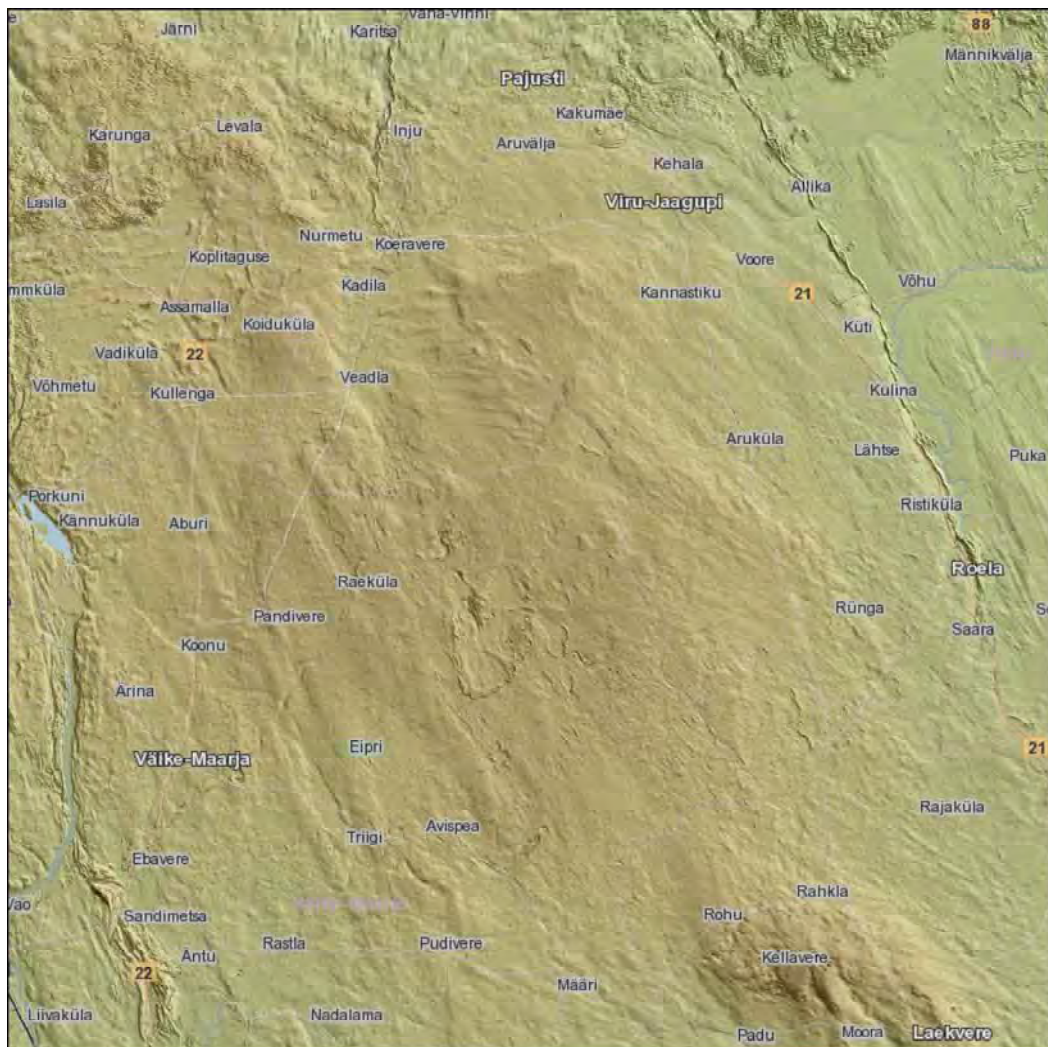


# EESTI GEOLOOGILINE BAASKAART GEOLOGICAL BASE MAP OF ESTONIA

6432

## VÄIKE-MAARJA

### SELETUSKIRI EXPLANATION TO THE MAPS



Eesti Geoloogiakeskus  
Geological Survey of Estonia

TALLINN 2015





Eesti Geoloogiakeskus  
Geological Survey of Estonia

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

**Mõõtkava 1:50 000  
Scale**

**6432  
VÄIKE-MAARJA**

**SELETUSKIRI  
EXPLANATION TO THE MAPS**

Tallinn 2015

Esikaanel: Väike-Maarja kaardileht Maa-ameti LIDARi reljeefivarjutuse taustal  
*Front cover: Sheet Väike-Maarja on the LIDAR elevation data*

Eesti Geoloogiakeskus, 2015  
Kadaka tee 82  
Tallinn 12618  
ISBN 978-9985-815-85-4 (pdf)



OÜ EESTI GEOLOOGIAKESKUS  
Geoloogilise kaardistamise osakond

**Kalle Suuroja**  
**Katrin Kaljuläte**  
**Tiit Mardim**  
**Eriina Morgen**  
**Kuldev Ploom**  
**Mikhail Shtokalenko**  
**Tiina Vahtra**

**BAASKAARDI VÄIKE-MAARJA (6432) LEHE GEOLOOGILISE  
KAARDIKOMPLEKTI KOOSTAMINE JA DIGITAALSE ANDMEBAASI LOOMINE**

**SELETUSKIRI**

Juhatusel liige

Aivar Pajupuu

Tallinn 2015

## Annotatsioon

**K. Suuroja, K. Kaljuläte, T. Mardim, E. Morgen, K. Ploom, M. Shtokalenko, T. Vahtra. Eesti geoloogilise baaskaardi Väike-Maarja (6432) leht. Seletuskiri.** Eesti Geoloogiakeskus. Kaardistamise osakond, Tallinn, 2015. Tekst 153 lk, 123 fotot, 19 joonist, 4 tabelit, 1 tekstilisa. (OÜ Eesti Geoloogiakeskuse geoloogiafond, Maa-amet).

Eesti baaskaardi (möötkavas 1:50 000) Väike-Maarja (6432) kaardilehe digitaalsete geoloogilis-geofüüsikalise-hüdrogeoloogilise suunitlusega kaartide komplekt on koostatud põhiliselt varasemate keskmise- ja suuremöötkavaliste geoloogilis-geofüüsikalise-hüdrogeoloogiliste kaartide ja maavarade otsingu ja 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 kaardilehe keskosas asuva Kadila (F253) puuraugu südramiku 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. Shtokalenko, T. Vahtra. The explanatory note to the geological maps of Väike-Maarja (6432) sheet. A set of digital geological, geophysical and hydrogeological maps in the scale of the Base Map of Estonia (1:50 000) is compiled. It is mainly based on former similar maps and data obtained in the course of exploration and prospecting of mineral resources.***

