihistikku (vanemalt nooremale ehk alt üles): Kiviõli, Maidla ja Peetri. **Kiviõli kihistiku** (O_{3vvK}) kirdesse suurenev paksus alal on 1–2,5 m (Foto 1.11.). Indekseeritud põlevkivikihid A–K kui ka Eesti põlevkivileiukoha tootsa lasundi kihid A–F₂ on raskesti eristatavad ja praktiliselt põlevkivi ei sisalda ning kujutavad endast vaid nõrgalt pruunikat kerogeeni sisaldavat lubjakivi kihte.

Maidla kihistiku (O_{3vvM}) põlevkivikihtidega I–III seonduvad Tapa leiukoha tootsad kihid. Kihistiku suurim paksus (kuni 11 m) seondub kõrvalasuva Väike-Maarja kaardilehega, Järva-Jaani kaardilehel langeb Maidla kihistiku paksus 4 meetrini (Saadre ja Suuroja, 1993a,b). Maidla kihistiku indekseeritud põlevkivikihid L–III ja nende vahekihid on raskesti eristatavad nii nagu ka indekseeritud kihid M, N, O. Viimastele viitavad eelkõige lubjakivi võrkjas (poolmuguljas) tekstuur. Kaardilehel on Tapa leiukoha tootsa kihi ehk III kihi paksus kuni 1 m. III kihi pruunika kerogeense lubjakivikihi lael on markantne fosfaatne sügavate uretega katkestuspind (Foto 1.12.).

Peetri kihistik (O_{3vvP}) levib kogu alal ja selle lõunasse suurenev paksus küünib alal kuni 11 meetrini. Kihistikus on eristatavad indekseeritud põlevkivikihid IV–VIII ja nende vahekihid (Foto 1.12.; 1.13.) (Saadre ja Suuroja, 1993 a,b).

Tatruse kihistu ja **Kahula kihistu Vasavere kihistik**, mis kuuluvad Haljala lademe Idavere alamlademesse (Foto 1.14.), on lasundi suhteliselt väikest paksust (1,8–4,5 m) arvestades ja kivimilisest sarnasusest tulenevalt kujutatud läbilõigetel koos ($O_{3tt-khV}$). **Tatruse kihistu** (O_{3tt}) (0,5–1,5 m) on esindatud enamasti helehalli kuni nõrgalt kreemika, puhta kuni nõrgalt savika, detriidika kuni detriitja, mikro- kuni pisikristalse, lainjalt keskmise- kuni paksukihilise lubjakiviga. Kihistu

alumisel piiril, st Kukruse lademe lael, on kahekordne katkestuspind. **Vasavere kihistikule** (O_3khV) (0,4–2,5 m) on iseloomulik hall nõrgalt savikas pisikristalne detriidikas keskmisekihiline lubjakivi, milles on rohekashalli savika mergli vahekihte, mis sisaldavad ränivetika *Pyritonema* spiikulaid. Kihistus on ka K-bentoniidi (metabentoniidi) vahekihte (Foto 1.14.).

Kahula 1 kihistu (O_3kh_1), mis kuulub Haljala lademe Jõhvi alamlademesse, mõnevõrra põhja suunas suurenev paksus alal on 7–10 m. **Jõhvi alamlademe** lael on kuni 15 cm-ne vulkaanilise tuha kiht – Kinnekulle K-bentoniit (Foto 1.14.). Alamlademe keskosas on valdavaks tugevalt savikas lubjakivi ja mergel, ala- ja ülaosas nõrgalt savikas lubjakivi. Kivim on valdavalt detriitjas või detriidikas. Savikuse alusel on välja eraldatud 3 kihistikku (vanemalt nooremale või alt üles): Aluvere, Pagari ja Madise (Foto 1.15.). **Aluvere kihistikus** (O_3kh_1A ; 1–2 m) on valdavaks helehall, nõrgalt savikas, keskmise- kuni paksukihiline, pisikristalne detriidikas lubjakivi. **Pagari kihistik** (O_3kh_1P ; 4–6 m), mis on alamkihistu savikam osa, koosneb rohekashallist, keskmiselt kuni tugevalt savikast muguljast detriitjast lubjakivist. **Madise kihistik** (O_3kh_1M ; 2–3 m) koosneb helehallist, nõrgalt savikast, mikrokristalsest, õhukese- kuni paksukihilisest lubjakivist, milles on arvukalt roheka, tugevalt kuni keskmiselt savika lubjakivi hajusapiirilisi vahekihte.

Kahula kihistu 2 (O_3kh_2), mille paksus alal on 12–14 m, kuulub Keila lademesse (Foto 1.16.; 1.17.). Kihistus on valdavaks hall, detriitjas kuni detriitne, nõrgalt kuni tugevalt savikas pisikristalne pool- kuni täismuguljas lubjakivi rohekashalli lubimergli hajusapiiriliste vahekihtidega.

Hirmuse kihistu (O_3hr) mis kuulub Oandu lademesse, on alal esindatud valdavalt rohekashalli lubimergli lasundiga, milles on tasemeti (eriti ülal ja all) savika detriitja lubjakivi vahekihte ja mugulaid. Kihistu suuremad paksused (kuni 1 m) on seotud kaardilehe põhjaosaga, ala lõunaosas kihistu puudub ja selle asemel on tugeva püriitse impregnatsiooniga katkestuspind (Foto 1.17.). Kihistu alumisel piiril on tavapäraselt üks kuni kolm tugeva püriitse impregnatsiooni ja sügavate uuretega katkestuspinda.

Rägavere kihistu (O_3rg), mis kuulub valdavalt Rakvere lademesse, enamasti põhja suunas suurenev paksus alal on 13–21 m. Rägavere kihistu eristub savikamate lubakivide (all Hirmuse ja peal Paekna kihistu) vahel oleva mikro- kuni peitkristalsete lubakivide lasundina. Alal on kihistus eristatud kolme kihistikku (alt üles): Tõrremäe, Piilse ja Tudu. **Tõrremäe kihistiku** (O_3rgTr) paksus on 0,3–0,8 m ja see on esindatud mikrokristalse keskmiselt lainjaskihilise detriitja lubjakiviga, milles on mitmeid püriitseid katkestuspindu (Foto 1.18.). **Piilse kihistiku** (O_3rgP) paksus alal on 5–9 m ja see on esindatud püriidikirjalise, lainjalt keskmisekihilise, peit- kuni mikrokristalse lubjakiviga. Püriidikirjad on hajusad ja intervalli alaosas on neid veelgi harvemalt. Kihistiku lael on enamike puuraukude läbilõigetes püriitne katkestuspind. **Tudu kihistiku** (O_3rgT) paksus alal on 5–11 m ja see on esindatud hele- kuni kollakashalli mikrokristalse lubjakiviga, milles on pruunikashalli lubimergli kelmeid ja mitmeid püriitseid katkestuspindu (Foto 1.19.). Kihistiku ülaosas on üks kuni kolm ca 1 cm paksust kukersiidi või kukersiitse mergli vahekihti.

Paekna kihistu (O_3pk), mis moodustab Nabala lademe alaosa, paksus alal on 10–17 m, keskmiselt 12 m. Kihistu on esindatud valdavalt rohekashalli nõrgalt savika keskmiselt lainjaskihilise kuni poolmugulja pisikristalse detriitja lubjakiviga, milles esineb rohekashalli mergli lainjalt hajusaid vahekihte (Foto 1.20.). Kihistu alaosas 3–5 m ulatuses on lubjakivi valdavalt mikrokristalne – nn Nabala lademe Tudu kihistik. Sellest tulenevalt ongi Paekna kihistu ja Rägavere kihistu piiritlemine üsnagi problemaatiline ning põhiliseks kriteeriumiks on siin pruunikate mergli vahekihtide ilmumine Tudu kihistikus.

Saunja kihistu (O_3sn), mis moodustab Nabala lademe ülaosa, paksus alal on 11–22 m. Kihistu on esindatud valdavalt hele- kuni sinkjashalli, kohati kas kollaka või pruunika varjundiga, peit- kuni mikrokristalse keskmise kuni paksukihilise lubjakiviga. Tasemeti on lubjakivi püriidikirjaline, st selles

on peeni sinkjaid püriidistunud laike. Saunja peitkristalsele lubjakivile on iseloomulik karplik kuni poolkarplik murre (Foto 1.21.).

Kõrgessaare kihistu (O_3kr), mis kuulub Vormsi lademesse, paksus on 6–10 m ja üldjoontes suurenevad paksused kirdesse. Kuigi Vormsi lade on välja eraldatud Kõrgessaare kihistuna, on tegelikult tegemist alaga, kus Vormsi lademe Kõrgessaare kihistu nõrgalt savikas lubjakivi asendub **Tudulinna kihistu** tugevalt savika lubjakivi ja lubimergliga (Foto 1.22.; 1.24.). Tudulinna kihistus on valdavaks hall kuni rohekashall detriitjas lubimergel (u 60%) helehalli pisikristalse puhta kuni nõrgalt savika detriitja lubjakivi hajusapiiriliste läätsjate mugulate ja lainjate kihtidega.

Moe kihistu (O_3mo), mis moodustab kaardilehel 41–48 m paksuse Pirgu lademe alaosa, paksus on 26–46 m. Kihistu on esindatud helehalli kuni kergelt kreemika, keskmiselt kuni paksult lainjaskihilise kuni peenmugulja peendetriitja mikro- kuni pisikristalse lubjakiviga (Foto 1.25.). Lubjakivikihte eraldavad tumehalli lubimergli lainjalt-läätsjad konarpindsed kihid. Tasemeti on lubjakivi vetika *Dasyoporella* torujaid fragmente. Ligikaudu kihistu keskosas on ca 20 cm-ne helerohekashalli mikrokihilise K-bentoniidi kiht (Foto 1.23.). Ala lõunaosas eristub Moe kihistikust suurema savikusega **Halliku kihistik**, milles vahelduvad lainjaskihilis-poolmuguljalt lubimergel ja nõrgalt savikas lubjakivi, selle paksus alal on kuni 9 meetrit (Foto 1.26.).

Adila kihistu (O_3ad), mis moodustab Pirgu lademe ülaosa, paksus alal on 11–19 m. Kihistu on esindatud enamasti halli nõrgalt savika, valdavalt peenelt lainjaskihilise kuni mugulja detriitse pisikristalse lubjakiviga (Foto 1.25.; 1.27.).

Ärina kihistu ($O_3är$), mis esindab alal Porkuni ladet (Fotod 1.27.; 1.28.; 1.29.), paksus alal on 6–8 m. Kihistu piires on välja eraldatud neli kihistikku (alt üles): Rõa, Vohilau, Siuge, Kamariku. **Rõa kihistiku** ($O_3ärR$), mille paksus on 1–1,5 m, puhul on tegu Pirgu lademe Adila kihistu dolomiidistunud lubjakiviga, millest kumavad läbi algse kivimi tekstuudid (Foto 1.27.). **Vohilau kihistiku** ($O_3ärV$; 1–3 m) puhul on tegu rifi-kehade vahelise detriitlubjakivi lasundiga ja alal on see esindatud enamasti detriitse lubjakiviga (Foto 1.28.). **Siuge kihistikule** ($O_3ärS$; 1–2 m) on iseloomulik pisikristalse lubjakivi lainjalt õhukese- kuni keskmisekihiline vaheldumine nõrgalt kerogeense (pruunikashalli) lubimergliga (Foto 1.29.). **Kamariku kihistik** ($O_3ärK$; 1–2 m) on esindatud helehalli liivakas-aleuriitse lubjakiviga (Fotod 1.29.).



Foto 1.5. Toila kihistu kirjuvärviline lubjakivi (ülal) ja Vaki kihistu kvartsliidakivi (all) puuraugust 38 (Oostriku).

Photo 1.5. Limestones of the Toila Formation (above) and quartzose sandstone of the Vaki Formation (below) in the borehole 38 (Oostriku).



Foto 1.6. Toila kihistu kirjuvärviline lubjakivi, Leetse kihistu glaukoniitliidakivi (ülal) ja Vaki kihistu kvartsliidakivi (all) puuraugust 37 (Oostriku).

Photo 1.6. Limestones of the Toila Formation, glauconite sandstone of the Leetse Formation (above) and quartzose sandstone of the Vaki Formation (below) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.7. Loobu kihistu lubjakivi puuraugust 37 (Oostriku).
 Photo 1.7. Limestones of the Loobu Formation in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.8. Kandle kihistu lubjakivi puuraugust 37 (Oostriku).
 Photo 1.8. Limestones of the Kandle Formation in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.9. Dolomiidistunud Vão kihistu lubjakivi puuraugust 37 (Oostriku).

Photo 1.9. Dolomitized limestone of the Vão Formation in the borehole 37 (Oostriku).

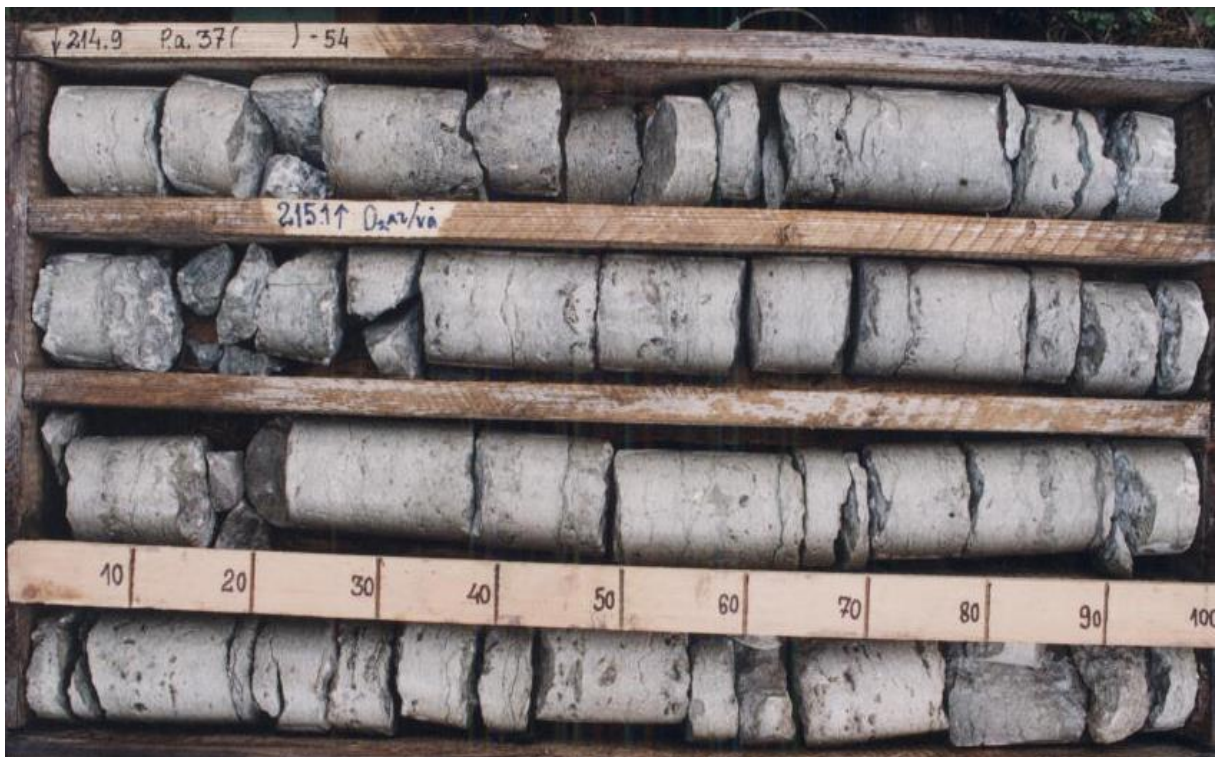


Foto 1.10. Dolomiidistunud Vão (all) ja Kõrgekalda kihistu lubjakivi (ülal) puuraugust 37 (Oostriku).

Photo 1.10. Dolomitized limestones of the Vão (below) and Kõrgekallas Formation (above) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.11. Viivikonna kihistu (ülal) ja Kõrgekalda kihistu lubjakivi (all) puuraugust 37 (Oostriku).
 Photo 1.11. Limestones of the Viivikonna Formation (above) and Kõrgekallas Formation (below) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.12. Viivikonna kihistu. Peetri kihistik (ülal) ja Maidla kihistik (all) puuraugust 37 (Oostriku).
 Photo 1.12. Viivikonna Formation. Peetri Member (above) and Maidla Member (below) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.13. Viivikonna ja Tatruse kihistu. Kihistute vaheline piir (190,9 m) puuraugust 37 (Oostriku).
 Photo 1.13. The boundary between formations (190,9 m) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.14. Tatruse kihistu (all) ja Vasavere kihistik lubjakivi (ülal) puuraugust 37 (Oostriku). Süg. 183,6 m Kinnekulle K-bentoniit.
 Photo 1.14. Limestones of the Tatruse Formation (below) and Vasavere Member in the borehole 37 (Oostriku). In the depth 183,6 m Kinnekulle K-bentonite.



Foto 1.15. Kahula kihistu (Jõhvi alamlade) savikas lubjakivi puuraugust 37 (Oostriku).

Photo 1.15. Clayey limestone of the Kahula Formation (Jõhvi Substage) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.16. Keila lademe savikas lubjakivi. Süg. 177,8 m K-bentoniidi kiht Keila ja Haljala lademe (Jõhvi alamlademe) piiril puuraugust 37 (Oostriku).

Photo 1.16. Clayey limestone of the Keila Stage. In the 177,8 m K-bentonite layer on the boundary of the Keila and Haljala Stage (Jõhvi Substage) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.17. Kahula kihistu (Keila lademe) savikas lubjakivi puuraugust 37 (Oostriku). Süg. 164,1 m püriitne katkestuspind Keila ja Rakvere lademe piirilt.

Photo 1.17. Clayey limestone of the Kahula Formation (Keila Stage) in the borehole 37 (Oostriku). In the depth 164,1 m pyrite impregnated discontinuity surface on the limit of the Keila and Rakvere stages.



Foto 1.18. Rägavere kihistu (Rakvere lade) peitkristalne lubjakivi puuraugust 37 (Oostriku).

Photo 1.18. Cryptocrystalline limestone of the Rägavere Formation (Rakvere Stage) in the borehole 37 (Oostriku).

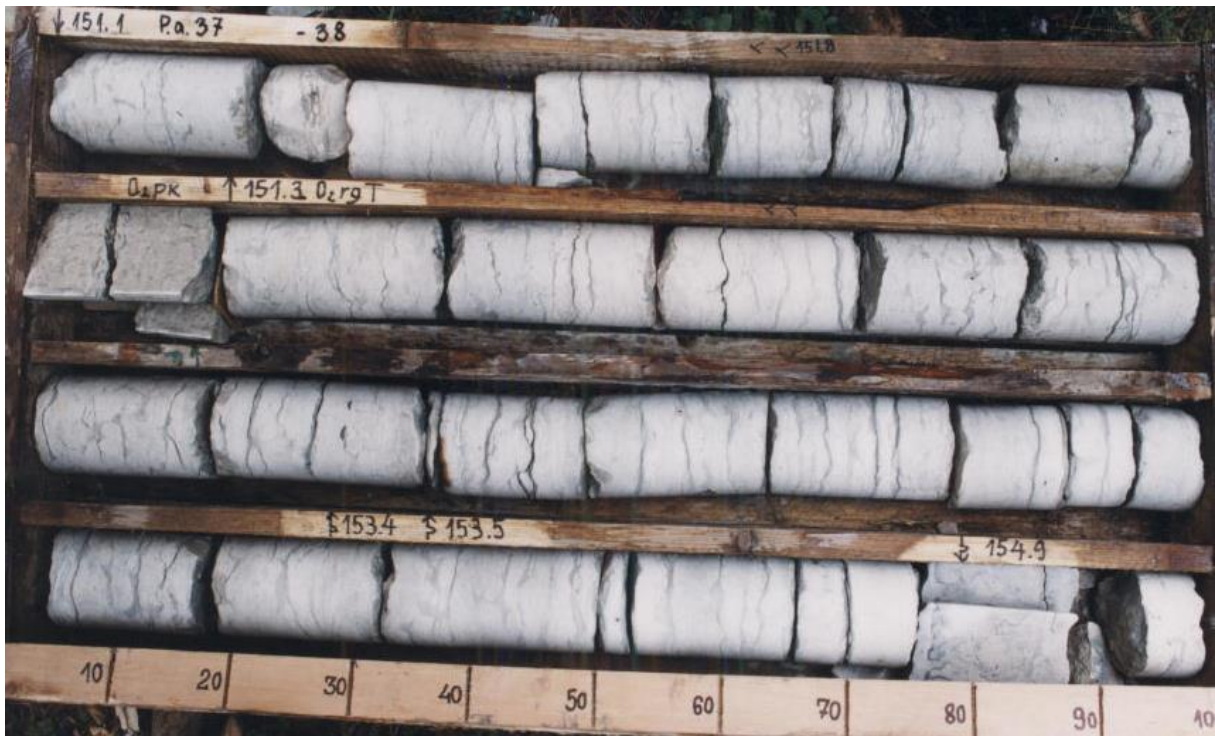


Foto 1.19. Rägavere kihistu (Rakvere lade) Tudu kihistiku peitkristalne lubjakivi puuraugust 37 (Oostriku).

Photo 1.19. Cryptocrystalline limestone of the Rägavere Formation (Rakvere Stage) Tudu Member in the borehole 37 (Oostriku).

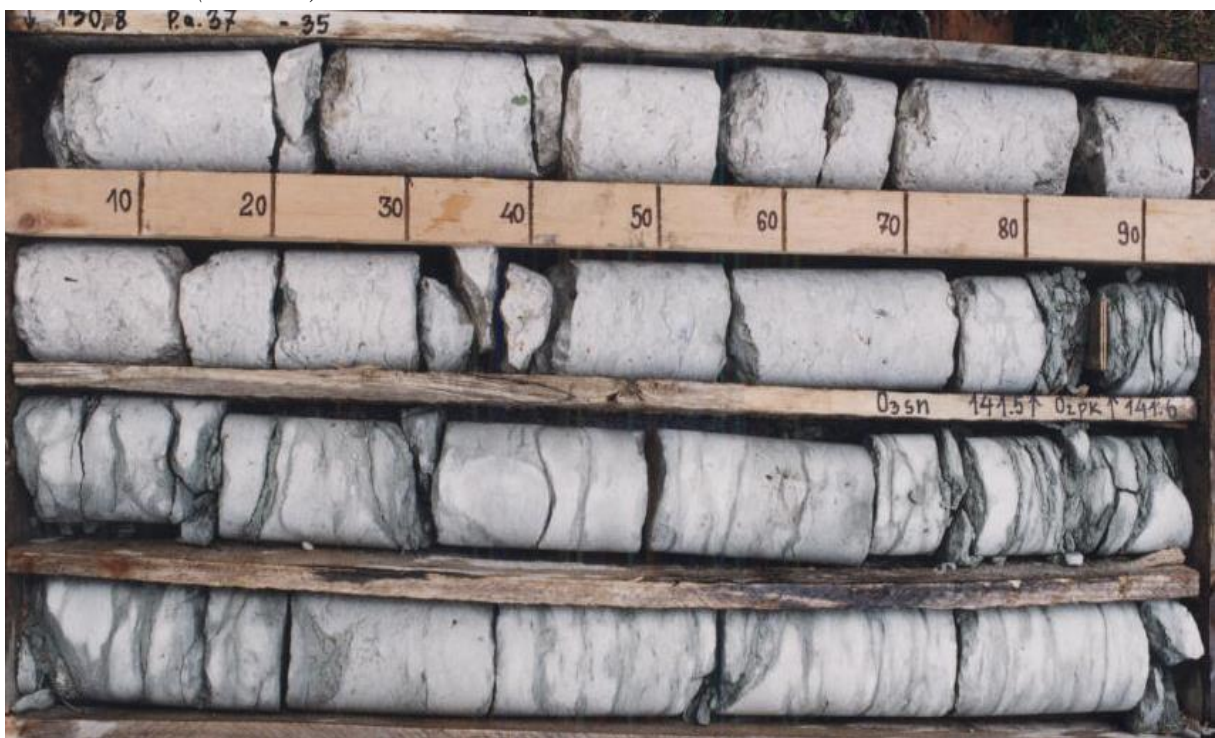


Foto 1.20. Saunja kihistu (Nabala lade) peitkristalne lubjakivi (ülal) ja Paekna kihistu savikas lubjakivi puuraugus 37 (Oostriku).

Photo 1.20. Cryptocrystalline limestone of the Saunja Formation (Nabala Stage) and clayey limestone of the Paekna Formation in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.21. Kõrgessaare (Vormsi lade) lubjakivi (ülal) ja Saunja kihistu (Nabala lade) peitkristalne lubjakivi (all) puuraugus 37 (Oostriku).

Photo 1.21. Cryptocrystalline limestone of the Kõrgessaare Formation (Vormsi Stage) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.22. Tudulinna kihistu (Vormsi lade) savikas lubjakivi (ülal) ja Kõrgessaare kihistu lubjakivi (allpool 135,3 m) puuraugus 37 (Oostriku).

Photo 1.22. Clayey limestone of the Tudulinna Formation (Vormsi Stage) (above) and limestone of the Kõrgessaare Formation (below 135,3 m) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.23. K-bentoniit (104,4 m) Moe kihistu (Pirgu lade) lubjakivis puuraugus 37 (Oostriku).
 Photo 1.23. K-bentonite (104,4 m) in the limestone of the Moe Formation (Pirgu Stage) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.24. Tudulinna kihistu (Vormsi lade) lubimergel savika lubjakivi mugulatega puuraugus 37 (Oostriku).
 Photo 1.24. Limy marl with nodules of clayey limestone of the Tudulinna Formation (Vormsi Stage) in the borehole 37 (Oostriku).

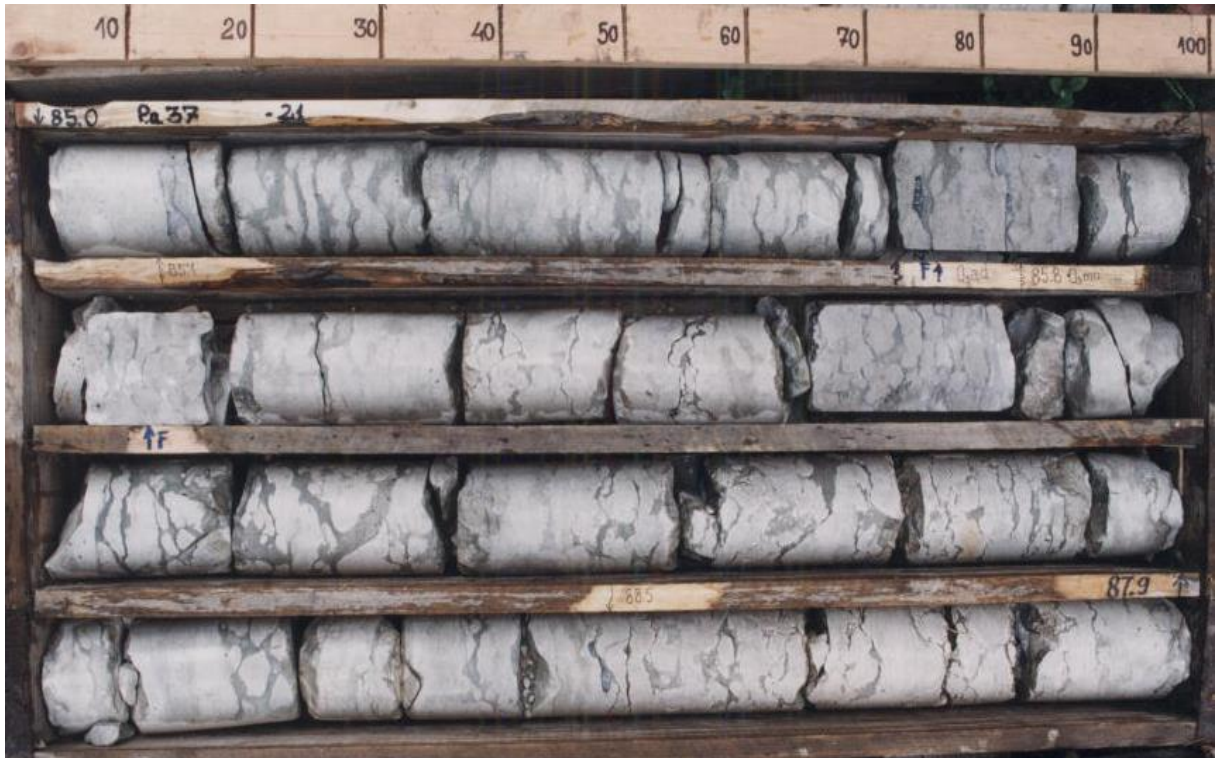


Foto 1.25. Moe kihistu (Pirgu lade) mikrokristalne lubjakivi ja Adila kihistu lubjakivi (ülalpool 85,8 m) puuraugus 37 (Oostriku).

Photo 1.25. Microcrystalline limestone of the Moe Formation (Pirgu Stage) and limestone of the Adila Formation (above 85,8 m) in the borehole 37 (Oostriku).

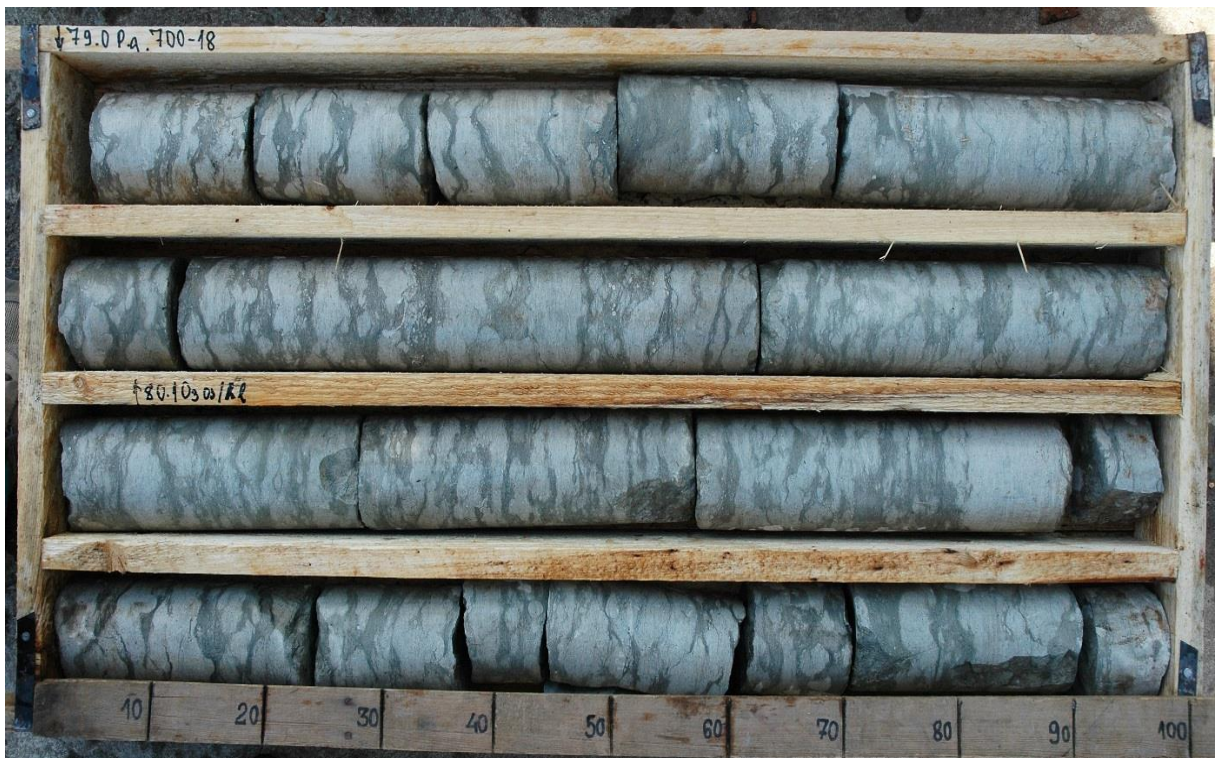


Foto 1.26. Halliku kihistu (Pirgu lade) savikas lubjakivi puuraugus 37 (Oostriku).

Photo 1.26. Clayey limestone of the Halliku Formation (Pirgu Stage) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.27. Ärina kihistu Rõa kihistiku (Porkuni lade) dolomiidistunud lubjakivi (67,1 m ülalpool) ja Adila kihistu (Pirgu lade) lubjakivi mergli vahekihtidega puuraugus 37 (Oostriku).

Photo 1.27. Dolomitized limestone of the Ärina Formation Rõa Member (Porkuni Stage) and limestone of the Adila Formation (Pirgu Stage) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.28. Ärina kihistu Vohilaid kihistiku (Porkuni lade) detriitne lubjakivi (62,3–65,5 m) puuraugus 37 (Oostriku) läbilõikes.

Photo 1.28. Detritic limestone of the Ärina Formation (Porkuni Stage) Vohilaid Member (62,3–65,5 m) in the borehole 37 (Oostriku).

1.2.4. Siluri ladestu

Siluri ladestu, mis on esindatud Llandovery ladestikuga, avamus hõlmab kogu kaardilehe ja selle paksus kaardilehe lõunapiiril on kuni 75 m.

Varbola kihistu (S_{1vr}), mis levib Juuru lademe alaosas, avaneb väikeste laikudena kaardilehe kirdeosas. Kihistu paksus alal on 9–15 m, see on esindatud lainjalt keskmise- kuni õhukesekihilise detriit-biomorfse lubjakiviga, milles on roheka mergli vahekihte (Fotod 1.30.). Kihistu alumisel piiril on ca 1 m paksune **Koigi kihistik** (S_{1vrK}), mis on esindatud helehalli lainjalt õhukesekihilise peitkristalse lubjakiviga (Fotod 1.29.), milles rohakashalli savimergli lainjalt-katkendlikud õhukesed vahekihid.

Tamsalu kihistu (S_{1tm}), mis levib Juuru lademe ülaosas, avamus jääb kaardilehe äärmisse põhjaossa ja Karinu ning Kuusna ümbrusse. Tamsalu kihistu on esindatud Tammiku kihistikuga ja selle paksus alal on 10–14 meetrit. **Tammiku kihistik** (S_{1tmT}) on esindatud hele- kuni kollakashalli brahhiopoodi *Borealis borealis* kodadest ja nende fragmentidest koosneva karplubjakiviga (ingl *coquina*) (Foto 1.31.) Tamsalu karplubjakivis on vähemal määral stromatopore ja veelgi harvem koralle (tabulaate).

Raikküla kihistu (S_{1rk}), mis levib Juuru lademe ülaosas, hõlmab samanimelise lademe ning selle levila valdava osa kaardilehest. Kasutusel oleva juhendi järgi ([Juhend..., 2015](#)) on Raikküla lademes välja eraldatud kaks alamkihistut (kivimikompleksi) Alam-Raikküla (S_{1rk_1}) ja Ülem-Raikküla (S_{1rk_2}). Nõnda määratud Raikküla kihistu paksus ala lõunapiiril küündib 50 ja enamgi meetrini. **Alam-Raikküla alamkihistule** vastavad Nurmekunna kihistu levialal Järva-Jaani ja Vändra kihid. Selle kivimkompleksi täielik paksus ala lõunaosas ulatub 35 meetrini. Neist Järva-Jaani kihid (Foto 1.32.) on esindatud valdavalt vöödilise lubjakiviga (Foto 1.32.), milles vahelduvad 1–3 cm halli lubimergli lainjalt-läätsjad kihid helehalli peitkristalse savika lubjakivi konarpindselt poolmugulate kihtidega. Lasundi paksus jääb 15 m piirimaile. Vändra kihistu (Foto 1.33.), mille paksus alal jääb 10 m piirimaile, on esindatud helehalli mikriitse ja tumehalli mikrokihilise teralis-detriitse dolomiidiga. **Ülem-Raikküla alamkihistule** (S_{1rk_2}) vastavad Nurmekunna kihistu levialal Jõgeva, Imavere ja Mõhküla kihid. Lasundi täispaksus ala äärmises lõunaosas on kuni 20 meetrit.



Foto 1.29. Varbola kihistu Koigi kihistiku (Juuru lade) peitkristalne lubjakivi (58,9–60,1 m), Ärina kihistu Kamariku kihistiku (Porkuni lade) liivakas lubjakivi (60,1–61,2 m) ja Siuge kihistiku lubjakivi (allpool 61,2 m) puuraugu 37 (Oostriku) läbilõikes.

Photo 1.29. Cryptocrystalline limestone of the Varbola Formation (Juuru Stage) Koigi Member (58,9–60,1 m) and sandy limestone of the Ärina Formation (Porkuni Stage) Kamariku Member (60,1–61,2 m), and limestone of the Siuge Member Ärina Formation (below 61,2 m) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.30. Varbola kihistu (Juuru lade) puuraugu 700 (Oostriku) läbilõikes.

Photo 1.30. Varbola Formation (Juuru Stage) in the borehole 700 (Oostriku).



Foto 1.31. Tamsalu kihistu Tammiku kihistiku (Juuru lade) karplubjakivi ja Varbola kihistu lubjakivi (allpool 43,3 m) puuraugu 37 (Oostriku) läbilõikes.

Photo 1.31. Coquina of the Tamsalu Formation Tammiku Member (Juuru Stage) and limestone of the Varbola Formation (below 43,3 m) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.32. Raikküla kihistu (Raikküla lade) vööline dolomiit puuraugu 37 (Oostriku) läbilõikes.

Photo 1.32. Banded dolomite of the Raikküla Formation (Raikküla Stage) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.33. Raikküla kihistu (Raikküla lade) teraline dolomiit puuraugu 37 (Oostriku) läbilõikes.

Photo 1.33. Grained dolomite of the Raikküla Formation (Raikküla Stage) in the borehole 37 (Oostriku).



Foto 1.34. Tamsalu karplubjakivi Karinu karjääris.

Photo 1.34. Coquina of Tamsalu in the Karinu Quarry.



Foto 1.35. Tamsalu karplubjakivi stromatopooridega Karinu karjääris.
Photo 1.35. Coquina of Tamsalu with stromatopools in the Karinu Quarry.



Foto 1.36. Tamsalu karplubjakivi (vasakul) ja Karinu mikrokristalne lubjakivi (paremal) Karinu karjääris.
Photo 1.36. Conquina of Tamsalu (left) and microcrystalline limestone of the Karinu (right) from the Karinu Quarry.



Foto 1.37. Raikküla kihistu dolokivi Kareda karjääris.

Photo 1.37. Dolomite of the Raikküla Formation in the Kareda Quarry.



Foto 1.38 Raikküla kihistu primaarne dolomiit Kareda karjääris.

Photo 1.38. Primary dolomite of the Raikküla Formation in the Kareda

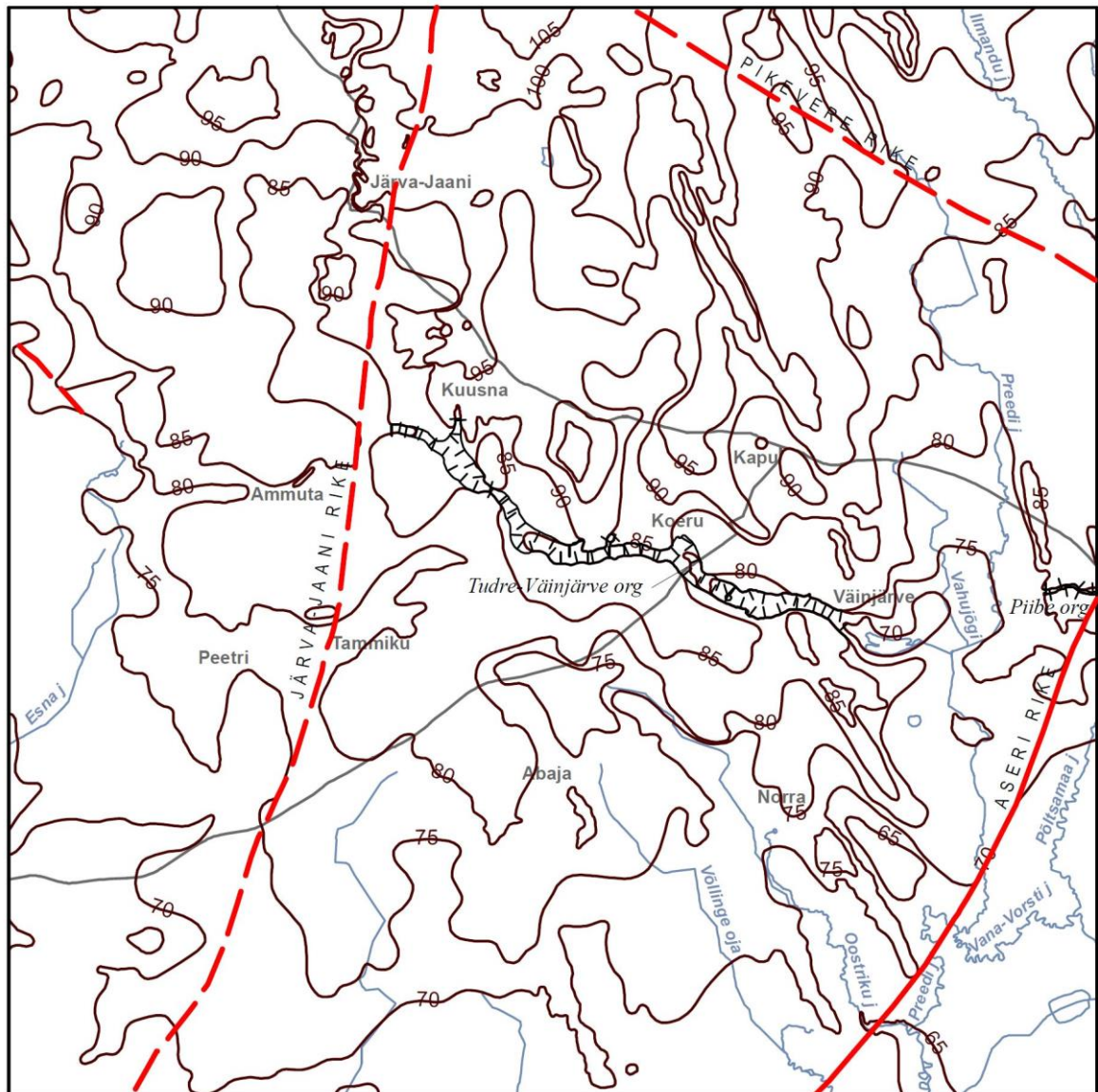
Quarry.

1.3. ALUSPÕHJA RELJEEFIST JA STRUKTUURIDEST

Kaardileht hõlmab enamasti Pandivere kõrgustikust läände jääva ala tasemetel 65–105 m ümp. Paeplatoo tõuseb ca 75 meetrilt Järva-Jaani–Kuusna–Koeru joonelt põhja poole jääva piirkonna 90–105 meetrini. Üle kaardilehe keskosa kulgeb loode–idasuunaliselt aluspõhja paekividesse 10–15 m sügavuselt lõikunud 200–500 m laiune **Tudre-Väinjärve org**. Org lõikub aluspõhja kivimitesse Salutaguse küla piirkonnas u 85 m ümp tasemel ja selle väljavool on u 12 km ida pool Väinjärve piirkonnas u 65 m ümp tasemel. Mingil määral selle orusüsteemi jätkuks võib lugeda kaardilehe äärmises idaosas kulgevat kitsukest (u 50 m) kuni 5 m sügavust aluspõhjalist **Piibe orgu**.

Kaardilehe idaosas kulgevad enam-vähem loode–kagusuunaliselt (asimuudiga 150–155°) kuni 15 m kõrgused ja 3–5 km pikkused ning 0,5 km laiused voorekujulised liustiku aluspõhjalised kulutusvormid (Ramma, Metsla, Pikevere, Lahu, Ervita, Norra). Kaardilehe lääneosas (oletatavast Järva-Jaani rikkest lääne pool) saab liustiku poolt kujundatud vooretaoliselt välja venitatud kulutuskuhjevormide prevaleerivaks asimuudiks u 190°. Esialgu on need vormid üsna ebamäärased ja oma tavapärase vormi omandavad alles kõrvalasuva Paide kaardilehe piirkonnas ulatusliku Epu-Kakerdi soostiku alal. Ala keskosas Koeru, Kapu, Laaneotsa ja Visusti piirkonnas kerkib aluspõhi kuppeljalt 95–100 m ümp tasemele.

Üle kaardiala kagunurga kulgeb nii pealis- kui aluskorra struktuurides hästi jälgitav **Aseri rike**. Üle lääneosa kulgeb enam-vähem põhja–lõunasuunaliselt (asimuudiga 190–200°) Järva-Jaani–Ataste–Köisi–Koigi joonel üle kogu kaardilehe **Järva-Jaani rike**. Riket markeerivad mitmed rikkesuunalised lineamendid ja siitpeale toimub ka liustikuliste pinnavormide suuna muutus. **Pikevere rike** kulgeb loode–kagusuunaliselt üle kaardilehe kirdenurga ja Pikevere küla. Seegi oletatav rike on välja eraldatud rikkesuunaliste lineamentide alusel.



- ▬▬▬▬ Mattunud astang. *Buried escarpment.*
- Aluspõhja reljeefi samakõrgusjoon (m). *Isoline of bedrock relief (m).*
- Kindlakstehtud rike. *Proved fault.*
- - - Oletatav rike. *Presumable fault.*

Joonis 1.3. Aluspõhja reljeefi skemaatiline kaart.

Figure 1.3. A schematic map of bedrock relief.

2. PINNAKATE JA PINNAMOOD

Järva-Jaani kaardilehe 6413 pinnakatte geoloogiline kaart põhineb kontrollmarsruutide andmetega täiendatud varasematel käsikirjalistel suure- ja keskmisemõõtkavalistel geoloogilistel kaartidel. Hea ülevaate piirkonna geoloogiast annavad NSVL 1:200 000 mõõtkavalise kompleksse kaardistamise kaardid ja seletuskirjad. Neist nn VIII Paide leht (Kala jt, 1967; pinnakatte ja geomorfoloogia osa autoriks G. Eltermann) hõlmab uuritava ala lääne- ning IX Jõgeva leht (Kõrvel ja Kõrvel, 1963; pinnakatte ja geomorfoloogia osa autoriteks G. Eltermann ja V. Kõrvel) selle idaosa. Peamiseks allikaks pinnakatte kaardi koostamisel olid aga varasemad keskmisemõõtkavalised (1:50 000), peamiselt nn melioratiivsed geoloogilised kaardid, millest Järva-Jaani kaardilehte katavad suuremal või väiksemal määral tervelt 7 (vt joonis 2). Neis kirjeldas pinnakatet enamasti samuti G. Eltermann, vaid Saadre jt (1984), Perens jt (1986) ja Põldvere jt (1993) aruannetes on pinnakatte ja geomorfoloogia osa autorid vastavalt: E. Mogen; A. Einmann ja E. Kiipli; M. Rattas.