*This set includes the following four principal maps: 1) bedrock geology, 2) Quaternary deposits, 3) hydrogeology, 4) groundwater vulnerability. The other seven 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 Kadila (F253) 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, Väike-Maarja, Lääne-Virumaa, 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)	27
1.1. KRISTALNE ALUSKORD	27
1.2. SETTEKIVIMILINE PEALISKORD	31
1.2.1. Ediacara ladestu	32
1.2.2. Kambriumi ladestu	32
1.2.3. Ordoviitsiumi ladestu	33
1.2.4. Siluri ladestu	38
1.3. ALUSPÕHJA RELJEEFIST JA STRUKTUURIDEST	38
2. PINNAKATE JA PINNAMOOD (E. Morgen)	63
2.1. PLEISTOTSEEN	66
2.2. HOLOTSEEN	70
2.3. PINNAKATTE PAKSUS	72
3. HÜDROGEOLOOGIA JA PÕHJAVEE KAITSTUS (T. Mardim, T. Vahtra)	87
3.1. KVATERNAARI VEEKOMPLEKS	90
3.2. ALUSPÕHJA JA ALUSKORRA VETTANDVAD JA -PIDAVAD KIHID	91
3.3. PÕHJAVEE TARBEVARU JA SELLE KASUTAMINE	93
3.4. PÕHJAVEE RIIKLIK VAATLUSVÕRK JA PÕHJAVEE TASEME MUUTUMINE	94
3.5. PÕHJAVEE KAITSTUS	97
3.6. PÕHJAVEE KOOSTIS	98
3.7. KARST JA ALLIKAD	101
4. MAAVARAD (K. Kaljuläte)	110
4.1. ALUSPÕHJA MAAVARAD	110
4.2. PINNAKATTE MAAVARAD	111
5. GEOFÜÜSIKALISED VÄLJAD (M. Shtokalenko)	127
KASUTATUD KIRJANDUS	137
<b>Teksti lisa:</b> TUGIPUURAUUGU F253 (KADILA) SÜDAMIKU GEOLOOGILINE KIRJELDUS (K. Suuroja)	145

### Komplekti kuuluvad kaardid:

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

## SISSEJUHATUS

Seletuskiri peaks aitama paremini mõista Eesti Geoloogilise Baaskaardi (mõõtkavas 1:50 000) Väike-Maarja (6432) 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

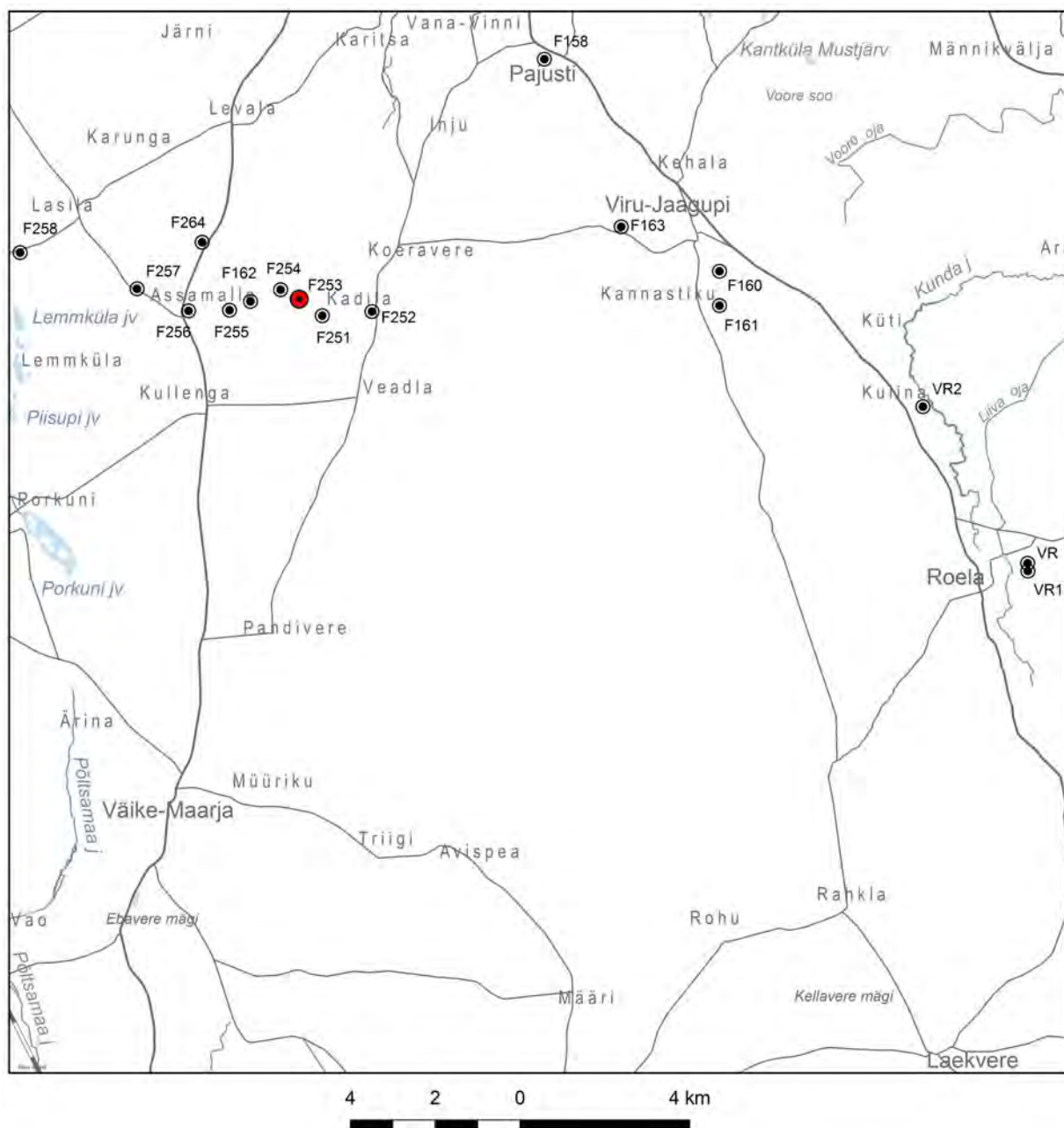
Põhikaartidele lisanduvad 6 abikaarti:

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

Nii kaardistamisel kui seletuskirja 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 Põhikaart. Koordinaadivõrk: L-EST97; 5 km võrk. Kõrgusjooned 10 m intervalliga Balti 1977. a kõrgussüsteemis. Kaardilehe nurgakoordinaadid on: NW 6575 000 ja 625 000; NE 6575 000 ja 650 000; SW 6550 000 ja 625 000; SE 6550 000 ja 650 000. 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. Uuritava piirkonna kohta käivad 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 asukohta õigsust ja vastuolude ilmnedes üritati leida moonutuste põhjus ja sisse viia vajalikud parandused. Kui vastuolude põhjust ei õnnestunud tuvastada (puurauku 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.



- Aluskorra puurauk  
*Drillhole in crystalline basement*
- Tugipuurauk  
*Structural drillhole*

Joonis 1. Väike-Maarja (6432) kaardilehe ülevaatekaart.  
*Figure 1. Schematic map of Väike-Maarja (6432) sheet.*

## ÜLDISELOOMUSTUS

**Väike-Maarja (6432)** kaardileht jääb täies ulatuses (625 km<sup>2</sup>) Lääne-Virumaa maismaa-alale. Kaardilehe ida- ja kirdeossa jääb Vinni vald, kaguossa Laekvere vald, edelaossa Väike-Maarja vald, lääneossa Tamsalu vald ja loodeossa Rakvere vald.

Põhiosa kaardilehest hõlmab Pandivere kõrgustiku võlviosa, mille piires maapinna kõrgus on enamasti tasemel 120–135 m ümp. Kõige madalam koht (82 m ümp) kaardilehel on selle kirdeosas Kunda jõe orus. Pandivere nõlv kulgeb enam-vähem Väike-Maarja–Porkuni–Levala–Viru-Jaagupi–Roela–Laekvere–Simuna–Äntu joonel. See kuni 500 km<sup>2</sup> ala on omapärane veel selle pärast, et siin puuduvad täiesti pindmised vooluveed. Sellest tingituna puuduvad alal ka praktiliselt sood ja vaid ala äärmises kirdeosas mõhnastikus on väike Voore soo. Pandivere kõrgustiku umbes 100 km<sup>2</sup> suuruse nelinurkse (u 12 × 8 km) Veadla–Viru-Jaagupi–Roela–Rohu vahemikku jääva Pandivere võlviosa ala metsasus on kuni 90%, samas ülejäänud umbes 500 km<sup>2</sup> Pandivere kõrgustiku võlviosa metsasus on vaevu 20%.

Kaardilehe alale jäävad nii Pandivere kõrgustiku kõrguselt teine (Kellavere 156 m ümp) kui ka kolmas (Ebavere 146 m ümp) mägi. Legendi kohaselt olla Ebavere mäel sündinud saarlaste suur jumal Tarapita ja siit olla ta nii et tulejutt taga Saaremaale lennanud.

Kaardilehe läänepiiril kulgeb üle Valgejõe ja Põltsamaa jõe veelahkme Vao–Porkuni–Valgejõe ürgorg ja kaardilehe idapiiri lähedusse jääb Kunda jõe ürgorg. Kaardilehe läänepiiril kulgeb kümmekonna kilomeetri ulatuses osa enam kui 45 km pikkusest Neeruti–Lemmküla–Porkuni–Ebavere–Rakke oosistikust. Kaardilehe idapiiri läheduses kulgeb ligi 20 km ulatuses Mõdriku–Roela (Paasvere) oosistik. Kaardilehe keskosas kulgeb enam-vähem põhja–lõuna sihiliselt umbes 6 km ulatuses osa umbes 16 km pikkusest Rakvere–Koeravere oosistikust.

Kaardilehe piires on mitmeid Pandivere võlviosast lähtuvaid salajõgesid: Jupri (13 km), Müüriku (12 km), Vetiku (12 km), Mõdriku (7 km) ja Levala (4 km). Lisaks veel hulganisti karstialasid: Assamalla, Järni, Järtu, Karitsa, Karunga, Koeravere, Pajusti, Võhmetu–Lemküla.

**Vinni vallast**, mille pindala on 487 km<sup>2</sup> ja kus elas 2014. aasta alguses 4847 inimest, jääb kaardilehe alale suurem ja rahvarohkem lääneosa. Valla viiest alevikust (Pajusti, Roela, Vinni, Viru-Jaagupi ja Tudu) jäävad neli esimest kaardilehe piiresse. Vinni vald on jagatud Roela, Tudu ja Viru-Jaagupi osavallaks ning Vinni-Pajusti ja Piira piirkonnaks. Neist kõik peale Tudu ja Piira jäävad kaardilehe alale.

1708. aasta 15. augustil toimus Vinni küla lähistel Põhjasõja viimane lahing Eesti pinnal. Taganevad rootslased purustati lõplikult Jupri mägedes. Legendi kohaselt olla ühe Vinni küla väljadel oleva künka puhul tegu lahingus langenud rootslaste matusepaigaga.

**Vinni alevik.** 2014. aastal oli alevikus 900 elanikku. Vinni aleviku alusepanijaks on olnud Vinni mõis. Vinni mõisa (saksa k *Finn*) esimest korda mainitud 1531. aastal. 18. sajandi lõpul oli mõis Johann Dietrich Edler von Rennenkampffi omanduses, kes pärandas selle Eestimaa Rüütelkonnale. Rüütelkond avas mõisas aadlipreilide kasvatusasutuse, mis tegutses kuni I maailmasõjani ja hiljem saksakeelse tütarlaste kodunduskoolina kuni 1939. aastani. Mõisa peahoone on Eestis väga haruldane kinnise sisehooviga kompleks. Arvatakse, et Vinni mõis on ehitatud keskaegse vasallilinnuse kohale või isegi müüridele. Näiteks, krahv Ludwig August von Mellini Liivimaa atlases on mõisa tähistatud linnuse lepemärgiga. Seda mõtet toetab ka hoone paiknemine künka tipul. Alus aleviku arengule pandi nõukogude ajal (1964–1989), kui siin asus Vinni Näidissovhoostehnikumi keskus. Aleviku uhkuseks on Vinni tammik, mis 70 ha ulatuses on looduskaitse all.

**Pajusti alevik.** 2014. aastal elas Vinni valla keskuseks olevas alevikus 734 inimest. Pajusti oli nõukogude ajal väga eduka Eduard Vilde nimelise kolhoosi keskuseks. E. Vilde 100. sünniaastapäeval avati kolhoosi klubi ees kirjaniku monument (skulptor August Vomm). Samalt autorilt on ka kolhoosi esimehe august August Lepasaare (1915–1968) bareljeef kolhoosi kontorihoonel. Alates 1965. aastast antakse välja E. Vilde nimelist kirjandusauhinda ja seda aasta parima maaelu käsitleva teose premeerimiseks.

**Roela alevik.** 2014. aastal elas Roela osavalla keskuseks olevas alevikus 551 inimest. Roela küla esmamainimine on Taani hindamisraamatus *Roilae* nime all. Mõisa (*Ruil*) kohta on teade aastast 1453 (*Rogell*). Eristamaks teda Tartumaal asuvast Roelast on alevikku hakatud nimetama ka Viru-Roelaks.

Roela alevikus on põhikool (asutatud 1844 külakoolina), raamatukogu, noortemaja, põllutööriistade muuseum, frantsiisikontor, rahvamaja, kauplus ja apteek. Roela mõis kuulus aastatel 1849–1870 kuulsale meresõitjale ja Arktika uurijale Ferdinand von Wrangelile (1797–1860), kellele on mõisaparki püstitatud mälestusmärk ja pühendatud muuseumituba koolis. Mõisa park (8 ha) on looduskaitse all. Küla maad jäävad Mõdriku–Roela maastikukaitseala piiresse.