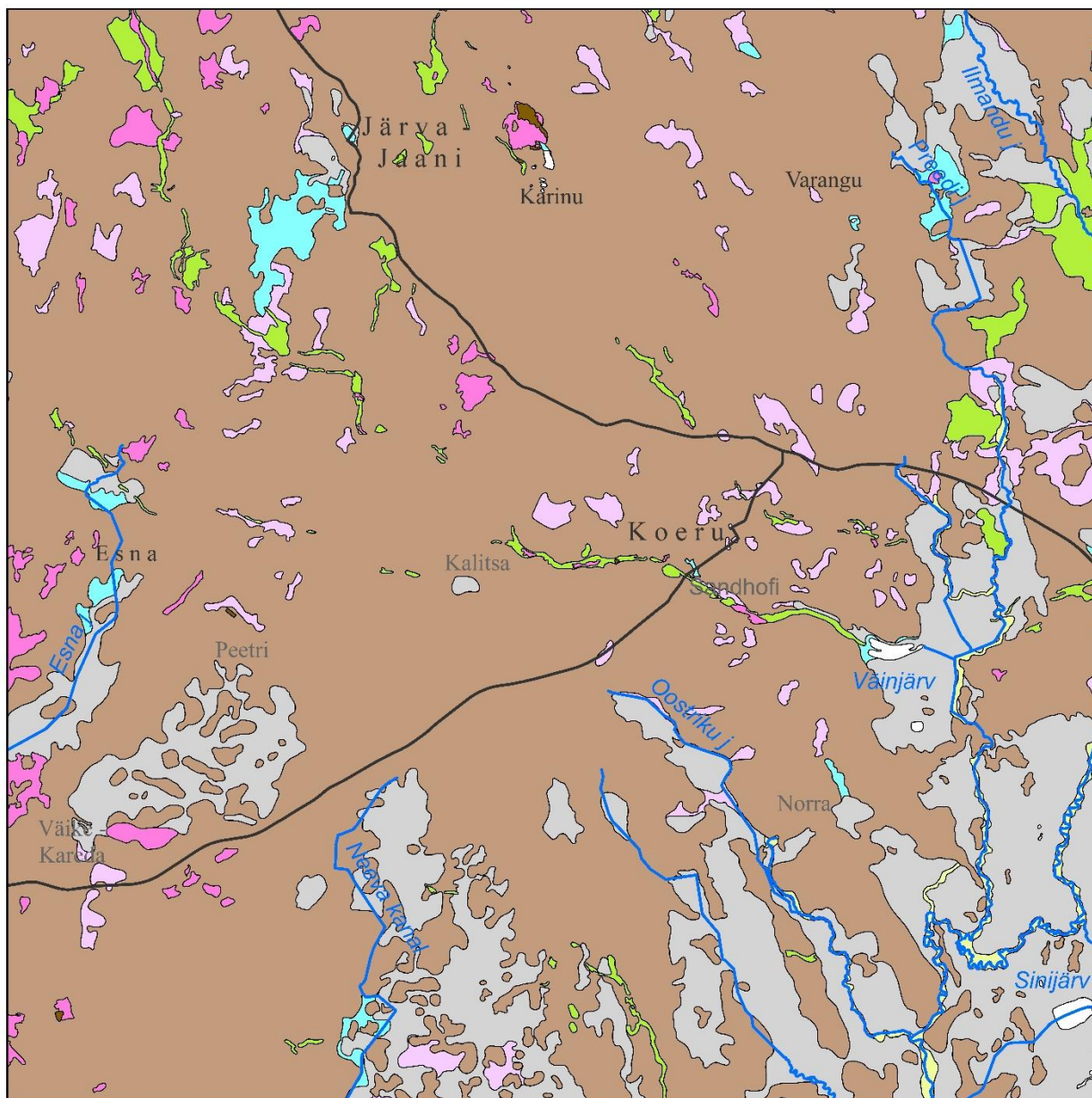
Pinnakatte kaardi koostamisel kasutati Keskkonnaregistri avaliku teenuse (<http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main>) puurkaevude ja kaitstavate loodusobjektide andmebaasi (samad andmed ka Eesti Looduse infosüsteemis EELIS <http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx>). Pidevaks töövahendiks olid Maaameti kaardiserveri (<http://geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver-p2.html>) erinevad kaardid, eelkõige LIDARi varjutatud reljefi kaart, mullakaart, ortofotod ning ehitusgeoloogia ja maardlate rakendus. Kasutatud on ka maavarade otsingu- ja uuringutööde (vaata lähemalt peatükis 4. MAAVARAD) materjale, erinevate ehitus- ning hüdrogeoloogiliste tööde (vt ptk 3. HÜDROGEOLOOGIA JA PÕHJAVEE KAITSTUS) käigus hangitud andmeid.

Lisaks varasemate tööde käigus kogutud ligi 400 puuraugu ja umbes sama paljude puurkaevude andmetele on Maa-ameti puursüdamikute andmebaasi (<http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Geoloogilised-andmed/Puursudamikud/Puursudamike-andmebaas-p382.html>) kantud ka 2015 aasta suvel läbi viidud täiendavate välitööde käigus kogutud ligi 850st vaatluspunkti ja paljandi andmed. Kahjuks ei nähtud käesolevate tööde käigus ette täiendavate uuringupuuraukude puurimist.









Stratigraafiliste ja geneetiliste ühikute väljaeraldamisel ja kirjeldamisel on 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 2.4)” ning selle seletuskiri (Eesti..., 2015).

Pinnakatte geoloogilisel kaardil kujutatakse kvaternaarse setete pindalist levikut üldistatuna. Kaardi mõõtkava jaoks ülemäära liigestatud ja mosaiikse geoloogilise ehitusega alasid on lihtsustatud, kujutamiseks liiga väikesed alad on kas suurendatud (ühendatud) või välja jäetud. Erineva vanuse ja genesiga pinnakatte setted eristatakse kaardil värviga, setete litoloogiline koostis aga mustriaga. Võimalusel on üritatud säilitada algallika (originaalkaardi) kaardipilti. Et vähendada mullatekkeprotsesside segavat mõju setete määramisel, on andmepunktide läbilõikest mõtteliselt eemaldatud umbes poole meetri paksune pindmine kiht (ligikaudu kahekordne huumushorison). Ühtlasi elimineerib see tavaliselt võimalikud huumushorisoni-alused, kaardil kujutamiseks liigõhukesed, vaevalt mõne sentimeetri paksused settekihid.

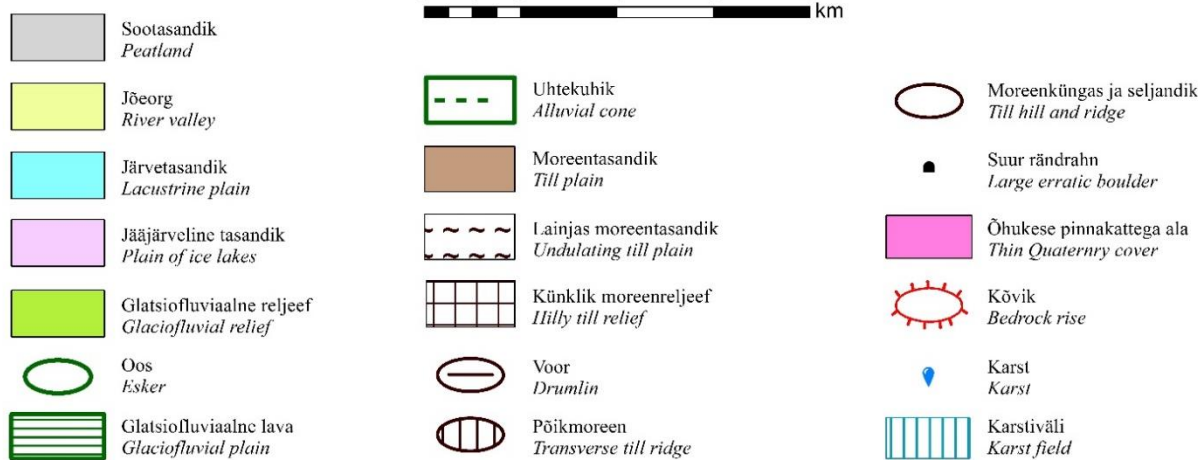
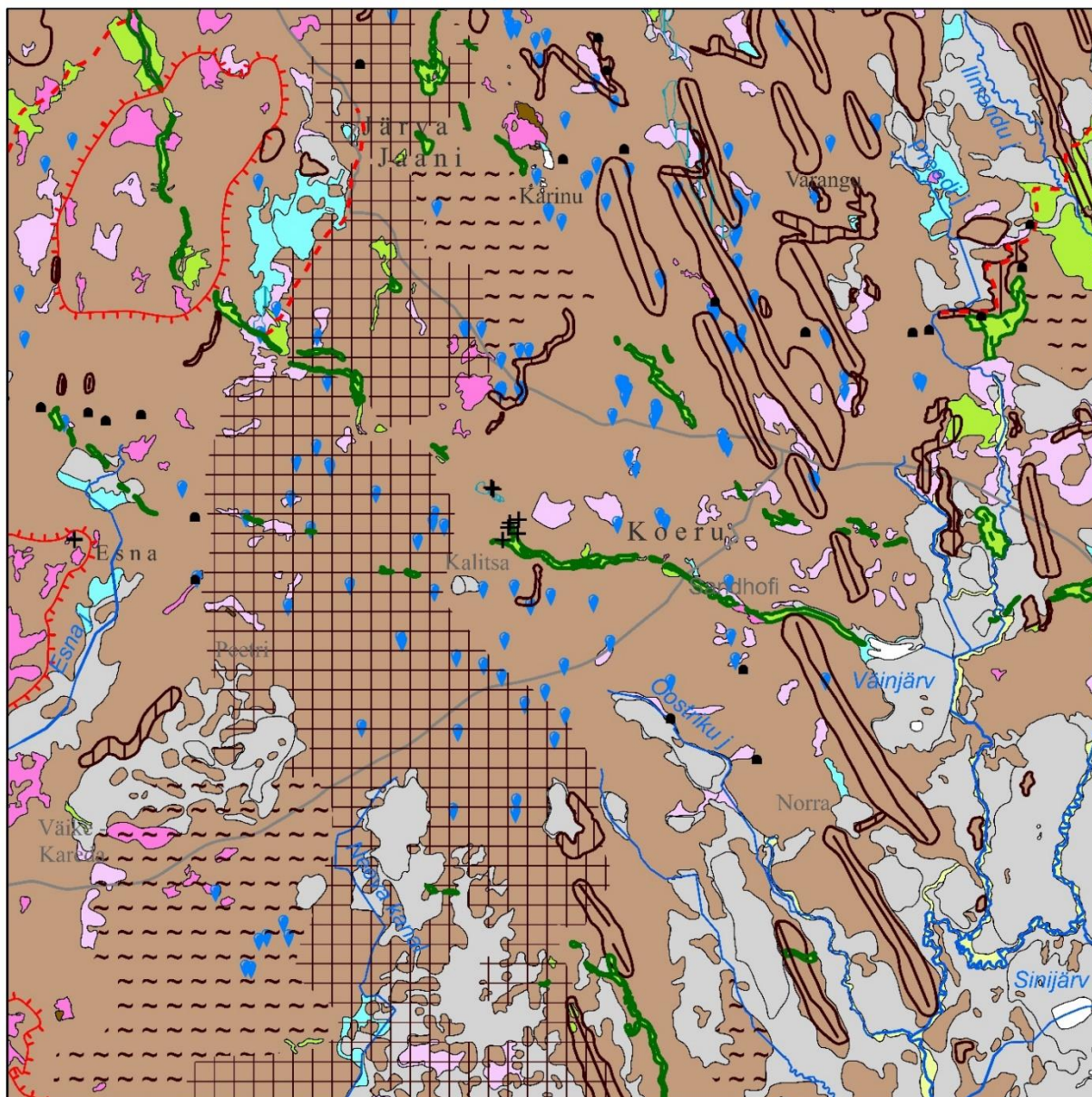
Pinnavorme vaadeldakse koos neid moodustavate setete või neid kujundanud protsessidega. Aluspõhja kivimitega seotud jäätumiseelseid pinnavorme käsitletakse peamiselt peatükis 1.3 ALUSPÕHJA RELJEEFIST JA STRUKTUURIDEST ning karstivorme peatükis 3.7. KARST JA ALLIKAD. Kui pole märgitud teisiti, on kõik vanused toodud kalendriaastates (kalibreeritud ¹⁴C aastates enne 1950. a. (a.t)).



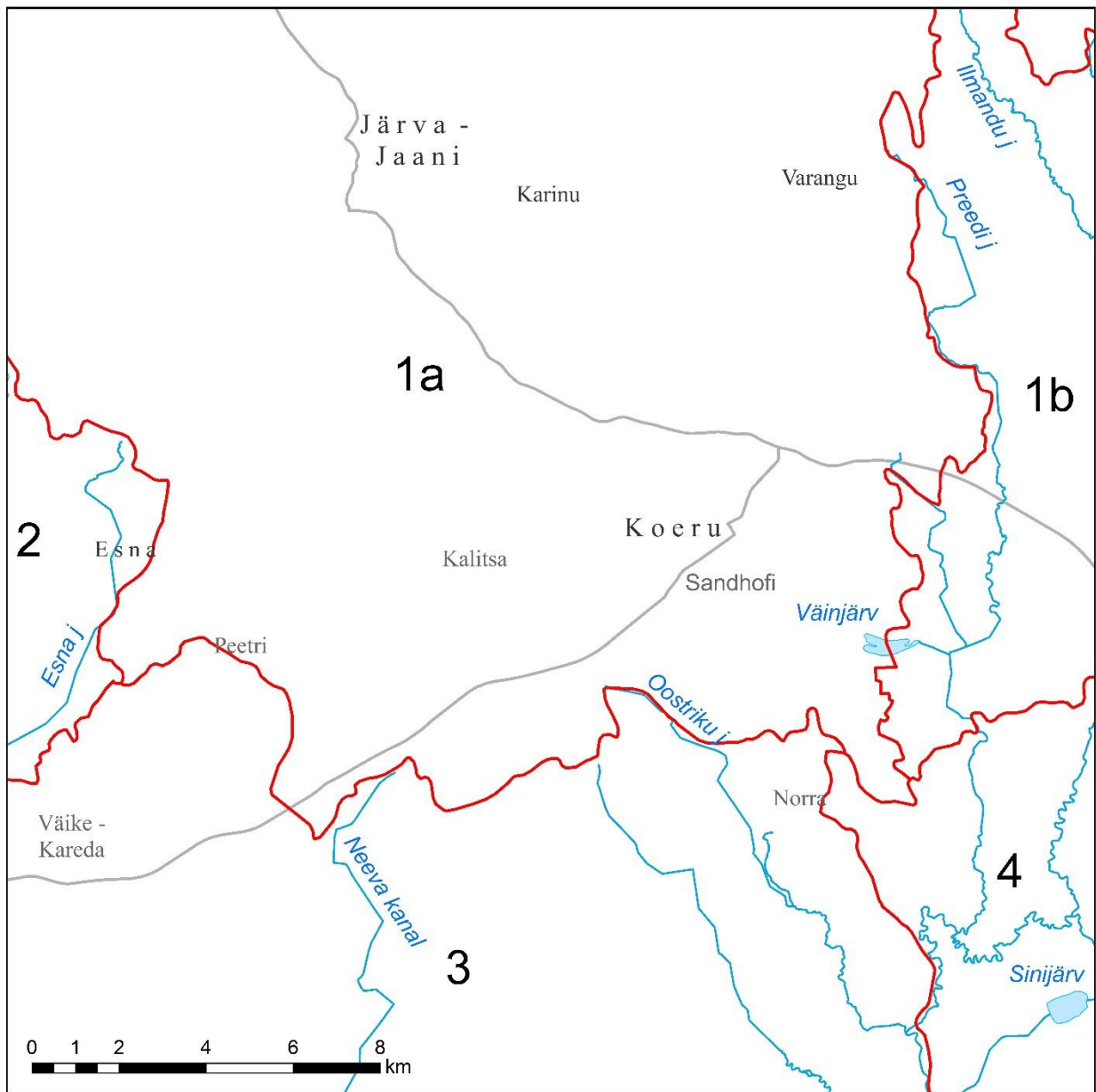
0 1 2 4 6 8 km

	Soosetted <i>Peat deposits</i>		Jääjärvelised setted <i>Glaciolacustrine deposits</i>
	Jõesetted <i>Alluvial deposits</i>		Glatsiofluviaalsed setted <i>Glaciofluvial deposits</i>
	Järvesetted <i>Lacustrine deposits</i>		Moreen <i>Till</i>
	Tehnogeensed setted <i>Technogeneous deposits</i>		Õhukese pinnakattega ala <i>Thin Quaternary cover</i>

Joonis 2.1. Pinnakatte skemaatiline kaart
Figure 2.1. Schematic map of Quaternary deposits



Joonis 2.2. Geomorfoloogia skemaatiline kaart
 Figure 2.2. Schematic geomorphological map



Joonis 2.3. Ala maastikuline liigestus (Arold, 1999): 1a) Pandivere kõrgustiku Tamsalu – Järva-Jaani paikkond; 1b) Pandivere kõrgustiku Rakke paikkond; 2) Türi – Paide paikkond Kõrvemaal; 3) Kesk-Eesti lavamaa Puurmani – Aidu paikkond; 4) Alutaguse madaliku Endla nõgu
Figure 2.3. Landscape regions (Arold, 1999): 1) Pandivere Upland; 2) Kõrvemaa; 3) Middle-Estonian Plateau; 4) Alutaguse Lowland

2.1. PLEISTOTSEEN

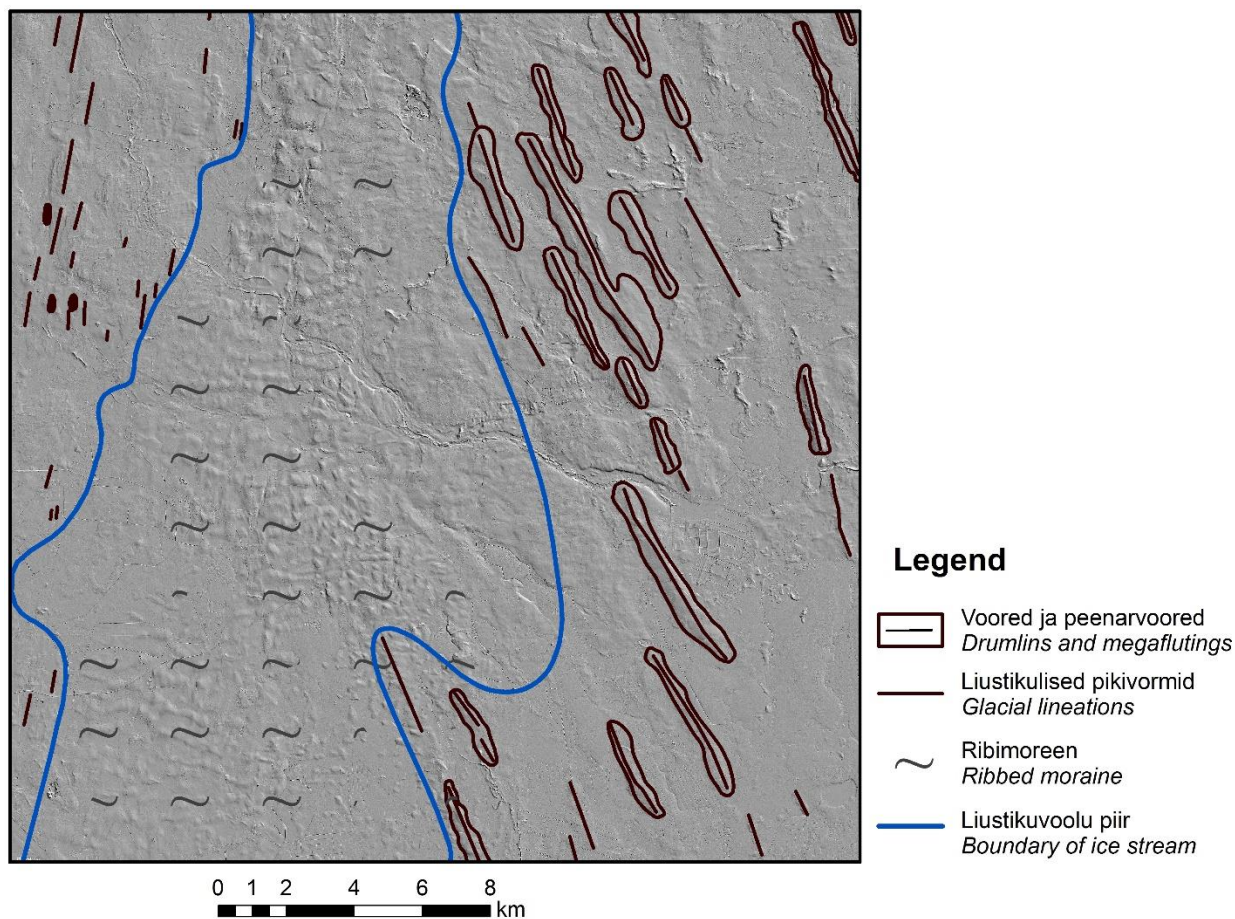
Geomorfoloogiliselt (Arold, 1999) jääb Järva-Jaani kaardileht valdavalt Pandivere kõrgustiku edelaossa, selle kontaktile (läänest itta) Kõrvemaa, Kesk-Eesti lavamaa ja Endla nõoga (joonis 2.3). Geoloogilises mõttes asub kogu ala paekividest koosneval Põhja-Eesti platool, millest välja turritava Pandivere kõrgustiku piiritlevad geoloogid tavaliselt umbes aluspõhja reljeefi 80 m isojoonega (Raukas, 1978). Pinnakatte väikese paksuse tõttu ei ole ka tänapäevane reljeef sellest oluliselt kõrgem. Aluspõhja pealispinna suurvormid formeerusid, tektoonilistest liikumistest oluliselt mõjutamatutena, suuresti juba kvaternaari-eelse kulutuse tulemusel, kuid pinnakatte tänapäeval jälgitavaid kesk- ja väikevorme kujundasid peamiselt Pleistotseeni (jääaja) protsessid. Liustikugeoloogia jaoks on Järva-Jaani koos lähema ümbrusega vägagi tähelepanuväärseks piirkonnaks. Siit leiame häid näited Aario (1977) klassikalise aktiivse jää tekitatud pinnavormide koosluse (künklik reljeef ja põikmoreenid, voored, meerded) muutusest, kuid mitte (liustiku liikumise) pikisuunas, vaid eelkõige sellega risti (vt altpoolt).

Tabel 2.1. Eesti pinnakatte setete stratigraafiline skeem (Kalm, 2006; Raukas and Kajak, 1995; Gibbard and van Kolfschoten, 2004; Donner, 1995)

Table 2.1. Stratigraphical scheme of the Quaternary deposits (Kalm, 2006; Raukas and Kajak, 1995; Gibbard and van Kolfschoten, 2004; Donner, 1995)

Ladestik	Eesti			OIS	Lääne-Euroopa		Alumise piiri vanus, tuhat a.
Alam-ladejark	Kihistu	Alamkihistu	Kihistik		Lade		
Holotseen				1	Flandria		11,5
Ülem-Pleistotseen	Järva	Ülem-	Võrtsjärve	2	Weichsel	Ülem-	25
		Kesk-	Savala	3-4		Kesk-	74
		Alam-	Valgjärve	5a-d		Alam-	115
			Kelnase				
	Prangli/ Rõngu			5e	Eem		126
Kesk-Pleistotseen	Ugandi			6-8	Saale		347
	Karuküla			9-	Holstein		370
	Sangaste				Elster		475

Ülem-Pleistotseen. Järva kihistu. Varem (Raukas, 1978; Kajak, 1999; Kalm, 2006) on Weichseli (Valdai, Würm) jäätumise setteid Eestis jaotatud kolmeks – peamiselt liustikuliste setetega esindatud **Alam- (Valgjärve)** ja **Ülem-Järva (Võrtsjärve) alamkihistuks**, mida eraldab interstadiaalse iseloomuga **Kesk-Järva (Savala) alamkihistu**. Viimase aja uuringud nii Skandinaavias kui Loode-Venemaal, samuti modelleerimiste tulemused (Svendsen jt, 2004 jpt) on seadnud sellise liigestuse kahtluse alla. On põhjust arvata, et kui üldse (Molodkov jt, 2007a, b), võis mandriliustik Eestisse ulatuda vaid lühiajaliselt Kesk-Weichseli alguses (Liivrand, 1991, 2008). Ka Kalm jt (2011) jätavad lahtiseks jäätumise võimaluse Eestis



Joonis 2.4. Liustiku pealetungi geoloogilis-geomorfoloogilised tunnused Maa-ameti reljeefvarjutuse kaardil. Sinised jooned eristavad aeglaselt liikuva liustikuala kiirelt voolava jääga aladest (liustikuvooludest?)

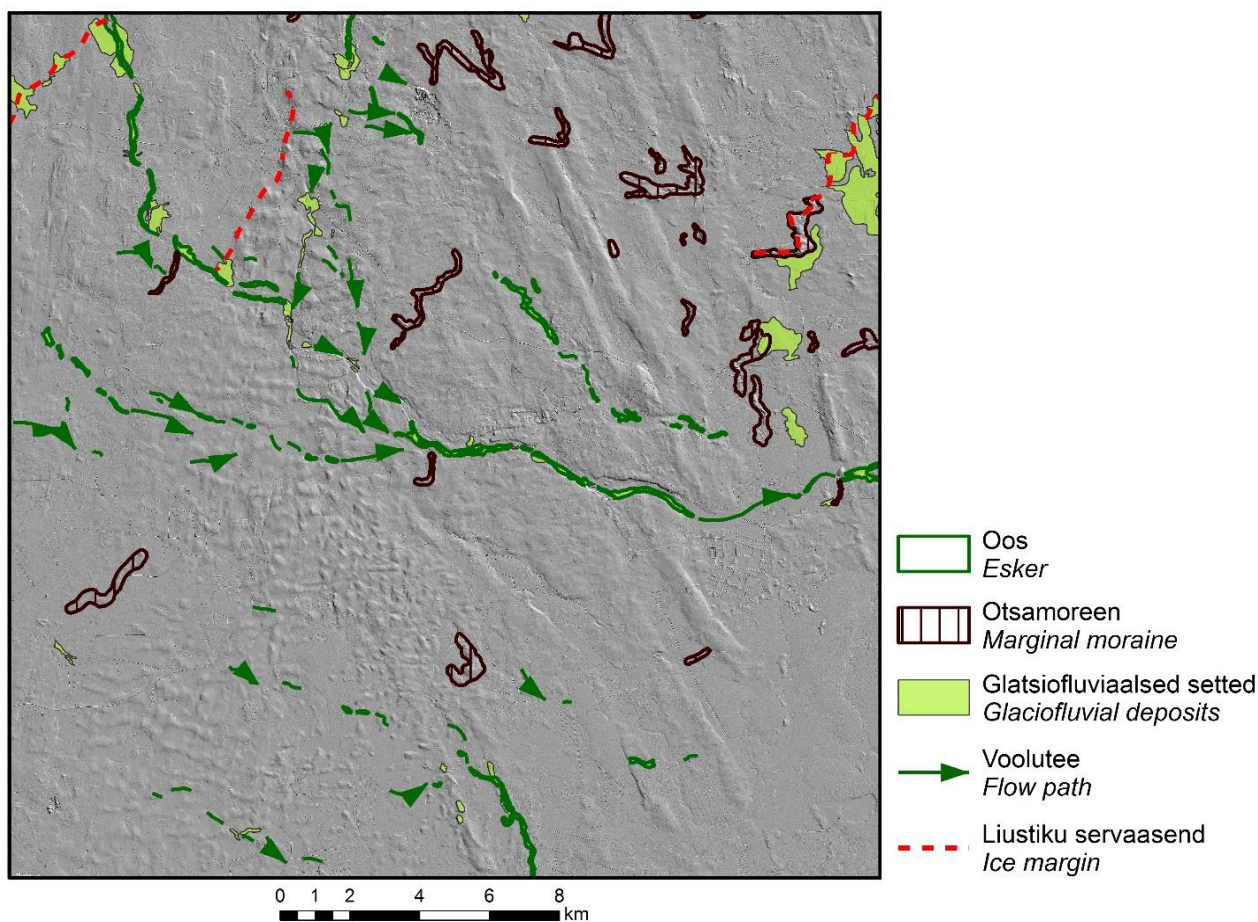
Figure 2.4. Geomorphological criteria indicative of ice flow activity on the hillshade image from the Estonian Land Board's WMS. Blue lines separate fast flowing ice from slow flow set of ribbed moraine

ajavahemikus 68 000–44 000 kalendriaastat tagasi. Nii või teisiti – tõestatud Alam- ja Kesk-Järva alamkihistusse kuuluvaid setteid kaardilehe piires leitud pole.

Ülem-Järva alamkihistusse kuuluvad viimase, maksimaalse ulatusega mandriliustiku ja selle sulavete setted.

Traditsiooniliselt on arvatud (Raukas ja Karukäpp, 1979), et Pandivere kõrgustik kujutas endast olulist takistust mandriliustiku teel, suunates endast ida poolt mööda Peipsi liustikuvoolu ja läänest Võrtsjärve liustikuvoolu. Hiljem kirjeldas R. Karukäpp (1984; Karukäpp ja Tavast, 1985) kõrgustiku reljeefi kujunemist kolme-etapilisena. Algul liikus liustik üle Pandivere kõrgustiku, kujundades selle taha (Orviku, 1961) Saadjärve voorestiku. Siis muutus õhnenud liustiku suund kõrgustiku läänenõlval põhja-kirde-lõuna-edela suunaliseks ning, vahetult enne liustiku taandumise Pandivere staadiumit, moodustusid Paide ja Türi voored. Kõrgustiku lael oli liustik selleks ajaks juba stagneerunud. Kolmandal etapil mõjutas kagu suunas liikunud mandriliustik veel vaid kõrgustiku loodenõlva, selle lael kujunes irdjää, mis säilis veel kaua, olles allikaks põhja suunas voolavatele sulavetele.

Jaotades ja eristades aga J. Klemani ja kolleegide (1997 jt) eeskujul pealetungiva ja taanduva liustiku pinnavormid, selgub mõneti erinev pilt (võrdle jooniseid 2.4 ja 2.5). Esimesel etapil liikus liustik tõesti ilma takistuseta üle Pandivere kõrgustiku. Kaardilehe idaosas levivad väljavenitatud voorelaadsed

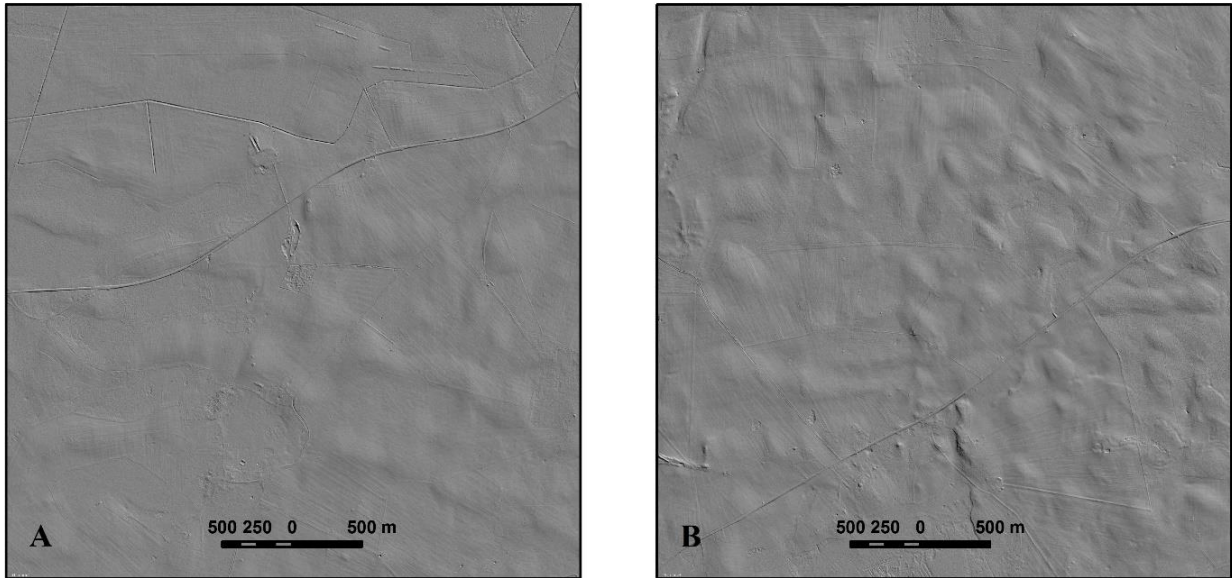


Joonis 2.5. Taanduva liustiku liikumissuunda iseloomustavad geoloogilis-geomorfoloogilised tunnused Maa-ameti reljeefvarjutuse kaardil

Figure 2.5. *Geomorphological criteria indicative of deglacial flow set on the hillshade image from the Estonian Land Board's WMS*

(geomorfoloogilisel kaardil näidatud voortena) pinnavormid pikkusega 3-st kuni enam kui 10 km-ni, suhteliselt ühtlase väljapeetud (mitte elliptilise) laiusega 300–1000 m ning kõrgusega 3–13 (18) m. Oma iseloomult, sh suhtele 10:1-le läheneva pikkuse ja laiuse suhtega on need voorjad moodustised lähedased ingliskeelse terminiga *megaflutings* tähistatud pinnavormidele. A.-M. Rõuk on selliseid seljakuid nimetanud megameeretekks (1984) või, tõepoolest visuaalset muljet tekitades, peenarvoorteks (1974). Tavaliselt peetakse (Stokes ja Clark, 2002 jpt) neid kiire liustikuvoolu tunnuseks. Kiires liustikuvoorus tekkinuks loetakse ka (Rattas ja Piotrowski, 2003) Vooremaa voori. Meie poolt Lõuna-Pandivere peenarvoorestikuks nimetatud piirkond moodustab koos Rakke – Emumäe suurvoorte ning Vooremaaga, aga ka Põltsamaa voorestikuga ühtse, loodest kagusse liikunud jääkeele tekitatud maastiku. E. Kiipli (Perens jt, 1986) on kaardilehe edelapoolsemaid peenarvoori pidanud Vaali–Lustivere servamoodustiste vööndisse kuuluvateks radiaal(külje-?)moreenideks.

Kaardilehe lääneservas eristub (vt jooniseid 2.4 ja 2.5) teine, lõuna-edela-suunaline liustiku liikumise suund. Varjutatud reljeefi kaardil on nõrgalt, kuid selgelt näha liustiku ihutud väiksemad pikivormid – meered (*flutings*) ja mõned pisivoored (foto 2.6). Neid ilmub järjest rohkem lääne ja lõuna suunas, kõrvalasetsevale kaardilehele, ning nad moodustavad kokku Lääne-Pandivere väikevoorte ja meerete piirkonna. Aga kindlasti pole siin tegu hääbuva, taanduva liustikuga. Juba K. Orviku (1961)

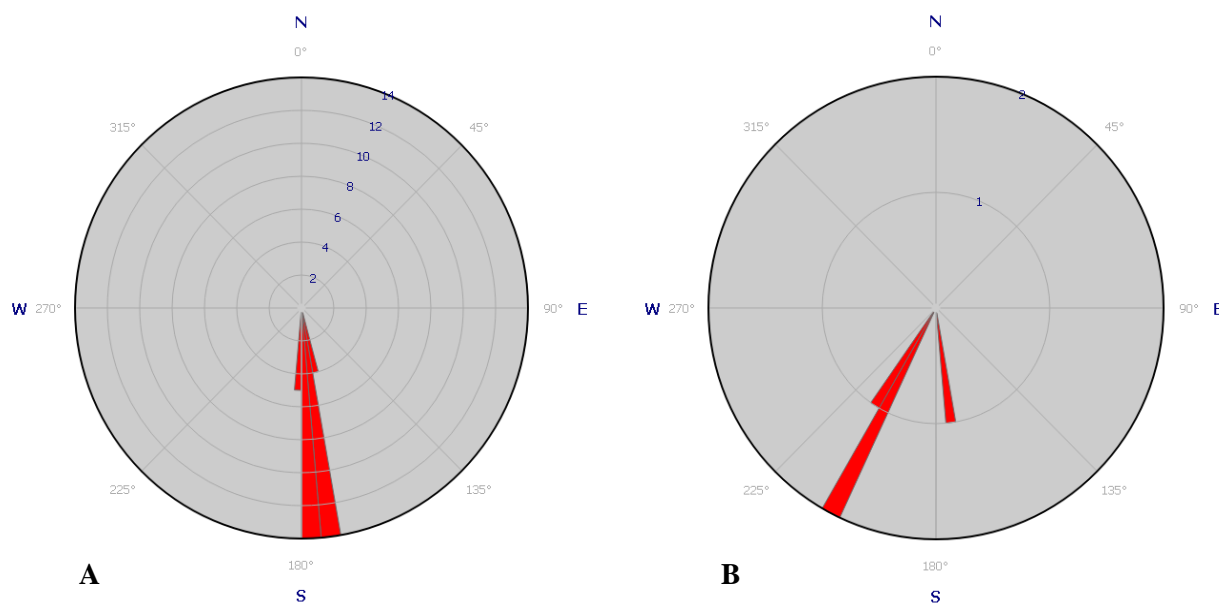


Joonis 2.6. (A) Ribimoreeni vallid Väike-Kahalas. Siit on tehtud ka fotod 2.11 ja 2.12; (B) hilisema liustiku poolt künklikumaks voolitud ribimoreeni vallid Müüsleri külas. Pane tähele väikesi kagu-suunalisi voorjaid moodustisi. Reljeefvarjutuse pildid Maa-ameti WMS-teenusest

Figure 2.6. (A) A ribbed moraine in the Väike-Kahala Village. The photos 2.11 and 2.12 have been taken from here; (B) A ribbed moraine slightly drumlinized by glacier moving from north-west. Hillshade images from the Estonian Land Board's WMS

jooniselt 1 on näha, et see liustiku liikumissuund ulatus üle põhja poolt üle Türi voorestiku muutumatult Sakala kõrgustiku läänenõlvale ja isegi Lätini. Ehk siis – tegu oli ulatusliku pealetungiva liustikuga, tõenäoliselt liustikuvooluga.

Kahe liustikuvoolu vahele jäi aeglasemalt liikuv, kuid samuti aktiivne jää. Tänapäevases reljeefis markeerib seda Koigi – Järva-Jaani – Merja kolmnurgas leviv lainjaskünklik moreenmaastik, aga ka sellest põhja poole küünituvad kaotilisemad künkad. Järva-Jaanist lõunasse jääva ala puhul on tegu liustiku liikumise suunaga risti tekkinud liustikualuste ribimoreenidega (*ribbed moraine*), mis väljenduvad suurepäraselt ka pinnakatte paksuse kaardil (vt joonised 2.4 ja 2.11). Dunlopi ja Clarki (2006) järgi on siin täpsemalt tegu künklike ribimoreenidega (vt joonis 2.6 ja fotod 2.11 ja 2.12; ka foto 4 on tehtud ühelt suuremalt ribimoreenivallilt). Mõnikord nimetatakse selliseid pinnavorme ka Rogeni moreenideks laiemas mõttes. J. Lundqvisti (1997) arvates tohib Rogeni moreenideks siiski lugeda vaid selliseid liustikualuse tekkega liustiku liikumisega risti asetsevad, peamiselt moreenist vallide või küngastest moodustunud ahelike süsteeme, milles esineb üleminekuid piklikeks pinnavormideks, eelkõige voorteks. Moreeniribide ligikaudu ida-lääne-sihiline asend, aga ka jääkriimude orientatsioon Väike-Karedal ja Karedal (joonis 2.7) viitavad liustiku ligikaudu lõunasuunalisele liikumisele. Ribimoreeni vöönd on ümbritsevate jäävoolude aeglustudes ajas laienenud, viimastele peale nihkunud. Seda tõendavad nii lõuna-edela suunaliste, lõikuvate jääkriimude esinemine läänes, Väike-Karedal (joonis 2.7 B) moreenivallide all kui peenarvoortest läänepoolseima, Vaali seljaku selge hilisem ümberkujundatus (vt joonised 2.4 ja 2.5).



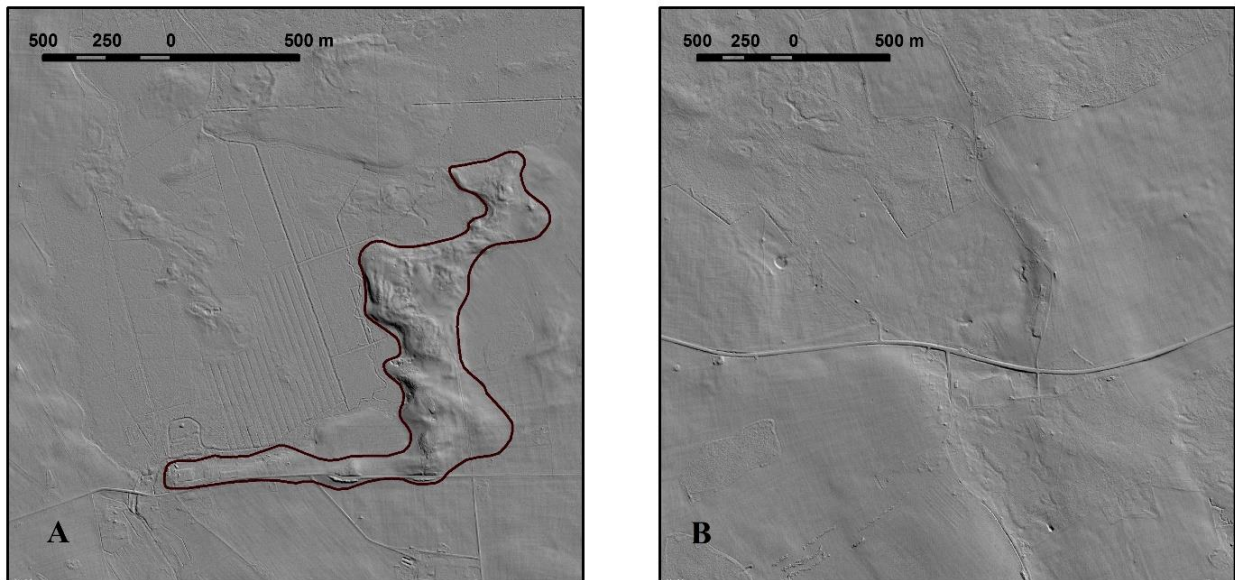
Joonis 2.7. (A) Kareda karjääri jääkriimude ($n=37$; keskmine suund $174,5^\circ$, magnetdeklinatsiooni arvestades 183°) ning (B) Väike-Kareda kruusaaugu üksikute jääkriimude (suunaga 170° ($178,5^\circ$) ja 208° (217°)) roosdiagramm (GeoRose; Yong Technology Inc).

Figure 2.7. Rose diagrams (GeoRose by Yong Technology Inc) of glacial striae in the (A) Kareda quarry ($n=37$; mean resultant direction 174.5°) and in the (B) Väike-Kareda pit (directions: 170° (178.5°) and 208° (217°)). The directions in parenthesis are corrected for magnetic declination.

Mandriiustiku arengu järgmist etappi iseloomustab joonis 2.5. Jää taandus kagust või isegi peaaegu idast aktiivsena loodesse, jättes maha arvukalt otsamoreene ja teisi taandumise tunnuseid, nagu oosid, glatsiofluviaalsed servamoodustised ja liustikuvete vooluteed. Selliste vooluteede selgeim lõik (vt joonised 2.2 ja 2.4) kulgeb mööda Koerust lõunas peaaegu ida-lääne suunaliselt Väinjärvest Tudreni aluspõhja ja/või moreeni lõikunud orgu (fotod 12 ja 2.26). See, siinkohas Väinjärve tunneloruks nimetatav vagumus kujunes ilmselt juba varasemate jäätumiste käigus, kuna suur osa tema põhjast on kaetud viimase jäätumise moreeniga. Mandrijää lõhed ja seega ka sulaveed kulgesid eelkõige piki oru lõunaserva, jättes maha hästi väljakujunenud oosisüsteemi. Taanduva jää aktiivsust tõendab ka piklike veeriste ühtlaselt valdav kagusuunaline orientatsioon moreenis (näit. Karukäpp, 1984 joonis 1). Kui üldse, siis sai irdjää säilida vaid üksikutes väiksemates aluspõhjalistes lohkudes eelkõige tänapäevase Endla soostiku piires. Joonisel 2.5 võiks "servaasendeid" kujutada palju enam – sisuliselt on iga otsamoreen seda, ehkki lühike.