**Viru-Jaagupi alevik.** 2014. aastal elas Viru-Jaagupi osavalla ja samanimelise ajaloolise kihelkonna keskuses 426 inimest. Alevikus asuvad raamatukogu, frantsiisikontor, apteek, velskripunkt ja kihelkonnamuuseum. Huviväärsed on Viru-Jaagupi kirik ja kirikuaed ning Vabadussõja mälestusmärk (avati 1923, taastati 1990). Viru-Jaagupi kalmistule on maetud kuulus meresõitja Ferdinand von Wrangel. Viru-Jaagupi lõunaosa on tuntud ka Kirikukülana ja seal on sündinud kaksikvennad Kristjan ja Paul Raud (sünnikohta tähistab mälestuskivi). Viru-Jaagupi kohal paiknes varem Rõhu küla, mida on esmamainitud Taani hindamisraamatus (1241) kui *Routhae*. **Viru-Jaagupi kiriku** (algselt *Keel*) täpne ehitusaeg ei ole teada, kuid esmakordselt on kirikut mainitud 1473. aastal Rakvere Saksa Maarja kiriku abikirikuna. Kirik on nime saanud kiriku pühaku Jaakopi järgi. Kirik hävitati vene vägede poolt 16. sajandi lõpul ning ehitati üles 1669. aastal. 1703. aastal Põhjasõjas laastati kirikumõis taas, kirik süüdati vene vägede poolt 1703. ja 1708. aastal. Kirik taastati ja uuendati 1878. aastaks.

**Rakvere vald.** Vallast, mille pindala on 128 km<sup>2</sup> ja kus elas seisuga 2015. algul 2084 inimest, jääb kaardilehele vaid valla lõunaosa Järni, Karitsa, Lasila, Levala ja Karunga küladega. **Lasila mõis** (*Lassila*) oli rüütlimõis, mis eraldati 17. sajandil Vohnja mõisast. Praegune mõisa härrastemaja ehitati 1890-ndatel aastatel. Arhitektuuriliselt on mõisa härrastemaja neorenessanss- ja neogooti stiilis. 19. sajandi algul oli mõis von Baeride omanduses, hiljem kuulus mõis von Ungern-Sternbergidele ja von Rentelnidele. Viimastelt mõis ka 1919. aastal võõrandati. Praegu tegutseb mõisa härrastemajas Lasila põhikool. **Karitsa mõis** (saksa k *Karritz*) eraldati 1800. aasta paiku Rakvere mõisast. Ühekorruselisele 19. sajandi alguse mõisa kivist peahoonele on arvatavasti 20. sajandi algul lisatud kahekorruseline vasak tiib. Mõisa viimane omanik enne 1919. aasta võõrandamist oli Andreas von Dehn. Mõisahoone on eravalduses. Umbes saja elanikuga Karitsa küla asub mõisa ümbruses.

**Väike-Maarja vald.** Vald, mille pindala on 458 km<sup>2</sup> ja kus elas 2015. aasta algul 4571 inimest, jääb suures osas kaardilehe edelaossa. Vallas on 3 alevikku: Väike-Maarja (1693 elanikku), Simuna (443) ja Kiltsi (212) ning 34 küla. Vald moodustati 2005. aasta oktoobris kui Väike-Maarja ja Avanduse vald ühinesid. Väike-Maarja vald hõlmab Pandivere kõrgustiku võlviosa, endine Avanduse vald jääb aga Alutaguse maastikurajooni.

Juba muistsetest aegadest peale on Pandivere kõrgustiku viljakatel maadel tegeldud põlluharimise ja karjakasvatusega. 1913. aastal oli Vao vallas, Väike-Maarja valla eelkäija maadel, 13

mõisa ja 425 talu, 1939. aastal aga juba 840 talu. Praeguse Väike-Maarja valla territooriumist on haritavat maad 161 km<sup>2</sup>, sellest enamik valla põhjaosas, ja metsa 234 km<sup>2</sup>, sellest enamik valla lõunaosas. Põllumaade puhul on tegemist Eesti ühtede viljakamate maadega.

**Väike-Maarja alevik** on Väike-Maarja valla keskus ja siin elas 2015. aasta alguses 1693 inimest. Alevikus on rahvamaja, Väike-Maarja Gümnaasium, muusikakool, hoolekande- ja tervisekeskus, Väike-Maarja Õppekeskus ja Sisekaitseakadeemia Päästekolledži Väike-Maarja Päästekool. Väike-Maarjaga on seotud ka omapärased Eesti rekordid: 1996. aastal 29. kuni 31. oktoobrini sadas seal 57 tundi järjest ja 2010. aasta 8. augusti äikesetormi ajal, mis viis Väike-Maarja kirikult torni, registreeriti keskmiseks tuule kiiruseks 36,5 km/h.

**Väike-Maarja kirik** on pühitsetud Neitsi Maarjale ja see on ehitatud 1346. aastal taani kuningas Valdemar IV korraldusel kindluskirikuna varem seal asunud kabeli asemel. Nimi Väike-Maarja anti kirikule eristamiseks teda Amblas asunud Maarja kirikust. Algselt Simuna kiriku abikirikuna tegutsenud kirik (algselt *Neukirche, Newenkirche*) sai peakirikuks 14. sajandil pärast Väike-Maarja kihelkonna eraldamist. Kirikus tegutseb EELK Väike-Maarja kogudus.

**Laekvere vald.** Vallast, mille pindala on 352 km<sup>2</sup> ja kus 2015. a algul elas 1543 inimest, jääb kaardilehele valla loodeosa. Vald hõlmab nii kaardilehe kui Pandivere kõrgustiku kaguosa. Vallas on 18 küla ja üks alevik – Laekvere. Üheltpoolt (põhjast) on Laekvere vald Pandivere ja selle viljakad põllud, teisalt (kagust) aga Alutaguse metsad ja sood. Avijõe algus, Kellavere mägi, viljakad põllud, iidne vägi! – nii tutvustab end Laekvere vald.

**Laekvere alevikus** (429 elanikku) asub Laekvere valla keskus. Laekvere küla esmamainimine jääb 1496. aastasse ja Laekvere mõisal (*Ladigfer, Laydickfer*) 547. aastasse. Alevikus on põhikool, raamatukogu ja seal asub ka looduskaitsealune pühapuu – Laekvere mänd.

**Tamsalu vald.** Vald, mille pindala 215 km<sup>2</sup> ja kus elas 2014. aasta alguses 3992 inimest, jääb kaardilehe lääneossa vaid mõnikümmend ruutkilomeetrit valla kirdeosast (Assamalla, Koiduküla, Koplitaguse, Kullenga, Porkuni, Vadiküla ja Võhmetu külad) Pandivere kõrgustiku võlviosas. **Assamalla küla**, mis on äramärkimist leidnud juba Taani hindamisraamatus, on tuntuks saanud nii „Kalevipojas“ mainitud Assamalla lahingu toimumispaigana kui ka karstialana tuntud Assamalla luha poolest. 1970-ndatel aastatel avastasid geoloogid küla piires Assamalla kerke ehk koha, kus kristalse aluskorra kivimid on mõne ruutkilomeetri suurusel alal kerkinud kuni 100 meetrit.