Järva-Jaani kaardilehe põhja- ja kirdeosale on iseloomulik väga sakilise plaaniga otsamoreenide esinemine (joonis 2.8 A). Maailmas teatakse selliseid moreene saehambamoreenidena (*saw-tooth moraines*), mille tuntuimad (et mitte öelda ainsad) esindajad tekkisid nn väikesel jääajal Lääne-Norras Bødalsbreeni liustiku väga lõhede (krevasside) rohke serva ette (Matthews jt, 1979). Järva-Jaani saehambamoreenid on aga omakorda erilised. Neil pole järsk mitte valli distaalne (liustikust eemale jääv) nõlv, nagu oleks iseloomulik tüüpilistele survelestele moreenidele, vaid proksimaalne, liustikupoolne. Selgelt kõrgemad pole ka „saehammaste“ liustikupoolsed nurgad. Ühtlasi kaasneb iga valliga sellest liustiku poole jääv nõgu, kust valli moodustav, tihti väga jämeperdne, aluspõhjangaste rikas materjal pärit ongi (fotod 1.10, 2.9, 2.10). Tegelikult võib vall isegi puududa, kuid selge kulutusnõgu esineb ikkagi, lõigates tihti näiteks peenarvoori (joonis 2.8 B). Seega võis saehambamoreen hakata kujunema liustikuservast seespool ja nn külmapõhjalise liustiku all või pigem isegi külma- ja soojapõhjalise liustiku

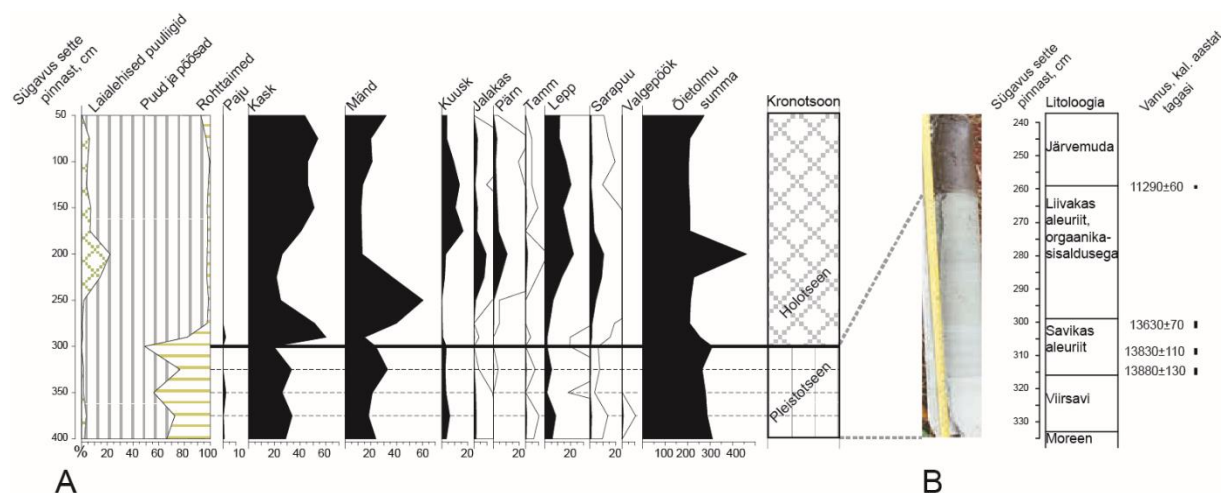
piiril. Liustikupõhja külge külmunud materjali alla sattus hiljem lõhesid mööda sulavesi ning külmunud pangased „rebiti“ alusest lahti ja tõsteti nõo servale. Kui see toimus liustikuservast veidi seespool, saigi liustik mõnikord valli materjali edasi kanda ja hajutada. „Rebimismõõgude“ ja nendega seotud saehambamoeenide levikupilt aga näitab, kuidas jaotusid kaardilehel liustiku vähemliikuvad/aluspinna külge külmunud osad (sticky spots; Alley 1997 jpt), kui mosaiikne oli üleminek külma ja sooja liustiku vahel.



Joonis 2.8. (A) Saehambamoreeni Liigvallas. Fotod 1.4 ja 2.9 on tehtud sellelt seljandikult; (B) sarnase (saehamba)moreeni „alus“ Rammas. Hilisem liustik on hävitanud ühe peenarvoore põhjosa ja „näerinud“ teise läänekülge, kuid vastavad setted on kantud tekkinud astangu servalt eemale ning valli ei moodusta. Reljeefvarjutuse pildid Maa-ameti WMS-teenusest

Figure 2.8. (A) A saw-tooth moraine in the Liigvalla Village. Photos 1.4 and 2.9 have been taken from this ridge; (B) a base of saw-tooth moraine in the Rammas Village, with ridge material removed further south-east and dissipated by glacier. Note the destroyed northern and western sides of two megaflutings. Hillshade images from Estonian Land Board's WMS

Kaardilehele lähim hästi dateeritud mandrijääst vabanemist markeerivate setetega proovimiskoht (Amon jt 2016; joonis 2.9) asub lehe põhjapiirist 9 km kaugusel, kinnikasvanud Kursi järves. See sobib suurepäraselt, sest vastav liustikuserva asend lõikab käesoleva töö seisukohtade kohaselt kaardilehe loodenurka. Kursi järv jääb tuntud Porkuni jääpaisjärve (Ramsay, 1929; Öpik, 1937) lõunaservale. Järve põhjas moreeni katval 17 cm paksusel viirsavil lasuva taimejäänustega liiva vanuseks on määratud 13 880 kalendriaastat. Väga konservatiivselt hinnates oli Kursi proovimiskoht jäävaba 13 950 aastat tagasi. Arvestades, et Eesti selles osas taandus mandriliustik keskmiselt 170 m aastas (Lasberg, 2015; Lasberg ja Kalm, 2013), hakkas Järva-Jaani kaardilehe kagunurk jää alt vabanema u 14 100 ja kogu ala oli lõplikult jäävaba u 13 900 aastat tagasi.



Joonis 2.9. A) Kursi järve setete õietolmudiagramm (Veber 1965, modifitseeritud Amon jt 2016); B) Kursi järve Pleistotseeni setete litoloogia koos radiosüsiniku meetodil määratud kalibreeritud vanusehinnangutega (Amon jt, 2016)

Figure 2.9. A) The modified pollen diagram from Lake Kursi (Veber, 1965, modified by Amon et al. 2016); B) The photograph and lithostratigraphy of the Pleistocene minerogenic sediments of Lake Kursi. Black boxes indicate the samples that were radiocarbon dated, the dates were calibrated (cal. yr BP).

Glatsiaalsed setted (gIIIjr₃) on viimase jäätumise sorteerimata liustikusetted ehk moreenid. Nad levivad peaaegu 97%-l alast, ehk kõikjal peale alvarite (vt joonis 2.1), tehispaljandite (karjäärde) ja mõningate oosialuste alade. Sorteerimata setetena on neis kõiki fraktsioone üsna ühepalju, suurtes piirides muutub ainult jämepurdse, valdavalt karbonaatse materjali sisaldus (fotod 2.3–2.5). Praktiliselt kõigis paksemates moreenikihtides on täheldatav moreeni rikastumine allapoole kohaliku karbonaatse materjaliga, mille sisaldus võib kohati ületada 80%. Sel juhul väheneb tavaliselt ka moreeni savisisaldus, isegi alla 3%. Jämepurru litoloogiline koostis on otseselt seotud avanevate aluspõhjaktivimitega. Moreeni algne värvus on hele- kuni tumehall, mis omandab aeratsioonivõõndis murenemise ja mullatekkeprotsesside mõjul kollakad ja pruunikad toonid. Dolomiidistunud Borealis-lubjakivi avamusalal võib moreen olla ka punaka varjundiga. Moreeni paksus on keskmiselt 2–3(4) meetrit. Moreenitasandikel (foto 2.4) on see ühtlasem, kuid mitte tingimata õhem. Nii on õhema või isegi puuduva pinnakattega näiteks ribimoreeni vallide vahelised nõod, kust materjal on vallidesse lükatud. Moreeni maksimaalpaksused võivad peenarvoortes ulatuda ligi 20 m-ni.

Liustikujõelised ehk glatsiofluviaalsed setted (fIIIjr₃) avanevad vaid 2%-l kaardilehest, kuid on piirkonna geoloogilise arenguloo mõistmisel väga olulised. Kitsad glatsiofluviaalsed vallseljakud – oosid (foto 2.13; 4.6) – tekkisid vahetult liustikuserva lähedastes pikilõheded settinud materjalist. Liustiku taandudes jäid nii maha taandumise suunda markeerivate lühemate üksikvallide ahelikud või ka pikemad seljakud, mis võivad moodustada kümnete kilomeetrite pikkusi rohkem või vähem jälgitavaid süsteeme (vt joonis 2.5). Et siinsed oosid on tavaliselt mingilgi määral lõikunud moreeni, enamasti isegi aluspõhjani (fotod 1.10, 4.10, 4.12), on nad kindlasti moodustunud liustikualustes, mitte liustikupealsetes ega -sisestes lõheded. Uuritaval alal koosnevad oosivallid tavaliselt kohaliku karbonaatse materjaliga rikastunud hästi ümardunud jämepurdsest materjalist (fotod 2.15, 2.16; 4.4, 4.5, 4.9, 4.13). Läbilõikes allapoole setete terasuurus tihti väheneb; kohati valdavad kruusliivad ja liivad (2.17, 2.18, 4.5, 4.11). Mõnikord esineb setetes kihilisuse rikkeid, mis tõestavad settimist aktiivses, survet avaldavas jääs (fotod 2.17, 2.18).

Kunagi vägagi markantse Väinjärve – Tudre oosiaheliku oosid on tänaseks paljuski ära kaevandatud, kuid isegi praegu võib setete paksus ulatuda 5(10) m-ni. Väinjärves võib näha, kuidas aheliku Väinjärve-poolsed oosid „sukelduvad“ järve ning ilmselt mattuvad Umbjärve soo setetes, et ilmselt kaardilehe idaservas taas kerkida Olju – Piibe oosiaheliku oosidena (vt ka joonis 2.5). Arvestades, et Väinjärves on järvelubja- ja veekihi paksus kuni 15 m, võiks saartena veepinnale ulatuvate oosisetete paksus siin ulatuda ligi 20 m-ni. Loode suunas jätkub sama süsteem (nimetame selle siin (Olju –)Väinjärve – Ällimäe oosisüsteemiks) Kõrvando – Ällimäe oosiahelike ja uhtekuhikutega, ning ühendub kaardilehest põhja pool üldtuntud (Raukas jt, 1971) Neitla – Aegviidu oosidega.

Jussimäe kruusa leviala oosid on kaardilehe lõunaossa jääv proksimaalne (liustikupoolne) osa teisest suuremast, ehkki samuti vähetuntud Viruvere – Jussimäe oosisüsteemist. Madalam ja katkendlikum, kuid siiski kohati kuni 5 – 6 m kõrguste ooside kett kulgeb veel Koeru ja Vahuküla vahelt peaaegu Metslani. Joonisel 2.4 on näidatud veel mõned liustikuvete efemeersemaid vooluteed.

Kaardilehe põhjaosas leidub ka liustiku vooluvete marginaalseid, liustiku serva ees kuhjunud, tavaliselt ebakorrapärase laikude ja väiksemate väljadena levivaid sandurdeltade ja sandurite setteid (vt joonis 2.7). Need on esindatud eriteraliste liivade või kruusakate liivadega, mille paksus ei ületa 3–5 m.

Jääjärvelised (glatsiolakustrilised ehk limnoglatsiaalsed) setted (lgIIIj_{r3}). Balti jääpaisjärv kaardilehe territooriumile ei ulatunud (Jüri Vassiljevi teade). Mandrijääst vabaneva Pandivere kõrgustiku lõunanõlva ujutas ligikaudu Endla soostiku ulatuses lühiajaliselt üle nn Pandivere (Raukas ja Rähni, 1969) või ka Põltsamaa (Raukas jt, 1971) jääpaisjärv, mis peagi eraldus arvukateks iseseisvateks järvedeks. Aluspinna, tavaliselt moreeni lohkudesse tekkisid vaid jääservaga lühiajaliselt kontaktis olevad paisjärvekesed, mis mõne aastaga, maksimaalselt mõne aastakümnega muutusid hilisjääaegseteks järvedeks, mis setete poolestki sarnased. Seetõttu on jääjärvelist avamusalade suurus (3% kaardilehest) ilmselt veidi üle pakutud Jää taandumise suuna tõttu püsisid liustikuga kauem kontaktis (ja „töötasid“ jääjärvedena) just põhja- ja loodesihiliste vagumuste veed. Jääjärvekeste setteks on kõige sagedamini aleuriit, esineb kõiki peeneteralisi setteid liivadest savideni. Jääserva läheduse ja veekogude madaluse tõttu on vähe liivakaid viirseteid (suhteliselt paksukihilisi, savi õhukeste vahekihikestega aleuriite), teadaolevalt puuduvad viirsavid. Kuna jääjärve setete lähtematerjaliks oli lähedalasuv moreen, on setted ka tihti moreenisarnased ja kohati märgatava jämepeurrussaldusega. Erinevuseks on eelkõige vähene karbonaatide sisaldus ning biotiidi suhteline rohkus. Setete paksus on alla 2–3 meetri.

2.2. HOLOTSEEN

Holotseeni (pärastjääaegsed) setted on alal esindatud soo- (bIV), järve- (IIV), jõe- (aIV) ja vähesel määral tehnoogensete setetega (tIV).

Tabel 2.2. Hilisglatsiaali ja Holotseeni setete stratigraafiline liigestus (Raukas jt, 1995; Blockley jt, 2012 jt, muudatustega)

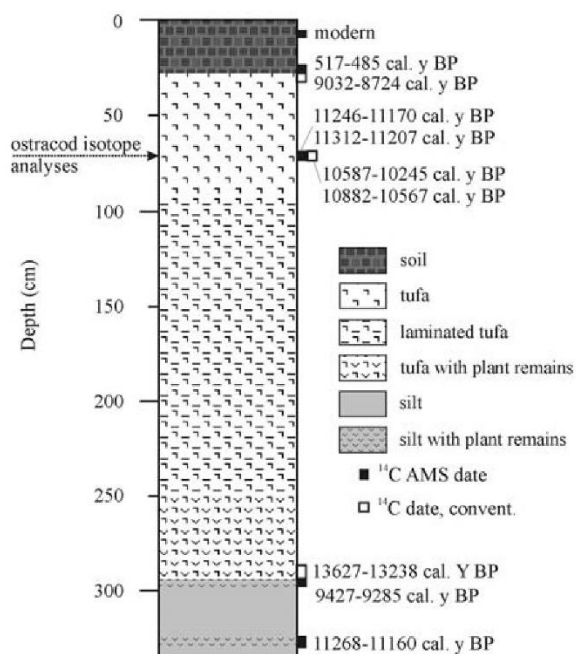
Table 2.2. Stratigraphy of the Late-Glacial and Holocene deposits (modified after Raukas et al., 1995; Blockley et al., 2012, et al.)

Ladestik	Ladejärg	Kronotsoon	Indeks	Indeks	Piiridefinitsioon (14C aastat t.)	Õietolmuvöö (PAZ)	Indeks	Indeks (von Post)	Balti mere staadiumid	Alumine piir (14C aastat tagasi)	Gröönimaa kronoloogia	Alumine piir (kalendriaastat tagasi)				
Holotseen	Ülem-	Sub- Atlantikum	SA	SA3	1 000	<i>Pinus-Betula</i>	<i>P-B</i>	I	Limneameri	4 000		4 500				
				SA2	2 000	<i>Betula-Pinus-Picea</i>	<i>B-P-Pc</i>	IIa								
				SA1	2 500	<i>Betula-Alnus</i>	<i>B-A</i>	IIb								
	Kesk-	Sub- Boreaal	SB	SB2	4 000	<i>Picea</i>	<i>Pc</i>	III	Litorinameri							
				SB1	5 000	<i>Quercus</i>	<i>Q</i>	IV								
	Atlantikum	AT	AT2	6 500	<i>Tilia-Ulmus-Fraxinus</i>	<i>T-U-Fr</i>	V	Litorinameri								
			AT1	8 000	<i>Ulmus-Corylus</i>	<i>U-Co</i>	VI									
	Alam-	Boreaal	BO	BO2	8 500	<i>Pinus-Alnus</i>	<i>P-A</i>	VII	Artsüüsi- järv							
				BO1	9 000	<i>Pinus - Betula - Corylus</i>	<i>P-B-Co</i>	VIII								
		Pre- Boreaal	PB	PB2	9 500	<i>Pinus - Betula</i>	<i>P-B</i>	IXa					Joldia- meri			
				PB1	10 000	<i>Betula</i>	<i>B</i>	IXb								
	Pleistotseen	Ülem-	Sub-Artikum	DR3	DR3	10 800	<i>Artemisia-Betula nana</i>	<i>Ar-Bn</i>	X				Balti jääjärv	10 200	GS-1	12 850
					ALb	11 300	<i>Pinus</i>	<i>P</i>	XIa							
		Allerod	AL	ALa	11 800	<i>Pinus-Betula</i>	<i>P-B</i>	XIb								
Kesk-Dryas				DR2	12 200	<i>Artemisia-Chenopodiaceae</i>	<i>Ar-Ch</i>	XIIa								

Järva maakonna suurim (37,1 ha koos saartega) – Väinjärv – pole kaardilehe suurim järv. Selleks on omapärase ajalooga (K. Möllits: <http://www.jogevavv.ee/karde>) Endla Sinijärv (43,8 ha koos saartega). Sinijärve läbib 1871.-72. aastal Vaimastvere mõisniku E. von Brasch poolt Endla järvest Põltsamaa jõkke kaevata lastud kraav – Räägu kanal (varem ka Uusjõgi). Kanalit süvendati 1950. aastal, mille järel jäi Sinijärvest järgi suurveeaegne porine lomp. 1960. aastate Endla soostikku puudutavad tööd (Veber, 1960 a, b) Sinijärve enam ei maini. 1968. aastal kalameeste poolt ajutisena rajatud tamm asendati 1997. aastal kividest paisuga (foto 2.19), mis taastas kunagise hea kalajärve. Järvede hulka arvatakse Karinu kaksikjärved, kuid järveks võiks lugeda ka Karinu karjääri põhja tekkinud madala, kuid mitte väiksema tehiskärgi (vt maps.google). Setted seal, tõsi küll, puuduvad. Tehislik ning praktiliselt tänapäevaste järveseteteta on ka pärast turbamaardla ammendumist 1981. aastal rajatud Järva-Jaani paisjärv. Endla soostikus leidub veel väiksemaid jäänukjärvi ja laukaid.

Järvesetted (IIV) avanevad enam kui protsendil kaardilehest. See Eesti kohta küllaltki suur arv on tegelikult isegi vähendatud, sest vanemad, hilisjäaaegsed järvesetted (III) on kriteeriumide-analüüside puudumisel, aga ka nende pisilaigulise leviku ning väikese paksuse tõttu tihti loetud tekkinud jääjärveliste setete hulka. Järvesetete leviala on aga märgatavalt suurem, kuna suur osa soodest on tekkinud kunagiste järvenõgude kohale. Järveseteteks on järvelubi ja -muda kõikvõimalikes erinevates omavahelistes proportsioonides, ning erinevate lisanditega aleuriit. Esimeste suurimaid leiukohti ja perspektiivallasid vaadeldakse ka maavarade peatükis. Suuremate järvede lähedal võib esineda ka kruusakas-liivaseid kaldavööndi setteid.

Järvelubi levib Väinjärve – Vahujõe piirkonnas turba all (foto 4.17) umbes 500 hektaril, kohati kahekihiliselena (Männil, 1964). Seejuures Väinjärves endas ulatub järvelubja paksus isegi 7,7 (keskmiselt 3,6) meetrini (Orru jt, 1982). Veel tuntuam, Varangu leiukohas (fotod 4.15–4.17), on lubjakiht kuni 2,8 m paks ja sisaldab kuni 98% kaltsiumkarbonaati. Nii puhast, mõnikord mitte kõige korrektsemalt järvekriidiks nimetatud setet kaevandas 1937. aastast eelkõige loomasöödaks täisühing „Eesti kriit“ ning jätkas hiljem tehas „Orto.“ Järvelubja settimine algas Varangu nõos umbes 11 000 ja lõppes (on kulutatud?) 7 400 aastat tagasi (Kalm ja Sohar, 2009; Männil, 1964; vt ka joonis 2.11).



Joonis 2.11. Varangu järvelubja leiukoha läbilõige ja kronoloogia (Kalm ja Sohar, 2010)

Figure 2.11. Statigraphic log and ¹⁴C chronology of the Varangu section (Kalm and Sohar, 2010)

Palju leidub järvelisi setteid ka mujal Endla soostiku all, kus nad täidavad kunagise Põltsamaa jää(pais)järve taandumisel tekkinud nn Suur-Endla järve ja mitmete väiksemate järvede nõgusid. K. Veberi (1957) järgi on järvesetete läbilõige siin tavaliselt külalt väljapeetud ja koosneb alt üles liivast, savist, savisest järvemudast, millele järgneb, sõltuvalt settebasseini sügavusest, järvelubi või turbane järvemuda. Seejuures võib järvemuda paksus Sinijärve lähedal ületada 3 m ning järvelubja paksus Kanamatsi rabamassiivis ulatuda ligi 2 m (Allikvee ja Orru, 1979).

Kaardilehe suurim, ligi 300 ha suurune järvesetete avamusala on seotud aluspõhjalise vagumusega Järva-Jaanist kagus. Sellest umbes poole hõlmab õhukese turbakihiga kaetud kuni 1,2 meetri paksune (tänapäeval millegipärast Männiku nime kandev) järvelubja leviala. Järvelubi asendub allapoole (ja on ümbritsetud) maksimaalselt umbes sama paksu väga muutliku järveliste savide, aleuriitide ja liivade kompleksiga (Männil, 1964).

Soosetted (bIV) hõlmavad pinnakatte avamustest 17%, kusjuures üldjuhul pole pinnakatte kaardil kujutatud soolalaid, kus turba paksus on alla 0,5 m. Rabad ja siirdesood moodustavad soodest kolmandiku. Sood ümbritsevad lõuna poolt kaarjalt kaardilehe kesk- ja loodeosa, ehk Pandivere kõrgustiku Tamsalu-Järva-Jaani paikkonda, koondudes Endla nõos. Turba suuremad paksused ületavad Endla soostikus kohati 6 meetrit, rabaturba suuremad paksused aga ulatuvad samas enamuses rabaaladest üsna väljapeetult 3 meetrini (Allikvee ja Orru, 1982). Soosetteid vaadeldakse lähemalt pinnakatte maavarade peatükis

Soode areng algas Endla soostikus (Veber, 1957) üldiselt Preboreaalis madalsooturba moodustumisega rohkearvulisi järvi ümbritsevatel liigniisketel aladel. Rabaturvas hakkas 2-3 meetri paksusele madalsooturba kihile tekkima laikudena Atlantikumis.

Kõik kaardistatava ala vooluveed voolavad lõunakaarde. Jõgede levikupilt meenutab soode levikut – ala kesk- ja loodeosas (Järva-Jaani paikkond) püsivaid vooluvesi ei esine. Silmsi soo (Müüsleri) joonest läände jäävate Pärnu jõe vasakharude puhul on sisuliselt tegu kraavidena (Esna jõgi, Peetri peakraav, Neeva kanal); jõesetteid praktiliselt ei esine, tihti paljandub kraavidena aluspõhi (foto 1.7). Silmsi joonest idas voolaval Peipsi alamvesikonda kuuluval Põltsamaa jõel on kraavitatud eelkõige parempoolsete lisajõgede (Ilmandu jõgi, Preedi jõgi, Vahujõgi, Oostriku jõgi, Völlinge oja, Vahu peakraav, Päinurme jõgi) ülemjooksud (fotod 1.8, 1.9, 2.22), alamjooksud ja Põltsamaa jõgi ise (2.23) on aga suuresti säilitanud loodusliku ilme. **Jõesetted ehk alluuvium (aIV)** pole alal kuigi levinud, kattes alla 1% kaardilehest. Seejuures on nende pindala mõõtkava tõttu pigem suurendatud kui vähendatud. Alluuvium on esindatud eelkõige turbaste lammimuldadega paksusega enamasti alla 1(2) meetri. Kitsukese levikuga sängisetteiks võivad olla õhukesed muutliku orgaanikasisaldusega liivad ja aleuriidid või, eriti suure vooluhulgaga ja/või allikarikastel kohtadel, moreenist välja pestud kruusveerised-munakad (foto 3.5).

Kuigi inimtekkeline settekiht levib enam kui 0,5 meetri paksuselt enamikus asustatud kohtades, kujutatakse kaardil kokkuleppeliselt vaid millegi poolest erilisi või ulatuslikumaid/paksemaid **tehnoogeenseid setteid (tIV)**. Mõne väiksema jääva settebasseini ja prügilga kõrval on Järva-Jaani kaardilehel mainimist väärt vaid Karinu ja Kareda karjääri (foto 2.25) aherainemäed. Mõõtkava tõttu pole võimalik näidata ka küllalt levinud, kuid väga kitsaid kraavide süvendustöödel kuhjatud kaldavalle.

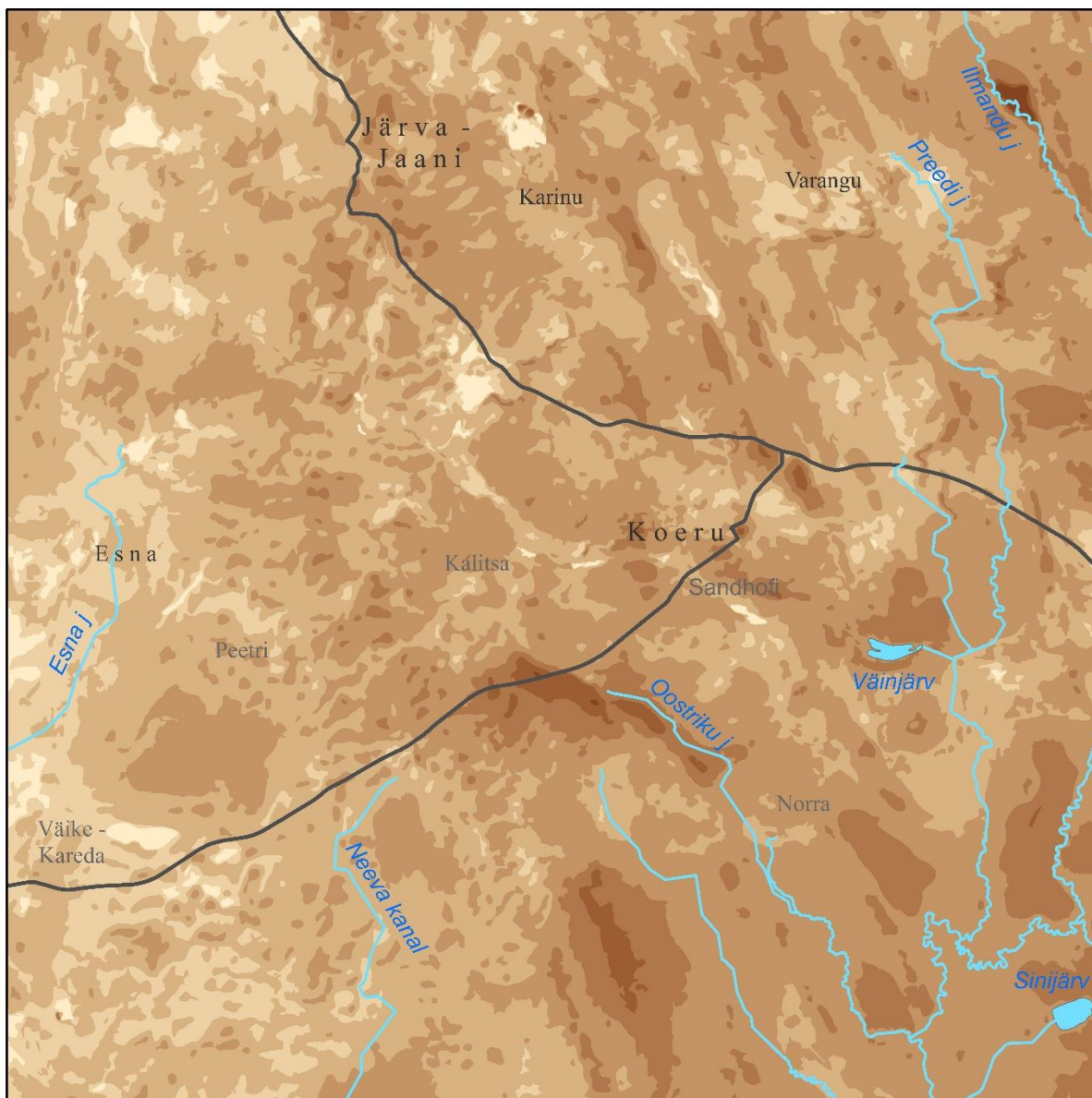
2.3. PINNAKATTE PAKSUS

Pinnakatte paksuse kaart (joonis 2.12) on põhimõtteliselt saadud tänapäevasest reljeefist aluspõhja reljeefi (joonis 1.3) lahutamisel. Tulemust siluti ja täpsustati, kasutades nii marsruutide käigus kogutud vaatluspunktide kui ka puuraukude ja puurkaevude (mõnikord umbkaudseid) andmeid. Pinnakatte paksuse kaart on usaldusväärsem seal, kus aluspõhja reljeef on tasane või muutub ühtlaselt. Liigestatuma aluspõhja reljeefiga aladel lisati vajadusel tööfaili „virtuaalseid“ andmepunkte, markeerides nii aluspõhja reljeefi (geoloogilistel kaalutlustel tõenäolisi) lohke ja muhke. Siiski vajaks täpsustamist kaardilehe kaguosa – muutliku aluspõhja pealispinna ning suhteliselt väheste geoloogiliste puuraukudega Endla soostiku piirkonna pinnakatte paksus.

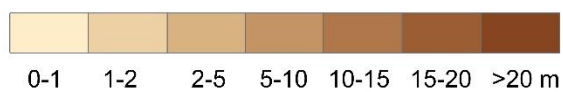
Kuna pinnakatte paksus peaks olema otseselt seotud ala geoloogilise ehitusega, pakub pilt paksuste kaardile esmapilgul üllatuse. Võiks eeldada, et paksused on vähenevad Pandiverel kui väidetaval jäälahkmelisel aluspõhja kulutuskõrgustikul. Tegelikult on paksused selgelt väiksemad tervel kaardilehe läänepoolsel kolmandikul, olles seal enamasti 2 meetri ümber. Sinna jäävad ühtlaselt hajutatuna ka suuremad alvarialad. Sama kolmandiku idaosas eristub omakorda küllaltki selgelt peenmuutliku paksusega moreeniribide ja -küngaste vöönd. Kokku näeme siin küllaltki selgelt lõuna- edelasse liikunud mandrijää kulutavat tegevust.

Kaardilehe idaosa kahel kolmandikul on pinnakatte selgelt paksem ja jämedamalt muutlik, väljendades selgelt kagusse liikunud jää kuhjavat ja liigestavat tegevust. Seejuures Endla soostik ala kaguosas ümbritsevast küll eristub, kuid mitte ülearu selgelt – liustikukünte vagudesse ja nõgudesse settinud turvas vaid veidi täiendab voorestatud maastiku paksuste üldpilti.

Pinnakatte paksus jääb alla 1 meetri vähem kui 1,5%-l kaardilehest. Lisaks looduslikele aladele, alvaritele, tuleb esile tuua ka tehislikke, eelkõige Karinu ja Kareda paekarjääri. Samuti paljandub aluspõhi küllaltki ulatuslikult mitme kruusakarjääri põhjas. Enamasti pole kaardipildis mõõtkava tõttu võimalik näidata jõgede–kraavide süvendamisest paljandunud aluspõhja (Foto 1.7). Pinnakatte suurim paksus on registreeritud kaardilehe kirdenurgas, Ilmandu soos, fosforiidiotsingu puuraugus P-1901, kus see on 30,3 m. 15–20 meetri ja enamani ulatuvad paksused ka (kaardilehe kõrgeimas kohas) Karinu karjääri aherainemäel, Koeru põhjaosa, Vao ja Merja ümbruse puurkaevudes ning arvatavasti mitmel pool suurematel peenarvoortel ning Endla soostikus.



0 1 2 4 6 8 km



Joonis 2.12. Pinnakatte paksus

Figure 2.12. Thickness of Quaternary deposits



Foto 2.1. Veidi oinapea-laadne lihvitud paepind Kareda karjääris.
Photo 2.1. Limestone surface in the Kareda quarry, polished by glacier.



Foto 2.2. Jääkriimud sealsamas. Kompass on orienteeritud põhja-lõuna sihis.
Photo 2.2. Glacial striae in the same quarry. The compass is oriented north-south.



Foto 2.3. Rohke karbonaatse jämepeurruga moreen puumurruaugus Koeru surnuaia lähedal...

Photo 2.3. Till rich in angular blocks of local carbonaceous material (a coin for scale), north of the Koeru Village...



Foto 2.4 ... ja õhukese kattena Väinjärve tunneloru lõunaserva lõhelistel lubjakividel.

Photo 2.4 . . . and on the southern edge of the Väinjärve tunnel valley, covering jointed limestones (the lower third of the section).



Foto 2.5. Väga vähese jämepeurruga moreen Kareda karjääris.

Photo 2.5. Till almost void of coarse material in the Kareda quarry.



Foto 2.6. Kaaruka Lipamägi on voor.

Photo 2.6. Lipamägi Hill near the Kaaruka Village is a drumlin.



Foto 2.7. Moreentasandik Valasti lähedal.
Photo 2.7. Till plain near the Valasti Village.



Foto 2.8. Lainjas-künklik moreentasandik Jalalõpe ümbruses.
Photo 2.8. Undulating till plain in the surroundings of the Jalalõpe Village.



Foto 2.9. Läbi saehamba-tüüpi paelahmakalise otsamoreeni lõigatud teesüvend Liigvallas.
Photo 2.9. A roadcut through “saw-tooth” moraine, rich in limestone boulders, in the Liigvalla Village.



Foto 2.10. Sarnane vall ja materjal Vahukülas.
Photo 2.10. A ridge and material (similar to the previous photo) in the Vahuküla Village.



Foto 2.11. Vaade loodest, õhukese pinnakattega alalt, ribimoreeni vallile Kahalas.
Photo 2.11. A view to a ridge of ribbed moraine in the Kahala Village.



Foto 2.12. „Moreeniribi“ halvasti sorteeritud glatsiofluviaalsed setted (ülal) ja jämepurdmoreen (all) lähedalasuvas Väike-Kareda kruusa-augus.
Photo 2.12. A moraine “rib” consisting of poorly sorted glaciofluvial sandy gravel and coarse-grained till in the Väike-Kareda gravel pit.



Foto 2.13. Ida-lääne sihiline seni veel kaevandamata oos Väinjärve tunnelorus.
Photo 2.13. An esker in the Väinjärve tunnel valley.



Foto 2.14. Kahe (fotol raskelt märgatava) madala paralleelse oosi puudega markeeritud lõunapoolsed otsad Kodasemal.

Photo 2.14. A view to the distal (southern) ends of two parallel eskers near the Kudasema Village.



Foto 2.15. Lavaoosi setted Hällimäe karjääris ...

Photo 2.15. Carbonaceous pebbly gravel with boulders in the Hällimäe gravel pit.



Foto 2.16. ... ja sama karjääri teise seina hoopis halvemini sorteeritud setted.

Photo 2.16. Less sorted glaciofluvial material in the same pit.



Foto 2.17. Väikesed kerkemurrangud Ällimäe oosi (kaardilehe piirest veidi väljaulatuva põhjaotsa) alumises liivases kompleksis.

Photo 2.17. Small glaciotectional reverse faults in glaciofluvial sands of Ällimäe pit.



Foto 2.18. Jää survele allunud liivad samas paljandis.

Photo 2.18. Same sands pushed by glacier into a fold.



Foto 2.19. Pais Räägu kanalil Sinijärve juures.

Photo 2.19. A dyke on the Räägu drainage canal by the Lake Sinjärv.



Foto 2.20. Järva-Jaani järv/veehoidla.

Photo 2.20. Artificial Lake Järva-Jaani.



Foto 2.21. Mitme meetri paksuse kattekihi (moreen) alla maetud järvelise aleuriidi nukike Karinu paekarjääris.

Photo 2.21. Remains of lacustrine silt, covered by several metres thick overburden in the Karinu limestone quarry.



Foto 2.22. Allikarikkas Vahujões Väinjärve soo põhjaosas turba-alust järvelupja uurimas.

Photo 2.22. Peat and lake lime (on the water-line) on the bank of the Vahujõgi River.



*Foto 2.23. Põltsamaa jõgi on ülemjooksul Endla soostikus samuti lõikunud madalsoosse.
Photo 2.23. The upper reaches of the Põltsamaa River. Fen forest on the background.*



*Foto 2.24. Rabamets Sinijärve ääres Toodiksaare (Endla) rabas.
Photo 2.24. Bog forest in the Toodiksaare Bog near the Lake Sinijärv.*



Foto 2.25. Karinu aherainemägi.
Photo 2.25. Karinu mining waste heap.



Foto 2.26. Vaade üle Väinjärve (tunnel)oru Koeru suunas.
Photo 2.26. A view over the Väinjärve (tunnel) valley.

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. Kasutatud on veel varasemate põhjavee keemilise koostise uuringute (Perens, 2005; Kink, 1993) materjale ning nitraaditundlike alade põhjaveeseire andmestikku, lisaks ka põhjaveevarude kinnitamise aruandeid (Shirokov, Perens, 1976; Savitskaja jt, 2005). Valdav hüdrogeoloogiline andmestik pärineb 331-st keskkonnaregistri puurkaevude andmebaasi kantud tarbepuurkaevust ja vaatluspuurkaevust (andmed EELIS infosüsteemi VEKA veebilehel). Lisaks pärineb hüdrogeoloogiline andmestik 7 puuraugu kohta Väike-Maarja (Perens jt, 1977) maaparanduse alaselt kaardistamiselt ja veetasemete andmed lubjakivide otsingutöödelt (Tallinn, 1968). Kuna arvestati ka Pandivere nitraaditundliku ala seirevõrgu allikate, eraomanike puurkaevude ja salvkaevude andmestikuga, on veepunktide tihedus 1 punkt 1 km² kohta.

Kaartide koostamisel oli aluseks geoloogilise kaardistamise juhend ([Juhend..., 2015](#)), mis tugineb rahvusvahelisele tugilegendile ”*Hydrogeological Maps. A Guide and a Standard Legend*” (Struckmeier, Margat, 1995), samuti Eesti hüdrogeoloogilise kaardi M 1:400 000 (Perens, 1998) ja Eesti põhjavee kaitstuse kaardi (Perens, 2001) legendidele. Hüdrogeoloogilisel kaardil on kujutatud põhiliselt kivimite kollektoromadusi ja nende veeandvust.

Kaardiala (v.a kaguosa) paikneb Pandivere põhjavee alamvesikonnas ning kuulub hüdrogeoloogiliselt Balti arteesiabasseini, kus põhjavesi esineb pinnakattes ja aluspõhja või kristalse aluskorra kivimeis. Suurima mahu ja levialaga on neist aluspõhja kivimitega seotud põhjavesi. Põhjavee moodustumisalalt – Pandivere kõrgustikult, on kaardilehe piires põhjaveevool suunatud lõunasse ja edelasse, väljavoolualade suunas. Piirkonna vooluvettest on suuremad Põltsamaa jõgi (lisajõgedega Ilmandu ja Preediga ning arvukate Endla MKA allikaist algavate ojade ja väiksemate lisajõgedega) ja Esna jõgi kaardilehe lääneosas. Suuremad järved on Väinjärv (foto 3.2.) ja Endla Sinijärv (foto 3.1.) ning neist väiksemad Karinu kaksikjärv ja Rõhu Umbjärv. Ülejäänud vähesed järvesilmad on paisjärved või ajutised karstijärvikud. Kõrgustiku lõunanõlval soodustavad vee kiiret imendumist arvukad karstilõhed ja -lehtid.

Kvaternaari (pinnakatte) setetes esinevad surveta vett sisaldavad ja vahetult meteoroloogilistele mõjuritele alluvad poorsed põhjaveekihid. Kogu infiltratsioon tungib pinnakattesse ja seda läbib suurem osa põhjavee äravoolust.

Pinnakatte ülemine osa või kohati kogu pinnakatte kuulub aeratsioonivöösse, kus peale filtratsioonivoolude liigub hulk vett auruna või kapillaarjõudude toimel (Perens, 1998). Kaardilehe piires esineb maapinnalt esimene aluspõhjaline veekiht Siluri ja Ordoviitsiumi lõhelistes ja suuremal või vähemal määral karstunud karbonaatseis kivimeis, kus põhjavee liikumise kiirus on suur lõhedes ja maapinnalähedastes karstiõõnsustes. Tugevalt karstunud on kivimid vähemalt 30 m sügavuseni. Sügavamal (üle 200 m) lasuvad poorsed terrigeensed kivimid ja neis esineva mõnevõrra kõrgendatud mineraalsusega vee liikumiskiirus on väike. Sügaval lasuvaid veekomplekse (O–Ca, Ca–V) pole veevarustuses kasutusele võetud. Aluskorra lõhedes esinev kõrgendatud mineraalsusega vesi on praktiliselt liikumatu.

Vastavalt Euroopa Liidu Veepoliitika raamdirektiivi 2000/60/EÜ määratlusele mõistetakse põhjaveekihina üht või mitut kivimikihti või muud geoloogilist kihti, mis on piisavalt poorsed ja läbilaskvad, et põhjavesi saaks seal märkimisväärses ulatuses voolata või sealt saaks olulises koguses põhjavett võtta. Veekompleks, mille veemajanduslikult kasutatavat ja piiritletavat osa nimetatakse põhjaveekogumiks, võib koosneda mitmest veekihist. Veepidemetenä eristatakse kihte, mille transversaalne filtratsioonikoefitsient (K) jääb alla 10⁻²m/d. Ala hüdrostratigraafiline liigestus on

toodud tabelis 3.1. Hüdrostratigraafiline liigestus põhineb digitaalse geoloogilise kaardistamise juhendi ([Juhend..., 2015](#)) seletuskirjal.

Tegeliku veevarustuse seisukohalt eristatakse piisavalt vettandvaid veekihte ning veekomplekse (kaevude valdav erideebit $q > 0,1 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$ ehk $> 10 \text{ m}^3/\text{d}$, $K > 1 \text{ m/d}$) ning nõrgalt vettandvaid veekihte ja veekomplekse ($q < 0,1 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$, $K < 1 \text{ m/d}$). 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 ristivas (transversaalses) suunas ning nendega paralleelses (lateraalses) suunas ja selle mõõtühikuks on $\text{m}^3/\text{ööpäevas}$ (m^3/d). Tootlikkuse mõõtühikuna kasutatakse veetarbimises lisaks l/s ka $\text{m}^3/\text{ööpäevas}$ (m^3/d). Edasises tekstis kasutatakse aruande faktika andmekogu puurkaevude mainimisel lühendit pk.

Kvaternaari veekompleksi põhjavett kirjeldatakse piiratud levikuga ja ilma olulise põhjaveevaruta kihtidena, kuna eelmainitud EL raamdirektiivi 2000/60/EÜ põhjal peab veekihist saama olulises koguses põhjavett võtta. Tavaliselt mõistetakse olulise põhjaveekoguse all ühisveevarustuse jaoks kasutatavat vett vähemalt $10 \text{ m}^3/\text{ööpäevas}$ või kogust, mida kasutab vähemalt 50 inimest.

Enamuse kaardilehest hõlmab Pandivere põhjavee alamvesikond. Pandivere põhjavee alamvesikond (langes põhiliselt kokku varempiiritletud veekaitsealaga) moodustati Vabariigi Valitsuse 2001. a määrusega nr 124 ja sõltuvalt nitraadidirektiivist (91/676/EMÜ) järgnes 2003. a jaanuaris nitraaditundlike alade seadustamine Vabariigi Valitsuse määrusega nr 17. Nitraaditundlikul alal toimuva põhjaveeseire eesmärgiks on põllumajandusest lähtuva lämmastikreostuse mõju hindamine ning selle muutuste uurimine lisaks puuraukudele (ja salvkaevudele) ka allikates ja karstivees.

Tabel 3.1. Hüdrostratigraafiline liigestus (Perens, Vallner, 1997; Perens, 1998, muudatustega)
 Table 3.1. Hydrostratigraphical units (Perens, Vallner, 1997; Perens, 1998, modified)

Regionaalne strat. skeem	Kohalikud ühikud	Hüdrogeoloogilised stratonid			Valdav paksus, m	Veetase maapinnas t, m	Deebit, l/s	Alandus, m	Erideebit, l/s*m	
		Vee-kompleks	Veekiht	Veepide						
Kvaternaar (Q)	Järva	Kvaternaari	soosetted (bQ _{IV})		1–3	0,2–1				
				järvesetted (lQ _{IV})		1–3				
				jääjärve setted (lgQ _{III})		1–2				
				jääjärve-line savi (lgQ _{III})		1				
				glatsio-fluviaalsed setted (fQ _{III})		3–10			<0,1	
				glatsiaalsed setted (gQ _{III})		1–5	1–2	<0,1	1	<0,1
Silur (S) Ordoviit-sium(O ₃)		Siluri-Ordoviitsiumi (S–O)	Siluri–Ordoviitsiumi liigestamata (S–O)		100–120	0–20	0,1–10	0,5–10	0,01–50	
Ordoviitsium (O _{1–2})				Ordoviit-siumi veepide (O)		80–120				
Kambrium (Ca _{1–2})	Kallavere	Ordoviit-siumi–Kambriumi (O–Ca)	Ordoviitsiumi–Kambriumi (O–Ca)		30–35	15–35	0,7	4	0,1–0,2	
	Tiskre									
	Lükati Lontova		regionaalne veepide (Ca _{1lk} –Ca _{1ln})		60–70					
Ediacara (Vend–V ₂)		Kambriumi–Vendi (Ca–V)	Voronka (V _{2vr})		25–35	70–100	0,12	1,1	0,1–0,5	
				Kotlini		0–5				
			Gdovi (V _{2gd})		35–40	70–100	1–2,9	0,9–5,2	0,5–1,1	
Paleo-protero-soikum (PP)			Aluskorra murenemiskoorigu ja lõhelise vööndi põhjavesi (PP _{1–2})		7–35				0,01	
				lõhedeta aluskord (PP ₁)						

3.1. KVATERNAARI VEEKOMPLEKS

Kvaternaari veekompleksi suurimaks puuduseks on selle väike reostustaluvus. Kuna allpool kirjeldatavad vettkandvad setted on ilma olulise põhjaveevaruta ja tsentraalses veevarustuses kasutamist ei leia, siis juhendi ([Juhend, 2015](#)) punkt 6.2.1. kohaselt Kvaternaari veekompleksi hüdrogeoloogilisel kaardil ei kujutata. Kvaternaarisetete põhjavett klassifitseeritakse setete geneesi alusel ja erineva geneesiga setted erinevad üksteisest veesisalduse poolest. Põhiliselt on pinnakatte setted Siluri–Ordoviitsiumi veekompleksi filtreeruvate sademete regulaatoriks. Veekompleks toitub sademeist ja selle levikuala langeb kokku toitumisalaga. Enamik kirjeldamist leidvaid veekihte on olulise põhjaveevaruta ja setete levikut võib jälgida kaardikomplekti pinnakatte kaardil ja läbilõigetel.

Soosetete (bQ_{IV}) veekihi levik ühtib turbasoode levikualadega. Kaardilehele jääb Endla soostik (Endla e Toodiksaare raba, Kanamatsi raba, Rummallika raba), mis kuulub Ramsari alade hulka, lisaks Põlendraba, Udeva raba, Vao raba, Punaraba, Ervita raba, Köisi soo, Silmsi soo, Alliku raba, Väinjärve soo, Kuresoo jt. Looduslikus seisundis soodes ei ületa veetase poolt meetrit ja veekihi paksus on 1–3 m. Filtratsioonikoefitsient (K) oleneb turba lagunemisastmest ja ulatub määrangute põhjal 0,05–0,1 m/d kuni 1 m/d Pandivere nõlva karstivetest toituvates soodes. Sügavamal lasuv hästilagunenud madalsooturvas on juba ise veepide. Erideebitid ei ületa turbal 0,01 l/s·m (Perens jt, 1977).

Soovees on palju lahustunud orgaanilist ainet ning humiinained koos rauaühenditega annavad veele iseloomuliku pruuni värvuse. Soovesi on väga pehme ja mineraalsusega alla 0,2 g/l. Praktilist kasutust soosetete veekiht ei ole leidnud, kuid on väga oluline sademete akumulatsioonina.

Järvesetteid (IQ_{IV}) esineb kaardilehe piires vaid laiguti. Liivade tüsedus ei ületa tavaliselt 1 m ja vesi on omadustelt lähedane jõesetete veele. Vee mineraalsus on 0,2 g/l. Oluline on vettpidava iseloomuga järvelubi (Järva-Jaani alevikust edelas, Esnalt lõunas), mille paksus on valdavalt 1 m, kuid Väinjärve ja Rõhu Umbjärve vahel ulatub enamasti üle 2 meetri (olles segunenud sapropeeliga). Sama paksusega esineb järvelupja soosetete all kaardilehe kaguosas. Suurimad paksused (3 m) on täheldatud Varangu järvekriidi karjäärast vahetult idas ja põhja suunas (Ilmandu turbamaardla; Ramst jt, 1987) ning Väinjärvest kagus isegi 3–5 m (Perens jt, 1977). Sapropeeli on Väinjärves keskmiselt 3,6 m ja maksimaalselt 7,7 m (Ramst, 1991).

Jääjärveliste setete (I_gQ_{III}) veekiht levib vaid laiguti Pandivere kõrgustiku ümbruses. Vettsisaldavaks on peenliivad ja aleuriidid filtratsioonikoefitsiendiga 0,1–1 m/d. Vesi on survetu. Kuna veekiht on väikese veeandvusega, ei leia see kasutamist ka salvkaevudega. Jääjärvelised **savid (I_gQ_{III})** eraldatakse traditsiooniliselt välja veepidemena ($K < 10^{-4}$ m/d), kuid setete paksus ei ületa 1 m ning savid vahelduvad savikate aleuriitidega (kaardilehe põhjaosas Järsil, lõunas Silmsi soos).

Glatsiofluviaalsete (fQ_{III}) setete veekiht leiab kasutamist väheste üksiktarbijate salvkaevudega (peamiselt ooside nõlvadel). Kuigi setete paksus on kohati üle 10 m, on nad seotud positiivsete pinnavormidega ja moodustavad tavaliselt aeratsioonivöö. Salvkaevude deebit on keskmiselt 0,03–0,05 l/s veepinna alanemisel 0,3–0,5 m (Savitskaja jt, 2005). Vettsisaldavad on liivad kaardilehe idaosas (Liigvalla ümbrus). Liivade filtratsioonikoefitsient on 5–10 m/d, ulatudes kruusliivade puhul kuni 25 m/d.

Moreeni (glatsiaalsete setete – gQ_{III}) veekihti ekspuateeritakse väheste salvkaevudega. Veekiht on survetu ning seotud eelkõige moreeni saviliivaste erimitega või moreenisistest liiva- ja kruusaläätsetega. Vesi on HCO₃-Ca-Na- tüüpi, kare, kõrge rauasisaldusega ja mineraalsusega 0,4–0,7 g/l. Väikest veeandvust näitavad salvkaevudest välitöödega määratud erideebitid 0,007–0,09 l/s·m (Perens jt, 1976; Perens jt, 1977), alanduste juures alla 0,5 m. Tavaliselt on moreenid veevaesed ja

nendes olevad kaevud võivad suviti kuivada. Filtratsioonikoefitsient küünib moreenil 0,2 m/d kuni 2 m/d, sügavamal ka alla 0,1 m/d.

3.2. ALUSPÕHJA JA ALUSKORRA VETTANDVAD JA VETTPIDAVAD KIHID

Siluri–Ordoviitsiumi veekompleks levib kogu alal, hõlmates valdava osa karbonaatkivimite lasundist. Lasundi paksus on 200 m kaardilehe põhjaservas kuni 250 m lõunaosas. Kesk- ja Alam-Ordoviitsiumi lubjakivid 120st meetrist sügavamal on loetud juba Ordoviitsiumi veepidemesse. Veekompleks on enamasti survetu, kuid nõrgalt surveist põhjavett võib saada kaardilehe kaguosas ning jõeorgudes on täheldatud põhjavee ülevoolu. Aeratsioonivöö paksus ulatub sageli 5 meetrini, kuid Pandivere kõrgustiku nõlvaesisel kaardilehe kaguosas jääb kõikjal alla 2 m ja kohati esineb ülevoolu. Maksimaalsete veetaseme sügavustena on mõõdetud Koeru ümbruses 19 m ja 18,3 m (puurkaevud 17281 ja 21919). Peamine surve tekkeala – Pandivere kõrgustik – jääb kaardilehe põhjapiirile.

Siluri–Ordoviitsiumi veekompleksis on loobutud vettpidavate ja veekihtide eristamisest ja vaadeldakse Siluri ja Ordoviitsiumi veekihte liigestamata kompleksina. Põhiargumendiks oli, et avamusalal sõltub karbonaatkivimite veeandvus peamiselt lõhelisusest, aga mitte nende litoloogiast. Pindalaliselt esineb lõhelisus peamiselt tektooniliste rikete piirkonnas. Läbilõikes on nii lõhelisus kui karstumus väga ebahütlane. Filtratsioonikoefitsient ulatub 20 m/d kuni 50 m/d karbonaatse kompleksi ülemises osas, aga ei ületa 5 m/d 50 meetrist sügavamal.

Vettandvad lubjakivid ja dolomiidid on ülemises 30 m (antud kaardilehel isegi kuni 50 m) paksuses osas tugevasti karstunud ja lõhestunud ning vesi liigub vettandvate kivimite lõhedes. Eesti karbonaatkivimite kompleksi avavatest (ca 300) puuraukudest tehtud vooluhulga karotaažid näitavad (Perens, 1998), et ülemine 15 meetrit annab ligi poole kogu puurauku tungivast veest. Enim vettandvaid intervalle on seotud erineva litoloogilise koostisega kivimite kontaktiga.

Kaardilehe piires tehtud varasemad vooluhulga karotaažid (Perens jt, 1976; Perens jt, 1977; Perens jt, 1986) näitasid Siluri ladestus veerikkaimana Raikküla ladet ja eriti Alam-Raikküla Järva-Jaani kihte. Järsk veeandvuse vähenemine toimub Juuru lademes, kus Tamsalu kihistust pole vettandvaid intervalle täheldatud ja väiksemad vettandvad intervallid on seotud Varbola kihistuga (enim piiril Tamsalu kihistuga). Ordoviitsiumi ladestus on konkurentsituult veerikkaim Pirgu lade. Kui lasuvast Porkuni lademest on täheldatud veeintervalle vaid paaris puurkaevus (nt pk 8362 allosas, piiril Adila kihistuga) siis Pirgu lademest on veeintervalle kõigis puurkaevudes. Enamasti esinevad vettandvad intervallid Adila kihistus, kuid väga harva Moe kihistus ning siin on nad sageli seotud kihistu alumise piiriga. Saunja ja Paekna kihistute piiril on täheldatud veeandvust vaid paaris puurkaevus ja sügavamalt on väike vettandev intervall täheldatud vaid ühes puuraugus (pa 422) Rakvere lademe ülaosas (sügavusel 164 m). Vaatamata sellele erandlikule intervallile ja üksikutele lõhedele Saunja kihistus, on Pirgu lademe sügavus kaardilehe lõunapiiril võetud ka veekompleksi lõppsügavuseks.

Hüdrauliliselt on Siluri ja Ordoviitsiumi põhjavesi omavahel seotud tektooniliste rikete, lõhede ja karstiõõnsuste kaudu. Seda kinnitavad veetaseme sünkroonne kõikumine ja üheaegsed maksimum- ja miinimumtasemed. Küll on aga Ordoviitsiumi põhjavee survetase ligi 0,5 m sügavamal Siluri omast. Kaardilehe põhjaosa seirekaevudes (pk 3061 ja 3062) on erinevus miinimumperioodil 0,2–0,3 m, lõunaosas (pk 10026, 10056) isegi 0,7–0,8 m. Viimastel juhtudel mõjustajaks ka veevõtt Ordoviitsiumi kivimeid avavaist puurkaevudest. Karstinõgudes, jõgede orgudes ja tegutsevate karjääride ümbruses võib aga kohati Ordoviitsiumi põhjavee tase olla kõrgem (või võrdne) Siluri omast.

Veekompleksi survetu veetase on kõrgeim kaardilehe põhjaserval, Pandivere kõrgustikul, kust hüdroisohüpsid alanevad lõunasse, enamasti korrates aluspõhja reljeefi ning madalaim on veetase lehe edelaosas (alla 65 m ümp).

Puurkaevude erideebit kõigub vahemikus 0,01–50,00 l/s meetri alanduse kohta, olles keskmiselt aga 0,1–5,0 l/s·m. Ala lääneosas on esinenud ülevoolu melioratiivse kaardistamise mõnes puuraugus, kuid nüüdseks esineb ülevoolu vaid Aseri rikke piirkonnas. Endla nõos ning jõeorgudes on arvukalt allikaid. Anomaalselt suured erideebiti väärtused (üle 50 l/s meetri alanduse kohta) on saadud pumpamistel liiga väikese võimsusega pumpadega, kus veepinna alanemine jäi alla 0,1 m. Karbonaatses kompleksis on vesi mage, $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-}$ tüüpi, mineraalainete üldsisaldusega 0,4–0,6 g/l. Vesi on kare (6–8 mg-ekv/l) ning Liigvalla piirkonnas kõrge rauasisaldusega (üle 1 mg/l).

Siluri–Ordoviitsiumi veekompleks on alal põhiliseks veevarustuse allikaks. Veekompleksis on kaitsmata aladel sageli manteldatud vähemalt 30 m vettandvam ülaosa (suurfarmide läheduses isegi üle 50 m) ja sellistes puurkaevudes on suurem vee karedus, väiksem veeandvus ja sageli sisaldub vees palju rauda ning mikrokomponentidest kohati Mn^{2+} .

Ordoviitsiumi veepideme moodustavad Toila kihistu katkestuspindadega glaukoniitlubjakivid (mergli vahekihtidega) koos lamamiks oleva glaukoniitlubjakivi tusedusega kuni 3 m. Türisalu kihistu maarjaskilt (diktüoneemakilt) kaardilehe piires läbilõikes puudub. Kaardilehe piires ületab karbonaatses kompleksi tusedus kõikjal 200 m ning veepidemesse kuuluvad juba ka Kesk- ja Ülem-Ordoviitsiumi lubjakivid (sügavamal kui 120 m). Veepideme läbilaskvus on teravalt anisotroopne. Kui lateraalne (külgsuunaline) filtratsioonikoefitsient võib muutuda 0,001–1,000 m/d, siis transversaalne on enamasti suurusjärgus 10^{-6} – 10^{-5} m/d (Vallner, 1980). Kuna kaardilehe piires on maarjaskilt välja suidunud, jääb siin transversaalne filtratsioonikoefitsient ilmselt suurusjärku kuni 10^{-4} m/d.

Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleks (O–Ca) levib kogu kaardilehe ulatuses. Kallavere (Ordoviitsium), Paala ja Vaki kihistu (Kambrium) ning kaardilehe põhjaosas ka Tiskre kihistu peeneterisest liivakivist ja enamasti jämeterisest kvartsaleuroliidist koosneva kompleksi paksus on valdavalt 30 m. Veekompleks toitub Pandivere kõrgustikult, peamiselt tektooniliste rikete kaudu (Aseri rike). Ordoviitsiumi kihtidest läbi veepideme nõrgunud vesi valgub surveliste filtratsioonivooludena laiali lääne ja lõuna suunas. Veekompleks on surveiline. Lasub ta 210 kuni 240 m sügavusel maapinnast, veevahetustingimused on halvenenud lõuna suunas ja vähenenud on ka ilmastikutingimuste mõju põhjavee seisundile. Põhjavee survetase on kuni 65 m ümp lõunaosas (Aseri rikke piires võimalik isegi üle 65 m) ja langeb tasemele 60 m ümp kaardilehe loodepiiril. Filtratsiooniomadused on välja peetud: $K=1$ – 10 m/d Veekompleksi veeandvus on ühtlane ning erideebit ainsas määranuga puurkaevus 10384 on 0,16 l/s meetri alanduse kohta.

Keemiliselt koostiselt on põhjavesi $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na-Ca-Mg-}$ tüüpi lahustunud mineraalainete üldsisaldusega 0,4 g/l. Vesi on pehme ja üldkaredus jääb vahemikku 2–4 mg-ekv/l.

Lükati–Lontova regionaalne veepide levib kogu alal ja on esindatud eelnimetatud kihistute argilliidilaadse saviga (sinisavi). See üle 60 m tusedusega kompleks on suurima isolatsioonivõimega veepide – transversaalne filtratsioonikoefitsient on enamasti 10^{-7} – 10^{-5} m/d (Vallner, 1980).

Kambriumi–Vendi veekompleksi (Ca–V) kandjaks on eelnimetatud ladestute tsementeerunud liivakivid ja aleuroliidid. Kotlini kihistu savid on kaardilehe piires välja suidunud ning veekompleksi jaotab kaheks: (ülemiseks Voronka ja alumiseks Gdovi veekihtiks) alla 5 m tusedusega Sirgala kihistiku alumine savikate erimitega osa (tinglikult Kotlini veepide). Veekompleksi avavate puurkaevude erideebitid jäävad vahemikku $q=0,1$ – $1,1$ l/s meetri alanduse kohta. Voronka veekiht on alati väiksema veeandvusega kui seda on alumine Gdovi veekiht. Veekompleksi veeandvus väheneb (mõlemas veekihis) lõuna suunas. Põhjavesi on kõrgsurveline ja survetase on enamasti 3–5 m üle

merepinna, tõustes veidi lõuna suunas. Kaardilehe lõuna- ja kaguosas (Aseri rike) on survetase üle 5 m merepinnast kõrgemal.

Veekompleksi vesi on mage (üldmineralisatsioon 0,5–0,6 g/l), kusjuures suurem on põhjavee mineraalsus alumise, Gdovi veekihi puhul. Vesi on Cl-HCO₃-Na-Ca- tüüpi. Gdovi veekihi on tavaliselt probleemiks suur kloriidide ja raua sisaldus põhjavees, samuti radionukliidide sisaldus. Kloriidide sisaldus põhjavees on üle 200 mg/l mõlemas kaardilehe süvapuurgaevus. Radionukliidide määranguid pole veekompleksist kaardilehe piires tehtud.

Aluskorra murenemiskooriku ja lõhelise vööndi põhjavesi on kõrgsurveline. Analoogia põhjal kõrvalaladega on põhjavesi suure mineraalsusega ja lisaks väga väikese veeandvuse tõttu ei oma tähtsust veevarustuses. Katsepumpamisel puurkaevust 1109 saadud erideebit 0,23 l/s meetri alanduse kohta oli tingitud puuraugu konstruktsioonist (osaliselt avatud ka Ca-V veekompleksi veerikkama alumise osa kivimid). Murenemiskooriku paksus on 7–35 m (väikseim kaguosa geoloogilises puuraugus 700) ja jääb enamusel alast suurusjärku alla 20 m. Pindalaliselt on hüdrogeoloogias oluline, kas murenemiskooriku savikas intervall on säilinud või kulutatud.

3.3. PÕHJAVEE TARBEVARU JA SELLE KASUTAMINE

Kaardilehe piires on kinnitatud tagatud põhjaveevaru Järva-Jaani alevile. Põhjaveevaru kinnitati keskkonnaministri 2006. aasta käskkirjaga nr 407 mahus 1200 m³/d Siluri–Ordoviitsiumi veekompleksist ning kehtivusajaga 2033. aastani.

Joogiveevarustuses kasutatakse kaardilehe piires vaid põhjavett ning vett võetakse Siluri–Ordoviitsiumi veekompleksist. Hüdrogeoloogilisel kaardil on toodud veetarbimine 2013. a lõpu seisuga ja arvestatud on vaid puurkaeve veetarbimisega üle 5 m³/d.

Kvaternaari veekompleksi vett tarbivad hajaasustuses üksikud väiketarbijad 2–8 m sügavuste salvkaevudega peamiselt kaardilehe ida- ning keskosas.

Suurim on tarbimine Siluri–Ordoviitsiumi veekompleksist Järva-Jaani alevis, kus veevõtt ületab 500 m³/d ning peamiseks tarbijaks ühisveevarustuse kõrval on ühistu E-Piim meierei (pk 8354). Alevi puurkaevud 8355 ja 8357 on reservis. Lisaks tarbib Järva-Jaanist kagus paiknev Metstaguse Agro Tamme farm Kuksemal 60 m³/d põhjavett. Kaardilehe keskosas on tarbimine suurem Koeru alevikus, kus S–O veekompleksist võetakse ühisveevarustuseks 130 m³/d põhjavett ja lisaks sellele pumbatakse veekompleksist 105 m³/d põhjavett lähikonnas Vao külas ja Laaneotsal (põhitarbijateks on siin Abaja Farmid OÜ ja Järva PM Laaneotsa farmid). Koerust kagus Ervita külas lisandub veevõtt 15 m³/d. Koeru alevikus võetakse vett puurkaevudest 10364 ja 10359, millised on aastast 2014 varustatud rauaärastusseadmetega uutest pumbamajades.

Peetri alevikus (puurkaev 10050) ja Ämbra külas (Peetri Suurfarm) lehe edelaosas ulatub põhjaveevõtt kokku 120 m³/d. Väiksemad veetarbijad on veel Karinu küla (elamute puurkaevust 7440 ligi 20 m³/d ja Karinu PM OÜ farmi puurkaevust 7442 Metslas ligi 30 m³/d).

Siluri–Ordoviitsiumi veekompleks leiab kasutamist ka üksiktarbijate (talud) arvukate salvkaevude ja puurkaevudega. Põhiliselt on puurkaevud alla 30 m sügavad ning riiklikku veearvestust nende tarbimise hulga kohta ei peeta. Eratarbijate väheseid säilinud kombineeritud kaeve, kus veepuuduse tõttu on salvkaevu põhja käsitsi puuritud väikese läbimõõduga puurauk, püütakse asendada nõuetekohaste puurkaevudega. Ühisveevarustuse tarbepuurkaevudes on sageli ülemine osa karbonaatsest kompleksist manteldatud ja tarbitakse vaid veekompleksi alumise osa enamkaitstud põhjavett.

Konkurentsituul suurimaks põhjavee tarbijaks S–O veekompleksist on aga Karinu lubjakivikarjäär, kust pumbatakse viimase 30 aasta jooksul välja keskmiselt 2000–3000 m³ põhjavett

ööpäevas. Väljapumbatud vesi juhitakse lõunapoolseisse Karinu karsti ning Metsla küla Oru talu karstiauku. Karjäär ei tegutsenud aastail 1993 kuni 1996 ning põhjavee tase tõusis siis karjääris tasemeni ligi 95 m ümp. Kaardilehe edelanurga Kareda (Koigi) dolomiidikarjäärist vett välja ei pumbata, sest tootmine toimub põhjaveetasemest kõrgemal.

Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleks oma suure lasumussügavuse ja puurkaevude suhteliselt väikese tootlikkuse tõttu kaardilehe piires kasutamist ei leia.

Veevarustuse seisukohalt on olulised viimastel aastatel (Järva-Jaanis 2012. ja Peetris ning Koerus 2014. a) kaardilehe piires läbi viidud ühisveevarustuse ja kanalisatsiooni rekonstrueerimise tööd, mis toimusid Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfondi kaasfinantseerimisel.

3.4. PÕHJAVEE RIIKLIK VAATLUSVÕRK JA PÕHJAVEE TASEME MUUTUMINE

Põhjavee riikliku **tugivõrgu** seirega (ametliku nimetusega põhjaveekogumite seire allprogramm) on kaardilehe piires nüüdseks haaratud Siluri–Ordoviitsiumi veekompleks. Tegutsevad seirekaevud paiknevad Raigu seirejaamas kaardilehe kirdenurgas ning kaks kõrvutiasetsevat puurkaevu (katastrinumbrid 3061 ja 3062) avavad vastavalt Siluri–Ordoviitsiumi veekompleksi alumise ja ülemise (Siluri) osa. Nii kvantitatiivne kui põhjavee kvaliteedi seire toimub neis aastast 1974. Varasemaist aastatest (põhiliselt 1962–1970) on andmed andmebaasi seirekaevust 10360 Koerus. Paljud puurkaevude andmekogusse kuuluvaist riikliku seire puurkaevudest on nüüdseks reservis (pk 10039 ja 1460).

Survetu põhjavee vabapinna kõikumine sõltub peamiselt sademeist ja ala looduslikust ning tehnogeensetest drenitusest ning jälgitavad on kevadine ja hilissügisene taseme maksimum ja talvine ning suvelõpu miinimumtase. Kevadise maksimumtaseme ajal on erinevused veetasemeis eri sügavusel veekompleksi avavais kaevudes kuni 1,1 m, kuid miinimumperioodidel vaid 0,1 m. Viimastel aastatel pole tingimused olnud soodsad kevadiseks põhjaveevaru täienemiseks ja kohati ühtib hilissügisene (talve alguse) põhjavee maksimumtase isegi kevadise maksimumiga. Suurimad on vabapinna sesoonsete kõikumiste amplituudid karstialadel. Maksimaalse amplituudina on täheldatud 5 m pk 8362 Järva-Jaani kagupiiril (Shirokov, Perens, 1976). Tavaliselt ei ületa aastane amplituud Siluri–Ordoviitsiumi veekompleksis 2 m.

Sügavamate aluspõhjakihtide vee survepinna kõikumine järgib maapinnalt esimese veekihi oma väikese hilinemisega ning taseme sesoonsete kõikumiste amplituudid ei ületa 0,5 m Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleksis (analoogia põhjal Väike-Maarja seirejaamaga) ega ka Kambriumi–Vendi veekompleksis. Puurkaevu 10602 vaatlusandmeil toimus Kambriumi–Vendi põhjavee survetasemeis üleminek pidevalt languselt kiirele taseme tõusule 1995. a. Vaatluspuurkaev on nüüdseks konserveeritud.

Põhjavee kvaliteedi seire toimub Pandivere kõrgustikul suurimas mahus allprogrammi **nitraaditundlik ala** (NTA) põhjavee seire käigus. Vaatlusvõrgu Järvamaa osa on töös 1991. aastast ning uuritakse maapinnalähedast põhjavett. Seire eesmärgiks on jälgida põllumajandustootmise mõju põhjaveeresursile ning selgitada põhjaveekvaliteedi muutuste trende. Lisaks lämmastikühendite määranguile määratakse nüüdseks pisteliselt ka kloriidi, sulfaadi, taimekaitsevahendite jääkide ja fosfaadi sisaldust ning elektrjuhtivust ja üldrauda.

Algselt oli uuringute teostajaks AS Maves, alates aastast 2011 on aga seire läbiviijaks Keskkonnauuringute Keskus. Põhiliselt haarab seirevõrk erakaeve ja allikaid. Tegutsevaid põhiseire punkte on kaardilehe piires kaheksa ning tugiseire punkte, kus proove ei võeta sagedamini kui kord aastas, on samuti 8. NTA põhiseire punktideks on lisaks Esna, Norra, Sopa ja Järva-Jaani allikaile eraisikute puurkaevud 5, 17, 22, 169 ning tugiseire punktideks Vahuküla allikad ning eraisikute

puurkaevud 44, 3762, 7619, 10011, 10163, 13440 ja 15116. Kõik põhiseire punktid ja enamus tugiseire punkte on kujutatud joonisel 3.2. Lisaks on nitraaditundliku ala andmebaasis veel mõned operatiivseire kaevud, millistest veeproove võetakse vaid erivajadusel (reostusjuhtumid või piirkondlikud uuringud). Peale lämmastikühendite sisalduste pidevat vähenemist põhjavees alates 1991. aastast toimub 1997. aastast nende sisalduste stabiliseerumine. Aastail 2007–2010 toimus ajutine lämmastikühendite sisalduse tõus. Viimastel aastatel on Pandivere NTA lõunaosas põhjavee seisund paranenud. Põhjaveeseire andmestik on kättesaadav elektrooniliselt Keskkonnaagentuuri seire veebilehelt (<http://seire.keskkonnainfo.ee>).

Lisaks riiklikule põhjavee tugivõrgu seirele toimub tegutseva Karinu karjääri lähiümbruses ettevõtteseire. Projekti “Kurevere-Esivere, Vasalemma, Karinu, Rakke karjääri ja Rakke tehase veeseire” täitjaks on viimastel aastatel TTÜ Mäeinstituut, kes peale veetasemete mõõtmise teostab ka veeproovide võtmist eesmärgiga hoida vaatluse all veekõrvaldusest tingitud muutused.

Kaardilehe kagunurgas toimus ettevõtteseire Kareda (Koigi) karjääri piirkonnas aastail 2009 kuni 2011 ja teostajaks oli OÜ Eesti Geoloogiakeskus.

Hüdroloogiapostid tegutsesid 1960.–1980. aastateni Oostriku, Võllingi, Sopa, Värvi-, Varangu ja Esna allikail. Lisaks jätkus Endla MKA tellimisel vaatlusrida aastail 1989–2004 ja teostajaks oli OÜ Eesti Geoloogiakeskus (Perens, 2005).

3.5. PÕHJAVEE KAITSTUS

Järva-Jaani põhjavee kaitstuse kaardi koostamise aluseks olid järgmised kaardikomplekti kaardid: aluspõhja geoloogiline, pinnakatte geoloogiline, hüdrogeoloogiline, aluspõhja reljeefi ja pinnakatte paksuse kaart. Põhjavee kaitstuse kaardi koostamisel kasutati faktilise materjali andmeid Maa-ameti poolt hallatavast geoandmebaasist, samuti Keskkonnaregistri avaliku teenuse (<http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main>) puurkaevude ja kaitstavate loodusobjektide andmebaasi (samad andmed ka Eesti Looduse Infosüsteemis EELIS <http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx>). Kasutatud on ka Pandivere nitraaditundliku piirkonna põhjaveeseire andmestikku ja veekaitse andmeid Pandivere nitraaditundlikul alal (http://www.envir.ee/sites/default/files/karstiprojekti_aruanne_21.10.2014.pdf). Kaardil on kujutatud maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi põhjavee looduslikku kaitstust ja antud kaart on käsitletav vaid põhjavee kaitstuse kaardina ning seetõttu puuduvad antropogeense koormuse elemendid (reostuskoormus). Erandina on toodud vaid veehaarded kui põhjavee survepinna alandajad. Maapinnalt esimese aluspõhjalise põhjaveekihi kaitstuse all mõeldakse selle kaetust vettpidavate või nõrgalt vett läbilaskvate setetega ja lähtutakse nende paksusest, litoloogiast ning siit tulenevalt filtratsiooniomadustest ja aeratsioonivöö tusedusest. Olulise tegurina arvestatakse pinnase- ja põhjavee tasemete vahetõrget. 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.

Järva-Jaani põhjavee kaitstuse kaardil on eristatavad järgmised alad (vt põhjavee kaitstuse kaardi legendi):

1. Kaitsmata alad (väga kõrge reostusohutlikkus). Põhjavee looduslik kaitstus maapinnalt lähtuva punkt- või hajureostuse (nii orgaaniliste kui ka mineraalsete reoainete) suhtes praktiliselt puudub. Moreeni paksus ei ületa valdavalt kaht meetrit. Kaitsmata alade hulka kuuluvad ka alvarid ja karstialad. Järva-Jaani kaardiala jääb Pandivere kõrgustiku lõunanõlvale väga karstirohkesse piirkonda (Kuksema, Tudre, Ramma jt). Kaitsmata alana on kujutatud mõned üle 2 m kruusa ja aleuriidi alad

(Kuksema karstiaala lääneservas ja põhjaküljel) ning Kagavere lähedal üksikud üle 5 m paksused kruusaalad.

2. Nõrgalt kaitstud alad (kõrge reostusohtlikkus). Moreeni ja aleuriidi paksus on enamasti 2–10 m või savipinnas (savi, liivsavi) paksusega kuni 2 m. Peamiselt on tegemist moreeni- ja sooladega, vähemal määral on limnoglatsiaalseid setteid (aleuriit, peenliiv), järvelupja (Esnal ja Varangul ka alla 2 m alad) ja fluvioglatsiaalseid setteid. Moreeni paksuse puhul >5 m on üksikute karstihetrite esinemisel piirkond kujutatud nõrgalt kaitstuna. Nõrgalt kaitstud alad moodustavad üle poole Järva-Jaani põhjavee kaitstuse kaardilehe pinnast.

3. Keskmiselt kaitstud alad (keskmine reostusohtlikkus). Moreeni paksus jääb valdavalt 10–20 m (Kapu lähedal), savide paksus 2–5 m (Marguse pkr-st läänes, Maeru pkr lähedal), järvelubja paksus ligi 5 m (Väinjärve ääres), rabaturba paksus kaardilehe kaguosas valdavalt 5–10 m (Kanamatsi soo, Punaraba, Linnusaare raba, Udeva soo, Vao soo) ning Varangu järvelubjamaardla (kaevandamata) idaserv kuni Ilmandu turbamaardlani kaardilehe põhjaservas.

4. Suhteliselt kaitstud alad (madal reostusohtlikkus). Antud kaardilehel on tegemist kahe väikese alaga, mille moodustamise aluseks on ülevoolupiirkond Preedi jõel ja Vana-Vorsti jõe lähedal – rabaturba ning jõesetega kaetud ala.

Enamus kaardialast on kaitsmata või nõrgalt kaitstud ja puudub kaitstud ala. Põhjavee kaitstus suureneb kaardi kagunurgas (Pandivere kõrgustiku nõlvaesine Endla soo). Järva-Jaani kaardiala jääb enamuses Pandivere kõrgustiku lõunanõlvale, kus esineb palju karsti, ning Pandivere nitraaditundlik piirkond katab enamuse antud kaardilehest.

Tuleb ka arvestada, et põhjaveekihti sattununa sõltub reoainete levik külgsuunalistest (lateraalsetest) filtratsiooniomadustest ja on eriti kiire hüdrogeoloogilisel kaardil suurema erideebitiga eristatud aladel ning karstialadel, eriti suurveeperioodil.

Kvaternaari veekompleksi kaitstust ning allikate ja pinnaveekogude kaitsetsoone antud kaart ei kajasta. Sel põhjusel on kaitsmata põhjaveega alade piirid Maa-ameti kaardiserveri nitraaditundlike alade kaardil veidi erinevad, kuigi peamiseks erinevuse põhjuseks on täpsustatud aluseks olnud pinnakatte ja pinnakatte paksuse kaardid.

3.6. PÕHJAVEE KOOSTIS

Põhjavee looduslik kaitstus peegeldub eelkõige lämmastikühendite sisalduses põhjavees. Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundliku ala kaitse-eeskiri moodustati 2003. aastal EV Valitsuse määrusega nr 17 ([Pandivere ja Adavere..., 2003](#)). Nitraaditundlikuks alaks loetakse piirkond, kus põllumajanduslik tegevus on põhjustanud või võib põhjustada nitraatiooni sisalduse põhjavees üle 50 mg/l või mille pinnaveekogud on põllumajanduslikust tegevusest tingituna eutrofeerunud või eutrofeerumisohus (Maves, 2006). Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundlik ala jaguneb Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundlikuks piirkonnaks ning nitraaditundliku ala piires asuvad kaitsmata põhjaveega pae- ja karstialad pinnakatte paksusega kuni 2 meetrit ning kehtestatakse kitsenduste ulatus allikate ja karstihetrite ümbruses ning kaitsmata põhjaveega aladel (<https://www.riigiteataja.ee/akt/242635>). Järva-Jaani kaardileht jääb Pandivere nitraaditundlikku piirkonda v.a kaardilehe kaguserv.

Veepunktide paiknemise skeemil (joonis 3.2.) on Pandivere nitraaditundliku piirkonna seirepunktide numbrid sulgudega tähistatud.

Joonisel 3.3. on kujutatud lämmastikühendite sisaldust tarbekaevude ja allikate vees, maapinnalt esimeses aluspõhjalises (S–O) veekompleksis. Korduvate määrangutega seirepunktides on sisaldustena arvestatud mediaanväärtust.

Nitraatide sisaldus üle 3 mg/l on tuvastatud enamikus kaardilehe puurkaevudes, kuna põhjavee kaitstus kaardistatud alal on nõrk või puudub. Keskmiselt jääb nitraatide sisaldus vahemikku 10–20 mg/l. Sisaldused alla 3 mg/l esinevad sagedamini kaardilehe idaosas. Suurimad sisaldused on saadud Esna küla lähedalt (puurkaevus 24792 oli 28.11.08. NO₃⁻ sisaldus 81,7 mg/l) ja Liigvallas põhja pool (tektooniline rike), kus puurkaevu 15465 vees oli 2000. aastal nitraate 87 mg/l. Viimasel juhul viitas reostusele ka suur ammooniumisaldus – 8 mg/l. Kõrged nitraatide sisaldused on saadud ka nitraaditundliku ala seirekaevudes (Karinult lõunas Tammiku, Ammutal Pihlaka talu ja Rammalt lõunas Väljaotsa) ajuti kuni 50 mg/l.

Nitritite sisaldus puurkaevude põhjavees jääb alla määramispiiri. Vaid Esna puurkaevus 24792, kus reostusele viitas ka nitraatide sisaldus, oli nitriteid 0,6 mg/l ning Esna allikas ja seirepuurkaevus 3061 ajuti 0,2 mg/l.

Ammooniumi (NH₄⁺) sisaldus on valdavalt alla määramispiiri, harva üle 0,1 mg/l. Üksikud sisaldused üle 1 mg/l (pk 53077, 14211, 10419–10421) on täheldatud kaardilehe lõunaosas, peamiselt keskmiselt kaitstud aladel.

Põhjavee kvaliteediseire andmete põhjal lämmastikühendite sisaldus põhjavees vähenes pidevalt 1996. aastani, millele järgnes aeglane tõus kogu majandusarengu kuumenemise taustal (sh suurim tõus aastail 2007–2010) ning seejärel püsib siiani suhteliselt stabiilsete sisaldustega periood. Lämmastikühendite hulk maapinnalähedases põhjavees pole ka tõusutrendiga aastail siiski tõusnud 1991. aastale eelnenud sisaldusteni. Lisaks põllumajandusliku tootmise vähenemisele on olulised viimastel aastatel toimunud vee- ja kanalisatsioonivõrkude renoveerimistööd.

Sulfaate leidub põhjavees 25–50 mg/l. Maksimaalse sisaldusena on täheldatud 97,6 mg/l puurkaevu 53889 vees ja 91 mg/l Liigvallas (pk 15465).

Kloriidide sisaldus maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi põhjavees jääb suurusjärku 10 mg/l. Sügavamate puurkaevude vees ulatub kloriidide sisaldus vaid paaris kaevus (pk 7513, 10026) üle 20 mg/l.

Põhjavee üldkaredus jääb vahemikku 5–7 mg-ekv/l.

Raua sisaldusega üle 1,0 mg/l ala on välja eraldatud Liigvalla külas (Vardja oja, Preedi jõe kallastel) ning üksikuid määranguid on ka Karinu karjääri piirkonnas ja Koerust edelas (Sandhofi ja Vao vahel). Suuremad raua sisaldused on ka Järva-Jaanis (puurkaevus 8359 oli raua sisaldus 6,45 mg/l) ja kirdeosa vaatluspuurkaevus 3061 (üle 2 mg/l), kuid mõlemal juhul olid manteldatud ülaosa Siluri kivimid. Kõrge rauasisaldusega ühisveevarustuse puurkaevude (Vao, Ervita, mõned Koeru aleviku kaevud) puhul on viimastel aastatel paigutatud rauaärastuse seadmeid. Raua, nagu ka H₂S sisaldus ei sõltu niivõrd põhjavee looduslikust kaitstusest, kui piirkonna hüdrogeoloogilistest tingimustest ja veetorustike seisundist.

Fluori määrangud on toimunud viimase paarikümne aasta jooksul. Kuna tegemist on karstivetega, on fluoriide põhjavees 0,2–0,5 mg/l ja vaid paaris lõunaosa sügavamas puurkaevus (pk 10379, 10123, 53077) ulatub sisaldus 1,0–1,5 mg/l. Madalamate puurkaevude puhul on sageli tegemist ebapiisava fluorisisaldusega põhjaveega.

Kõrgenenud polümetallide sisaldust põhjavees näitasid nii Kiltre allikast ja seda ümbritsevaist puuraukudest (Puura, Vaher, 1962) kui ka Oostriku allika piirkonnast (Sudov jt, 1974; Vavilin, 1978) võetud veeproovide määrangud.

3.7. KARST JA ALLIKAD

Enamus kaardilehest (va kagunurk) hõlmab Pandivere kõrgustiku lõunanõlva ja jääb Pandivere nitraaditundliku ala piiresse. Pindmised **karstivormid** on kaardile kantud põhiliselt Pandivere

karstilehtrite andmete ajakohastamise töö ([Pandivere ja ... , 2014](#)) põhjal, mille teostajaks oli Consultare OÜ. Töö on elektrooniliselt kättesaadav Keskkonnaministeeriumi kodulehel. Kaardil on toodud vaid suuremad karstivormid, kuid väiksemad karstinõod, -lohud ja -tiigid on leitavad Maa-ameti kaardiserveri nitraaditundlike alade kaardilt.

Pindmised karstivormid esinevad sageli nõgudes rühmiti, moodustades karstialasid. Lähestikku paiknevaid karstialasid või karstivormide gruppe vaadeldakse koos suurema karstiväljana. Karstivälju on raske täpselt piiritleda.

Karstialadena on hüdrogeoloogilisele kaardile kantud Kuksema karstiaala kaardi loodeosas, Ramma karstiaala põhjaosas ja Tudre karstioru kaardi keskel. Lisaks ulatub lehe põhjapiirile peamiselt Tapa kaardilehel paiknev Järsi-Mängupealse karstiaala. Ramma karstiaala on kaardil välja venitatud põhjasuunas kuni Metsamõisa karstivormideni (Puhta vee teemapark). Ülejäänud tuntumad karstiväljad (ja -alad) on toodud punktobjektidena (märgatavad karstilehtrid).

Suuremad üksikobjektid (karstilehtrid) on Suure Jüri auk (foto 3.4.) Karinu paekarjäärast 2 km kirdes ja 50 m läbimõõduga Kuksema karstihääl (foto 3.3.) Kuksema karstiaala lõunapiiril. Lisaks on Metsla külast 1 km idas sügav kurisu Oru talu juures, kuhu suurveega juhatakse vett ka Karinu paekarjäärast ja kurisud tektoonilisel rikkal kaardilehe läänepiiril Kaaruka-Kodasemal (foto 3.6.) ning neeluaugud Tammiku küla idaserval.

Kõige ulatuslikum karstiväli on kaardilehe keskosas Tudre karstiorust lõunasse laiuv Kalitsa-Abaja karstiväli, mis ulatub Tammiku külast läänes Vao küalani idas. Kuksema karstiaala kirjeldatakse sageli ulatuslikuma Kuksema-Kagavere karstivälja osana ning Ramma karstiaala jääb itta ja lõunasse jätkuvale Ramma karstiväljale.

Kaardilehe edelaosas jääb Keri karstiväli ning Karinu paekarjäärast itta ja lõunasse Karinu karstiväli. Väiksemad, kuid arvukate lehtritega karstiväljad jäävad Metsla külast kagusse, Puhmu külast idasse ja kagusse, Visusti külast põhja poole, Kuusna ja Ammuta küladesse ning kaardilehe kirdeosas Pikevere tektoonilisele rikkele. Loodeosa Valasti küla karstiväljal on valdavaks arvukad karstinõod.

Kevadise suurvee ajal moodustuvad kaardilehe piires ajutised karstijärvikud. Suuremad on Kuksema, ulatudes märgitud karstialast põhjapoolegi, ja Karinu, ulatudes Suure-Jüri august ja sellega piirnevast 100 m reljeefijoonest savialale (Visusti). Kiidakaevu karstijärv jääb Ammuta külast lõunasse ja Tudre karstijärv täidab kevadeti kogu karstioru. Väiksemad karstijärved moodustuvad Pikevere kagupiiril (tektooniline rike) ja ka Puhmu külast 2 km kagus ning Karinu karjääri ja Karinu mõisa vahelistes nõgudes. Üksikuist karstilehtritest ja -nõgudest on kaardil toodud vaid suuremad. Viimane karstivormide kirjeldus on saadaval võrguväljaandes "Karst ja allikad Pandiveres" (<http://www.digar.ee/id/nlib-digar:41990>). Kõik seal kirjeldatud karstivormid ja allikad on vabalt vaadatavad Maa-ameti kaardiserveris nitraaditundlike alade alajaotuses.

Kaardilehe piires avaneb arvukalt **allikaid** Pandivere kõrgustiku lõunanõlval. Allikad väljuvad maapinnale enamasti rühmiti ja valdavaks on tõsuallikad. Mitmed siinsed allikad kuuluvad Eesti veerikkaimate hulka. Suurimaks allikapiirkonnaks on **Norra-Oostriku allikaala** kaardilehe kagunurgas Endla looduskaitsealal (vt joonis 3.1.). Mainitud ala lõunapoolseimaks allikagrupiks on Völlingi allikad, mis on siinsel kaitsealal ainsad langeallikad. Väga veerikkale allikagrupile on, nagu teistelegi kaardilehe langeallikaile iseloomulik, et algse allikanire (foto 3.5.) vooluhulk paisub paarisaja meetriga ligi sajakordseks (maksimaalselt üle 300 l/s 1990. aasta veebruaris). Neist läände jääb Vilbaste tõsuallikate grupp (kauneim neist Jõepõhja Siniallikas, foto 3.8.), vooluhulgaga suurusjärgus 100 l/s ja loodesse Eesti sügavaim allikas, 4,8 m sügavune Sopa allikas (foto 3.7.) vooluhulgaga ligi 30 l/s. Völlingilt itta jääb Purskav allikas, mis on tegelikult vana likvideerimata

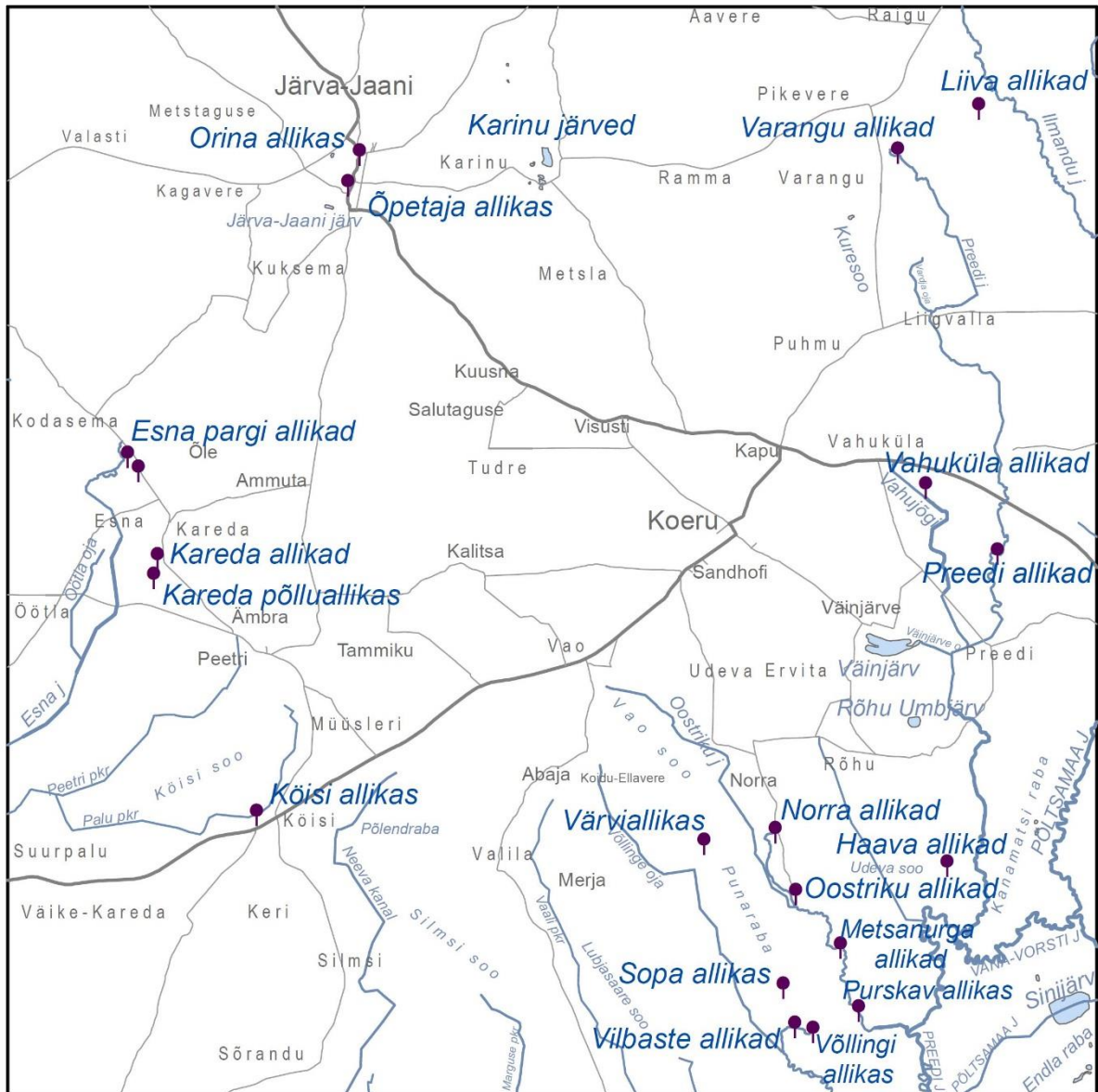
geoloogiline puurkaev (foto 3.9.) deebitiga ligi 20 l/s ning sellest omakorda põhja pool paikneb kolm allikagrupperi – Metsanurga, Oostriku ja Norra allikad.