**Porkuni** – see on eelkõige mõisaansambel ja järv. **Porkuni järve** pindala on 41,5 ha ja see on paisudega jagatud Suurjärveks ehk Ülemiseks järveks, Karujärveks ehk Alumiseks järveks, Aiajärveks ja Iiri järveks. Porkuni järvest saab alguse Valgejõgi. Järve on kuulsaks teinud Suurjärve ujuvad saared ja veetaseme kõikumine. Järve põhjas olevate karstilõhede tõttu on järv mõnel aastal kuivaks jäänud, paljastades järvepõhja ja hävitanud kalastiku. Arvukatest allikatest on enam tuntud **Kaie- ja Külmaallikas**, millede kohta on teada mitmeid rahvajutte. Järvesaarel on **Porkuni mõis ja paemuuseum**. Tallinna piiskop Simon von der Borch rajas 1479. aastal Porkuni järve saarele oma pealinnuse. Rajaja nime järgi hakati kohta kutsuma Borkholmiks, mis eesti keeles mugandus Porkuniks. Kunagise linnuse väravatornis asub **Porkuni paemuuseum**. **Porkuni lossi** hoonestus pärineb 19. sajandist. Viimane mõisnik Rennenkampff laskis aastatel 1870–1874 ehitada vana häärberi kohale uue historitsistliku hoone, mida rahvas hakkas kutsuma **Porkuni lossiks**.

**Rägavare vald.** Vallast, mille pindala on 174 km<sup>2</sup> ja kus elas 2014. aasta alguses 871 inimest, jääb kaardilehe äärmisse kirdenurka vaid paarikümne ruutkilomeetrine ala Kantküla, Männikvälja, Nurkse



ja Sae küladega. Aga see-eest on see ala, kus 1980-ndate aastate lõpupoole viidi läbi fosforiidi detailuuringuid ehk suur osa Lääne-Kabala uuringualast.

Kaardilehe piiresse jäävad järgmised looduskaitsealad:

**Ebavere maastikukaitseala** (moodustatud 1959; pindala 39,1 ha) asub Väike-Maarja vallas ja on määratud väärtusliku maastikuelemendi Neeruti–Rakke oosistikku kuuluva Ebavere oosi kaitseks.

**Haavakannu hoiuala** (moodustatud 2005, pindala 784 ha) asub Vinni ja Väike-Maarja valla maadel. Hoiuala on loodud lubjarikkal pinnal asuvate liigirikaste niitude, puisniitude, vanade laialeheliste metsade ja rohunditerikaste kuusikute ning kauni kuldkinga kaitseks. Sama kaitse-eesmärgiga on moodustatud ka **Suurekivi hoiuala** (2005, pindala 273,9 ha), mis asub Vinni vallas.

**Järni hoiuala** (moodustatud 2005; pindala 99,2 ha) asub Rakvere vallas ja on loodud puisniitude ning vanade laialeheliste metsadega seonduvate elupaigatüüpide kaitseks.

**Kellavere maastikukaitseala** (moodustatud 1959; pindala 155,2 ha) asub Laekvere vallas ja on määratud väärtusliku maastikuelemendi, jääajast pärit servamoodustise ehk voorja künnise, Kellavere mäe kaitseks.

**Mõdriku–Roela maastikukaitseala** (moodustatud 1958, pindala 1630 ha) asub Vinni ja Rägavere vallas ning jääb suures osas kaardilehe territooriumile. Maastikukaitseala eesmärgiks on Mõdriku–Roela oosistiku, mõhnastiku, karsti, allikate ja allikajärvede kaitse ning sealse maastikuilme säilitamine ja elustiku mitmekesisuse kaitse.

**Porkuni maastikukaitseala** (moodustatud 1978; pindala 1151,5 ha) asub Tamsalu vallas ning kaardilehele jääb üksnes kaitseala idaosa. Maastikukaitseala eesmärgiks on Porkuni–Neeruti oosistiku lõunaosa maastikulise ilme säilitamine ja Porkuni järve ning Võhmetu–Lemküla–Piisupi karstijärvede ja metsakoosluste kaitse. Lisaks veel hariliku käoraamatu ja mitme linnu ja loomaliigi elupaikade kaitse.

**Vinni-Pajusti maastikukaitseala** (moodustatud 1958, pindala 93,2 ha) asub Vinni vallas ja see on loodud eelkõige Vinni-Pajusti tammiku ja sealse karsti ning sealsete elupaigatüüpide kaitseks.

**Äntu maastikukaitseala** (moodustatud 1978, pindala 391 ha) asub Väike-Maarja vallas ning jääb suures osas kaardilehe piiresse. Maastikukaitseala eesmärgiks on Äntu allikajärvede, Nõmme–Ebavere servamoodustiste keskosa maasikulise ilme ning sealsete metsakoosluste ja kaitsealuste liikide kaitse.

Kaardilehe piires on järgmised kaitsealused pargid ja puistud: **Lasila mõisa park** (kaitse all 1971, pindala 2,8 ha), **Inju mõisa park** (kaitse all 1971, pindala 18,4 ha); **Karitsa mõisa park** (kaitse all 1958, pindala 4,1 ha); **Kiltsi mõisa park** (kaitse all 1971, pindala 6,9 ha); **Koonu pargi põlispuud** (kaitse all 1959, pindala 6,4 ha); **Määri kaseallee** (kaitse all 1971, pindala 0,4 ha); **Pudivere park** (kaitse all 1959, pindala 2,7 ha); **Roela mõisa park** (kaitse all 1971, pindala 3,8 ha); **Rohu mõisa park** (kaitse all 1959, pindala 12,1 ha); **Triigi mõisa park** (kaitse all 1959, pindala 6,8 ha); **Äntu park** (kaitse all 1959, pindala 14,7 ha), **Rahkla põlispuud** (kaitse all 1959, pindala 5,8 ha)

Kaardilehel asuvatest põlispuudest on kaitse all: **Järvepera pärnad** (kaitse all 1971); **Vao lehis** (kaitse all 1971), **Laekvere mänd** (kaitse all 1959)

Kaitsealuseid ega hiidrahnu mõõtu rändrahnne kaardilehe piires ei ole.

## UURITUSEST

Esimesed kirjapanekud kaardilehe ala geoloogia kohta pärinevad 19. sajandi keskpaigast kui G. Pfeifer (1843) mainib Liivimaa ja sellega piirnevate kubermangude geognostilises kirjelduses teiste seas Porkuni ümbruses avanevaid lubjakive. E. Eichwald (1844) kirjutab oma Siluri ja Devoni kihtidele pühendatud ülevaates ülem-siluri kihtidest Pandivere mõisa ümbruses. Oma järgmises (Eichwald 1854), Liivi- ja Eestimaa grauvaki kihtidele pühendatud ülevaates, mainib ta Porkuni ümbruses levivaid Pentamerus-lubjakive. F. Schmidt kirjutab samuti mitmetes oma uurimuses (1855 a, b, c) *Pentamerus borealis* lubjakividest, mida ta loeb tollase Siluri süsteemi IV tsooni kuuluvaks. Samas kirjutatakse ka Pandivere kõrgustikust, mille kõrgem osa jäävat Väike-Maarjast loode poole. F. Roemer (1862) kirjeldab oma reisikirjas teiste seas Tamsalu ja Porkuni ümbruse aluspõhja kivimeid ja teeb oletuse, et Saksamaal *Pentamerus borealis*'t sisaldavad rändkivid võiksid siitmailt pärit olla. R. Dittmar (1882) kirjutab, et Rakvere lähedal Voore mõisa maadel põletatavat lupja. B. Doss (1905) tõdeb, et 1904. aasta 23. oktoobri maavärinat olla olnud tunda ka Rohu mõisas. E. Wahl (1907) kirjutab sellest, et Põltsamaa jõgi (Pahle) saab alguse Pandivere platoolt. Soome geoloog H. Hausen, kelle huviorbiidis olid Kvaternaari ajastu ja selle pinnavormid Venemaa Läänemere äärsetes kubermangudes, mainib oma uurimustes korduvalt Pandivere kõrgustikku (Hausen, 1913 a, b, c). A. Öpik (1937) uurib Porkuni ladet Porkuni ja Tamsalu vahelisel alal. F. J. Nikitini (1947) enamasti nafta otsingutele suunatud struktuur-geoloogiline kaardistamine hõlmab Tamsalu–Simuna vahelist ala.

1960. aastal uurib Inju-Meriküla dolomiidimaardlat M. Vares (1960). Pandivere karsti uurisid Ü. Heinsalu (1963, 1977, 1978), T. Eipre (1967, 1981) ja veel paljud teised.

Oluline osa kaardilehe ala geoloogilisel uurimisel oli 1960-ndatel aastatel läbi viidud keskmisemõõtkavalisel (mõõtkavas 1:200 000) kompleksel geoloogilisel kaardistamisel. Aastail 1960–1963 viidi Rakvere rühma poolt läbi kaardilehe O-35-IX keskmisemõõtkavaline kompleksne geoloogilis-hüdrogeoloogiline kaardistamine (Kõrvel ja Kõrvel, 1963). Aasta hiljem ilmusid kaardid ja seletuskiri trükis (Kõrvel ja Kõrvel, 1964).

Aluspõhja sügavamate kihtide ja kristalse aluskorra tundmaõppimisel oli suur osa geoloogilisel süvakaardistamisel (Puura jt, 1974; Koppelmaa jt, 1979, 1982) ja selle käigus tehtud gravi- ja magnetomeetrisel kaardistamisel (Gromov ja Gromova, 1972, Gromov jt, 1977). Süvakaardistamise käigus puuriti kaardilehe põhjaosas 16 kristalset aluskorda avavat puurauku. Süvakaardistamise tulemuste hulka võib lugeda kristalse aluskorra kerkeala avastamist Assamalla piirkonnas. Puurauku F162 (Assamalla) piirkonnas on kristalse aluskorra kivimite pealispind kerkinud enam kui 80 meetrit (Puura jt, 1974). Lisaks sellele täheldati selles puuraugus ka erakordselt paksu ja rikast fosforiidilasundit. Kuigi puursüdamiku väljatulek fosforiidilasundi tasemelt oli üsnagi tagasihoidlik (u 10%), lubasid  $\gamma$ -kiirguse diagramm ja tõstetud umbes 0,2 m pikkune tükk ooboluskonglomeraati tisedale fosforiidilasundile.

Kristalse aluskorra kivimeis ilmnenuid mõningate maagiilmingute ja osaliselt ka perspektiivseks osutada võiva fosforiidilasundi perspektiivsuse kontrollimiseks rajati üle Assamalla kerkeala 14 süvapuuraugust (F251–F265) koosnev profiil (Koppelmaa jt, 1979). Assamalla kerkeala nõlval asuvas puuraugus F253 (Kadila) tõsteti ligi 2 meetrit ooboluskonglomeraadi südamikku, milles  $P_2O_5$  sisaldus küündis kuni 22%-ni.  $\gamma$ -kiirguse diagrammi interpreteerimine näitas, et perspektiivse fosforiidikihi paksus selles piirkonnas võib olla kuni 6 meetrit. Ka veel mitmes teises ida poole jäävas puuraugus täheldati anomaalses paksuses fosforiidikihi olemasolu, kuid neist puuraukudest enam struktuurselt rikkumata fosforiidimaaki tõsta ei õnnestunud. Nii hakkasid kuju võtma tulevase Rakvere fosforiidirajooni piirjooned. Pilt selgines veelgi, kui Rägavere ja Assamalla piirkonnas hakati fosforiiti juba reeglipäraselt otsima (Raudsep jt, 1981). Otsingute positiivse tulemuse alusel hakati detailsemaid

uuringuid tegema Lääne-Kabala piirkonnas (Raudsep jt 1984, 1989) ja otsinguid Rakvere fosforiidirajooni ida- ja lõunaosas (Martin jt, 1988).

Vene platvormi loodeosa põlevkivide otsingutööde ja nende perspektiivsuse hindamise käigus viidi aastail 1977–1982 läbi uuringud ka Tapa põlevkivileiukohas (Morozov jt, 1982). Leiukoha kaguosa ulatub ka kaardilehe loodeossa.

TA Geoloogia Instituut viis 1975. aastal läbi uurimuse Pandivere piirkonna (Rakvere ja Paide rajoonide) melioratiiv-hüdrogeoloogilise olukorra hindamiseks. R. Perens jt (1978) poolt viidi läbi maaparanduse vajadustest lähtuv suuremõtkavaline hüdrogeoloogilis-ehitusgeoloogiline kaardistamine Tapa–Viru-Roela piirkonnas. Rakvere fosforiidirajoonis varemuuritud alade kompleksse suuremõtkavalise geoloogilis-hüdrogeoloogilise järelkaardistamisega tegelenud T. Saadre jt (1984). L. Vallner jt (1984) uurisid kavandatava Lääne-Kabala fosforiidikaevanduse mõju Pandivere kõrgustiku veeressurssidele. A. Bauman jt (1985) ja J. Heinpalu jt (1986) uurisid Pandivere kõrgustiku veeressursside ratsionaalse kasutamise ja kaitse abinõude rakendamise võimalusi.