Oostriku Suurallika (foto 3.10.) vooluhulk võib ulatuda suurveeperioodil üle 200 l/s, kuid Oostriku oja vooluhulk allikast allavoolu ulatub kevadeti isegi üle 1500 l/s ning ületab 100 l/s ka põuaperioodil. Metsanurga (foto 3.11.) on piirkonna suurim allikarühm 13 allikaga, kuid üldvooluhulk jääb siiski alla 100 l/s. Norra mõisa allikatiigis (foto 3.12.) avanevad tõusuallikad olid veel 80 aastat tagasi Eesti suurima mõõdetud vooluhulgaga, kuid 1960. aastate maaparandusega langes vooluhulk alla 10 liitri sekundis. Peale allikajärve puhastamist sajandivahetusel on allikad oma vooluhulga nüüdseks taastanud ligi 40 l/s suveperioodil. Norra allikajärvest läänes on väga muutliku vooluhulgaga Värvi allikas ehk Kiltre allikas ja idas Haava allikad (Rummallikas).

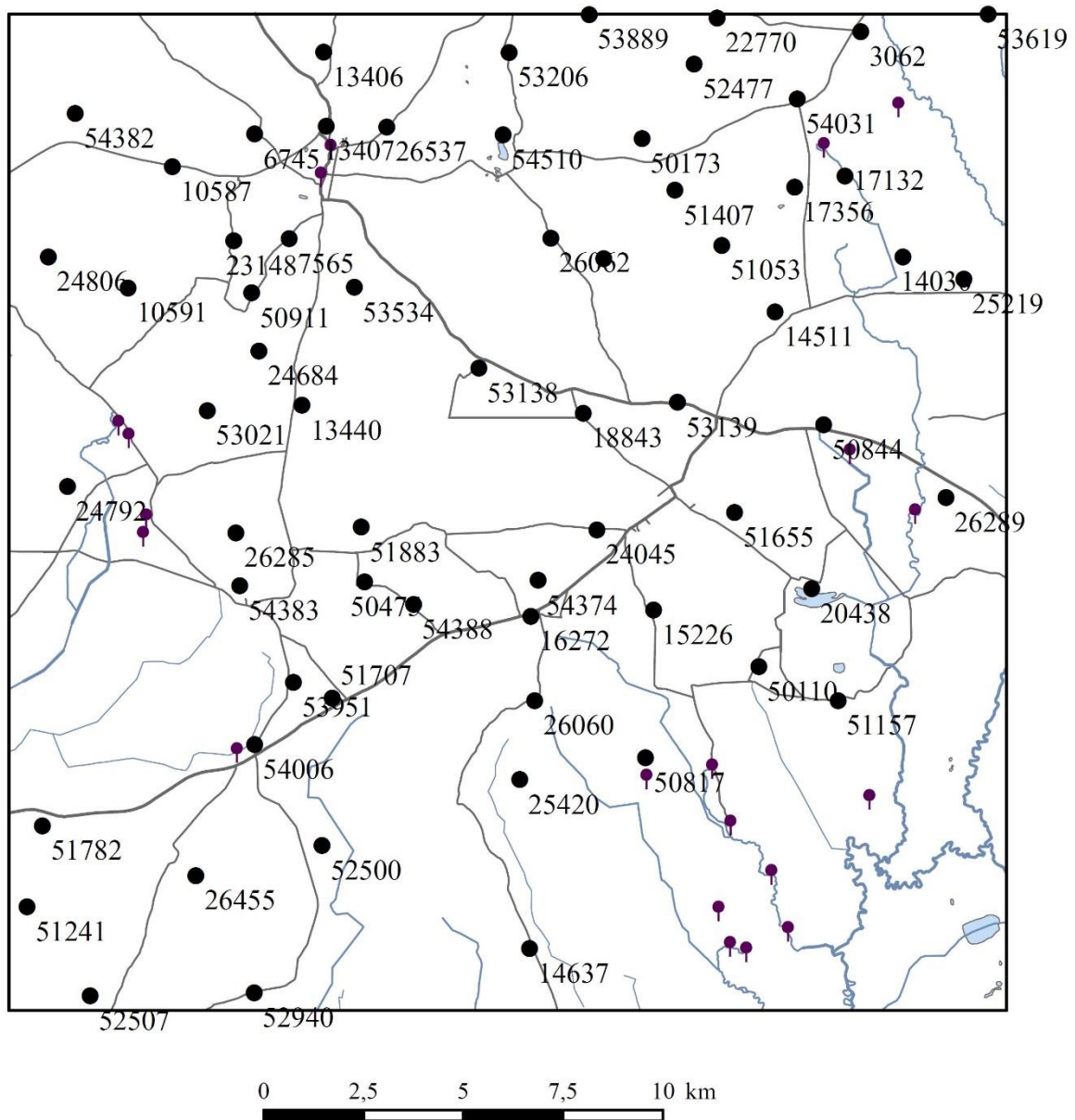
Kaardilehe lääneserva jäävad lähestikku Esna (mõisa) pargi allikad (foto 3.14.) ja Esna jõkke voolava Sinioru oja lätted. Siit 2 km lõunasse jäävad suviti veevaesed Kareda langeallikad. Neist omakorda vahetult lõunasse jääv Põllu allikas oli 2015. aasta juulis kuiv ning lõuna pool paiknev Kõisi langeallikas (foto 3.13.) veevaene. Järva-Jaani alevi karstiallikad - Õpetaja (Pargi) ja Orina allikas - kuivavad mõlemad väga veevaestel suvedel.

Kaardilehe kirdeosas paiknevad Pikevere tektoonilisel rikkal Varangu allikad. Kahest kõrvutipaiknevast allikagrupperist avanevad loodepoolses langeallikad ja idapoolses, Varangu Sini allikais, tõusuallikad (foto 3.15.). Kui läänepoolsed kipuvad suviti kuivama, siis Sini allikad tegutsevad aastaringselt. Maksimaalse vooluhulgana on mõõdetud 1989. aasta kevadel üle 800 l/s, seda siiski veemõõdupostis, kuhu jõudsid ka kõigi langeallikate veed. Varangu allikaist alguse saavasse Preedi jõkke lisanduvad allavoolu Vahuküla langeallikaist (foto 3.16.) algava Vahujõe veed ja hiljem nimetute allikate grupist algavad veerikkad Preedi lisaojakesed.

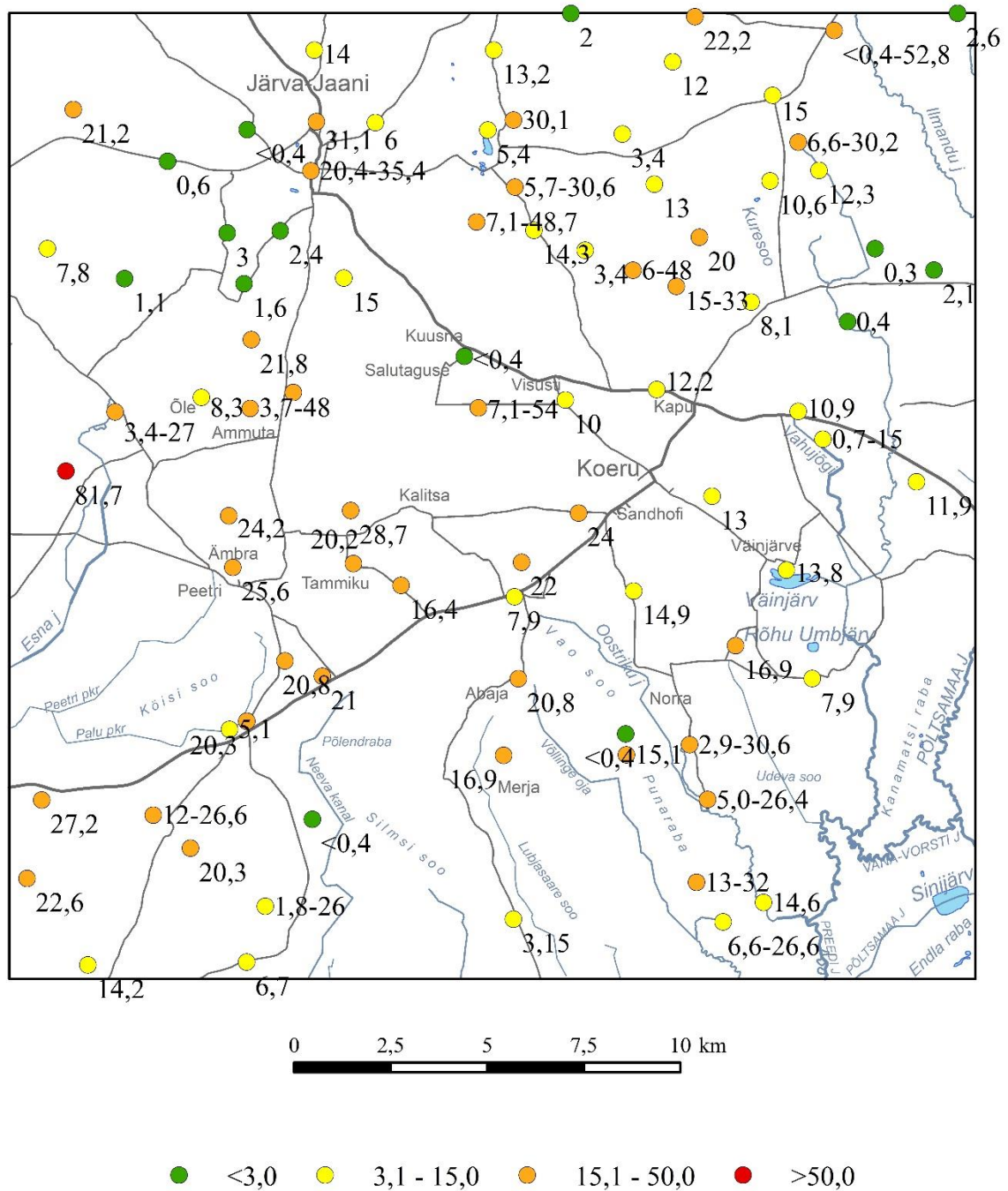
Pandivere nitraaditundlikule alale jäävad allikad on kaardile kantud piirkonna allikate asukohtade täpsustamise töö (Pandivere kaitset vajavate allikate registri koostamine, 2013) põhjal. Kuna kaardile kantakse allikad suviste vooluhulkade hinnangul, on mõned neist kujutatud harjumatult väikese miinimumvooluhulga järgi.



Joonis 3.1. Veekogude paiknemise skeem Järva-Jaani (6413) kaardilehel
 Figure 3.1. Location of water bodies on the Järva-Jaani (6413) sheet



Joonis 3.2. Veepunktide paiknemise skeem Järva-Jaani kaardilehel (1991-2016 a veeanalüüsid)
Figure 3.2. Location of water observation points on the Järva-Jaani (6413) sheet (analysed in 1991-2016)



Joonis 3.3. NO_3^- sisaldus Siluri-Ordoviitsiumi veekompleksi põhjavees (mg/l)

Figure 3.3. NO_3^- content in the groundwater of the Silurian-Ordovician aquifer system (mg/l)



Foto 3.1. Sinijärv.

Photo 3.1. Lake Sinijärv.



Foto 3.2. Väinjärv.

Photo 3.2. Lake Väinjärv.



Foto 3.3. Kuksema karstihäil.
Photo 3.3. Kuksema sinkhole.



Foto 3.4. Suure-Jüri auk.
Photo 3.4. Suure-Jüri karst hole.



Foto 3.5. Völlingi allikas.
Photo 3.5. Völlingi Spring.



Foto 3.6. Karstilehter Kodasemal.
Photo 3.6. Doline in Kodasema.



Foto 3.7. Sopa allikas.
Photo 3.7. Sopa Spring.



Foto 3.8. Vilbaste allikas.
Photo 3.8. Vilbaste Spring.



Foto 3.9. Porskav allikas.

Photo 3.9. Technological fountaining spring.



Foto 3.10. Oostriku allikas.

Photo 3.10. Oostriku Spring.



Foto 3.11. Metsanurga allikas.
Photo 3.11. Metsanurga Spring.



Foto 3.12. Norra allikatiik.
Photo 3.12. Norra karst pond.



Foto 3.13. Köisi allikas.
Photo 3.13. Köisi Spring.



Foto 3.14. Esna mõisa allikas.
Photo 3.14. Spring of Esna Manor.



Foto 3.15. Varangu Siniallikas.

Photo 3.15. Blue Spring of Varangu.

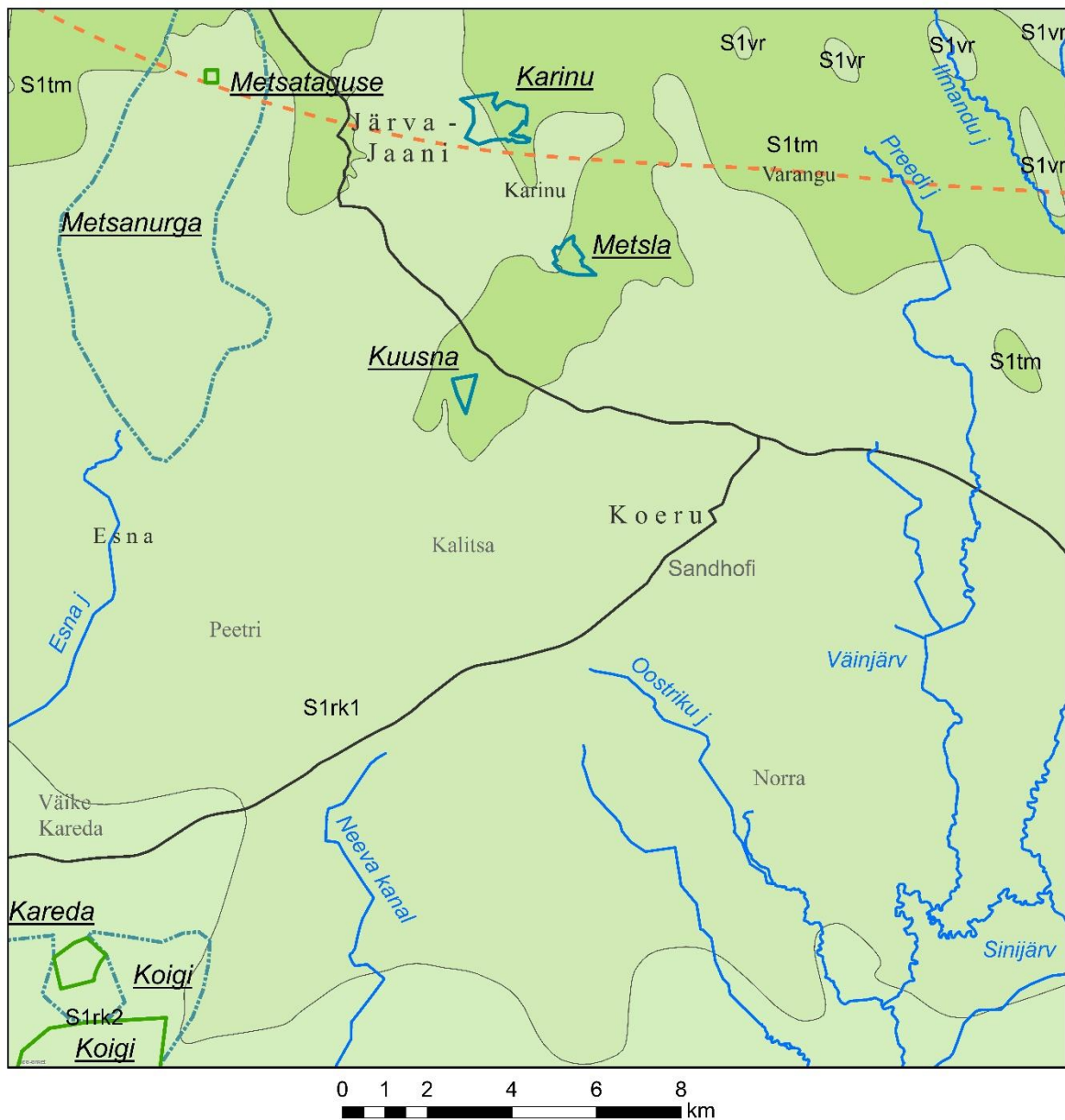


Foto 3.16. Vahuküla allikatiik.

Photo 3.16. Vahuküla karst pond.

4. MAAVARAD

4.1. ALUSPÕHJA MAAVARAD





Maardla
Deposits

 Dolokivi
Dolostone

 Lubjakivi
Limestone

Perspektiivala, leviala
Perspective area, area of deposits


 Põlevkivi perspektiivala
Perspective area of oil shale


 Dolokivi leviala
Area of dolostone

Aluspõhja kaart
Bedrock map

 Ülem-Raikküla kihistu
Upper-Raikküla subformation

 Alam-Raikküla kihistu
Lower-Raikküla subformation

 Tamsalu kihistu
Tamsalu formation

 Varbola kihistu
Varbola formation

Joonis 4.1. Aluspõhja maavarad.

Figure 4.1. Mineral resources of bedrock.

DOLOMIIT

Kareda dolokivimaardla (registrikaart 793) asub Järva maakonnas Koigi vallas, 12 km Paidest kirdes, Pandivere kõrgustiku edelanõlval Raikküla lademe avamusalal. Maardla pindala on 93,1 ha. Maardlat läbib tektoonilise rikke vöönd. Kattekihi (kasvukiht, moreen, murenenud dolokivi) keskmine paksus on 2,9 m. Kasuliku kihi moodustab Raikküla lademe Mõhküla ja Imavere kihtide dolokivi, mis on üldistatult jagatud kolmeks: 1) helehall, kohati kreemika või roosaka varjundiga, peene- ja mikrokristalne dolokivi; kohati vöödilise tekstuuriga (keskmine paksus 3,45 m); 2) bretšalaadne ja biohermne (keskmine paksus 3,29 m) dolokivi; 3) helehall kuni hall, peene- ja mikrokristalne dolokivi, sageli vöödilise tekstuuriga (keskmine paksus 2,37 m). Maardlat on uuritud kuni 12 m sügavuseni. Ehituskillustikuks sobiva dolokivi levik jätkub ka kinnitatud varust sügavamal. 50% varust asub allpool veetaset. Tehnilised näitajad: tihedus tervikus 2,87g/cm³ (keskmine), survetugevusmark 400 ja 600, kuluvusmark 2, veeimavus 3–4,2%. MgO sisaldus 19,26–20,44%, CaO 27,7–29,32%, lahustumatu jääk 3,97–5,16% (Korbut jt, 2004).

Varu seisuga 31.12.2015: ehitusdolokivi, aT 6801,2 tuh m³; aR 1277 tuh m³.



Foto 4.1. Kareda dolokivikarjäär.

Photo 4.1. Kareda Dolostone quarry.

Koigi dolokivimaardla (registrikaart 676) asub Järva maakonnas Koigi ja Paide vallas. Tegemist on tehnoloogilise dolokiviga. Maardla pindala on 629,05 ha ning see asub Pandivere Riiklikul Veekaitsealal. Kasuliku kihi moodustab Raikküla lademe pisikristalne dolomiit keskmise paksusega 9,7 m. Kompleks on jagatud kaheks: 1) helehall ühtlaselt kristalliseerunud dolokivi, horisontaalselt kihitatud tekstuuriga, kõva, vertikaalselt lõhestunud, peenekristalne, tasaste kihi- ja murdepindadega; 2) rohekas kuni sinkashall, kohati ebaühtlaselt kristalliseerunud dolokivi. Kattekihi (muld, moreen, purustatud lubjakivi) keskmine paksus on 2,49 m. Umbes 66% varust on allpool veetaset. Kasuliku

kihi lamami kõrguseks on 52,7–63,7 m ümp. Lamami pind tõuseb ida ja loode suunas. Allpool veetaset on kaevandamiseks vaja teha hüdrogeoloogilisi mõõdistusi, katsetusi jne. Tehnilised näitajad dolokivil: tihedus tervikus 2,53 g/cm³, külmakindlusmark 35, veeimavus 2,2% ja killustikul: survetugevusmark 800, kuluvusmark 2, külmakindlusmark 35. Tehnoloogiline dolokivi sobib tulekindlateks materjalideks elektriahjudes, ammooniumsalpeetri ja metallilise magneesiumi tootmiseks, rübustina mustmetallurgias, selektiivselt tulekindlateks materjalideks konvertermenetlusel ja klaasi tootmisel. On võimalik kasutada ka mulla agrookeemiliste omaduste parandamiseks.

Varu seisuga 31.12.2015: tehnoloogiline dolokivi aT 802 tuh m³, aR 66764 tuh m³.

Koigi maardlat ümbritseb **Koigi dolokivi leviala**, kus levib sarnaste omadustega kivi nagu Koigi maardlas. Kattekihi paksus on u 2 m.

Metsataguse dolokivimaardla (registrikaart 698) asub Järva maakonnas Järva-Jaanist 4,5 km loode pool. Pindala 8,7 ha. Kasuliku kihi moodustab Raikküla lademe dolokivi keskmise paksusega 6,9 m, milles eristatakse kolme litokompleksi: 1) helehall dolokivi (paksus 3,95 m), 2) ja 3) kompleksi moodustavad savikad dolokivid (paksused vastavalt 2,7 m ja 2,45 m). Tihedus tervikus 2,25 g/cm³, survetugevusmark 400, kuluvusmark 4, külmakindlusmark 15, veeimavus 7,1%. Kattekihi (kasvukiht, moreen, porsunud lubjakivi) keskmine paksus on 1,05 m. Üle poole varust asub allpool veetaset. Maardla keskosas on kinnikasvanud vana karjäär (süg 1,8 m). Maardla jääb Pandivere Riiklikule Veekaitsealale (Saarelaid, 1968). Varu seisuga 31.12.2015: ehitusdolokivi aR 254 tuh m³, pR 346 tuh m³.

Metsanurga dolokivi leviala asub suhteliselt õhukese pinnakattega (kuni 2 m) kaetud alal Raikküla lademe avamusalal. Raikküla lade on siin esindatud korall-, detriit- ja peitkristalse lubjakiviga, esineb ka savikamat dolokivi. Katendi moodustab moreen ja porsunud lubjakivi. Mäetehnilised tingimused on soodsad. Leviala keskel on Metsataguse dolokivi maardla (Kala jt, 1968).

LUBJAKIVI

Karinu lubjakivimaardla (registrikaart 17) asub Järva maakonnas Järva-Jaanist 8 km ida pool Pandivere kõrgustiku edelanõlval. Maardla lõunaosa on tugevalt soostunud. Maardla pindala on 120,8 ha. Kasuliku kihi moodustavad Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu kihistiku mikrokristalne peendetriine stromatopooridega lubjakivi (keskmise paksus 1,2 m) ja Tammiku kihistiku karplubjakivi (keskmise paksus 5,1 m). Tammiku kihistikus on kogu kihi ulatuses roheka mergli vahekihte, samuti on lubjakivi kohati kavernoosne. Füüsikalise-mehaanilised omadused: tihedus tervikus 2,6 g/cm³, survetugevusmark 400–600, kuluvusmark 1–3, külmakindlusmark 25 ja 50, veeimavus 1,38%. Lubjakivid sobivad ehituslubja ja tehnoloogilise lubja valmistamiseks, ehituskillustikuks (Tallinn, 1968; Korbut, 2007). Maardla jääb Pandivere Riiklikule Veekaitsealale.

Varu seisuga 31.12.2015: tehnoloogiline lubjakivi aT 878,2 tuh m³; ehituslubjakivi aT 1055,1 tuh m³, aR 3450 tuh m³.



Foto 4.2. Karinu lubjakivikarjäär.

Photo 4.2. Karinu Limestone quarry.

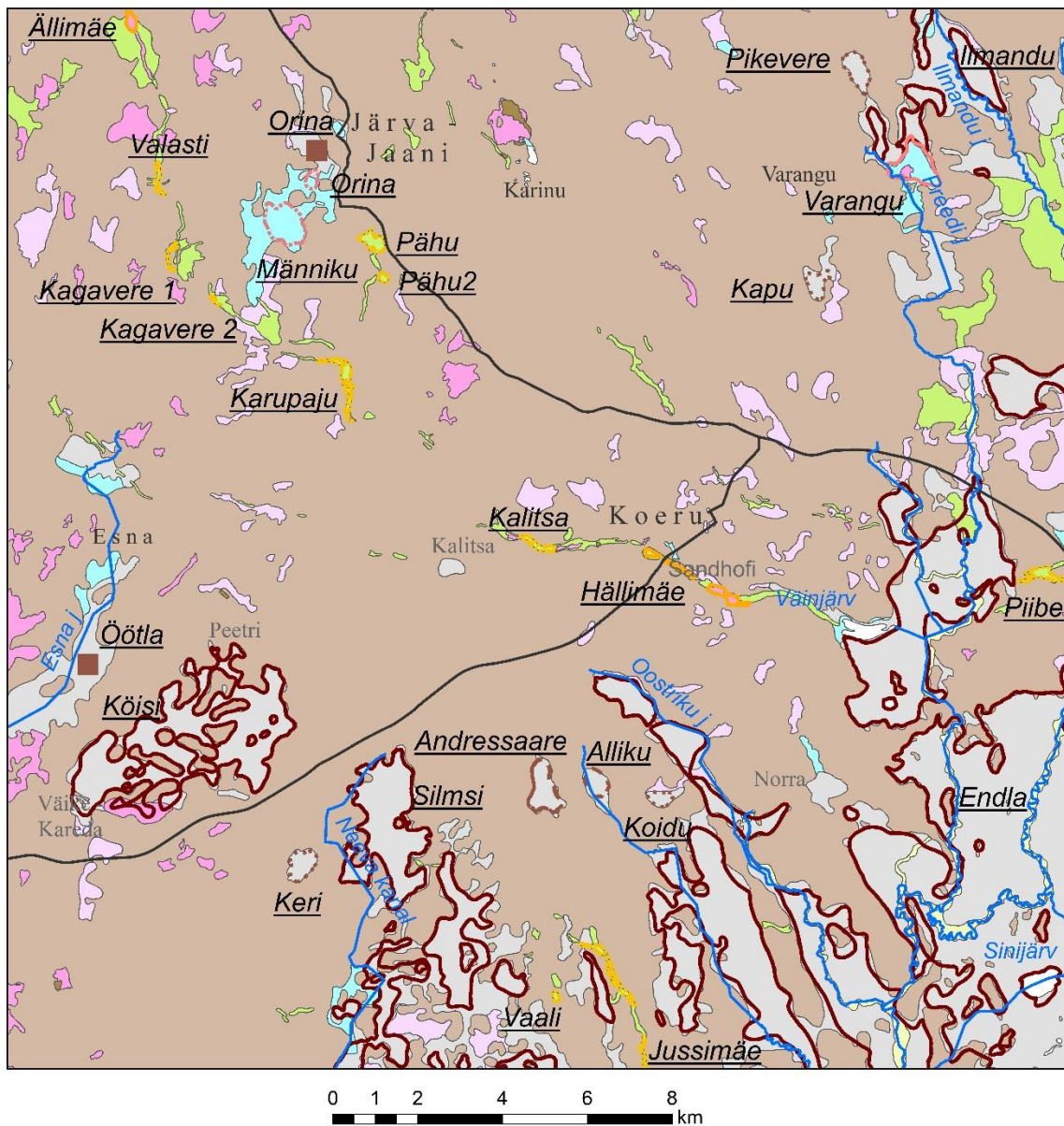
Kuusna lubjakivimaardla (registrikaart 685) asub Järva maakonnas Koeru vallas Järva-Jaanist kagus künkliku reljeefiga moreentasandikul. Maardla pindala on 25,81 ha ning see asub Pandivere Riiklikul Veekaitsealal. Kasuliku kihi moodustab Tamsalu kihistu Tammiku kihistiku karplubjakivi, keskmise paksusega 2,1 m (max 9 m). Ülemises osas levib puhas karplubjakivi, keskmises osas kergelt dolomiidikas lubjakivi ja alaosas dolomiitlubjakivi. Keemiline koostis: CaO 52,79%, MgO 1,56%, lahustumatu jääk 1,38%. Dolomiitlubjakivid on kohati kavernoossed. Kattekihi (moreen) keskmine paksus on 1,7 m. Lubjakivi sobib A-klassi ehituslubja tootmiseks. Maardlat läbiva tektoonilise rikke tõttu on Tamsalu lademe kivimid purustatud ja dolomiidistunud (Tallinn, 1968).

Varu seisuga 31.12.2015: tehnoloogiline lubjakivi aR 542 tuh m³.

Metsla lubjakivimaardla (registrikaart 58) asub Järva maakonnas Järva-Jaanist 8 km kagu pool künkliku moreenreljeefiga alal, kaguosa nõrgalt soostunud. Maardla pindala on 45,82 ha. Maardla jääb Tamsalu kihistu avamusalale. Kasuliku kihi moodustavad Tamsalu kihistu Karinu kihistiku stromatopooride ja korallidega peenekristalne lubjakivi (keskmise paksus 1,3 m) ja Tamsalu kihistu Tammiku kihistiku karplubjakivi (keskmise paksus 7,8 m). Tihedus tervikus 2,59 g/cm³. Kattekihi (moreen) keskmine paksus 3 m. MgO sisaldus kasuliku kihi piirides on põhiliselt <1%. Lubjakivi sobib tehnoloogilise ja ehituslubja tootmiseks. Tektoonilise rikke vööndis on lubjakivi kohati purustatud ja dolomiidistunud. Kivimite lõhelisusega on seotud ka veetaseme suur kõikumine. Kasuliku kihi lamami pind on väga ebatasane. Maardla kesk- ja kirdeosas asub osa varust allpool põhjaveetasel (Tallinn, 1968). Maardla jääb Pandivere Riiklikule Veekaitsealale.

Varu seisuga 31.12.2015: tehnoloogiline lubjakivi aT 2162 tuh m³.

4.2. PINNAKATTE MAAVARAD



Maardla
Deposits

Järvelubi
Lacustrine lime

Kruus
Gravel

Turvas
Peat

Perspektiivala, leiukoht, leviala

Perspective area, discovery place, area of deposits

Turba perspektiivala
Perspective area of peat

Turba leiukoht
Discovery of peat

Järvelubja leviala
Area of lacustrine lime

Kruusa leviala
Area of gravel

Turba leviala
Area of peat

Aluskaardi (pinnakatte) leppemärke vaata jooniselt 2.1

Joonis 4.2. Pinnakatte maavarad.

Figure 4.2. Mineral resources of Quaternary deposits.

KRUUS JA LIIV

Hällimäe kruusamaardla (registrikaart 179) asub Järva maakonnas Koeru vallas loodekagusuunalisel seljandikul. Seljandik koosneb kohati savikast paeplaatidega jämedast kruusast, esineb ka kruusliiva ja liiva (paksus 1,5–3 m). Aastate jooksul toimunud kaevandamise tulemusena on seljandiku keskmine osa peaaegu ammendunud, säilinud on äärealad ja läänepoolne osa. Kohati on materjal sorteeritud ja jälgitav on ka horisontaal- ja kallakihilisus. Leidub rohkelt munakaid ja kuni 0,5 m läbimõõduga rahne, lamami suunas muutub materjal peenemaks. Maardla pindala on 23,6 ha. Kasulikuks kihiks on keskmiselt kulutatud karbonaatne kruus, mille keskmine paksus 7 m. Materjal sisaldab veeriseid ja munakaid 22,1%, kruusa 44,3%, liiva 27,1%, savi ja tolmu 6,5%; liiva peensusmoodul on 2,65. Kruusa külmakindlusmark on 25, kuluvusmark 2, veemavus 0,024%. Kaevandamine on ette nähtud üheastmelisena, planeeritava veekogu kohal kaheastmelisena. Kruus sobib purustatuna ja pestuna kruusaalusteks ja kateteks, samuti betoon- ja asfaltbetoonsegudesse (Tipp, 1994).

Varu seisuga 31.12.2015: ehituskruus: aT 247,6 tuh m³, aR 516 tuh m³.



Foto 4.3. Hällimäe maardla keskosa.

Photo 4.3. Middle part of the Hällimäe gravel deposit.



Foto 4.4. Veeriseline kruus Hällimäe karjääris.

Photo 4.4. Gravel deposits in the Hällimäe quarry.

Ällimäe kruusamaardla (registrikaart 505) asub Järva maakonnas Järva-Jaani ja Roosna-Alliku valla aladel. Maardla asub loode–kagusuunalisel seljandikul, mis koosneb glatsiofluviaalsetest kruusadest, liivadest ja veeristest. Esineb rahne ja väga peeneteralist tolmset liiva. Pindala 9,19 ha. Kasuliku kihi moodustab veeriseline kruus keskmise paksusega 3 m, kattedihi keskmine paksus 0,2 m. Tehnilised näitajad: veerised ja munakad >70 mm – 3,9%, kruus 70–5 mm – 49,3%, liiv 5–0,05 mm – 44,2, savi- ja tolmuosakesed <0,05 mm – 2,6; liiva peensusmoodul 2,58. Lamamiks lubjakivi. Materjal sobib purustatult ja fraksioneeritult kruuskateteks ja -alusteks teedeehituses, betoonisegudes jämetäiteks. Kuluvusmark 2, külmaskindlusmark 25. Kasulik kiht asub pinnaseveetasemest kõrgemal. Suures osas on materjal väljatud, karjääri põhjas paljandub lubjakivi (Voolma, 1970; Paide rajooni liivakarjääride mäeeraldised...).

Varu seisuga 31.12.2015: ehituskruus aT 22 tuh m³.



Foto 4.5. Kruusakad liivad Ällimäe maardlas.

Photo 4.5. Ällimäe gravel quarry. Gravelly sands.

Jussimäe kruusa leviala asub pikal ja kitsal oosil, mille keskmine osa on juba ära kaevandatud. Põhjapoolne osa koosneb eriteralisest liivast. Ala keskel on vana kruusaaug. Keskmine osa koosneb kruusast, milles jämeperdu u 50% (veerised ja rahnukesed), allosas nõrgalt savikas kruusakas liiv (kruusa 10–20%). Jämeperd valdavalt karbonaatne, keskmiselt kuni hästi ümardunud. Kasuliku kihi paksus oli 2–5,8 m. Lamamiks moreen. Varu oli 1,82 ha-l 90,8 tuh m³, millest 12,7 tuh m³ asus allpool veetasel. Materjal sobis teedeehituseks. Lõunapoolne osa koosneb kruusast (Saadre jt, 1978; Koskor, 1987). Enne metsamaaks korrastamist vajaks täiendavaid uuringuid. Levialast lääne pool asub üks osa Endla turbamaardlast.

Kagavere 1 kruusa leviala asub Järva-Jaanist 4,4 km edelas, glatsiofluviaalsel kõveral seljandikul. Kasulikuks kihiks on kruus, mille keskmine paksus 2,7 m, kattekihi paksus 0,2 m (Koskor, 1987).

Kagavere 2 kruusa leviala asub Järva-Jaanist 4,1 km edelas loode–kagusuunalisel seljandikul. Kasulikuks kihiks on kruusliiv veeristega (Koskor, 1987).



Foto 4.6. Jussimäe kruusa leviala glatsiofluviaalsel madalal oosil.
Photo 4.6. Jussimäe area of gravel deposits on the esker.



Foto 4.7. Vaade Kagavere 2 kruusa levialale.
Photo 4.7. The view to the area of Kagavere 2 gravel deposits.

Kalitsa kruusa leviala asub loode–kagusuunalisel pinnavormil, Hällimäe–Aruküla servamoodustise loodeosa kitsal seljandikul, Hällimäe kruusamaardlast lääne pool. Alast idas ja läänes asuvad endised mäeeraldised, kus enamus materjali on juba väljatud ja kohati paljandub Raikküla lademe lubjakivi. Ida pool oli kasulikuks materjaliks nõrgalt savikas munakate ja veeristega jäme kruus, milles esines paelahmakaid ja kristalliinseid rahne. Kasuliku kihi keskmine paksus oli 4,1 m, tolmu- ja savisisaldus 28%, peensusmoodul 1,7 (Koskor, 1987). Endiste mäeeraldiste põhi on tasane, esineb rohkelt rahnude hunnikuid. Osaliselt on võssa kasvanud. Materjal sobib purustatuna kruusakateteks ja ka täitepinnaseks. Läänepoolse osa tehnilised andmed on põhijoontes samad (Saarelaid, 1961; Paide rajooni liivakarjääride mäeeraldised...).

Rajatud vaatluspunktis (6413_0124) paljandub u 4 m kõrgusega nõlval veeristega kruusliiv, mille ülemises osas esineb liivaläätsi. Kuna ala asub samal pinnavormil, siis eeldaks sarnaste setete levikut.



Foto 4.8. Vana karjääri põhi Kalitsa kruusa levialal.

Photo 4.8. The bottom of old quarry in the Kalitsa area of gravel deposits.



Foto 4.9. Veeriseline kruusliiv Kalitsa karjääris.
Photo 4.9. Gravelly sand in the Kalitsa quarry.

Karupaju kruusa leviala asub Järva-Jaanist 5 km lõuna pool põhja-lõunasuunalisel kõrgendikul. Alale jäävad mitmed endised karjäärid-mäeeraldised (keskosas Laasmiku, lõunas Karupaju), millest osa on ammendatud, osa korrastamata ja osa kasutusele võtmata. Kõrgendik koosneb glatsiofluviaalsetest setetest. Materjal koosneb eriteralisest liivast ja kruusast, milles esineb paelahmakaid ning tard- ja moondekivimitest rahne-munakaid (põhja pool). Kohati on materjal kergelt savikas, kohati on eriteraline liiv kaetud aleuriitse liivaga. Kasuliku kihi paksus on 2–6 m. Kattekihi keskmine paksus alal on 0,2 m. Ammendatud karjääriosade põhjas paljanduvad aluspõhja lubjakivid. Leviala keskel oleva ammendatud ja korrastamata karjääri lõunaseina nõlva kõrgus on u 5 m ja seal paljandub sõre eriteraline liiv kruusa ja veeristega. Ala vajab täiendavat uuringut (Perens jt, 1976; Paide rajooni liivakarjääride mäeeraldised...).



Foto 4.10. Laasmiku karjääri põhi Karupaju kruusa levialal.

Photo 4.10. The bottom of the Laasmiku quarry in the Karupaju area of gravel deposits.



Foto 4.11. Peeneteralised setted Karupaju kruusa levialal.

Photo 4.11. Fine grained deposits on the Karupaju area of gravel deposits.

Piibe (Edru, Kivirahnu) kruusa leviala. Piibe kruusa leviala asub Järva-Jaanist 29 km kagus Piibe maanteest lääne pool ida–läänesuunalisel marginaalsel oosil. Maapinnal leidub kristalsest kivimitest rahne. Materjal koosneb põhiliselt kruusliiva vahetäitega lubjakiviveeristikust, milles esineb rohkelt (kuni 60%) rahne ja munakaid (nii karbonaatseid kui kristalliinseid). Jäme purd on keskmiselt ümardunud. Lääne pool muutub vahetäide kohati aleuriitsemaks. Idaosas asub vana karjäär, kus kasulik kiht on suures osas väljatud ning karjääri põhjas paljanduvad Raikküla lademe lubjakivid. Hooajati täitub karjääri põhi veega. Kasuliku kihi keskmine paksus on 6 m. Materjal sobib teede muldkehaks, jäme fraktsioon purustatult teekateteks. Kogu ala on juba kergelt metsastunud, osaliselt prügistatud. Varu vajaks täienduurimist (Rakvere rajooni liivakarjääride mäeeraldised...).



Foto 4.12. Veesilm Piibe kruusakarjääri põhjas.

Photo 4.12. A little lake on the bottom of Piibe gravel quarry.



Foto 4.13. Jäme purdsed setted Piibe kruusa levialal.

Photo 4.13. Coarse-grained deposits in the Piibe area of the gravel deposits.

Pähu kruusa leviala asub loode–kagusuunalisel glatsiofluviaalsete setetega kaetud seljandikul. Alal oleva vana karjääri seinas paljanduvad u 3 m ulatuses setted, mis koosnevad liivast, kruusast ja veeristest. Jäme purd on karbonaatne, esineb lubjakivi lahmakaid. Liiv on suhteliselt savikas. 4000 m² suurusel alal on kasulik kiht väljatud moreenipinnani. Kogu ala vajaks täiendavaid uuringuid materjali kvaliteedi ja varu täpsustamiseks. (Saarelaid, 1961).

Pähu 2 kruusa leviala asub Pähu kruusa levialast lõuna pool. Kasuliku kihi moodustavad lamedal pinnavormil levivad glatsiofluviaalsed setted – eriteraline liiv kruusa ja veeristega. Jäme purd on valdavalt karbonaatne ja keskmiselt ümardunud, keskmine paksus u 3 m. Ala hõlmab kunagise Nägeliku uuringuala lõunaosa (Perens, 1976; Saarelaid, 1961).

Vaali kruusa leviala. Vaali kruusa ja liiva leviala asub glatsiofluviaalsel lamedal moreentasandikust ümbritsetud seljandikul. Kasuliku kihi paksus on kuni 2 m (keskmine 1,4 m), pl 100tuh m³, 8,4 ha. Sobib täiteks, teede mulleteks, osaliselt kateteks (Koskor, 1987).

Valasti liiva leviala asub Järva-Jaani–Roosna-Alliku teest lõunas. Paikneb põhja–lõunasuunalise glatsiofluviaalse seljandiku lõunaosal. Põhjapoolne (teest põhja pool) osa on aastate jooksul juba ammendatud, kaevandatud on moreenini. Seljandiku setted on muutliku iseloomuga – esineb peenliiva, jämeliiva ja kruusa munakate ja rähaga. Jäme purd on keskmiselt kulutatud. Kasuliku kihi paksuseks (analoogia põhjal põhjapoolse osaga) võib eeldatavasti olla kuni 4 m. Kattekihi paksus on keskmiselt 0,4 m. Lamamiks on lubjakivi. 700 m lääne pool asub vana liivavõtu koht, kus olemasolevates liivaukudes paljandub ülipeeneteraline aleuriitne liiv. Lamamiks on seal moreen (Paide rajooni liivakarjäärde mäeeraldised...).

TURVAS

Endla turbamaardla (registrikaart 219) asub Järva maakonna Koigi ja Koeru valla, Jõgeva maakonna Jõgeva ja Pajusi valla ning Lääne-Viru maakonna Rakke valla aladel Pandivere kõrgustiku lõunanõlval arvukates järvenõgudes. Pindala 17604,86 ha.

Endla soostikuks nimetatakse Endla järve ümbritsevat soode rühma, mis koosneb mitmest rabast ning neid omavahel ühendavatest siirde- ja madalsooladest: Rummallika, Oostriku soo, Udeva, Vao, Punasoo, Väinjärve, Piibe. Keskmine osa koosneb Endla (kitsamas mõttes), Kaasikjärve, Kanamatsi, Linnusaare, Männikjärve, Teosaare soodest. Soostikus on üle 100 mineraalsaare. Esineb palju jäänukjärvi. Peale suurima – Endla – on veel hulk väiksemaid, millest paljud on kinni kasvanud. Esineb madalsoometsi, lagedaid soolasid, puissood, puisrabasid. Mätlik mikroreljeef. Soostik toitub põhjaveest, loodeosa on allikalise toitumisega. Norra ja Oostriku allikad ning rabamassiivid toituvad sademeteveest. Madalsoolasund hõlmab suurema osa soostiku pindalast ja on esindatud kõigi alltüüpidega. Raba-segalasund ümbritseb võõndina rabalasundi piirkondi, paksus 3–5 m. Rabalasund levib paljude suurte ja väikeste piirkondadena. Rabaturba all lasuvad kuni 2 m paksuse kihina tavaliselt siirdesooturbad. Lamamiks on moreen ja jääjärvelised setted. Idaosa on intensiivselt kuivendatud, loodeosa veel looduslikus seisundis. Osaliselt jääb Endla maardla Ramsari märgalade nimekirjas olevale Endla looduskaitsealale (5743,54 ha).



Foto 4.14. Kevad Endla turbamaardlas.

Photo 4.14. Springtime in the Endla peat quarry.

Põhimaavarad on vähelagunenud turvas ja hästilagunenud turvas. Turbakihi paksus ulatub 8 m-ni. Kaasnevateks maavaradeks on põlluväetiseks sobiv järvemuda ja järvelubi. Maardla keskosas on turbakihi all kuni 5 m paksune järvelubjakiht (u 3000 ha). Leidub ka järvemuda (u 280 ha), mis kohati lasub järvelubjal. Turba tehnilised näitajad: looduslik niiskus 86,9–91%, tuhasus 1,3–4,8%,

põlemissoojus 10,2–11,6%, lagunemisaste 12–34%, happesus 3–5,1%. Turvast toodetakse Endla, Tapiku ja Ervita turbatootmisalal (Allikvee jt, 1979).

Varu seisuga 31.12.2015: hästilagunenud turvas: aT 1544,4 tuh t, aR 31603 tuh t, pR 19994 tuh t; vähelagunenud turvas aT 266,7 tuh t, aR 2086 tuh t, pR 4586 tuh t. Järvelubja varu seisuga 31.12.2015: aT 126 tuh t.

Ilmandu turbamaardla (registrikaart 388) asub Lääne-Viru maakonnas Rakke ja Väike-Maarja vallas, Pandivere kõrgustiku lõunanõlval. Pindala 875,02 ha. Genees: väikeste järvede ja allikarohkete alade soostumine; toitumine: allikaline. Maardla koosneb mitmest eraldiasvast tükist. Kaardilehele jääb maardla kirdeosa. Kogu maardla ulatuses levib madaloolasund, mis koosneb peamiselt märetüüpi turvastest. Palju mineraalsaari. Raba-segalasund levib loode- ja kaguosas (fuskumiturvas). Lamamiks on liivsavi. Põhimaavaraks on vähelagunenud ja hästilagunenud turvas. Vähelagunenud turba keskmine paksus on 1,3 m, hästilagunenud turba keskmine paksus on 1,6 m. Hästilagunenud turba looduslik niiskus on 87,6%, tuhasus 6,4%, lagunemisaste 37% (H6), happesus 4,8; vähelagunenud turba looduslik niiskus 91,8%, tuhasus 4,3%, lagunemisaste 15% (H2), happesus 2,7. Vähelagunenud turvast saab kasutada aiandusturbana, hästilagunenud turvast kütteturbana. Määramata on kütteväärtus, veeimavus, keemiline koostis (väävel) ja mikrokomponendid.

Alal esinevad allikate (Varangu, Kiltsi) rühmad ja üksikud allikate soonikud on olulised puhta veega varustamise seisukohast; need toidavad ka Põltsamaa jõge. Ei soovitata kuivendada (Allikvee jt, 1978).

Varu seisuga 31.12.2015: hästilagunenud turvas: aR 2310 tuh t, pR 542 tuh t; vähelagunenud turvas aR 7 tuh t.

Turbakihi all paikneb **Varangu järvelubjamaardla** (registrikaart 53), mis jääb Varangu taimekaitsealale (11,15 ha).

Köisi turbamaardla (registrikaart 642) asub Järva maakonnas Kareda, Koigi ja Paide valla aladel. Pindala 767,71 ha. Asub Pandivere kõrgustiku nõlval moreentasandiku nõos, suhteliselt liigestatud mineraalsaartega alal. Toitumine põhja- ja sademevetest. Madaloolasund hõlmab põhilise osa maardlast ning esineb metsa- ja märelasundina. Raba-segalasund esineb maardla idaosas märelasundina. Lamamiks liiv ja savi, lääneosas järvelubi. Varasematel aastatel on idaosast käsitsi toodetud alusturvast. Tehnilised näitajad: vähelagunenud turvas – keskmine paksus 0,5 m, looduslik niiskus 88,3%, tuhasus 3,2%, lagunemisaste 20%, happesus 2,9. Sobib aiandusturbaks. Hästilagunenud turvas – keskmine paksus 1,5 m, looduslik niiskus 87%, tuhasus 6,9%, lagunemisaste 35%, happesus 4,8. Turvas on sobilik kütteturbaks (Oru jt, 1982).

Varu seisuga 31.12.2015: hästilagunenud turvas: aR 1948 tuh t, pR 436 tuh t; vähelagunenud turvas: aR 24 tuh t.

Silmsi turbamaardla (registrikaart 592) asub Järva maakonnas Koeru, Koigi ja Kareda valla aladel Pandivere kõrgustiku nõlval lamedates nõgudes mitme eraldiseisva tükina. Pindala 1460 ha. Maardla on tekkinud üksikute madalaveeliste järvede soostumisel. Toitumine põhjaveeline, mõned alad sademetest, jõe ligiduses olevad alad ka tulvavetest. Madaloolasund on tugevalt liigestatud mineraalsaartega ja esineb peamiselt keskmiselt lagununud pillirooturbana. Fuskumiturvana esindatud rabalasadund levib maardla põhjaosas (Müüsleri raba) ja üksikute kolletena ka mujal. Lamamiks liiv, savi või moreen. Kasutada sobib vähelagunenud turvast aianduses, hästilagunenud turvast kütteks. Turba tehnilised näitajad: vähelagunenud turvas – keskmine paksus 1,25 m, looduslik niiskus 92,3%,

tuhasus 2,6%, lagunemisaste 14%, happesus 2,8; hästilagunenud turvas – keskmine paksus 1,86 m, looduslik niiskus 87,9%, tuhasus 6,4%, lagunemisaste 40%, happesus 4,2.

Varu seisuga 31.12.2015: vähelagunenud turvas aR 256 tuh t; hästilagunenud turvas aR 5584 tuh t, pR 136 tuh t.

Alliku turba perspektiivala asub Pandivere kõrgustiku nõlval moreentasandiku nõos. Tekkinud nõo soostumisel. Lääneosa on kultuuristatud, idaosas levib puisraba. Lamamiks on liiv ja savi. Siirdesoo (raba)lasund (märe-, metsa-märelasund) hõlmab kogu tööstuslasundi ja selle pindala on 28 ha. Keskmised näitajad: paksus 1,27 m, lagunemisaste 51%, looduslik niiskus 84,6%, tuhasus 3,4%. Kütte- ja väetusturba varu C₂ kategoorias 87,5 tuh t. Üle kogu raba esineb 0,6–0,7 m sügavusel põlenud kiht, mille tõttu turvas on selles piirkonnas rabe (Orru jt, 1982).

Andressaare turba perspektiivala asub Pandivere kõrgustiku nõlval moreentasandiku nõos. Toitumine sademetest. Tekkinud madalveelise järve soostumisel. Lamamiks on liiv. Keskosas levib puis-kanarbikuraba, äärtes võsa. Tööstuslasund hõlmab peaagu kogu rabalasundi (peamiselt fuskumiturvas) ja selle pindala on 62 ha. Madalsoolasund levib väljaspool tööstuslasundi piire. Alusturvas levib 56 ha, selle keskmised näitajad: paksus 1,18 m; lagunemisaste 11%, looduslik niiskus 92%, tuhasus 1,6%; varu C₂ kategoorias 71,7 tuh t. Kütte- ja väetisturba pindala on 62 ha, keskmised näitajad: paksus 0,99 m; lagunemisaste 32%; looduslik niiskus 89%; tuhasus 1,7%; varu C₂ kategoorias 108,1 tuh t.

Varasematel aastatel on toodetud käsitsi tükkalusturvast, rabas on vanad turbavõtukohtad. Vanad kuivenduskraavid on kinni kasvanud. Tulevikus võib kaaluda freesalusturba tootmist (Orru jt, 1982).

Kapu turba leviala pindala on 24 ha. Alal levib madalsoolasund ja siirdesoolasund, keskmine paksus 0,9 m (max 1,5 m); 33,4 tuh t. Tööstusliku paksusega (0,9) lasundi pindala on 16,3 ha (Orru jt, 1982).

Keri turba leviala asub Pandivere kõrgustiku nõlval moreentasandiku nõos. Kogu ala ulatuses levib rabalasund. Lamamiks on saviliiv. Tööstuslasundi pindala on 31,4 ha ja see koosneb rabalasundist. Keskmised näitajad: paksus 1,9 m, lagunemisaste 27%, looduslik niiskus 88,2%, tuhasus 1,4%. Varu kategoorias C₂ 112,2 tuh t. Rabaturba lamamiks on keskmiselt lagunenud siirdesooturvas. Enne 1982. a on alal käsitsi toodetud tükkturvast. Kuna rabalasundil puudub alusturba kiht, siis see ei sobi freesturba tootmiseks. Soovitavalt jätta looduslikku seisundisse. Kirdeosas on vanad kinnikasvanud turbaaugud (Orru jt, 1982).

Koidu turba leviala asub Endla turbamaardlast vahetult lääne pool. Pindala on 32,6 ha. Alal levib rabalasund keskmise paksusega 1,2 m (max 1,5 m). Tööstusliku paksusega lasundi pindala on 14,9 ha. (Orru jt, 1982).

Orina turba leiukoht asub vahetult Järva-Jaanist lääne pool, Pandivere kõrgustiku keskosas mõhnade vahelises nõos. Alast lääne ja põhja pool esineb karstialasid (Kuksema). Toitumine põhjaveest ja osalt valgveest. Madalsoolasund levib kogu ala ulatuses. Tööstuslasundi pindala on 36,6 ha ja keskmine paksus 1,39 m. Lamamiks on aleuriit, lõunaosas esineb õhukese turbakihi all järvelubi, mille maksimaalne paksus on 1 m. Turba keskmised tehnilised näitajad: lagunemisaste 40%, looduslik niiskus 82,4%, tuhasus 12%. Ala kaetud hõreda siirdesoometsaga. Enne 1982. a on siit toodetud väetusturvast. Karstinähtuste läheduse tõttu pole kuivendamine soovitatav. Jätta looduslikku seisundisse (Orru jt, 1982).

Pikevere turba leviala pindala on 37 ha. Levib siirdesoo-rabaturvas. Keskmine paksus 1,8 m (Perens jt, 1976).

Ööta turba leiukoht asub Pandivere kõrgustiku nõlval moreentasandiku nõos. Lamamiks on moreen. Toitub peamiselt põhjaveest. Alal kasvab kuuse-segamets, äärealadel on kultuurrohumaad. Tööstuslasund on esindatud madalsoolasundiga (hästi lagunenu puu- ja lehtsamblaturvas) ja selle pindala on 278,2 ha. Keskmine paksus on 1,26 m, lagunemisaste 51%, looduslik niiskus 77,4%, tuhasus 12,2%. Kütte- ja väetusturba varu kategoorias C₂ on 1058,6 tuh t. Lasund on liigendatud paljude mineraaligaartega, mis takistavad ühtse massiivi moodustumist. Soovitav jätta looduslikku seisundisse. Kuivendamine võib avada survele põhjavee. Loodeosas levib 20–30 cm paksuse turbakihi all varieeruva paksusega (0,6–0,7 m) järvelubi (Orru jt, 1982).

JÄRVELUBI

Varangu järvelubja maardla (registrikaart 53) asub Järva maakonnas Väike-Maarja vallas. Pindala 72,86 ha. Kasuliku kihi moodustab valge sõmer järvelubi (keskmine paksus 1,01 m), sapropeelne järvekriit (keskmine paksus 0,6 m), savikas järvekriit (keskmine paksus 0,31 m). Lamamiks on jääjärvelised setted – aleuriit, liiv, savi. Tehnilised näitajad: looduslik niiskus 70,9%, tihedus tervikus 1,47 g/cm³, plastsusarv 4,9, tuhasus 54,9%, orgaanilise massi sisaldus 2,2%. Pinnavee tase jääb valge järvelubja piiresse. Seni on kaevandatud ainult valget sõmerjat järvelupja. Maardla põhjaosas katab järvelupja 1,58 ha-l turbakiht (Ilmandu turbamaardla). Maardla jääb Varangu taimekaitsealale (kuldkinga kasvukoht).

Varu seisuga 31.12.2015: aT 258 tuh t, aR 494 tuh t, pT165 tuh t, pR 227 tuh t.

Männiku järvelubja leviala asub vahetult Järva-Jaanist edelas. Järvelubja lasundi paksus on kuni 1 m. Kattekihi moodustab 0,2–0,8m paksuselt turvas ja peenliiv, ida pool oleval põllul paljandub künnikihis. Lubi on helebeež, kreemja tekstuoriga. Levib kahe eraldiasetseva alana.

Orina järvelubja leviala asub Orina turba leiukoha lõuna osas. Järvelubja kihi paksus on 0,5-1 m.

5. GEOFÜÜSIKALISED VÄLJAD

Raskusjõuvälja Järva-Jaani kaardilehel on mõõdistatud mitmete tööde käigus (Gromov ja Gromova, 1968; Gromov ja Gromova, 1972; Gromov jt, 1977; Gromov jt, 1995; All jt, 2002; All ja Gromov, 2006; All ja Gromov, 2007). Mõõdistused katavad 80% kaardilehe pindalast võrguga 250×1000 m ehk tihedusega 4 punkti ruutkilomeetril, kohati on võrk tihedam. Mõõdistuste tihedus ja täpsus 0,1–0,2 mGal vastavad mõõtkavale 1:50 000. Raskusjõuvälja mõõdistuspunktid on näidatud joonisel 5.1.

Kristalliinse aluskorra pealispinna absoluutsed kõrgused kahanevad Järva-Jaani kaardilehel lõuna suunas vahemikus -260 kuni -315 m. Raskusjõuväljas see asjaolu ei kajastu, seda saab seletada tiheduse kontrasti puudumisega mainitud sügavusvahemikus, kus sette kivimid on umbes sama tihedusega, kui aluskorra kivimid.

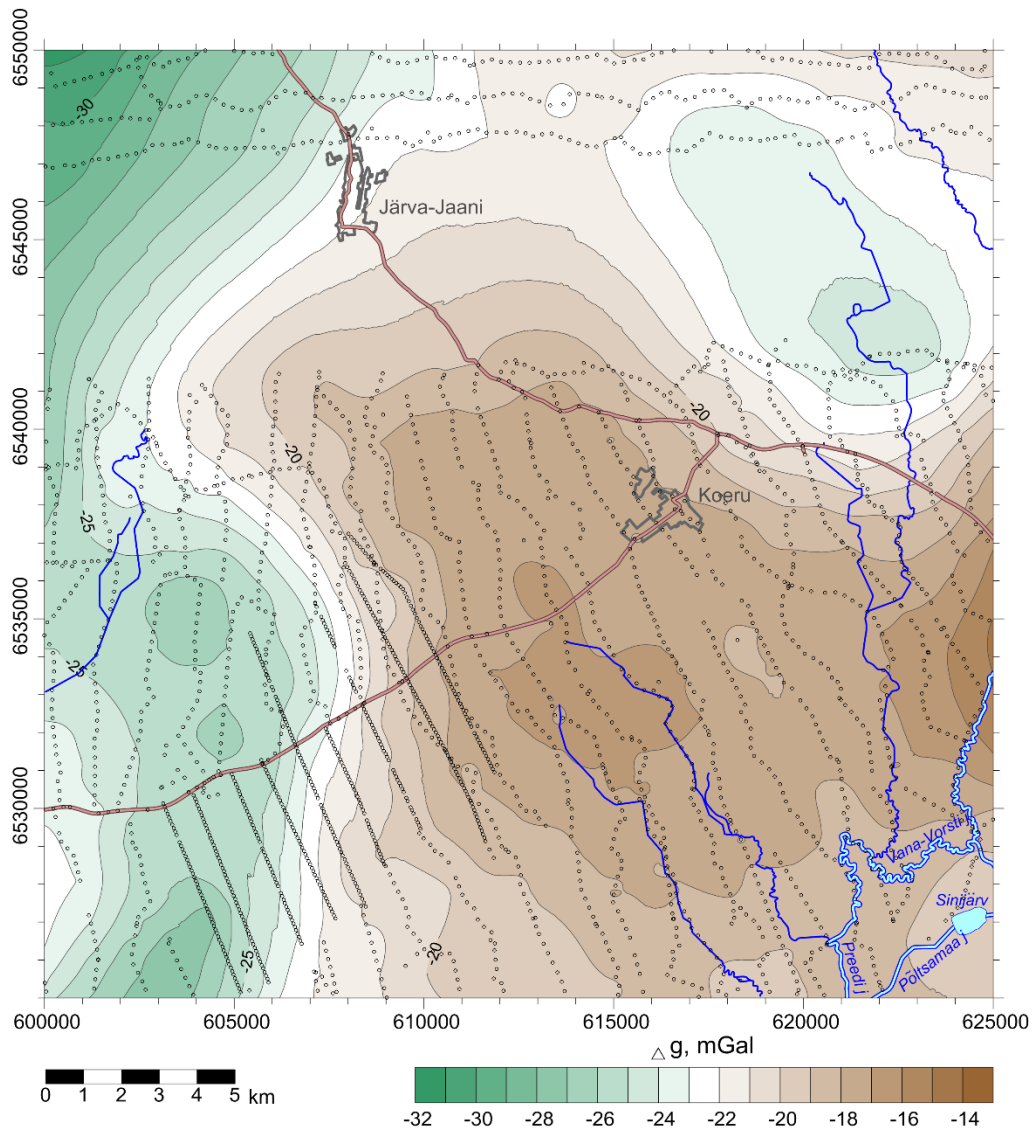
Raskusjõuvälja intensiivsus kasvab Järva-Jaani kaardilehel kagu suunas vahemikus -31 kuni -14 mGal. Kaardilehe keskel asub lame, kandiline positiivne raskusjõu anomaalia amplituudiga umbes 10 mGal, laiusega ligi 10 km edela–kirde suunas ja pikkusega ligi 20 km loode–kagu suunas. Anomaaliat ümbritseb raskusjõu horisontaalgradiendi vöönd, mis on kitsamates kohtades 4 km lai. See tähendab, et ergastaja massikese asub 2 km sügavusel. Vaadeldava anomaalia ergastaja kujutab endast ilmselt kandilist lamedat aluskorra kivimite plokki, mille lasum asub vähemalt 400 m sügavusel aluskorras. Ploki paksus on $2 \times (2-0,4) = 3,2$ km, lamam sügavusel umbes 3,6 km. Ploki keskmist liigtihedust hindame vahekihi raskusjõu valemi järgi $0,07 \text{ g/cm}^3$. Aluskorra geoloogilisel kaardil plokk ei kajastu. Väga võimalik, et kandilise kuju annab anomaaliale ala puudulik gravimeetiline uuritus: joonisel 5.1 näeme kaardilehe põhjaosas 6 km laiust uurimata maariba.

Magnetvälja aeromagnetomeetrilised mõõdistused mõõtkavas 1:25 000 ja 1:50 000 katavad 40% Järva-Jaani kaardilehest (Metlitskaja, Papko, 1992), lehe põhjapoolse osa. Lennumarsruutide vahemaa oli 250–500 m, mõõdistuste täpsus ± 10 nT. Magnetvälja kaardistamise interpoleeritud tulemus on esindatud võrgul 400×500 m. Joonisel 5.2 on mainitud mõõdistustele taustaks pandud andmed aruandest (Korhonen jt, 1999) sammuga 1×1 km (1999. a aruande pealkirjaks on väljade kaardistamine mõõtkavas 1:10 000 000, kuid mõõdistuste mõõtkava on reeglina vähemalt 2 korda suurem kaardistamise mõõtkavast). 1999. ja 1992. aastail mõõdistatud magnetvälja tasemete süstemaatiline vahe on 30 nT, see oli 1999. a andmetest lahutatud.

Mõõdistuste ajal (1992. a) oli magnetvälja kalle (*inclination*) $72,5^\circ$ ja deklinatsioon (*declination*) $+5,8^\circ$ punktile 59°N , 26°E (www.ngdc.noaa.gov).

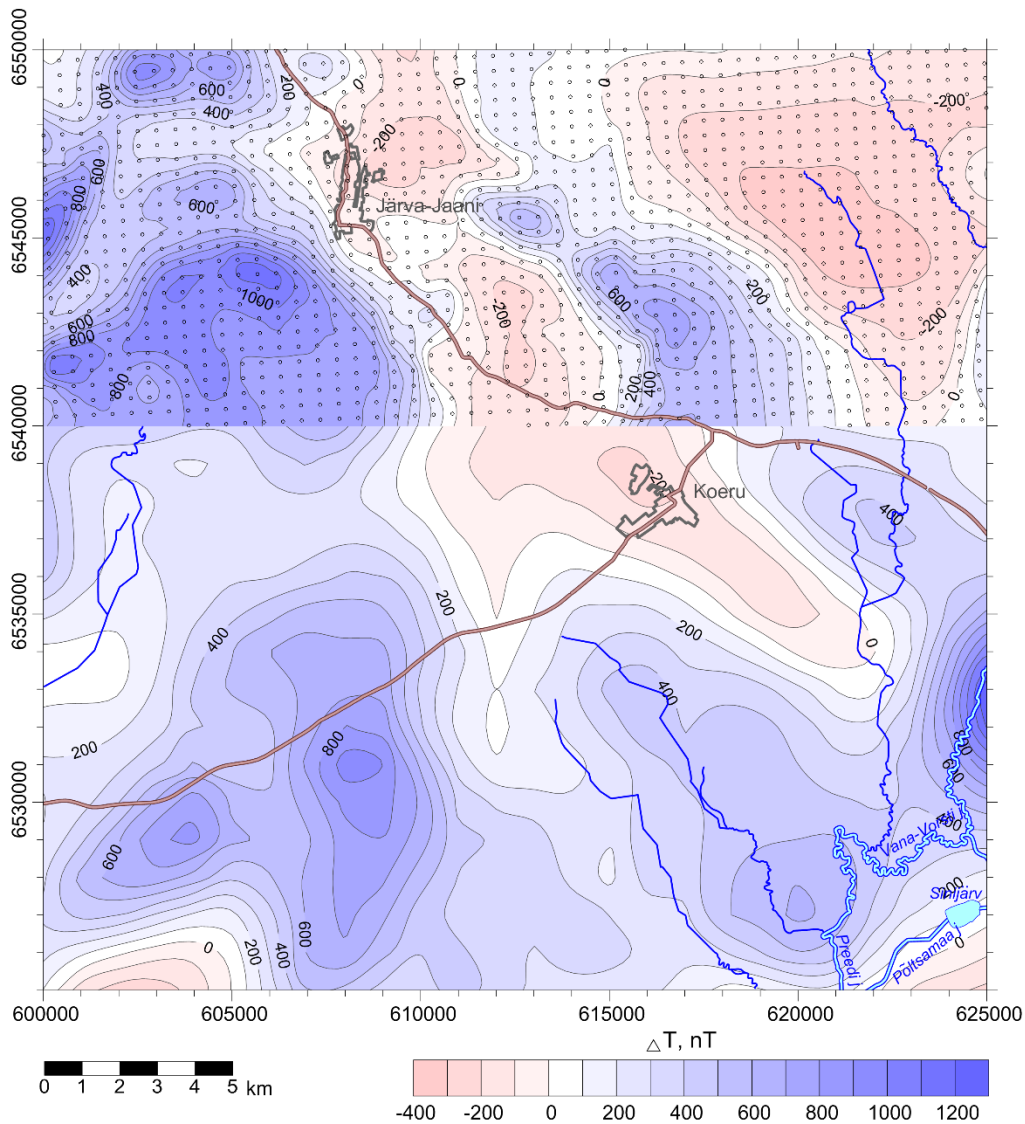
Magnetanomaaliad intensiivsusega -400 kuni 1200 nanoTeslat (nT) on joonisel 5.2 pikerguse kujuga, välja venitatud loode–kagu suunas, mis osutab Ahvenamaa–Paldiski–Pihkva (APP) rikkevööndi struktuuridele. Ergastajateks on arvatavasti aluseliste kivimite daikid, mis on tunginud rikesse.

Eraldame väljast anomaaliad, mille ergastajad asuvad kättesaadaval sügavusel. Välja koostisosade eraldamiseks kasutatakse tavaliselt keskmistamist, mille raadius ületab kolmekordselt välja autokorrelatsiooni raadiust. Antud mõõtkavas selline raadiuse valik ei sobi, kuna raskusjõuväljal on Järva-Jaani kaardilehel korrelatsiooniraadiuseks 6,6 km, magnetväljal aga 5,5 km.



Joonis 5.1. Järva-Jaani (6413) kaardilehe Bouguer anomaaliad ja raskusjõu mõõdistuspunktid (Δg_a , IGSN 71 gravimeetriline süsteem, rahvusvaheline normaalvälja valem, vahekihi tihedus $2,30 \text{ g/cm}^3$, L-EST97 koordinaadistik).

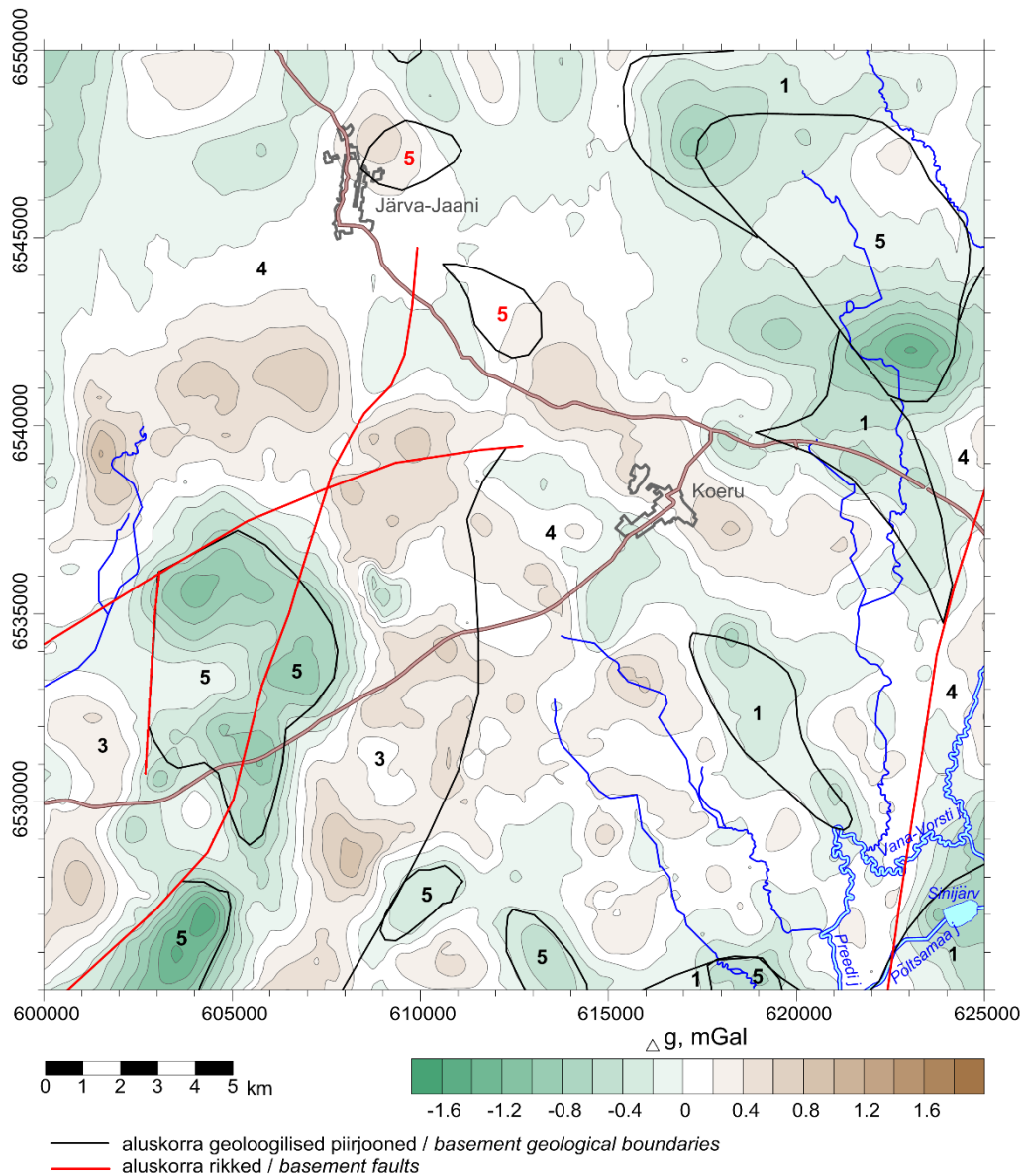
Figure 5.1. Bouguer anomalies and gravity measurement points of the Järva-Jaani (6413) sheet (Δg_a , IGSN 71 gravity system, International Gravity Formula, Bouguer density 2.30 g/cm^3 , L-EST97 coordinates).



Joonis 5.2. Järva-Jaani (6413) kaardilehe aeromagnetilised anomaaliad (IGRF 85, ΔT_a isoanomaalide samm 100 nT, L-EST97 koordinaadistik).

Figure 5.2. Aeromagnetic anomalies of the Järva-Jaani (6413) sheet (IGRF 85, ΔT_a contours after 100 nT, L-EST97 coordinates).

Lühilainelise ehk lokaalse väljakoostisosa standardhälve kasvab koos välja keskmistamise raadiusega. Raskusjõuvälja puhul raadiusel 2,5 km on see kasv umbes 10% suurem, kui mujal. Seda keskmistamisraadiust kasutamegi lokaalse koostisosa eraldamiseks, eeldades, et just selline keskmistamine mahutab vaadeldavad anomaaliad kõige paremini lokaalsesse välja koostisosasse, mida veel jääkanomaaliaks nimetatakse, kuna selle arvutamiseks lahutame esialgselt väljast keskmistatud välja (joonis 5.3).

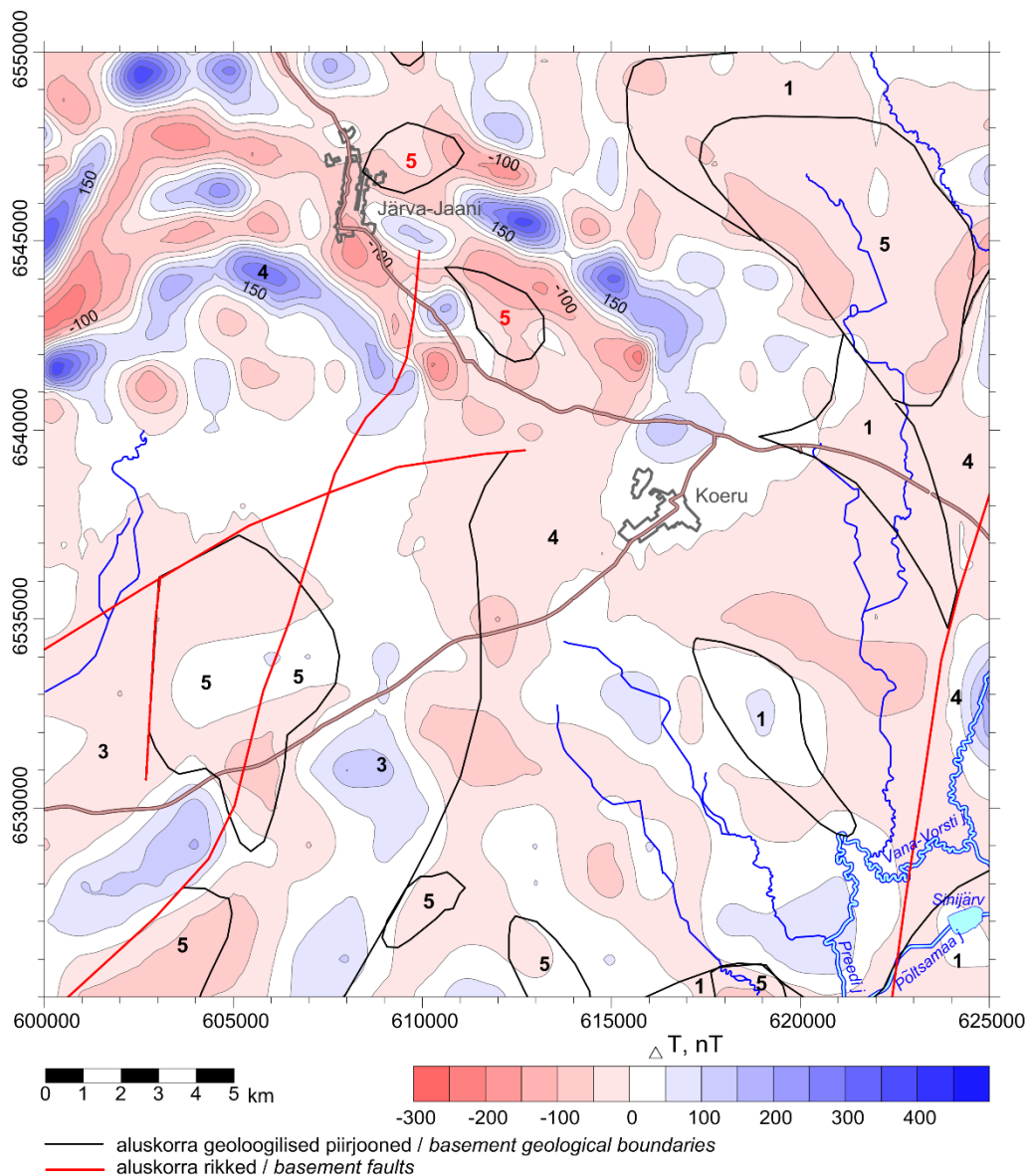


Joonis 5.3. Järva-Jaani (6413) kaardilehe raskusjõuvälja jääkanomaaliad (keskmistamise raadius 2,5 km, Δg_a isoanomaalide samm 0,2 mGal, L-EST97 koordinaadistik; 1 – vilgugneiss; 3 – kvarts-päevakivigneiss; 4 – amfiboolgneiss ja amfiboliit; 5 – graniit).

Figure 5.3. Residual gravity anomalies of the Järva-Jaani (6413) sheet (averaging radius 2.5 km, Δg_a contours after 0.2 mGal, L-EST97 coordinates; 1 – mica gneiss; 3 – quartz-feldspar gneiss; 4 – amphibole gneiss and amphibolite; 5 – granite).

Raskusjõu jääkanomaaliade kaardil (joonis 5.3) näeme, et aluskorras kaardistatud graniitkehad tekitavad negatiivseid jääkanomaaliaid, kuna on ümbritsevatest kivimitest kergemad (nr 5 joonisel). Erandiks on kehad Järva-Jaani asulas ja sellest 2 km kagu pool (punane nr 5 joonisel). Nähtavasti koosnevad need kehad dioriidist või kvarts-päevakivigneisist. Negatiivseid jääkanomaaliaid tekitavad ka vilgugneisi kehad (nr 1 joonisel).

Kvarts-päevakivigneisi võõnd (nr 3 joonisel), mis ümbritseb graniitkehasid kaardilehe edelaosas, jätkub arvatavasti ka rikkest põhja pool, kuna seal levivad positiivsed jääkanomaaliad. Taustaks on amfiboolgneiss ja amfiboliit.

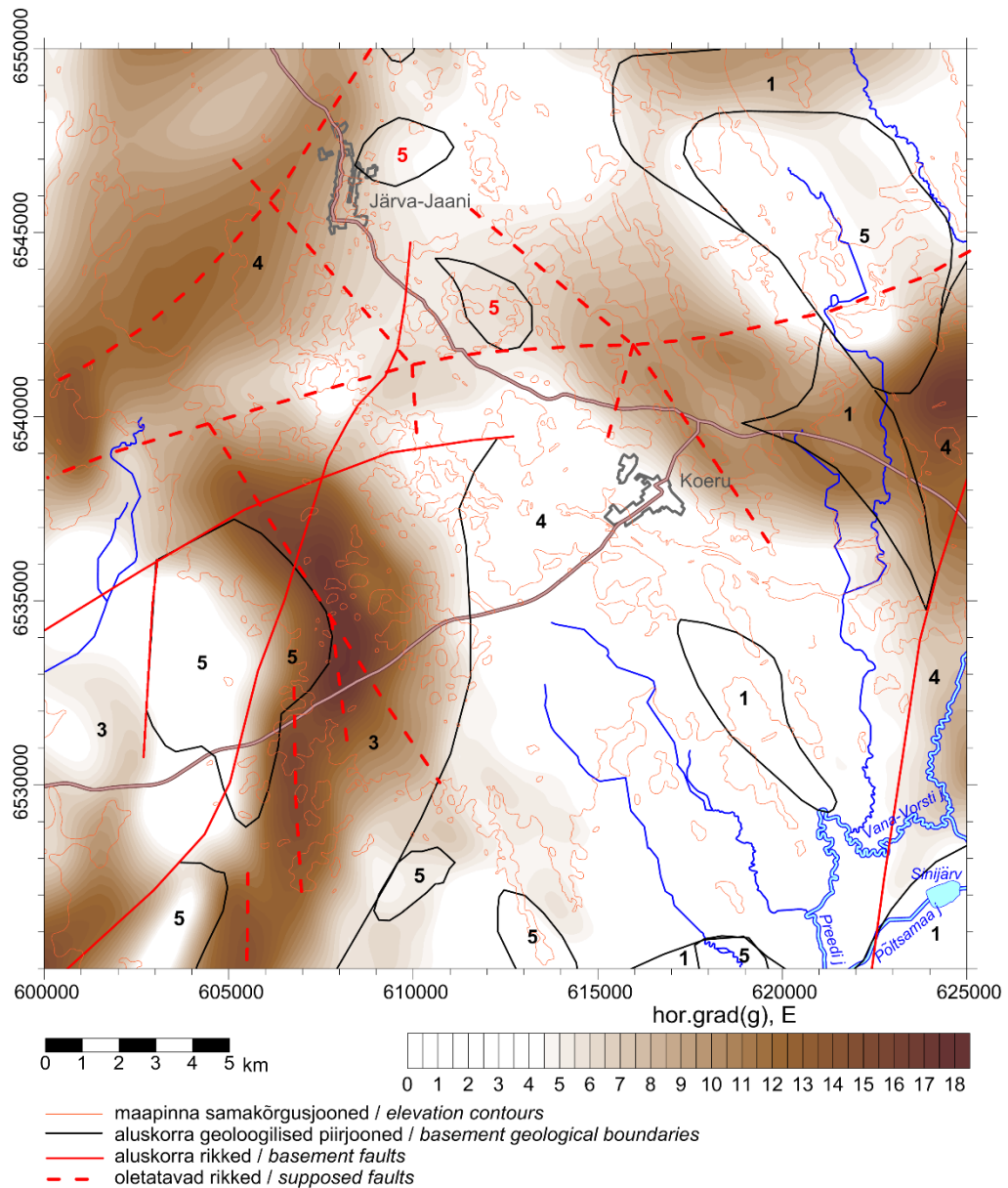


Joonis 5.4. Järva-Jaani (6413) kaardilehe magnetvälja jääkanomaaliad (keskmistamise raadius 1,5 km, ΔT_a isoanomaalide samm 50 nT, L-EST97 koordinaadistik; 1 – vilgugneiss; 3 – kvartspäevakivigneiss; 4 – amfiboolgneiss ja amfiboliit; 5 – graniit).

Figure 5.4. Residual magnetic anomalies of the Järva-Jaani (6413) sheet (averaging radius 1.5 km, ΔT_a contours after 50 nT, L-EST97 coordinates; 1 – mica gneiss; 3 – quartz-feldspar gneiss; 4 – amphibole gneiss and amphibolite; 5 – granite).

Magnetvälja lokaalset koostisosa eraldame keskmistades välja raadiuses 1,5 km, kuna jääkvälja standardhälve kasvab siin 15% kiiremini kui mujal. Joonisel 5.4 näeme, et graniitkehadele vastavad nõrgad negatiivsed magnetvälja jääkanomaaliad (nr 5 joonisel). Kahel erandiks oleval kehal, on negatiivsed jääkanomaaliad veidi intensiivsemad (punane nr 5 joonisel), kui teistel graniitkehadel.

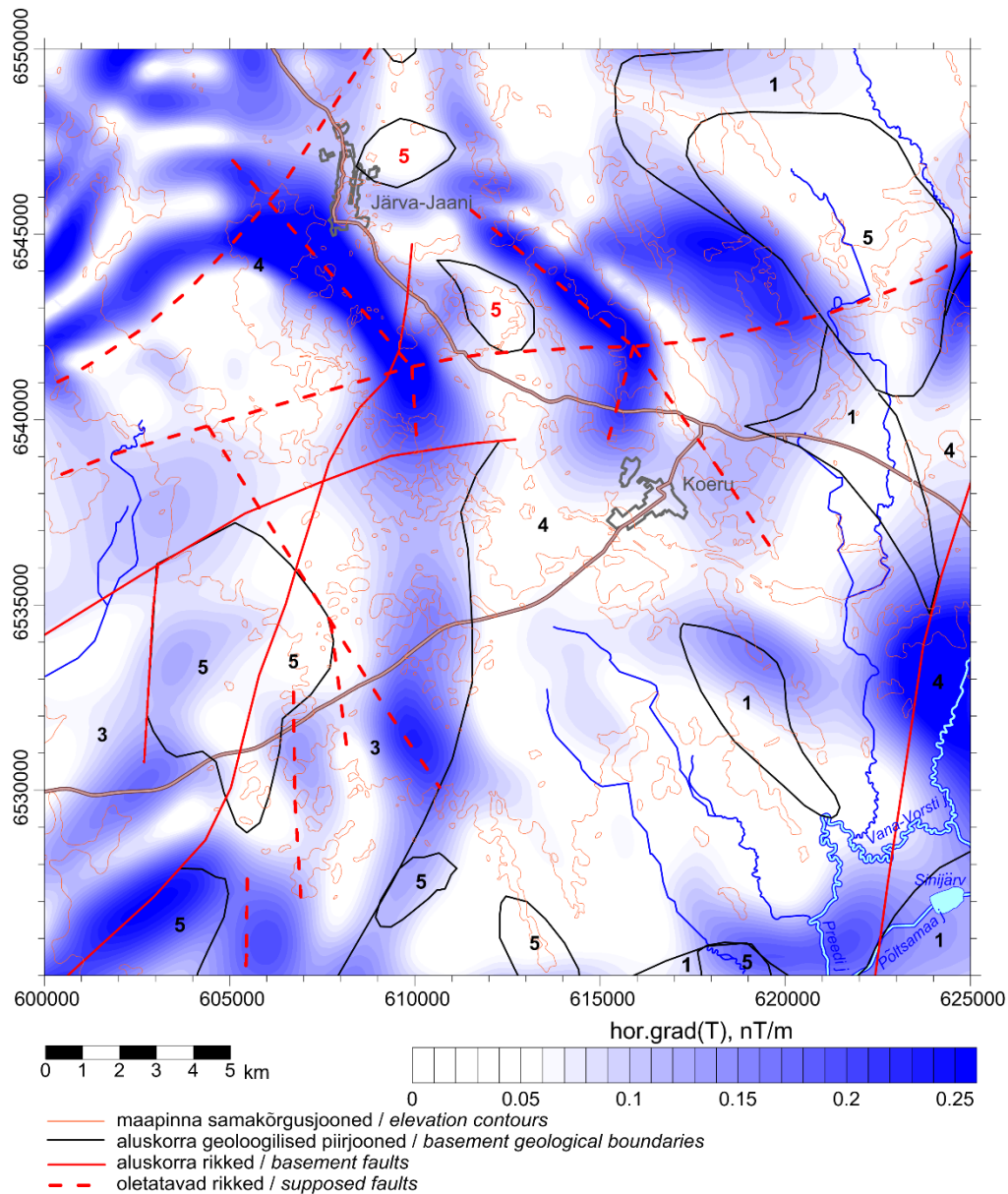
Jääkanomaaliade suurema kontrastsuse põhjuseks kaardilehe põhjaosas on detailsemad magnetvälja andmed. Teisi seaduspärasusi joonisel 5.4 pole õnnestunud leida.



Joonis 5.5. Järva-Jaani (6413) kaardilehe raskusjõuvälja horisontaalgradient (kõrgus 500 m, isoanomaalide samm 0,5 E, L-EST97 koordinaadistik; 1 – vilgugneiss; 3 – kvarts-päevakivigneiss; 4 – amfiboolgneiss ja amfiboliit; 5 – graniit).

Figure 5.5. Gravity horizontal gradient of the Järva-Jaani (6413) sheet (elevation 500 m, contours after 0.5 E, L-EST97 coordinates; 1 – mica gneiss; 3 – quartz-feldspar gneiss; 4 – amphibole gneiss and amphibolite; 5 – granite).

Oletatavad aluskorra rikked on kaardistatud raskusjõu- ja magnetvälja horisontaalgradiendi võõndide järgi, arvestades maapinna samakõrgusjoonte ja jõesängide kuju (joonised 5.5, 5.6). Kõrgused ei ole joonistel näidatud, kuna ei ole antud juhul olulised. Tulemuseks on peatüki alguses mainitud tihedamate kivimite ploki tektoonilised piirjooned, mis moodustavad osa APP struktuurist. Kohati langevad need kokku aluskorra geoloogiliste piirjoontega.



Joonis 5.6. Järva-Jaani (6413) kaardilehe magnetvälja horisontaalgradient (kõrgus 500 m, isoanomaalide samm 0,01 nT/m, L-EST97 koordinaadistik; 1 – vilgugneiss; 3 – kvartspäevakivigneiss; 4 – amfiboolgneiss ja amfiboliit; 5 – graniit).

Figure 5.6. Horizontal gradient of magnetic field of the Järva-Jaani (6413) sheet (elevation 500 m, contours after 0.01 nT/m, L-EST97 coordinates; 1 – mica gneiss; 3 – quartz-feldspar gneiss; 4 – amphibole gneiss and amphibolite; 5 – granite).

Maakoore struktuur Järva-Jaani kaardilehel ja selle lähieümbruses on välja toodud geofüüsikalisel süvaläbilõikel (joonis 5.7), mis esindab efektiivse tiheduse ja magneetumuse ruumilist jaotust. Efektiivseks nimetatakse geoloogilise keskkonna tihedust ja magneetumust, mis on saadud raskusjõu- või magnetväljast pöördülesande lahendina. Efektiivsete parameetrite arvutuste meetodika on kirjeldatud lisas.

Lõikejoon ületab kaardilehe nurgast nurka kirde suunas. Nii raskusjõu- kui ka magnetvälja mõõdistused mõõtkavas 1:50 000 on läbilõikel kombineeritud andmetega aruandest (Korhonen jt, 1999). Mõõdistuste süstemaatilised tasemevahed olid eelnevalt eemaldatud.