1987. aastal viidi Roela piirkonnas läbi varem avastatud geofüüsikaliste anomaaliade kontroll (Kolesnikov ja Taratorina 1987). Töö eesmärgiks oli kontrollida keskmisemõtkavalise geoloogilise kaardistamise (Kõrvel ja Kõrvel, 1963) käigus Roela piirkonnas kristalses aluskorras avastatud radioaktiivsete elementidega seotud anomaaliade olemust. Uuringu käigus puuriti 3 aluskorra kivimeid avavat puurauku ja tehti mitmesuguseid geofüüsikalisi töid, kuid täiendavaid maagiilminguid ei avastatud. Maagiilming tunnistati perspektiivituks.

H. Kink (1993) tegi kokkuvõtte Pandivere riikliku veekaitseala moodustamisega seotud uurimistöödest. H. Kingu eestvedamisel töötanud kollektiivil valmisid 2002. ja 2005. aastal ülevaated Lääne-Virumaa loodumälestistest (Kink jt, 2002, 2005).

Viimasel aastakümnel on piirkonna põhjavee kaitse uuringutega enim seotud olnud AS Maves. Aastail 1995–1999 koostati Pandivere veekaitseala kaitseeskiri. Kuna kaitseala juriidiline staatus takerdus paljude probleemide taha, oldi eestvedajaks Pandivere põhjavee alamvesikonna moodustamisele (langeb kokku varempiiritletud Pandivere veekaitsealaga) ning selle veemajanduskava põhiautoriks.



Foto 1. Paene põld õhukese moreenikattega alal Kehalas  
*Photo 1. The field with thin moraine cover at Kehala*



Foto 2. Ebavere mäe jalam  
*Photo 2. The foot of Ebavere hill*





Foto 3. Valgejõe väljavool Porkuni järvest  
*Photo 3. The flow out of the river Valgejõgi from the Lake Porkuni*



Foto 4. Porkuni endine koolimaja (paremal) ja väravatorn (vasakul)  
*Photo 4. The ancient schoolhouse at Porkuni (on the right) and the tower (on the left)*





Foto 5. Valgejõe org Porkunis  
*Photo 5. The valley of river Valgejõgi at Porkuni*



Foto 6. Porkuni mõisahoone  
*Photo 6. The manor house at Porkuni*





Foto 7. Vaade saarele Porkuni järves  
*Photo 7. The view to the island of Porkuni*



Foto 8. Inju mõisahoone (tagantvaade)  
*Photo 8. Inju manor house (backside)*





Foto 9. Inju mõisahoone (eestvaade)  
*Photo 9. Inju manour house (frontal)*



Foto 10. Üleujutatud Haava III karjäär. Tagaplaanil Vinni Kõrgemägi  
*Photo 10. Flooded Haava III Quarry. On the background Vinni Kõrgemägi*





Foto 11. Juprimägi, Juprijärv ja Jupre talu LIDARi vajutatud reljeefikaardil (Maa-ameti kaardiserver)  
*Photo 11. Juprimägi, Juprijärv and Jupre farm on the LIDAR shaded relief map (Land Board Map Server)*



Foto 12. Väike-Maarja kirik uue tornikiivriga  
*Photo 12. The Väike-Maarja Church with brand-new spire*





Foto 13. Väike-Maarja aleviku keskväljak  
*Photo 13. The midfield of Väike-Maarja borough*



Foto 14. Viru-Jaagupi kirik.  
*Photo 14. Viru-Jaagupi Church.*





Foto 15. Endine Viru-Jaagupi vallamaja on ehitatud Inju dolokivist  
*Photo 15. The former Viru-Jaagupi Parish House is build up of Inju dolomite*



Foto 16. Siit saab alguse Põltsamaa jõgi  
*Photo 16. The beginning of the Põltsamaa River*





Foto 17. Veelaha Valgejõe (suundub põhja) ja Põltsamaa jõe (suundub lõunasse) vahel  
 Photo 17. The watershed between the rivers of Valgejõgi (flow to north) and Põltsamaa (flow to south)

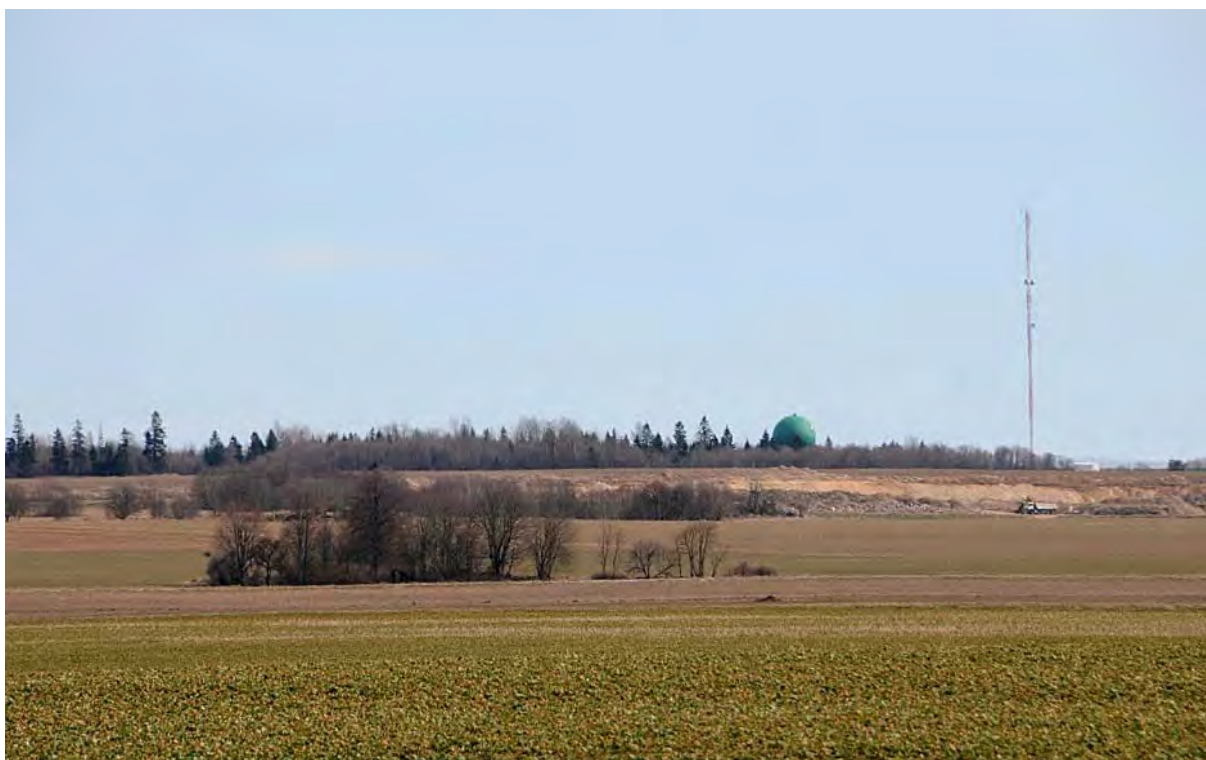


Foto 18. Kellavere mägi läänest vaadatuna  
 Photo 18. View to the hill of Kellavere from west