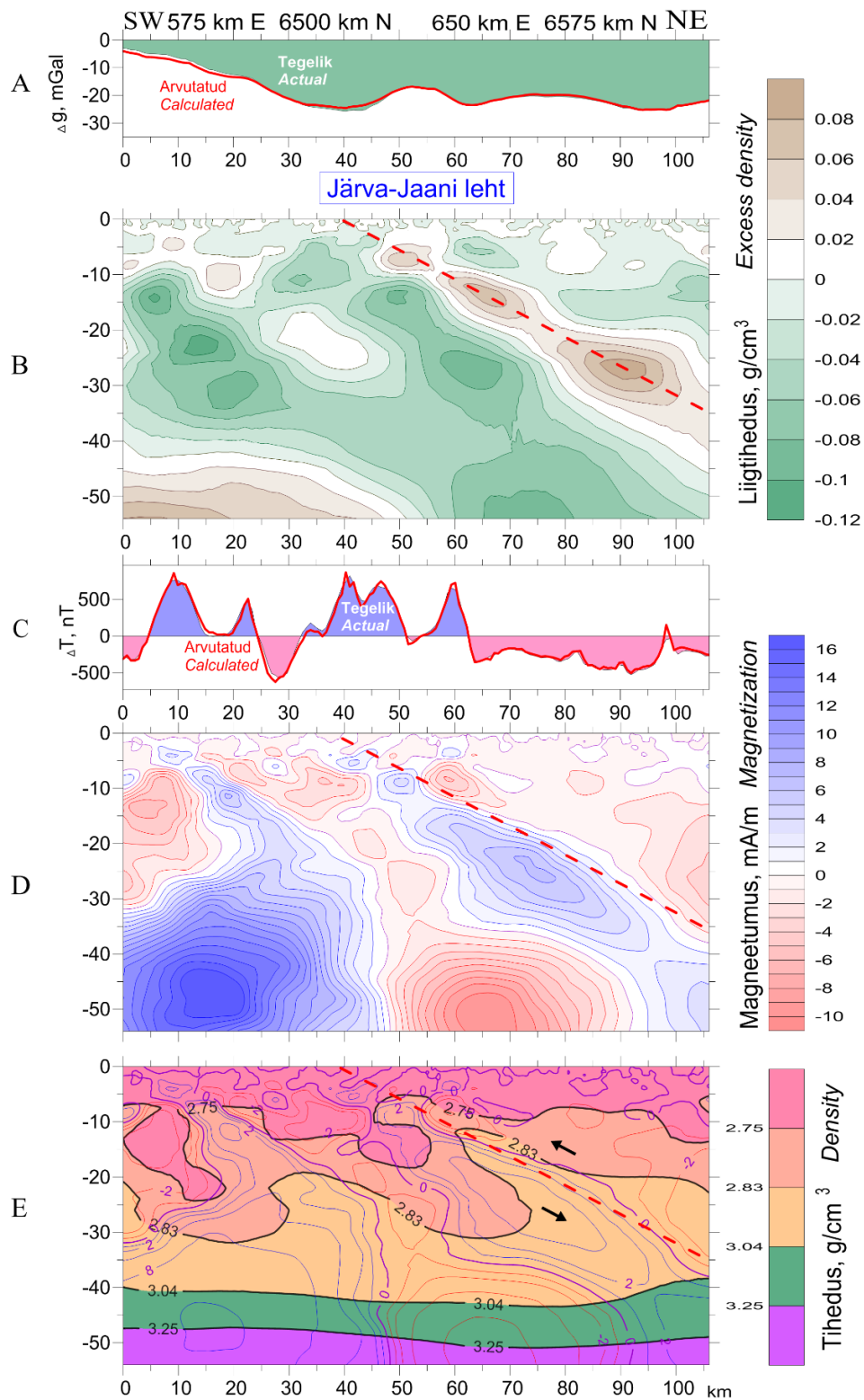
Maakoor ulatub Mohorovičići eralduspinnani ehk Mohoni, mis asub Eestis umbes 50 km sügavusel (www.seismo.helsinki.fi/mohomap/). Maakoore kihte eristame vastavalt nende efektiivsele tihedusele:

- graniitkiht (ülemine maakoor, sial) – kuni 2,75;
- granodioriitkiht (ülemine maakoor, sial) – kuni 2,83;
Conradi eralduspind;
- dioriitkiht (keskmine maakoor, sima) – kuni 3,04;
- basaltkiht (alumine maakoor, sima) – kuni 3,25 g/cm³;
Moho eralduspind;
- mantel.

Kihtide eristamine tugineb efektiivse tiheduse läbilõike kõrvutamisel seismiliste peegeldustega süvasondeerimise profiililt Sovetsk– Kohtla-

Järve (1986 a, <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/657/68657/42447/page9>), milleni jääb kaardilehe kagunurgast kõigest 16 km. Ülal loetletud efektiivse tiheduse isojooned läbilõikel vastavad kvalitatiivselt seismilistele peegeldustele.

Süvaläbilõikel (joonis 5.7) näeme Järva-Jaani kaardilehe all kirdesuunalise kaldega positiivset tiheduse anomaaliat, millele vastavad APP rikkevööndisse tunginud aluselise magma daikid. Rikkevööndist paremal paiknev maakore osa on vasakpoolse osa suhtes ülespoole tõstetud.



Joonis 5.7. Mõõdetud ja arvutatud raskusjõu- (A) ning magnetvälja (C) graafikud, arvutatud liigtiheiduse (B), tiheduse (E) ja magneetumuse (D, E) jaotused Järva-Jaani kaardilehte ületaval süvaläbilõikel.

Figure 5.7. Measured and calculated gravity (A) and magnetic (C) fields, calculated excess density (B), total density (E) and magnetization (D, E) along a deep cross-section on the Järva-Jaani sheet.

KASUTATUD MATERJALID

- Aario, R., 1977. Classification and terminology of morainic landforms in Finland. *Boreas*, 6, 87–100.
- Aesma, E., 1972. Paide. Kirjastus „Eesti raamat“, Tallinn, 39 lk.
- All, T., Gromov, O., Shuvalova, M., Jeresko, J., 2002. Kesk-Eesti gravimeetrilise andmestiku revideerimine ja digitaliseerimine. EGF 7456.
- All, T., Gromov, O., 2007. Geoloogilise baaskaardi Tapa (6431) lehe gravimeetrilise teemakihi täiendamine. EGF 7894.
- Alley, R.B., 1993. In search of ice-stream sticky spots. *J. Glaciol.*, 39(133), 447–454.
- Allikvee, H., Orru, M., Viigand, A., 1978. Rakvere rajooni turbamaardlate otsingulis-uuringuliste tööde aruanne. Tallinn, EGF 5178, 406 lk.
- Allikvee, H., Orru, M., 1979. Jõgeva rajooni turbamaardlate otsingulis-uuringuliste tööde aruanne. Tallinn, EGF 5182, 446 lk.
- Amon, L., Saarse, L., Vassiljev, J., Heinsalu, A., Veski, S., 2016. Timing of the deglaciation and the late-glacial vegetation development on the Pandivere Upland, North Estonia. *Bulletin of the Geological Society of Finland*, 88, 69–83.
- Andrén, T., Björck, S., Andrén, E., Conley, D., Lambeck, K., Zillén, L. & Anjar, J., 2011. The development of the Baltic Sea basin during the last 130 ka. In: Harff, J., Björck, S. & Hoth, P. (eds): *The Baltic Sea Basin as a natural laboratory*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp 75–97.
- Arold, I. (koost.), 1999. Eesti paigastikutüüpide kaart. TÜ geograafia instituut, Tartu.
- Autorite kollektiiv, 1961–1991. Paide rajooni liivakarjäärade mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Paide rajooni kruusliivakarjäärade mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Tallinn, EGF 6779, 213 lk.
- Autorite kollektiiv, 1961–1985. Rakvere rajooni liivakarjäärade mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Rakvere rajooni kruusa ja kruusliivakarjäärade mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Tallinn, EGF 6782, 213 lk.
- Basanets, E., 1983. Eesti põlevkivimaardla lõunaosa eeluuring (vene keeles). Aruanne. Tallinn, EGF 3970, 31 lk.
- Bauman, A., Suuresaar, L., Pachel, H., Reep, A., Männik, R., Linnamägi, A., Sild, H., Leinola, S., Arukaevu, K., Salu, M., Truu, K., 1985. Pandivere kõrgustiku veeressursside ratsionaalse kasutamise ja kaitse abinõude kompleks. II osa. Olemasolev ja perspektiivne veemajanduslik olukord, veebilansid. Maaparandusprojekt. EGF 4172, 261 lk.
- Björck, S., 1995. A review of the history of the Baltic Sea, 13.0–8.0 ka BP. *Quaternary International*, 27, pp 19–40.
- Blockley, S. P. E., Lane, C. S., Hardiman, M., Rasmussen, S. O., Seierstad, I. K., Steffensen, J. P., Svensson, A., Lotter, A. F., Turney, C. S. M., Ramsey, C. B., *INTIMATE group*, 2012. Synchronisation of palaeoenvironmental records over the last 60,000 years, and an extended INTIMATE1 event stratigraphy to 48,000 b2k, *Quaternary Science Reviews*, 36, 2–10.
- Brutus, A., 1990. Ehituskivi otsingu- ja otsingu-hinnangulised tööd Järva maakonna lõunaosas. EGF 4420.
- Donner, J., 1995. *The Quaternary History of Scandinavia*. Cambridge University Press, 210 pp.
- Doss, B., 1905. Das skandinavische Erdbeben von 23. Oktober 1904 in seinen Wirkungen innerhalb der russischen Ostseeprovinzen und des Gouvernements Kowno. *Naturf. Ver. Riga XLVIII* 249–301.
- Dunlop, P. and Clark, C.D., 2006. The morphological characteristics of ribbed moraine. *Quaternary Science Reviews*, 25, 13–14, 1668–1691.

- Einmann, A., 1980.* Paide rajooni Järva-Jaani väetiseturba karjääri ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6450.
- Eipre, T., 1981.* Karstunud Pandivere kõrgustiku veevarud. Leningrad, Gidrometeoizdat, 159 lk (vene keeles).
- Gibbard, P., Kolfschoten, T. van, 2004.* The Pleistocene and Holocene epochs. In: Gradstein, F. M., Ogg, J. G. and Smith, A. G. (Eds) A geologic time scale 2004. Cambridge University Press, Cambridge, pp 441–452.
- Gromov, O., Gromova, G., 1968.* Aruanne gravimeetrisest kaardistamisest mõõtkavas 1:25 000 Kesk-Eestis 1965.–1967. a. EGF 2994.
- Gromov, O., Gromova, G., 1972.* Aruanne geofüüsikalistest töödest kristalliinse vundamendi kaardistamisel Tapa–Rakvere piirkonnas. EGF3 196.
- Gromov, O., Gromova, G., Pastuhova, A., 1977.* Aruanne geofüüsikalistest töödest kristalliinse vundamendi kaardistamisel Nõva–Jägala alal ja Assamalla detailalal. EGF 3465.
- Gromov, O., Rehemäe, Ü., Saaremets, V., Jeresko, J., 1995.* Põhja-Eesti keskosa gravimeetriselise kaardi (mõõtkavas 1:50 000 ja 1:200 000) koostamine. EGF 5329.
- Hausen, H., 1913a.* Materialien zur Kenntnis der pleistozänen Bildungen in den russischen Ostseeländern. Fennia 34, 2, 181 pp.
- Hausen, H., 1913b.* Über die Entwicklung der Oberflächenformen in den russischen Ostseeländern und angrenzenden Gouvernements in der Quartärzeit. Fennia, 34, 3, 142 pp.
- Heinpalu, J., Baumann, A., Suuressaar, L., Reep, A., Männik, R., Linnamägi, A., Raadla, K., Liivand, Ü., Luik, E., 1986.* Pandivere kõrgustiku veeressursside ratsionaalse kasutamise ja kaitse abinõude kompleks. III osa. Maaparandusprojekt. EGF 4204, 261 lk.
- Heinsalu, Ü., 1963.* Karst Pandivere kõrgustikul. Geoloogia Instituut, Tallinn, EGF 2556, 318 lk.
- Heinsalu, Ü., 1977.* Karst ja looduskeskkond Eesti NSV-s. Valgus, Tallinn, 94 lk.
- Heinsalu, Ü., Pill, A., Andra, H., 1978.* Karst ja karstiveed maa-aluste jõgede aladel Põhja-Eestis ja nende kaitse. Geoloogia Instituut, EGF 3540, 165 lk.
- Juhend Eesti geoloogiliseks digitaalkaardistamiseks mõõtkavas 1:50 000, Versioon 2.4, 2015. Maaamet, Tartu, 145 lk.
- Jõgi, T., Kala, E., 1966.* Paide Rühma aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:200 000 ENSV põhjaosas. EGF 2893, 294 lk.
- Kajak, K., 1965.* On the geology of drumlins of Saadjärv. Orviku, K. (toim) Litologiya i stratigrafiya chetvertichnykh otlozhenij Estonii (vene keeles), Institut Geologij AN Estonskoi SSR, Tallinn, 23–28.
- 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, 133 lk.
- Kajak, K., 1999.* Eesti kvaternaarisetete kaart 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 21 lk.
- 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, 427 lk.
- Kala, E., Eltermann, G., 1968.* NSVL geoloogilised ja hüdrogeoloogilised kaardid mõõtkavas 1:200 000. Balti seeria, leht O-35-VIII (vene keeles). Moskva, EGF 3150, 207 lk.
- Kala, E., Mardla, A., Puura, V., 1979.* Aruanne Kesk-Eesti aerofotogeoloogiliste kaartide koostamise tulemustest (vene keeles). Tallinn, EGF 3585, 84 lk.
- Kalm, V., 2006.* Pleistocene chronostratigraphy in Estonia, southeastern sector of the Scandinavian glaciation. Quaternary Science Reviews, 25, pp 960–975.

- Kalm, V. and Sohar, K., 2010.* Oxygen isotope fractionation in three freshwater ostracod species from early Holocene lacustrine tufa in northern Estonia. *Journal of Paleolimnology*, 43, 4, 815–828.
- Kalm, V., Raukas, A., Rattas, M. and Lasberg, K., 2011:* Pleistocene glaciations in Estonia. Ehlers, J., Gibbard, P. L. and Hughes, P. D. (eds) *Developments in Quaternary Science 15*. Elsevier, Amsterdam, 95–104.
- Kalm, V., 2012.* Ice-flow pattern and extent of the last Scandinavian Ice Sheet southeast of the Baltic Sea. *Quaternary Science Reviews*, 44, 51–59.
- Karst ja allikad Pandiveres, 2008. AS Maves, Tallinn, (1994 a kataloogi „Pandivere Riikliku Veekaitseala karst ja allikad täiendatud väljaanne“), 52 lk. <http://www.digar.ee/id/nlib-digar:41990/> (10.04.2015).
- Karukäpp, R., 1984.* Pinnamoe kujunemise iseärasustest kõrgustikel. Eesti Geograafia Seltsi Aastaraamat 1980. Valgus, Tallinn, 63–72.
- Karukäpp, R., Tavast, E., 1985.* Pandivere kõrgustiku geoloogiline struktuur ja liustikuline morfogenees. *Eesti Teaduste Akadeemia*, 34, 1, lk 22–29.
- Karukäpp, R., 1997.* Gotiglatsiaalne morfogenees Skandinaavia mandriliustiku kagusektoris. Doktoritöö. Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu, 54 (127) lk.
- Kessel, H., Raukas, A., 1979.* The Quaternary History of the Baltic. Estonia. *Gudelis, V. & Königsson, L-K.(eds.)* The Quaternary history of the Baltic. Uppsala, pp 127–146.
- Kink, H., 1993.* Pandivere riiklik veekaitseala (kokkuvõte 1983.–1993.a. uurimistöödest). Geoloogia Instituut, EGF 4704, 175 lk.
- Kink, H., Andresmaa, E., Orru, M., 1998.* Eesti soode hüdrogeoloogia. TA kirjastus, Tallinn, 128 lk.
- 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 pp.
- Kleman, J., Hattestrand, C., Borgstrom, I. and Stroeven, A., 1997.* Fennoscandian palaeoglaciology reconstructed using a glacial geological inversion model. *Journal of Glaciology*. 43, 144, 283–299.
- Koppelmaa, H., Kivisilla, J., 1998.* Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart mõõtkavas 1:200 000. Kaart ja seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 94 lk.
- Koppelmaa, H., 2002.* Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart. Mõõtkava 1:400 000. Kaart ja seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 33 lk.
- Korbut, S., Peikre, R., 2002.* Eesti dolomiidimaardlate revisjon. III etapp: Tehnoloogilise dolomiidi otsing Koigi levilas Järvamaal. EGF 7478, 28 lk.
- Korbut, S., Peikre, R., Savitski L., 2004.* Järva maakonna Kareda uuringuala ehitusdolomiidi geoloogiline uuring (varu seisuga 15.04.2004. a). Tallinn, EGF 7585, 35 lk.
- Korbut, S., Peikre, R., 2007.* Järvamaa Karinu lubjakivimaardla Nordkalk AS mäeeraldise jääkvaru geoloogiline uuring (varu seisuga 02.11.2006.a.). EGF 7970, 34 lk.
- Korhonen, J.V.; Koistinen, T.; Elo, S.; Säavuori, H.; Kääriäinen, J.; Nevanlinna, H.; Aaro, S.; Haller, L.Å.; Skilbrei, J. R.; Solheim, D.; Chepik, A.; Kulinich, A.; Zhdanova, L.; Vaher, R.; All, T.; Sildvee, H., 1999.* Preliminary magnetic and gravity anomaly maps of the Fennoscandian shield 1:10 000 000. In: Geological Survey of Finland, Special Paper 27, pp 173–179. http://arkisto.gsf.fi/sp/sp27/sp27_s173-179.pdf
- Koskor, I., 1987.* Eesti NSV liiva ja kruusliiva optimaalsete vedude skeem. Paide raj. EGF 4305, 8 lk.
- Krapiva, A., 1974.* Paide rajoon, Udeva sovhoos, Väinjärve maaparandusehitis. Hüdrogeoloogia aruanne. EGF 5720, 13 lk.

- Kõrvel, V., Kõrvel, N., 1963.* Rakvere Rühma aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:200 000 lehel O-35-IX 1960.–1963. a. (vene keeles). Tallinn, EGF 2072, 570 lk.
- Kõrvel, V., Kõrvel, N., 1964.* NSVL geoloogiline kaart. Balti seeria leht O-35-IX. Seletuskiri (vene keeles). EGF 2093, 124 lk.
- Laas, L., Perens, R., Eltermann G., 1975.* Varangu järvekriidi leiukoha detailse geoloogilise uuringu aruanne. Tallinn, EGF 3372, 41 lk.
- Lasberg, K., 2015.* Viimase Skandinaavia jäätumise kronoloogia Ida-Euroopa tasandiku lääneosas. Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat, 40, 79–92.
- Leisk, Ü. (koost), 2015.* Nitraaditundliku ala seire 2014. a. Lõpparuanne. Riikliku keskkonnaseire programm (põhjavee seire). Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Tallinn, 69 lk.
- Liiv, E., 1976.* Paide rajoon, Väinjärve vihmutus. Ehitusgeoloogia aruanne. Eesti Maaparandusprojekt, EGF 5790, 7 lk.
- Liivrand, E., 1991.* Biostratigraphy of the Pleistocene deposits in Estonia and correlations in the Baltic region. Stockholm University, Department of Quaternary Research, Report 19, 114 pp.
- Liivrand, E., 2008.* Succession of the stratigraphical units of the Upper Pleistocene in Estonia. In: Hints, O., Ainsaar, L., Männik, P., Meidla, T. (eds). The Seventh Baltic Stratigraphical Conference. Abstracts and Field Guide. Geological Society of Estonia, Tallinn, 42 pp.
- Lodjak, T., 1981.* Klaasidolomiitide otsingu- ja revisjonitööde aruanne. EGF 3878, 135 lk.
- Lodjak, T., 1982.* Linnusöödaks kõlblike lubjakivide otsingutööde aruanne. Geoloogia Valitsus, Tallinn. EGF 3925, 132 lk.
- Lundqvist, J., 1997.* Rogen moraine – an example of two-step formation of glacial landscapes. *Sedimentary Geology*, 111, 27–40.
- Maapõueseadus ja selle rakendamise õigusaktid I. Eesti Vabariigi Keskkonnaministeerium, 1996, Tallinn, 227 lk.
- Maastik, A. (toim), 1993. Pandivere riiklik veekaitseala. AS Maves, Eesti TA Geoloogia Instituut, Järva Maavalitsuse Keskkonnaosakond, Lääne-Virumaa Looduskaitsetalitus, Keski-Suomen Vesi- ja Ympäristopiiri, Jyväskylä, 69 lk.
- Martin, T., 1988.* Fosforiidotsingute tulemused Rakvere fosforiidirajooni ida- ja lõunaosas 1985.–1988. a. (vene keeles). Tallinn, EGF 4296.
- Maldre, J., 1985.* Hinnang põlevkivi leviku perspektiividest Balti basseini Tapa maardlas lokaalse prognoosi kriteeriumide alusel. Tallinn, EGF 4150, 200 lk.
- Mathews, J. A., Cornish, R., Shakesby, R. A., 1979.* „Sawtooth“ moraines in front of Bødalsbreen, Southern Norway. *Journal of Glaciology*, 22, 535–546.
- 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. Aruanne (vene keeles). Valgevene Geoloogia Valitsus, Minsk, EGF 4629, 75 lk.
- Minkvitz (polkownik), 1852.* Sõjalis-strateegiline ülevaade Vene impeeriumist, III k. Eesti kubermang (vene keeles).
- Molodkov, A., Bolikhovskaya, N., Miidel, A. and Ploom, K., 2007a:* The sedimentary sequence recovered from the Voka outcrops, northeastern Estonia: implications for late Pleistocene stratigraphy. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 56, 47–62.
- Molodkov, A., Bolikhovskaya, N. ja Ploom, K., 2007b.* Geoloogilisi üllatusi Voka klindilaehest. *Eesti Loodus*, 9, 10–14.

- Morozov, O., Bassanets, J., Dantšenko, V., Radik, E., Popova, N., Taratorina, M., 1982.* Aruanne põlevkivide otsingutööde läbiviimisest nende perspektiivseks hindamiseks Vene platvormi loodeosas (vene keeles). Geoloogia Valitsus, Tallinn, EGF 3913, 270 lk.
- Mäemets, A., 1977.* Eesti NSV järved ja nende kaitse. Valgus, Tallinn, 264 lk.
- Männik, R., 2007.* Kiltsi aleviku ja Vao küla kaevude veekvaliteedi ja tehnilise seisukorra hindamine. AS Maves, Tallinn, 19 lk.
- Männil, R., 1964.* Järvelubja lasundite levik ja stratigraafia Eestis. Dissertatsioon. ENSV TA Geoloogia Instituut, Tallinn, 363 lk.
- Niin, M., Kivisilla, J., 2001.* Eesti settekivimite õhikute kataloog. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, EGF 7343, 146 lk.
- Nitraaditundlike alade määratlemine Eestis, 2001. Tartu Ülikooli Geograafia Instituut, Eesti Agraarökonoomika Instituut, Maves AS, Projekteerimisbüroo Maa ja Vesi AS. Tallinn–Tartu.
- Nõmmsalu, V., Eltermann, G., 1975.* Aruanne hüdroteoloogilisest ja ehitusgeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 maaparanduse eesmärgil (Ambla piirkond). Tallinn, EGF 3316, 211 lk.
- Orru, M., Merilain, R., Ramst, R., Veldre, M., Shirokova, M., 1982.* Paide rajooni turbamaardlate otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. Tallinn, EGF 5203, 582 lk.
- Orru, M., 1995.* Eesti turbasood. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 240 lk.
- Orviku, K., 1961.* Geological structure of drumlins in Estonia (vene keeles). Materialy Vsesoyuznogo soveshchaniya po izucheniy chetvertichnogo perioda, vol. 2. Moscow, 64–72.
- Palmre, H., 1946.* Varangu ja Tobia-Risu (Rakvere) järvekriidi uurimine. ENSV TA Geoloogia Instituut, Tallinn, EGF 1579, 23 lk.
- Pandivere piirkonna (Rakvere ja Paide rajoonide) melioratiiv-hüdroteoloogiline ülevaade. Paide rajoon. 1975. Geoloogia Instituut, Tallinn, EGF 3347, 63 lk.
- Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundliku ala üksiktarbijatele ohutu joogivee tagamiseks vajalikud uuringud Väike-Maarja ja Albu vallas, 2006, AS Maves, Tallinn, 39 lk.
- Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundliku ala allikate ja karstiehitrite keskkonnaregistri andmete ajakohastamine, 2014. Consultare OÜ, Tartu, 99 lk.
- Pandivere kaitset vajavate allikate registri koostamine, 2013. MTÜ Eesti Loodushoiukeskus, Tallinn, 39 lk.
- Pandivere veekaitseala reostusuuringute koondtöö, 2001. AS Maves, Tallinn.
- Perens, H., 2002.* Paekihtide ehituslike omaduste hindamine. V etapp: Lääne-Virumaa. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn, EGF 7459, 75 lk.
- Perens, R., Eltermann, G., Lang, T., Laas, L., Noppel, M., Perens, H., Jalakas, T., Norman, A., Kursheva, V., 1976.* Aruanne hüdroteoloogilisest ja ehitusgeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 maaparanduse eesmärgil (Uulu-Leina ja Järva-Jaani objekt) ning aruanne katsetootmise seismo-uuringutest kaardistamise juures (Järva-Jaani ja Ambla objekt). Tallinn, EGF 3391.
- Perens, R., Eltermann, G., Perens, H., 1983.* Aruanne komplekssest geoloogilis-hüdroteoloogilisest, ehitusgeoloogilisest ja melioratiivkaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 Türi alal. EGF 3984, 311 lk.
- Perens, R., Vallner, L., 1997.* Waterbearing formation. In: Raukas, A., Teedumäe, A. (eds.) Geology and mineral resources of Estonia. Estonian Academy Publishers. Tallinn, pp 137–144.
- Perens, R., 1998.* Eesti hüdroteoloogiline kaart 1:400 000. Seletuskiri. Tallinn, 40 lk.
- Perens, R., 2001.* Eesti põhjavee kaitstuse kaart 1:400 000. Tallinn, EGF 7120, 47 lk.

- Perens, R., Savva, V., Lelgus, M., Parm, T., 2001.* Põhjaveeklasside määramise jätkamine vastavuses veepoliitika raamdirektiiviga (200/60/EÜ). EGF 7305, 57 lk.
- Perens, R. 2005.* Norra-Oostriku allikateala hüdroloogilised uuringud. EGF 7697, 35 lk.
- Petersell, V., Ressar, H., Carlsson, M., Möttus, V., Enel, M., Mardla, A., Täht, K., 1997.* Eesti mulla huumushorisoni geokeemiline atlas. Seletuskiri. Tallinn–Uppsala, 75 lk.
- Petersell, V., Möttus, V., Enel, M., Täht, K., Võsu, M., 2000.* Eesti mulla lähtekivimite geokeemiline atlas. Tallinn, EGF 6833, 101 lk.
- Pfeifer, G., 1843.* Liivimaa ja sellega piirnevate kubermangude geognostiline kirjeldus (vene keeles). Gornõi Žurnal 1843, VIII k, 219–231.
- Puura, V., Vaher, R., 1962.* Aruanne polümetalliliste maardlate otsingutest Eestis 1960.–1961. a. Geoloogia Instituut, EGF 3300, 165 lk.
- Puura, V., Vaher, R., Klein, V., Koppelmaa, H., Niin, M., Vanamb, V., Kirs, J., 1983.* Eesti kristalne aluskord (vene keeles). Moskva, Nauka, 208 lk.
- Pöldvere, A., Rattas, M., Grünberg, R., Pöldvere, A., 1993.* Rakvere fosforiidirajooni lõunaserva geoloogiline kaardistamine mõõtkavas 1:50 000. Tallinn, EGF 4649.
- Pärna, K., 1960.* Balti ja kohalikkude suurte jääjärvede geoloogiast Eesti NSV territooriumil (vene keeles). ENSV TA Geoloogia Instituudi Uurimused, V, 269–278.
- Rahu, A., 1988.* Paide rajoon, Koeru sovhoosi Kalitsa maaparanduse kruusapurustussõlm. Ehitusgeoloogia aruanne. EGF 7089, 4 lk.
- Rammo, M., Korbut, S., All, T., 2010.* Kareda dolokivimaardla kõrgemargilise ehitusdolokivi aktiivse tarbevaru osaline ümberhindamine madalamargilise ehitusdolokivi varuks (varu seisuga 01.03.2010. a). Seletuskiri. EGF 8190, 32 lk.
- Ramsay, W., 1929.* Niveauverschiebungen, Eisgestaute Seen und Rezession des Inlandeises in Estland. Fennia, 52, 1–48.
- Ramst, R., 1985.* Jõgeva, Rakvere ja Kohtla-Järve rajooni sapropeelide uurimise otsinguliste tööde aruanne. Tallinn, Geoloogia Valitsus, EGF 5228 97 lk.
- Ramst, R., Võsa, A., Lepp, A., 1987.* Rakvere rajooni Varangu leiukoha järvekriidi eeluuringu aruanne. EGF 4242.
- Ramst, R., 1992.* Eesti järvemuda varu. Tallinn, 24 lk.
- Rattas, M. and Kalm, V., 2001.* Lithostratigraphy and distribution of tills in the Saadjärve Drumlin Field, east-central Estonia. Proc. Estonian Acad. Sci. Geol., 50, 1, 24–42.
- Rattas, M. and Piotrowski, J.A., 2003.* Influence of bedrock permeability and till grain size on the formation of the Saadjärve drumlin field, Estonia, under an east-Baltic Weichselian ice stream. Boreas, 32 (1), 167–177.
- Raudsep, R., Sarapik, J., 1979.* Rakvere rajoonis asfaltbetooni valmistamiseks sobiva liiva ja kruusliiva eeluuringute aruanne. Geoloogia Valitsus. Tallinn, EGF 3593, 178 lk.
- Raukas, A., Rähni, E., Miidel, A., 1971.* Liustiku servamoodustised Põhja-Eestis (vene keeles). Tallinn, Valgus, 228 lk.
- Raukas, A., 1978.* Pleistotseeni setted ENSV-s (vene keeles). Tallinn, Valgus, 310 lk.
- Raukas, A. ja Karukäpp, R., 1979.* Eesti liustikutekkeliste akumulatiivsete saarkõrgustike ehitus ja kujunemine. Raukas, A. (toim) Eesti NSV saarkõrgustike ja järvenõgude kujunemine. Valgus, Tallinn, 9–28.
- Raukas, A., Kajak, K., 1995.* Quaternary stratigraphy in Estonia. Proc. Estonian Acad. Sci. Geol., 44/3, pp 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., Teedumäe, A. (toim), 1997.* Geology and mineral resources of Estonia. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 436 pp.
- Reiman, V., 1952.* Aruanne tellisesavi otsingutest ENSV Väike-Maarja rajoonis. Geoloogia Instituut, 10 lk.
- Reinwald, I., 1932.* Eesti marmorilaadsed lubjakivid. Geoloogia Instituut. 20 lk.
- Riige, S., 2007.* Esna jõe ökoloogilist seisundid parandavate tegevuste keskkonnamõju hindamine. Tartu, 76 lk.
- Roemer, F., 1862.* Bericht über eine geologische Reise nach Russland im Sommer 1861. Z. Dtsch. geol. Ges. 1862, XIV, 178–223.
- Rosenstein, E., 1932.* Mikropetrograafische Untersuchungen über die Raikküla-Stufe. Tartu Ülikool, 120 lk.
- Rosenstein, E., 1950.* Raikküla lade Tamsalu ja Paide vahelisel alal.
- Rosentau, A., Vassiljev, J., Saarse, L., Müidel, A., 2007.* Paleogeographic reconstruction of proglacial lakes in Estonia. *Boreas*, 36, pp 211–221.
- Rõuk, A.-M., 1974.* Voorte ja voorelaadsete pinnavormide morfoloogiline vaheldusrikkus Saadjärve voorestikus. Eesti Geograafia Seltsi Aastaraamat 1973. Valgus, Tallinn, 5–35.
- Rõuk, A.-M., 1984.* Eesti voorte ja voorelaadsete pinnavormide kujunemise probleeme. Eesti Geograafia Seltsi Aastaraamat 1980. Valgus, Tallinn, 49–55.
- Rõuk, A.-M. & Raukas, A. 1989.* Drumlins of Estonia. *Sedimentary Geology*, 62, 371–384.
- Rähni, E., 1961.* Viimase mandrijää taganemisest Põhja-Eestist. Orviku, K. (toim) Geoloogiline kogumik. Hans Heidemanni trükikoda, Tartu, 70–83.
- Räni, A., 1996.* Informatsiooniline aruanne Vao lubjakivimaardla kohta. AS EDK, EGF 5335, 15 lk.
- Saadre, T., Sinisalu, R., Noppel, M., 1978.* Põhja-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. Tallinn, EGF 3506, 176 lk.
- Saadre, T., Mardim, T., Morgen, E., Põldvere, A., Vaher, R., Suuroja, K., Saaremets, V., 1984.* Aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 ning järeluuringust varemuuritud aladel Rakvere fosforiidirajoonis (vene keeles). Tallinn, EGF 4068, 238 lk.
- Saarelaid, H., Kikas, V., 1961.* Aruanne Paide tööpiirkonna Koigi dolomiidimaardla detailse geoloogilise luure tulemustest. Paide rajooni Koigi leiukoha dolomiitide füüsikalismehaaniliste omaduste uurimus. EGF 1511, 51 lk.
- Saarelaid, H., 1961.* Paide tööpiirkonna kruusa- ja liivaleiukohtade inventariseerimis-, eelluure- ja luuretöö aruanne EGF 1833, 328 lk.
- Saarse, L., 1994.* Eesti väikejärvede põhjasetted (vene keeles). ENSV TA GI, Tallinn, 230 lk.
- Sall, M., Peterson, K., Kuldna, P., 2012.* Veekaitsest Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundlikul alal, Tallinn, SA SA Säätva Eesti Instituut, 80 lk.
- Savitskaja, L., Jaštšuk, S., 2006.* Karinu lubjakivikarjäärist väljapumbatava vee ärajuhtimise võimaluste hinnang. EGK, Tallinn, EGF 7919, 14 lk.
- Savitskaja, L., Jaštšuk, S., 2006.* Karinu lubjakivikarjääri ümbruskonna kaevude seire ja kaevandamise laiendamise mõju prognoos. EGK, Tallinn, EGF 7920, 18 lk.
- Savitskaja, L., Jashtshuk, S., Hansen, R., 2005.* Järva-Jaani alevi põhjavee tarbevaru hinnang. EGF 7708, 30 lk.
- Schmidt, F., 1855a.* Bericht über die Resultate der in Estland und Nord-Livland ausgeführten Unetrsuchungen. Sb. Naturf. Ges. Dorpat I, 4. 118–125.
- Schmidt, F., 1883.* Esialgne aruanne 1882. aasta suvel Geoloogilise komitee tellimusel tehtud uurimustest (vene keeles). *Izv. Geol. Kom., II, 5, 107–122.*

- Shirokov, V., Perens, H., 1976.* Aruanne põhjavee eeluuringust Järva-Jaani asulale. Tallinn, EGF 3403, 87 lk.
- Shtokalenko, M., All, T., 2013.* Milleks meile vaja seda gravi-makivälja? Kogumikus: XXI Aprillikonverents. Teesid. OÜ Eesti geoloogiakeskus, Tallinn, lk 36–38.
- Shtokalenko, M. B., Kaulio, V. M.; Kozlov, S. A., Syomin, Yu. A., 2000.* The Barometric Distribution of the Earth's Crust Density. In: Geophysics in Baltic Region: Problems and Prospects for the New Millennium. Tallinn, pp 65–67.
- Shtokalenko, M. B., Aleksejev, S. G., 2007.* Wavelet-teisendus füüsikalise mõttega. Raskusjõu-, magnet- ja elektriväljade geoloogilise interpreteerimise teooria ja praktika küsimused (vene keeles). D. G. Uspenski-nimelise rahvusvahelise seminari 34. sessiooni materjalid. Maa Füüsika Instituut, Moskva, 293–297.
- Sidorova, I., Haham, A., 1957.* Aruanne geoloogilistest uuringutöödest Karinu lubjakivimaardlas 1956. aastal. EGF 809. 188 lk.
- Sohar, K. and Meidla, T., 2010.* Changes in the Early Holocene lacustrine environment inferred from the subfossil ostracod record in the Varangu section, northern Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 59 (3), 195–206.
- Sooäär, I., 1982.* Paide rajooni Koeru sovhoos, Vao-Norra m/v peakraav. Ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6696, 5 lk.
- Stokes, C.R. and Clark, C.D., 2002.* Are long subglacial bedforms indicative of fast ice flow? *Boreas*, 31, 239–249.
- Struckmeier, W. F., Margat, J., 1995.* Hydrogeological Maps. A Guide and a Standard Legend. International Association of Hydrogeologists. Hannover, 177 pp.
- Stumbur, H., Jõgi, T., 1968.* NSVL geoloogiline kaart (aluspõhi) mõõtkavas 1:200 000 (kaardileht O-35-VII) (vene keeles). Min. Geo. SSSR, Moskva.
- Sudov, B., Baigozina, L., Tibar, O., Unt, L., 1974.* Aruanne teemal: Devoni ja Siluri setete uurimine Kesk-Eestis seal plii ja tsingi sisalduse hindamiseks. Geoloogia Valitsus, EGF 3300, 295 lk.
- Suuroja, K., 1997.* Eesti aluspõhja geoloogiline kaart mõõtkavas 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.
- Suuroja, K., Morgen, E., Mardim, T., All, T., Kaljuläte, K., Kõiv, M., Vahtra, T., Gromov, O., 2006.* Baaskaardi Aegviidu (6342) lehe geoloogilise kaardikomplekti koostamine ja digitaalse andmebaasi loomine. Geoloogilise baaskaardi Aegviidu (6342) lehe gravimeetrilise teemakihi täiendamine, EGF 7593.
- Štokalenko, M.B., Aleksejev, S.G., Senchina, N.P., 2014.* Iteratsiooniline või mediaaniline vööndfiltrereimine potentsiaalvälja fokuseerimise vahendina tomograafias. Kogumikus: Raskusjõu-, magnet- ja elektriväljade geoloogilise interpreteerimise teooria ja praktika küsimused. D.G. Uspenski-nimelise rahvusvahelise seminari 41. sessiooni materjalid. Jekaterinburg, TA Geofüüsika Instituut, lk 286–288 (vene keeles).
- Štokalenko, M.B., Aleksejev, S.G., Kozlov, S.A., 2013.* Liigest efektiivtihedusest absoluutsele. Kogumikus: Raskusjõu-, magnet- ja elektriväljade geoloogilise interpreteerimise teooria ja praktika küsimused (vene keeles). D.G.Uspenski-nimelise rahvusvahelise seminari 40. sessiooni materjalid. Maa Füüsika Instituut, Moskva, lk 380–384.
- Svendsen, J. et al., 2004.* Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia. *Quaternary Science Reviews* 20 (2004), pp 1229–1271.
- Tallinn, K., 1968.* Eestikeelne nimetus: Aruanne väikese Mg-sisaldusega lubjakivide otsimis- ja eelluuretoode tulemuste kohta Paide rajoonis Järva-Jaani alevi ümbruses 1965.–1966. a. Tallinn, EGF 2973, 149 lk.

- Tallinn, K., 1974.* Aruanne lubja tootmiseks kõlblike lubjakivide detailsete uuringute tulemuste kohta Võhmuta, Metsla, Aavere ja Karinu maardlatel 1971.–1973. a. Tallinn, EGF 3294.
- Tallinn, K., Lodjak T., 1978.* Aruanne magneesiumivaesete lubjakivide eeluuringutest lõuna pool Karinu karjääri 1977. a. Tallinn, EGF 3525, 279 lk.
- Tallinn, K., 1989.* Ehituslubjakivi otsingud Rakke Tehasele Paide rajoonis (Karinu maardla). EGF 4337, 166 lk.
- Tamm, I., 2008.* Nitraaditundliku ala seirekava korrigeerimine. AS Maves, Tallinn, 35 lk.
- Tammekand, M., Uppin, M., 2016.* Karinu lubjakivimaardla Karinu III uuringuruumi geoloogiline aruanne (varu seisuga 01.03.2016). Töö nr 16/1608. OÜ Inseneribüroo Steiger, EGF 8724, 47 lk.
- Tennokese, V., Viigand, A., Väikmann, S., Lutter, T., Otsmaa, M., Skorohodova, V., Savitskaja, L., Bajev, V., 1989.* Põhjavee kaitsealaste tööde aruanne (1989–1991. a.). Geoloogia Valitsus, EGF 4478, 216 lk.
- Tipp, A., 1994.* Hällimäe karjäär. Geoloogilised uurimistööd karjääri jääkvarude määramiseks. Järva Teedevalitsus, EGF 4846, 7 lk.
- Tomberg, I., Viru, J., 1993.* Lääne-Virumaa Varangu järvekiidimaardla AS AICO mäeeralduse jääkvaru arvutus. EGF 4714, 5 lk.
- Tšentsov, I., Erisalu, E., Kattai, V., Arvisto, E., 1968.* Geoloogiline aruanne põlevkivi otsingutest Tallinna alal aastail 1967–1968 (vene keeles). Tallinn, EGF 3005, 249 lk.
- Tuuling, T., 2014.* Kareda dolokivimaardla varu ümberhindamine (varu seisuga 31.03.2014. a.). EGF 8383. 22 lk.
- Täht, K., 2004.* Tehnoloogilise lubjakivi esinemisvõimaluste hinnang Kesk-Eestis Tamsalu ja Hilliste kihistutes. EGK, Tallinn, EGF 7644.
- Valdmaa, T., 2007.* Pandivere ja Adavere–Põltsamaa NTA üksiktarbijatele ohutu joogivee tagamiseks vajalikud uuringud Rakvere ja Ambla vallas. AS Maves, Tallinn, 36 lk.
- Valdmaa, T., Rooma, L., Iital, A., 2008.* Ülevaade nitraaditundliku ala tegevuskava 2004–2008 rakendamisest, tegevuskava meetmete efektiivsuse hindamine, seirekavade sobivuse hindamine. AS Maves, Tallinn, 60 lk.
- Vallner, L., 1980.* Geohüdrodünaamiline liigestus ja Eesti põhjavete bilanss (vene keeles). Vallner, L. (toim). Eesti hüdrogeoloogia probleeme. TA GI, Tallinn, 11–120.
- Vallner, L., 2002.* Eesti hüdrogeoloogiline mudel. Tallinn, EGF 7477.
- Vassila, K., 1974.* R. Pälsoni nim. sovhoos, Liigvalla-Preedi kalatiikide trassid. Rakvere rajoon. EGF 5656, 6 lk.
- Vassiljev, J., Saarse, L., 2013.* The timing of the Baltic Ice Lake in the eastern Baltic. Bulletin of the Geological Society of Finland, 85, 1, 9–18.
- Vavilin, L., 1978.* Informatsiooniline seletuskiri katse-metoodiliste tööde tulemustest Ostriku anomaalial 1976.–1977. a teemal: Maagimaardlate aerootsingute võimaluste uurimine metaalide kontsentratsiooni määramise teel aerosoolides. NPO Geofizika, EGF 3500, 23 lk.
- Veber, K. 1957.* Endla soostiku geoloogiline ja hüdrograafiline iseloomustus ning genes. Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat, 50, 37–62.
- Veber, K. 1960.* Endla soostiku looduslikud tingimused. 50 aastat sookultuuri-alast uurimistööd Eestis. Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn, 35–69.
- Veber, K. 1960.* Mõningaid uusi andmeid Endla soostiku ulatusest ja genesist. Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat 1959, 52, 7–10.
- Veber, K. 1965.* Kirde-Eesti soode geoloogiast. Doktoritöö. Saku, 342 lk.

- Veldre, M., Salo, V., 1993.* Jõgeva-, Põlva- ja Harjumaa väikeste turbamaardlate otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne 1990–1993. a. Tallinn, EGF 5274, 117 lk.
- Vingisaar, P., Korbut, S., Ermann, M., 1995.* Aruanne Pudivere dolomiidimaardla hinnangust ehituskultuuriks aktsiaseltsile "Graniit". Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, EGF 5000, 29 lk.
- Voolma, E., Kasemets, E., Klaamann, A., Kruus, H., Miide, M., 1959.* Teemaatiline töö. Ülevaade ehitusmaterjalide maardlatest Eestis 1958. a (vene keeles). EGF 1152, 341 lk.
- Voolma, E., 1970.* Paide rajoonis tehtud ehitusliivade ja -kruusade otsimistöde aruanne. Tallinn, EGF 3114, 129 lk.
- Wahl, E. 1907.* Die Pahle. Versuch einer geographisch-geologischen Fluss-Studie. Balt. Wschr. Nr 48, 402–405.
- Õpik, A., 1937.* Porkuni-Tamsalu ümbruse geoloogiast. Eesti Loodus, 1, 50–57.

TUGIPUURAUK 700 OOSTRIKU SÜDAMIKU GEOLOOGILINE KIRJELDUS

Puurauk asub Järvamaal Koidu-Ellavere külas

Koordinaadid: x 6531681; y 615684

Suudme kõrgus: 80,0 m ümp

Sügavus: 446,0 m

Puuritud: 1989

Sihtotstarve: kaardistamine

Puursüdamiku esmakirjeldus: Anne Pöldvere, 1993, EGF 4649

Käesolev kirjeldus: Kalle Suuroja, 2017.

Puursüdamik (63 kasti) asub Keila I puursüdamikuhoidlas

Korrastatud ID 1707

Geokogud.info ID 882

GB_id 6431AK_0003

PINNAKATE

0,0–3,0 m (3,0/3,0)** *Pleistotseen, Järva kihistu glatsiaalsed setted* – liivsavimoreen, pruun. Kuni sügavuseni 0,7 m on moreen pruunikas. Sügavusel 0,7–3,0 m kollakashall ja rähkne, sisaldab valdavalt karbonaatset jämeperdu kuni 70%.

ALUSPÕHI

3,0–27,5 m (24,5/22,0 m) *Raikküla lade, Nurmekunna kihistu* – kihistus on välja eraldatud kolm alamintervalli:

3,0–10,5 m (7,5/5,5 m) – helehall peenkristalne dolomiit, poorne, keskmisest kuni paksukihiliseni, savikate lainjate mergli kelmetega. Poorsetes ränistunud detriidiga vahekihtides on dolomiit keskmisekristalne. 7,8 meetrist alates ilmuvad halli ja tumehalli peenkristalse dolomiidi vahekihid, milles üksikuid valgeid ränikonkretsioone ja subvertikaalseid silepindseid lõhesid. Kivim on kohati ookerjat värvi – põhjavee tsirkuleerimise tsoonid.

10,5–26,0 m (15,5/15,0 m) – beežikas peitkristalne savikas lubjakivi, tihedalt hajusa püriidikirjaline, lainjalt kuni poolmuguljalt õhukesekihiline.

26,0–27,5 m (1,5/1,5 m) – hall lubimergel, keskmise- kuni paksukihiline, intervalli ülaosas savika lubjakivi mugulatega. Mergel sisaldab püriidistunud peendetriiti. Kihistu alumisel piiril püriitne katkestuspind.

27,5–36,4 m (8,9/8,5 m) *Juuru lade, Tamsalu kihistu, Karinu kihistik* – hall biomorfne lubjakivi, lainjalt peene- kuni keskmisekihiline konarpindsete merglikelmete ja stüloliitpindadega. Lubjakivi koosneb mudaja põhimassi sees olevatest tervetest ja ümardunud stromatopooride, sammalloomade, brahhiopoodide, korallide jne jämedetriidist. Tsükliliselt esineb helehalli keskmiselt lainjaskihilise kuni peenmugulja mudaja peitkristalse lubjakivi 10–20 cm paksusi vahekihte. Mudajaid ja detriitseid kihte eraldab sageli konarpindne püriidistunud katkestuspind. Sügavuselt 35,1 m alates on lubjakivi konglomeraadilaadne, koosnedes valdavalt ümardunud stromatopooride purrust.

* – esimesed kaks arvu näitavad intervalli meetrites ja järgnevad, sulgudes olevad numbrid, vastavalt intervalli pikkust ning tõstetud puursüdamikku meetrites.

- 36,4–40,5 m (4,1/3,8 m) Juuru lade, Tamsalu kihistu, Tammiku kihistik** – helehall peenekristalse põhimassiga biomorfse (brahhiopood *Borealis borealis* kojapoolmeid kuni 30%) ja jämedetriitse lainjalt keskmisekihilise lubjakivi vaheldumine. Biomorfne materjal on esindatud stromatopooride, korallide ja sammalloomade purruga. Kihi pindu markeerivad rohekashalli savimergli kelmed, harvad stüloliitpinnad ja ükskud püriitsed katkestuspinnad. Alumisel piiril nõrga püriitse impregnatsiooniga lainjas katkestuspind.
- 40,5–56,0 m (15,5/14,5 m) Juuru lade, Varbola kihistu** – rohekashall peenkristalne detriidikas kuni detriitne lainjalt õhukesekihiline kuni poolmuguljas lubjakivi, rohekashalli savimergli õhukeste vahekihtide ja kelmetega. Detriit valdavalt peen ja püriidistunud. Alumise kahe meetri osas savikam. Alumisel piiril tugeva püriitse impregnatsiooniga katkestuspind.
- 56,0–57,5 m (1,5/1,4 m) Juuru lade, Varbola kihistu, Koigi kihistik** – helehall peitkristalne lubjakivi, lainjalt õhukesekihiline kuni poolmuguljas. Intervalli ülaosas sisaldab lubjakivi püriidistunud detriiti ja stromatopooride ning brahhiopoodide purdu. Intervalli alaosas (ca 15 cm) on lubjakivi dolomiidistunud. Alumisel piiril on uretega püriitne katkestuspind.
- 57,5–59,4 m (1,9/1,7 m) Porkuni lade, Ärina kihistu, Kamariku kihistik** – helehall, intervalli alaosas veidi rohekas, liivakas-aluriidikas paksukihiline poorne dolomiit. Kihistiku alumine piir üleminekuline.
- 59,4–61,9 m (2,5/2,4 m) Porkuni lade, Ärina kihistu, Siuge kihistik** – pruunikashall dolomiidistunud pisikristalne lainjalt keskmisekihiline lubjakivi vaheldub pruunika nõrgalt bituminoosse dolomiidistunud lubimergli 1–3 cm paksuste vahekihtidega. Sügavusel 60,3–61,8 m on lubjakivi dolomiidistumata ja helehall ning ka lubimergli vahekihid on seal õhemad. Alumisel piiril ja sügavusel 61,8 meetrit on lainjad püriitsed katkestuspinnad.
- 61,9–62,9 m (1,9/1,7 m) Porkuni lade, Ärina kihistu, Vohilaiu kihistik** – tumehall dolomiidistunud detriidikas pisi- kuni peenkristalne paksukihiline kuni massiivne lubjakivi. Alumine piir on kivimiliselt üleminekuline, aga seal on ka hajusa püriitse impregnatsiooniga katkestuspind.
- 62,9–64,0 m (1,1/1,1 m) Porkuni lade, Ärina kihistu, Rõa kihistik** – hall massiivne nõrgalt savikas poorne dolomiit (dolomiidistunud lubjakivi). Poorid on seotud väljalahustunud detriidiga. Kivimiliselt on alumine piir, millel nõrga püriitse impregnatsiooniga katkestuspind, üleminekuline ja seda seoses dolomiidistumise vähenemisega.
- 64,0–65,8 m (1,8/1,6 m) Pirgu lade, Adila kihistu. Kabala kihistik** – rohekashall detriidikas savimergel (ca 60%) helehalli pisikristalse lubjakivi mugulte ja lainjate vahekihtidega (ca 40%). Detriit on merglis püriidistunud ja lisaks sellele esineb merglis veel püriitseid laike ning väikeseid veeriseid. Alumisel piiril lainjas nõrga püriitse impregnatsiooniga katkestuspind.
- 65,8–83,4 m (17,6/17,2 m) Pirgu lade, Adila kihistu** – kihistus eristuvad järgmised kihikompleksid:
- 65,8–69,1 m (3,3/3,2 m)** – halli peendetriidika lubjakivi (ca 60%) ja rohekashalli detriidika lubimergli (ca 40%) lainjalt keskmisekihiline kuni muguljas vaheldumine. Erimite piirid sageli hajusad. Mergli kihtides, eriti intervalli alaosas, on lubitäitelisi ussikäike. Sügavustel 65,8; 65,9 ja 69,1 m (alumine piir) püriitse impregnatsiooniga katkestuspinnad.
- 69,1–74,8 m (5,7/5,7 m)** – hall pisikristalne peendetriidikas muutliku tekstuuri (keskmiselt lainjaskihilisest kuni ebamääraselt muguljani) ja savikusega lubjakivi (ca 80%) rohekashalli detriidika lubimergli (ca 20%) vahekihtidega. Sügavustel 73,8 ja 74,8 m (alumisel piiril) püriitse impregnatsiooniga katkestuspinnad.
- 74,8–83,4 m (8,6/8,4 m)** – hall, kohati pruunika varjundiga, pisikristalne peendetriidikas omapärase keskmiselt lainjaskihilise kuni mugulja tekstuuriga lubjakivi (ca 70%), rohekashalli detriidika lubimergli ebamääraselt hajusapiiriliste vahekihtidega. Tekstuursete iseärasuste järgi saab välja eraldada veel intervallid 74,8–75,7 m ja 77,4–79,0 m, mille piires lubjakivi veidi

puhtam ja selle mugulad on selgepiirilised ning ümarjate kontuuridega. Sügavustel 75,7–77,4 m ja 79,0–84,4 m on lubjakivi veidi savikam ja selle kontaktid mergli kihtidega hajusamad. Alumine piir üleminekuline.

83,4–123,3 m (39,9/39,5 m) Pirgu lade, Moe kihistu – tekstuurse ilme järgi on kihistus välja eraldatavad:

84,3–94,7 m (11,3/11,2 m) – hall, kohati pruunika varjundiga, pisi- kuni mikrokristalne detriidikas muguljalt-lainjaskihiline lubjakivi (ca 85%), tumehalli lubimergli läätsjalt-konarpindsete vahekihtidega. Intervalli alumises osas on ka üksikuid paksemaid (10–15 cm) lubjakivi kihte. Alumine piir üleminekuline.

94,7–102,0 m (7,3/7,2 m) – hall, kerge pruunika varjundiga, pisi- kuni mikrokristalne vetikdetriidiga lainjaskihiline kuni poolmuguljas lubjakivi, rohekashalli lubimergli läätsjalt-katkendlike vahekihtidega. Alumine piir üleminekuline ja seda üldise savikuse suurenemise foonil (lubjakivi savikus suureneb ja piirid mergliga muutuvad hajusamaks).

102,0–108,0 m (6,0/6,0 m) – hall nõrgalt savikas peendetriidikas pisikristalne lainjalt õhukese-kuni keskmisekihiline lubjakivi rohekashalli lubimergli juusjalt-hajusapiiriliste vahekihtidega. Kihiti lubjakivi puhtam ja sisaldab vetikdetriiti. Sügavusel 105,3–105,5 m K-bentoniitset materjali sisaldava rohekashalli savimergli kiht. Kihi pinnad teravad ja sellest 0,5 m nii ülal kui allpool on lubjakivi pesiti ränistunud. Alumine piir üleminekuline ja tinglik ning seda seoses kivimi savikuse vähenemisega.

108,0–118,0 m (10,0/9,8 m) – hall, kohati kerge pruunika varjundiga, pisi- kuni mikrokristalne detriidikas lubjakivi, keskmiselt lainjaskihiline kuni poolmugul, tumehalli lubimergli õhukeste lainjate selgepiiriliste kuni hajusate vahekihtidega. Sügavusel 113,8–114,4 m on lubjakivi nõrgalt savikas ja mergli osakaal selles on kuni 40%. Sügavusel 114,4–118,0 m on mergli vahekihid hajusamad ja nende arvele langeb kuni 20 % kivimist. Sügavustel 114,6 m; 114,7 m; 114,9 m ja 115,1 m on nõrga püriitse impregnatsiooniga katkestuspinnad. Alumine piir üleminekuline ja seda seoses savikuse vähenemisega.

118,0–122,7 m (4,7/4,7 m) – hall savikas peendetriidikas lubjakivi, keskmiselt lainjaskihilisest kuni läätsjalt-muguljani, rohekashalli detriidika lubimergli (ca 30%) hajusapiiriliste vahekihtidega. Intervalli alaosas alates 120,4 meetrist on lubimergli õhukesi vahekihte vähem (alla 10%) ja need on hajusapiirilised. Alumisel piiril lainjas püriitne katkestuspind.

122,7–123,0 m (0,3/0,3 m) – hall kuni kreemikas mikrokristalne detriitne lubjakivi lainjalt keskmisekihiline, konarpindsete hallika lubimergli kelmetega. Lubjakivis on vetika *Dasyoporella* detriiti ja kohati ka püriidi ja sfaleriidi kristalle. Alumisel piiril impregneerimata katkestuspind.

123,0–131,0 m (8,0/8,0 m) Vormsi lade, Tudulinna kihistu. Kihistus on eristatavad järgmised intervallid:

123,3–125,5 m (2,2/2,2 m) – rohekashall tugevalt savikas detriidikas lubjakivi. Kivimi tekatuur on hajusalt-muguljas, st piirid tugevalt savika lubjakivi ja detriidika lubimergli vahel on hajusad. Intervalli alumine piir üleminekuline ja see väljendub lubjakivi ja mergli kihtide selgemas eristumises.

125,5–131,0 m (5,5/5,5 m) – rohekashall, kohati violetsete laikudega, detriidikas lubimergel, savika kuni tugevalt savika detriidika lubjakivi mugulatega. Sügavustel 125,5–127,0 m ja 129,0–131,0 m on valdav mergel ja ülejäänud osas savikas lubjakivi. Detriit on nii merglis kui lubjakivis valdavalt püriidistunud. Alumine piir üleminekuline ja seotud lubjakivi osakaalu suurenemisega.

131,0–134,2 m (3,2/3,1 m) Vormsi lade, Kõrgessaare kihistu – rohekashall nõrgalt kuni keskmiselt savikas peendetriidikas lubjakivi, lainjalt keskmisekihilise kuni poolmuguljani rohekashalli

detriidika lubimergli 1–5 cm paksuste lainjate vahekihtidega. Kivimi savikus väheneb ülalt alla. Alumisel piiril kahekordne purustatud püriitne katkestuspind.

134,2–139,6 m (5,4/5,0 m) Nabala lade, Saunja kihistu – kihistus eristuvad kaks intervalli:

134,2–137,5 m (3,3/3,2 m) – beežikas peitkristalne lubjakivi, keskmisekihiline, pruunika lubimergli konarpindsete kelmete ja õhukeste vahekihtidega. Lubjakivis jälgitavad harvad hajusad püriitsed laigud ja arvukad kaltsiitse täitega mikrolõhed.

137,5–139,6 m (2,1/1,8 m) – beežikas püriidikirjaline peitkristalne lubjakivi, keskmisekihiline, pruunika lubimergli konarpindsete ja katkendlike kelmete ning õhukeste vahekihtidega. Intervalli alaosas ca 1 m ulatuses püriidikirjad puuduvad. Alumine piir litoloogiliselt terav.

139,6–148,5 m (8,9/8,9 m) Nabala lade, Paekna kihistu – kihistus on eristatavad kaks kihikompleksi:

139,6–145,2 m (5,6/5,6 m) – rohekashall nõrgalt savikas peendetriitjas pisikristalne lubjakivi, lainjalt keskmisekihiline kuni poolmugul, lubimergli 1–5 cm paksuste läätsjate ja kohati hajusapiiriliste vahekihtidega. Detriit on enamasti püriidistunud. Sügavustel 139,7–139,8 m ja 142,0–142,2 m on valdav lubimergel. Sügavusel 142,2–142,7 m on kiht nn Saunja tüüpi helehalli peitkristalset lubjakivi.

145,2–148,5 m (3,3/3,3 m) – helehall peendetriidikas mikrokristalne lubjakivi, lainjalt keskmisekihiline kuni poolmugul, roheka lubimergli kelmete ja õhukeste vahekihtidega. Detriit on enamasti püriidistunud. Sügavustel 146,0; 146,3 ja 147,6 m helehalli peitkristalse lubjakivi (nn Saunja tüüpi lubjakivi) kihid. Seda kihikompleksi on nimetatud ka Nabala lademe Tudu kihistikuks. Alumine piir seondub pruunikate (kerogeeni sisaldavate) mergli kelmete ja õhukeste vahekihtide ilmumisega.

148,5–153,7 m (5,2/5,2 m) Rakvere lade, Rägavere kihistu, Tudu kihistik – kihistikus on eristatavad:

148,5–151,6 m (3,1/3,1 m) – hele- kuni beežikashall mikrokristalne lubjakivi, konarpindselt õhukese kuni keskmisekihiline, tumehalli kuni hallikaspruuni lubimergli õhukeste (alla 0,5 cm) selgepiiriliste vahekihtide ja kelmatega. Laiguti sisaldab peent püriitset detriiti. Sügavustel 149,1; 149,2; 149,4; 150,0 m püriitse impregnatsiooniga lainjad katkestuspinnad. Sügavusel 150,7 m pruuni kukersiitse mergli ca 2 cm paksune kiht. Alumisel piiril sügavate uretega kahekordne püriitne katkestuspind.

151,6–153,7 m (2,1/2,1 m) – hele- kuni beežikashall mikro- kuni peitkristalne lubjakivi, konarpindselt õhukese kuni keskmisekihiline, tumehalli kuni hallikaspruuni kerogeenika (kukersiitse) lubimergli õhukeste vahekihtide ja kelmatega. Sügavusel 152,5 m asub 2 cm paksune kukersiidi kiht. Sügavustel 152,3; 152,5; 152,7 ja 153,7 m püriitsed katkestuspinnad. Alumine piir on seotud püriidikirjade ilmumisega.

153,7–160,5 m (6,8/6,7 m) Rakvere lade, Rägavere kihistu, Pülse kihistik – kihistikus on eristatavad kaks kihikompleksi:

153,7–158,4 m (4,7/4,6 m) – helehall kuni -beež hajusate püriidikirjadega mikro- kuni peitkristalne lubjakivi, enamasti lainjalt keskmisekihiline, hallikaspruuni lubimergli lainjalt katkendlike õhukeste (1–5 mm) vahekihtide ja kelmatega. Sügavustel 154,3; 155,3; 156,7 ja 158,4 m püriitsed katkestuspinnad.

158,4–160,5 m (2,1/2,1 m) – helehall kuni -beež peit- kuni mikroristalne lubjakivi, valdavalt lainjalt keskmise- kuni õhukesekihiline, katkendlikult õhukeste tumehalli lubimergli vahekihtide ja kelmatega. Kohati, seda eriti intervalli alaosas, hajusad sinkjashallid püriidistunud laigud. Alumisel piiril on sügavate uretega püriitse impregnatsiooniga katkestuspind.

160,5–160,8 m (0,3/0,3 m) Rakvere lade, Rägavere kihistu, Tõrremäe kihistik – sinkjashall peendetriitjas pisikristalne nõrgalt savikas lubjakivi, lainjalt keskmisekihiline, rohekashalli

- mergli läätsjate vahekihtide ja kelmetega. Sügavustel 160,6 ja 160,8 m on tugeva püriitse impregnatsiooniga ja uretega katkestuspinnad.
- 160,8–163,5 m (2,7/2,7 m) Keila lade, Kahula kihistu, Saue kihistik** – rohekashall savikas kuni tugevalt savikas peendetriitjas kuni detriitne lubjakivi, hajusapiiriliste detriitja lubimergli poolmuguljate vahekihtidega. Detriit jämedast kuni peeneni, intervalli ülaosas enamasti püriidistunud. Sügavusel 162,8–163,0 m (0,2 m) on lubimergel. Alumine piir on üleminekuline ja seda seoses kivimi savikuse vähenemisega.
- 163,5–168,7 m (5,2/5,2 m) Keila lade, Kahula kihistu Pääsküla kihistik** – helehall pisikristalne peendetriitjas nõrgalt savikas lubjakivi, lainjalt keskmisekihiline, roheka mergli juusjalt-katkendlike kelmete ja õhemate hajusapiiriliste vahekihtidega. Sügavustel 163,8–164,0 m ja 166,8–166,9 m biomorfse lubjakivi kihid, mis sisaldavad sammalloomade, brahiopoodide, okasnahksete, korallide fragmente ja *Jõhvilites* tüüpi kogumikke. Kihistiku alumine piir litoloogiliselt selge ja seda seoses savikuse suurenemisega.
- 168,7–175,8 m (7,1/7,1 m) Keila lade, Kahula kihistu Kurtna kihistik** – rohekashall savikas kuni tugevalt savikas peendetriitjas lubjakivi, keskmisekihiline lainjalt hajusapiiriliste rohekashalli detriidika lubimergli vahekihtidega. Mergli kihid sisaldavad käsna *Pyritonema* ränistunud spiikulaid. Sügavusel 172,2 m on 2 cm kiht kollakashalli K-bentoniiti. Alumisel piiril olnud K-bentoniidi kihist on säilinud vaid selle 2 cm paksune alumine tugevamalt tsementeerunud hallikaspruun osa.
- 175,8–177,1 m (1,3/1,3 m) Haljala lade (Jõhvi alamlade)** – rohekashall peendetriitjas pisikristalne lubjakivi, keskmisekihiline, rohekashalli mergli kelmetega ja õhukeste vahekihtidega intervalli alaosas. Kihistu alumine piir litoloogiline ja seotud savikuse vähenemisega.
- 177,1–179,0 m (1,9/1,9 m) Haljala lade (Jõhvi alamlade), Aluverre kihistik** – hall peendetriidikas lubjakivi, lainjalt õhukese kuni keskmisekihiline, rohekashalli detriidika lubimergli hajusapiiriliste vahekihtide ja juusjate kelmetega. Sügavusel 178,4–178,7 m on kiht pruunikashalli nõrgalt savikat lubjakivi. Sügavusel 178,6 m on kahekordne fosfaatne katkestuspind. Alumine piir Vasavere kihistikule iseloomulike selgepiiriliste mergli vahekihtide ilmudes.
- 179,0–181,7 m (2,7/2,7 m) Haljala lade, Vasavere kihistik** – helehall peendetriitjas nõrgalt savikas lubjakivi, keskmisekihiline, rohekashalli lubimergli kelmete ja 2–10 cm paksuste vahekihtidega. Mergli kihid sisaldavad vetika *Pyritonema* ränistunud spiikulaid. Sügavustel 179,0 m (1 cm); 179,6 m (jäljed); 180,1 m (8 cm) ja 180,8 m (1 cm) on kollakashalli K-bentoniidi kihid. Kihistiku alaosas muutuvad merglikihid õhemaks ja selgepiiriliseks. Kihistiku alumine piir on seotud selgepiiriliste mergli vahekihtide kadumisega.
- 181,7–187,0 m (5,3/5,3 m) Haljala lade, Tatruse kihistik** – helehall peendetriitjas pisikristalne nõrgalt savikas lubjakivi, juusjate rohekashalli lubimergli lainjate kelmetega. Sügavusel 184,4–185,0 m sisaldab nii lubjakivi kui lubimergel hajusalt kukersiiti. Kihistiku alumisel piiril on tugeva püriitse impregnatsiooniga ja sügavate (kuni 15 cm) uretega katkestuspind.
- 187,0–197,9 m (10,9/ 10,9 m) Kukruse lade, Viivikonna kihistu, Peetri kihistik** – kihistikus on välja eraldatud:
- 187,0–188,0 m (1,0/1,0 m)** – pruunikashall kerogeenikas nõrgalt savikas peendetriidikas lubjakivi, lainjalt õhukese kuni keskmisekihiline, hallikaspruuni kerogeense lubimergli hajusapiiriliste 2–3 cm paksuste vahekihtidega. Intervalli ülaosas on lubimerglis kukersiititähelised mudasööjate käigud. Intervalli alumisel piiril (188,0 m) on kahekordne tugeva püriitse impregnatsiooniga ja kuni 15 cm sügavuste uretega katkestuspind.

188,0–189,6 m (1,6/1,6 m) – pruunikashall kukersiitne lubjakivi, mis laiguti sisaldab püriidistunud peendetriiti, lainjalt keskmisekihiline kuni poolmugul, pruunika kukersiitse mergli vahekihtidega. Merglis jälgitavad valged lubjapäitelised mudasööjate käigud. Kõige rohkem on kukersiiti sügavusel 188,5–188,8 m, kus kivim on esindatud lubjakivimugulaid sisaldava kukersiitse mergliga. Alumisel piiril 3 cm paksune hallikassinine VII ja VI indekseeritud põlekivikihti eraldav K-bentoniidi kiht.

189,6–189,8 m (0,2/0,2 m) – rohekashall savikas lubjakivi, lainjalt õhukesekihiline, rohekashalli lubimergli hajusalt katkendlike kelmetega.

189,8–190,3 m (0,5/0,5 m) – helepruun kukersiidikas detriitjas lubjakivi, keskmiselt lainjaskihiline kuni poolmugul, kukersiitse mergli 3–5 cm paksuste vahekihtidega. Võimalik, et VI põlekivikiht.

190,3–192,2 m (1,9/1,9 m) – rohekashall nõrgalt kuni tugevalt savikas detriitjas lainjalt õhukesekihiline kuni poolmugul lubjakivi, roheka detriitse mergli hajusapiiriliste vahekihtidega. Süg. 191,3–191,4 m ja 191,9–192,0 m on lubjakivi jämedetriitne. Süg. 191,0–191,1 m ja 191,4–191,5 m on kivim karbonaatsem, kukersiitse mergli vahekihtidega.

192,2–193,2 m (1,0/1,0 m) – rohekashalli nõrgalt savika keskmiselt lainjaskihilise lubjakivi vaheldumine detriidika lubimergli ja kukersiidi ning kukersiitse lubjakiviga. Tegemist võib olla V ja IV indekseeritud põlekivikihtidele vastava tasemega.

193,2–195,0 m (1,8/1,8 m) – intervallis on välja eraldatud ülalt alla:

- ✓ 0,15 m – kukersiitne mergel, kihi keskosas puhtam, kukersiitse lubjakivi mugulatega;
- ✓ 0,4 m – rohekashall savikas lainjaskihiline lubjakivi mergli vahekihtiga, mis sisaldavad intervalli alaosas kukersiiti;
- ✓ 0,2 m – mikrokihiline kukersiit karbonaatse detriidiga;
- ✓ 0,1 m – kukersiitne lubjakivi püriitse detriidiga;
- ✓ 0,60 m – püriitset peendetriiti sisaldav lubjakivi keskmiselt lainjaskihilisest kuni poolmuguljani kukersiiti sisaldavate mergli vahekihtidega;
- ✓ 0,20 m – helepruun kukersiiti sisaldav lubjakivi 2–4 cm paksuse kukersiidikihiga kihi keskel; 0,15 m – muguljas detriidikas lubjakivi kukersiiti sisaldava lubimergli õhukeste lainjate kihtidega.

195,0–196,0 m (1,0/1,0 m) – intervallis on välja eraldatud (ülalt alla):

- ✓ 0,15 m – helepruun püriitset detriiti sisaldav lubjakivi, selgepiiriliste 1–2 cm-ste kukersiidi kihtidega kihi üla- ja keskosas;
- ✓ 0,20 m – karbonaatset detriiti sisaldav mikrokihiline kukersiit;
- ✓ 0,25 m – helepruun kukersiitne lubjakivi kahe lainja 3–4 cm-se kukersiidikihiga;
- ✓ 0,10 m – kukersiit, kihi alaosas nõrgalt savikas;
- ✓ 0,30 m – helepruun kukersiitne püriidistunud detriiti sisaldav keskmiselt lainjaskihilise lubjakivi, kerogeense lubimergli lainjalt-hargnevate õhukeste vahekihtide-kelmetega.

196,0–197,2 m (1,2/1,2 m) – rohekashall savikas kuni tugevalt savikas keskmiselt poolmuguljas detriidikas lubjakivi, lubimergli katkendlikult-hajusapiiriliste vahekihtidega. Alumisel piiril, III kihi lael, on nõrga fosfaatse impregnatsiooniga ja sügavate uretega katkestuspind.

197,2–197,9 m (0,7/0,7 m) III kiht – helepruun kukersiitne poolmuguljas lubjakivi, mikrokihilise karbonaatse kukersiidi lainjalt-läätsjate vahekihtidega. Lubjakivi mugulad konarpinsed, püriitse detriidiga. Mugulate suurus ja kukersiidikihtide paksus suurenevad ülalt alla. Kihi alumisel piiril jämedetriiti sisaldava mergli selgepiiriline kiht.

197,9–201,8 m (3,9/ 3,4 m) Kukuruse lade, Viivikonna kihistu, Maidla kihistik – kihistiku piires on välja eraldatud järgmised kihid:

- 197,9–198,7 m** (0,8/0,8 m) – helehall püriitset detriiti sisaldav poolmugul lubjakivi, hargnevalt-hajusate kukersiiti sisaldavate mergli kelmete ja 1–2 cm-te vahekihtidega.
- 198,7–199,0 m** (0,3/0,3 m) II kiht? – pruunikas kukersiitne keskmiselt lainjaskihiline püriidistunud detriiti sisaldav lubjakivi ca 1 cm paksuste karbonaatse kukersiidi vahekihtidega.
- 199,0–199,5 m** (0,5/0,5 m) – rohekashall detriidikas savikas lubjakivi, lainjalt keskmisekihilisest kuni poolmugulja lubimergli selgepiiriliste kelmete ja 1–2 cm-te vahekihtidega.
- 199,5–199,7 m** (0,2/0,2 m) – pruunikashall nõrgalt savikas kerogeenikas lubjakivi. Kihi keskosas puhtam. Alumisel piiril ca 1 cm-ne lubimergli kiht.
- 199,7–199,8 m** (0,1/0,1 m) – rohekashall detriidikas savikas lainjalt õhukesekihiline lubjakivi mergli kelmatega.
- 199,8–200,1 m** (0,3/0,3 m) – pruunikashall kerogeenikas püriidistunud peendetriiti sisaldav lubjakivi, lainjalt keskmisekihiline kuni poolmuguljas, kuni 2 cm-te kukersiitse mergli juusjate vahekihtidega. Kihi allosas peenkristalse püriidi kogumikud.
- 200,1–201,8 m** (1,7/1,7 m) – rohekashall nõrgalt savikas lubjakivi, lainjalt õhukese- kuni keskmisekihilisest poolmuguljani, 10–15 cm-te kukersiiti sisaldava peendetriitse lubjakivi vahekihtidega. Alumisel piiril nõrga fosfaatse impregnatsiooniga katkestuspind.
- 201,8–204,1 m (2,3/2,3 m) *Kukruse lade, Viivikonna kihistu Kiviõli kihistik*** – pruunikashall kukersiidilisandiga peendetriitne lubjakivi, õhukeselt- kuni keskmiselt lainjaskihilisest kuni poolmuguljani kukersiidi ja kukersiitse mergli kelmete ning 2–3cm-te vahekihtidega. Detriit on kohati püriidistunud. Indekseeritud põlevkivikihte ei ole võimalik välja eraldada, kuid sügavusel 203,8–204,0 m võiks olla „kaksikpae“ tase. Alumisel sile konarpindsete uretega fosfaatse impregnatsiooniga katkestuspind.
- 204,3–210,2 m (5,9/5,9 m) *Uhaku lade, Kõrgekalda kihistu***. Kihistus on välja eraldatud järgmised intervallid:
- 204,3–206,1 m** (1,8/1,8 m) – helehall pisikristalne detriidikas lainjalt keskmisekihiline lubjakivi 10–15 cm-sed kihid vahelduvad hajusapiiriliste roheka mergli kelmets läbitud poolmugulja lubjakivi 5–15cm-te kihtidega.
- 206,1–207,0 m** (0,9/0,9 m) – helehall detriidikas lubjakivi, keskmiselt lainjaskihiline katkendlikult hajusate rohekashalli mergli kelmatega. Sügavustel 206,5 ja 206,9 m fosfaatsed katkestuspinnad.
- 207,0–207,9 m** (0,9/0,9 m) – hall nõrgalt savikas detriidikas lubjakivi, keskmiselt lainjaskihilisest kuni poolmuguljani rohekashalli lubimergli juusjalt-katkendlike vahekihtidega. Sügavustel 207,5 ja 207,7 m fosfaatsed katkestuspinnad.
- 207,9–210,2 m** (2,3/2,3 m) – pruunikashall peendetriidikas lubjakivi, intervalli alaosas püriidistunud, lainjalt keskmisekihilisest kuni poolmuguljani roheka lubimergli 5–8 cm paksuste juusjate kimpudena. Sügavuselt 208,4 m jääb mergli kihte vähemaks ja lubjakivi muutub puhtamaks, ilmuvad tumehallid subvertikaalsed mudasööjate käigud. Sügavustel 208,1; 208,4; 208,9; 209,2; 209,3; 209,5 ja 209,6 m. Alumisel piiril fosfaatsete katkestuspindade kompleks. Siitpeale muutuvad merglikelmed tumehalliks.
- 210,2–218,6 m (8,4/8,4 m) *Lasnamäe lade, Vao kihistu*** – helehall pisikristalne peendetriidikas lubjakivi, valdavalt keskmisekihiline, lainjate halli mergli kelmete ja stüloliitpindadega. Põhiliselt sekundaarset dolomiidistumist arvesse võttes on võimalik välja eraldada järgmised alaintervallid:
- 210,2–211,3 m** (1,1/1,1 m) – helehall pisikristalne peendetriidikas lubjakivi, valdavalt keskmisekihiline, lainjate halli mergli kelmete ja stüloliitpindadega. Kivimit läbivad

- subvertikaalsetest tumehallid dolomiiditaitelised mudasööjate käigud. Sügavusel 210,4; 210,6; 211,0 ja 211,3 m fosfaatsed katkestuspinnad.
- 211,3–218,6 m (7,3/7,3 m)** – hall peenekristalne dolomiit (dolomiidistunud lubjakivi), keskmise- kuni paksukihiline harvade katkendlike tumehalli mergli kelme ja stüloliitpindadega. Kihiti dolomiit poorne ja kavernidega. Sügavusel 211,3–213,3 m on dolomiit purustatud. Kavernides keskmisekristalne hall dolomiit. Lubjakivi ja dolomiidi kontaktil sügavusel 211,3 m poorides ja kavernides püriidi, galeniidi ja sfaleriidi kristallid. Alumisel piiril asendub dolomiit lubjakiviga, millest allpool ilmuvad ka raudooidid.
- 218,6–223,2 m (4,6/4,6 m) Aseri lade, Kandle kihistu** – hall savikas peendetriidikas lubjakivi raudooididega, lainjalt õhukese- kuni keskmisekihiline, halli mergli konarpindsete kelmete ja stüloliitpindade ning 2–3 mm vahekihikestega. Lubjakivis, milles on rohkesti nauiloidide skeletifragmentide jäljendeid, on iseloomulikud pruunikad limoniidistunud laigud ja punakaspruunid limoniidistunud katkestuspinnad. 222,0 meetrist allpool ilmuvad kahekordse impregnatsiooniga (püriitne ja limoniitne) sügavate vertikaalsete uretega katkestuspinnad (222,0; 222,4; 222,9; 223,0 ja 223,2 m).
- 223,2–227,5 m (4,3/4,3 m) Kunda lade, Napa kihistik** – kihistikus on eristatud:
- 223,2–225,7 m (2,5/2,5 m) Hall pruunikate laikudega savikas lubjakivi, milles tasemeti raudooidide. Lubjakivi on lainjalt õhukese- kuni keskmisekihiline, savimergli katkendlike kelmete ja õhukeste (2–3 mm) vahekihtidega. Inetrvalli alaosas lubjakivi õhemakihilisem ja savikam.
- 225,7–227,5 m (1,8/1,8 m)** – rohekashall limoniidistunud pruunikate laikudega savikas raudooidide sisaldav lubjakivi, lainjalt õhukesekihiline, rauarikka savimergli 1–5 cm vahekihtidega. Lubjakivi peen- kuni jämedetriitjas, mergli kihtides sageli jälgitavad mudasööjate käigud. Sügavusel 226,5–227,0 m on lubjakivi savikam ja merglit on selles 30–40%.
- 227,5–230,6 m (3,1/3,0 m) Kunda lade, Loobu kihistu** – rohekashall glaukoniiti sisaldav peenekristalne lubjakivi, keskmise- kuni paksukihiline, harvade katkendlike savimergli kelmete ja õhukeste vahekihtidega. Laiguti on lubjakivi dolomiidistunud, intervalli alaosas aga lausaliselt. Lubjakivi on detriidikas, kihiti jämedetriitne ja sisaldab nauiloidide skeletifragmente.
- 230,6–231,9 m (1,3/1,1 m) Kunda lade, Sillaoru kihistu, Voka kihistik** – hall kuni ookerjashall, kihiti raudooidide sisaldav dolomiit, keskmisekihiline, lainjalt katkendlike mergli kelmetega. Intervalli ülaosas on lubjakivis savimergli vahekihte. Raudooidide on rohkem sügavusel 231,1–231,3 m.
- 231,9–233,5 m (1,6/1,4 m) Volhovi lade, Toila kihistu** – kirjuvärviline (punakaspruun rohekate ja kollakate laikudega) peenekristalne glaukoniiti sisaldav dolomiit, keskmisekihiline, mergli kelmete ja stüloliitpindadega. Sügavusel 233,3 m „püstakkiht“ – Volhovi ja Billingeni lademe piiri märgistav glaukoniiditaiteliste amforalaadsete uretega katkestuspind.
- 233,5–233,8 m (0,3/0,2 m) Billingeni lade, Leetse kihistu, Mäeküla kihistik** – rohekas glaukoniidirikas liivakas dolomiit harvade fosfaatsete veeristega. Intervalli alaosas sisaldab musta värvi puudulukuliste brahhiopoodide kojapoolmete purdu (detriiti).
- 233,8–234,4 m (0,6/0,1 m) Pakerordi lade, Kallavere kihistu** – tumehall tugevasti tsementeerunud ja püriididistunud (ülaosas ca 0,1 m) oobolusliivakivi.
- 234,4–273,2 m (38,8/18,5 m) Kesk-Kambrium, Vaki kihistu** – kihistu piires on välja eraldatud kaks alamintervalli:

- 234,4–247,0 m** (12,6/6,0 m) – valkjashall kaoliniidirikas jämeterine kvartsaleuroliit püriidi peenekristalsete kogumikega, nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud. Kihipindadel muskoviidi lehekeseid. γ -karotaaži andmetel liivakivi savikus intervalli alaosa suunas suureneb.
- 247,0–273,2 m** (26,2/12,5 m) – helehall beežika varjundiga nõrgalt- kuni keskmiselt tsementeerunud jämedaterine muskoviiti sisaldav kvartsaleuroliit, rohekashalli vilgu- ja glaukoniidirikaste savika aleuroliidi arvukate kelmete ja kuni 10 cm paksuste vahekihtidega. Kihipindadel sageli jälgitavad violetsed mudasööjate käigud. Kogu intervalli ulatuses esineb aleuroliidis 1–2 mm läbimõõduga püriidikristallide oksüdeerunud kogumikke. γ -karotaaži andmetel on sügavustel 251, 256–257, 261–262, 271–272 m aleuroliit savikam.
- 273,2–278,2 m (5,0/4,3 m) Alam-Kambrium, Lükati kihistu** – rohekashall savikas kuni tugevalt savikas kvartsaleuroliit vilgu (muskoviidi) ja glaukoniidi lisandiga ning keskmiselt tsementeerunud kvartsaleuroliidi kuni 10 cm paksuste vahekihtidega. Sügavusel 277,5 m on 5 cm tugevalt kvarts-karbonaatse tsemendiga tsemeneerunud aleuroliidi vahekiht. Kihistu alumisel piiril on kuni 5 cm basaalkonglomeraati, mis koosneb rõhtsalt paigutunud lapikutest fosfaatsetest veeristest.
- 278,2–309,0 m (30,8/26,5 m) Alam-Kambrium, Lontova kihistu Kestla kihistik** – kihistikus on eristatud kaht intervalli:
- 278,2–290,0 m** (11,8/10,5 m) – rohekashall violetsete laikudega aleuriidikas argilliidilaadne sinisavi. Kogu intervalli ulatuses on jälgitavad püriidistunud 1–2 mm laiused roomamisjäljed ja harvem forminifeeri *Platysolenites antiquissimuse* jäljendeid. Alumine piir üleminekuline ja seotud enamasti värvi muutusega.
- 290,0–309,0 m** (19,0/16,0 m) – rohekashall, enamasti intervalli alaosas esinevate harvade hajusate violetsete laikudega aleuriidikas argilliidilaadne savi (sinisavi). Sarnaselt eelmise intervalliga on selles samuti püriidistunud linte (roomamisjälgi) ja *Platysolenites antiquissimus* jäljendeid. Alumine piir üleminekuline ja seda seoses aleuriidisisalduse tõusuga.
- 309,0–323,0 m (14,0/10,3 m) Alam-Kambrium, Lontova kihistu, Mahu kihistik** – rohekashall hajusate violetsete laikudega argilliidilaadne aleuriitne savi (sinisavi), arvukate aleuroliidist kilede ja puistetega kihipindadel. Kogu intervalli ulatuses on tasemeti jälgitavad peened püriidistunud lindid (roomamisjäljed) ja harvemalt foraminifeeri *Platysolenites antiquissimus* jäljendeid. Intervalli alaosas ilmuvad tugevalt tsementeerunud glaukoniiti sisaldava aleuroliidi ja liivakivi vahekihid.
- 323,0–335,2 m (12,2/5,6 m) Alam-Kambrium, Lontova kihistu Sämi kihistik** – rohekashall aleuriidikas savi (sinisavi). Intervalli ülaosas sagedaste glaukoniiti sisaldavate tugevalt tsementeerunud kvartslüivakivi vahekihtidega. Intervalli alaosas leitud *Sabellidites*. γ -karotaaži graafiku andmetel liivakamad intervallid on 325,0–326,0 m ja 327,0–328,0 m. Alumine piir on seotud punavärviliste aleuriitsavide ilmumisega.
- 335,2–358,0 m (22,8/3,5 m) Ediacara, Voronka kihistu** – puursüdamikü väljatulek madal (u 15%) ja seetõttu on kirjeldatud vaid tõstetud puursüdamikü tükke:
- ✓ 0,4 m – valkjaskreem kaoliniitne aleuroliit, suhteliselt tihe, ülaosas kvarts-karbonaatse tsemendiga, alaosas sisaldab liivakivi fragmente;
 - ✓ 0,3 m – punakaspruun tihe aleuriitne savi;
 - ✓ 1,2 m – violetjas, alaosas rohekashallide laikudega, aleuriitne savi;
 - ✓ 0,3 m – valkjashall kaoliniidistunud horisontaalkihiline aleuroliit muskoviidi lehekestega kihipindadel;
 - ✓ 1,3 m – helepruunikashall nõrgalt- kuni keskmiselt tsementeerunud aleuriitne liivakivi savika (kaoliniidistunud) aleuroliidi vahekihtidega. Kihipindadel rohkesti muskoviidi

lehekesi. γ -karotaaži alusel on savikamad (kõrgema kiirgusfooniga) intervallid sügavustel 341,5; 342,5; 344,0; 349,0 ja 350,0 m.

358,0–390,5 m (22,8/3,5 m) *Ediacara, Gdovi kihistu, Uusküla kihistik* – kihistiku piires on välja eraldatud järgmised intervallid:

358,0–361,5 m (3,5/3,0 m) – punakaspruun, kohati hajusapiiriliste rohekashallide laikudega, vilgurikas aleuriitne savi vaheldub, ja seda intervalli alaosas, keskmiselt tsementeerunud eriteralise liivakivi kuni 0,7 m paksuste kihtidega. Aleuriitsavi ja liivakivi kihtide kontaktid selgepiirilised.

361,5–370,5 m (9,0/7,7 m) – hallikas- kuni punakaspruun vilgurikas aleuriitne savi, üksikute kuni 10 cm paksuste savika aleuroliidi ja peeneteralise liivakivi vahekihtidega.

370,5–378,5 m (8,5/5,5 m) – hallikaspruun horisontaal- ja kallakkihiline keskmiselt tsementeerunud eriteraline liivakivi. Intervalli alaosas on liivakivis kruusakaid ja punakaspruune savika aleuroliidi vahekihte. Piirid erimite vahel üldiselt selged.

378,5–384,0 m (5,5/5,5 m) – punakaspruun üksikute rohekashallide laikude ja vahekihtidega tihe aleuriitne savi. Sügavusel 381,5–382,0 m on savis õhukesti liivakivi kihte.

384,0–390,0 m (6,0/4,5 m) – punakaspruunide aleuriitse savi ja pruunikate liiva ning graveliidi 10–50 cm-te kihtide vaheldumine. Kihilisus nõrgalt lainjas.

390,0–390,5 m (0,5/0,5 m) *Ediacara, Gdovi kihistu, Oru kihistik* – punakaspruun kuni hall savikas mikstoliit – eriteralist nõrgalt kulutatud jämeperdu sisaldav kristalse aluskorra moondekivimite murrutusel tekkinud kivim. Alumisel piiril ehk kontaktil kristalse aluskorra murenemiskoorikuga on kiht beežikashalli kvarts-karbonaatse tsemendiga kivimit.

KRISTALNE ALUSKORD

390,5–446,0 m (55,5/51,0 m) – Migmatiidistunud biotiit-, biotiit-amfibool ja ambibool-biotiitgneisid.

390,5–401,3 m (10,8/9,0 m) – Murenemiskoorik:

390,5–394,5 m (4,00/2,5 m) – murenenud (II aste) hallikaspruun migmatiidistunud amfibool-biotiitgneiss. Gneisjas tekstuur 30°–40° all. Enamik kivimit moodustavaid mineraale (peale kvartsi ja mikrokliini) on asendunud savimineraalidega: päevakivid on kaoliniidistunud ning biotiit ja amfibool kloriidistunud. Tugevamalt graniidistunud on süg. 393,0–393,5 ja 394,0–394,2 m. Murenemiskooriku lael on ca 10 cm paksune kvarts-karbonaatsest materjalist kiht.

394,5–396,0 m (1,5/1,2 m) – murenenud amfiboliit, violetjaspruun.

396,0–399,5 m (3,5/3,5 m) – murenenud tugevalt migmatiidistunud keskmise- kuni jämekristalne amfibool-biotiitgneiss. Kihilisus 60–70°. Murenemise aste väheneb intervalli alaosa suunas. Kõrvuti esineb nii tugevalt kui nõrgalt murenenud erimeid. Amfibool ja biotiit on kohati asendunud kloriidi, seritsiidi ja epitoodiga. Lõhede pinnal kloriidi, karbonaadi ja limoniidi kelmed.

399,5–400,0 m (0,5/0,5 m) – murenenud ja lõheline jämekristalne kuni pegmatoidne graniit.

400,0–401,3 m (1,3/1,3 m) – murenenud rohekashall biotiit-amfiboolgneiss, peenkristalne, kohati kloriidistunud. Intervalli ülaosas migmatiidistunud. Murenemiskooriku alumine piir üleminekuline.

401,3–446,0 m (44,7/42,0 m) – migmatiidistunud biotiit-, biotiit-amfibool ja ambibool-biotiitgneisid.

401,3–408,5 m (7,2/7,0 m) – rohekashall keskmisekristalne amfibool-biotiitgneiss, kohati migmatiidistunud. Gneisjas tekstuur 40–60° all.

408,5–418,5 m (10,0/9,2 m) – pruunikashall keskmisekristalne amfibool-biotiitgneiss.

418,5–422,5 m (4,0/3,7 m) – tumehall mikrokristalne biotiit-amfiboolgneiss, kohati migmatiseerunud. Orienteeritud tekstuurid 20–40° all. Intervalli alaosas amfibooli rohkem.

- 422,5–423,8 m** (1,3/1,1 m) – varigraniit ehk jämekristalne plagioklass-päevakivi graniit. Kivim, mis sisaldab biotiitgneisi relikte, on veidi murenenud ja lõheline.
- 423,8–425,0 m** (1,2/1,0 m) – hallikaspruun biotiit-amfiboolgneiss, nõrgalt migmatiidistunud, lõheline ja tugevalt murenenud.
- 425,0–428,0 m** (3,0/2,8 m) – tumehall keskmisekristalne biotiit-amfiboolgneiss nõrgalt väljendunud gneisja tekstuoriga 40–60° all. Gneissi läbivad lõikavad punakad kvartsirikka graniidi sooned. Sügavusel 426,8–427,3 m on gneiss pruunikas ja nõrgalt murenenud.
- 428,0–437,0 m** (9,0/8,8 m) – tumehall keskmisekristalne biotiit-amfiboolgneiss, kohati migmatiidistunud.
- 437,0–439,0 m** (2,0/2,0 m) – varigraniit – roosakashall jämekristalne kaaliumpäevakivi-plagiograniit biotiitgneisi reliktidega.
- 439,0–442,5 m** (3,5/3,4 m) – tumehall keskmisekristalne biotiit-amfiboolgneiss. Orienteeritud tekstuudid 40–80° all. Kontaktid üleminekulised.
- 442,5–444,5 m** (2,0/2,0 m) – varigraniit – roosakashall jämekristalne kaaliumpäevakivi-plagiograniit arvukate biotiitgneisi reliktidega. Kontaktid üleminekulised.
- 444,5–446,0 m** (1,5/1,5 m) – tumehall keskmisekristalne biotiit-amfiboolgneiss nõrgalt migmatiseerunud suhteliselt kaaliumpäevakivirikka jämekristalse materjaliga. Orienteeritud tekstuudid 40–60° all.