Foto 19. Vaade Kellavere mäelt lõunasse Emumäe suunas  
*Photo 19. The view from the hill of Kellavere to south in direction of Emumägi*



Foto 20. Allikad ja laululava Roela alevikus  
*Photo 20. The springs and Song Festival Ground in the Roela*





Foto 21. Allikatiik Roelas  
*Photo 21. The springs pound at Roela*



Foto 22. Laekvere alevik  
*Photo 22. Laekvere borough*





Foto 23. Laekvere vallamaja  
*Photo 23. Laekvere Parish House*

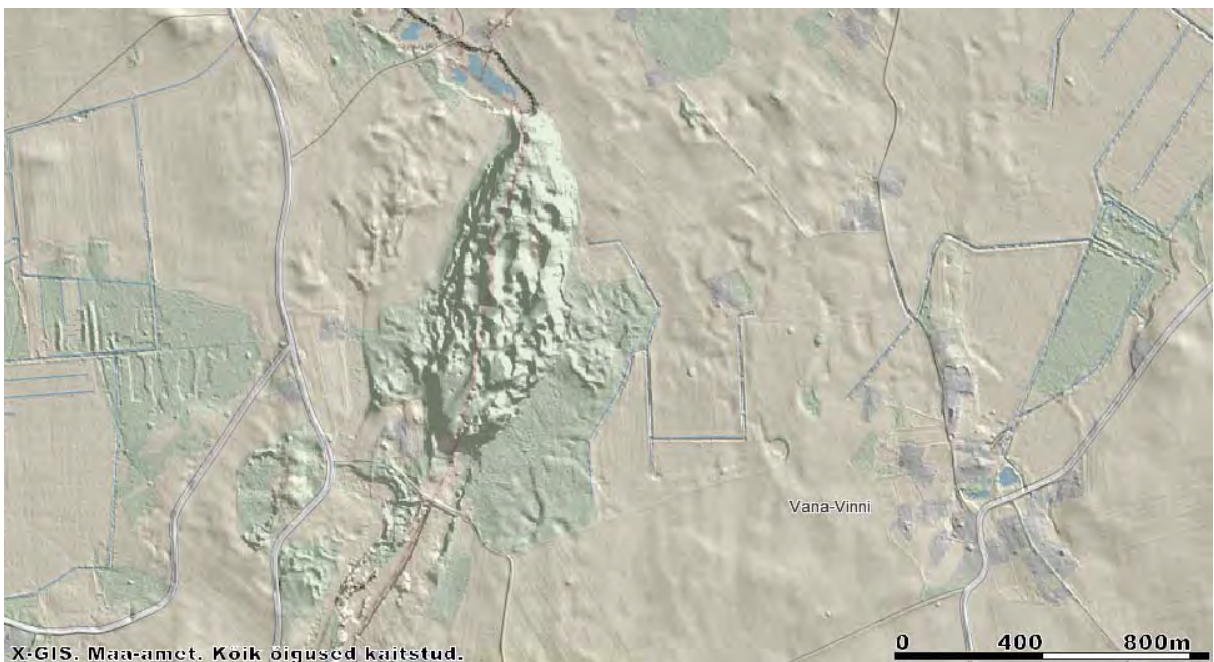


Foto 24. Vinni Kõrgemägi LIDARi varjutatud reljeefi kaardil (Maa-ameti kaardiserver)  
*Photo 24. Vinni Kõrgemägi on the LIDAR shaded relief map (Land Board Map Server)*





Foto 25. Jupri oja (esplaanil) ja Jupri tammik Jupri mägedes (tagaplaanil)  
*Photo 25. Jupri brooke (in the foreground) and Jupri oak forest in the Jupri esker (in the background)*



Foto 26. Lageraidest räsitud mets Jupri mägedes  
*Photo 26. Corrupted by clear-cutting forest in the Jupri esker*



## 1. ALUSPÕHI

Väike-Maarja 6432 kaardilehe aluspõhja suuremõõtkavaline geoloogiline kaart on koostatud põhiliselt varasemate keskmisemõõtkavaliste (Kõrvel ja Kõrvel, 1964; Puura jt, 1974; Koppelmaa jt, 1979; Suuroja, 1997) ja suuremõõtkavaliste (Perens jt, 1978; Saadre jt, 1984) aluspõhja geoloogiliste kaartide ja nende tööde käigus kogutud informatsiooni alusel. Oluline osa on olnud ka põlevkivi (Filatova jt, 1967; Morozov jt, 1982; Basanets jt, 1983) ja fosforiidi otsingu- ning uuringutööde (Raudsep jt, 1981, 1984, 1989) 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 ligi 300 aluspõhja avava puuraugu andmestikku. Neist puuraukudest 17 avasid ka kristalset aluskorda. Lisaks puuraukudest saadud informatsioonile kasutati ka mõningatest paljanditest (Haava (Vinni) karjäär, Kannastiku (Inju-Meriküla) paemurd, Kehala karjäär, Porkuni paemurd, Ärina karjäär) ja kaevistest (Paasvere, Väike-Maarja) saadud informatsiooni. Aluspõhja uuritus ala piires on ebahütlane, parem on see kaardilehe põhjaosas ning seda tänu arvukatele põlevkivi ja fosforiidi otsingu- ja uuringupuuraukudele.

Litostratigraafiliste üksuste (kihistute) avamusalad on piiritletud enamasti andmepunktide (puuraugud, 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. Kivimkomplekside litostratigraafiline liigestus põhineb geoloogilise kaardistamise juhendil ([Juhend...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 paljandu ega avane, vaid selle pealispind laskub ala põhjaosa -200 meetrilt kuni -265 m-ni amp tasemeni ala edelanurgas. Erandiks on Assamalla kerke ala, mille lael aluskorra pealispind on ümbrusega võrreldes kerkinud enam kui 100 meetrit. Nii on Assamalla kerke lael asuvas puuraugus F254 (Kadila) kristalse aluskorra pealispind tasemel -111 m amp (sügavusel 238 m), aga puuraugus F264 (Koplitaguse), mis asub kerke jalamil, tasemel -217 m amp (sügavusel 335 m). Kristalse aluskorra pealispind laskub lõuna suunas keskmiselt 2,5 meetrit kilomeetri kohta (joonis 1.1).

Teave kristalse aluskorra kohta pärineb valdavalt 17-st aluskorda avavast puuraugust, millistest 5 on puuritud Tapa–Rakvere piirkonna süvakaardistamise (Puura jt, 1974), 9 Tapa–Assamalla profiilide (Koppelmaa jt, 1979), 3 Viru-Roela otsingute (Kolesnikov ja Taratorina, 1987) ja üks keskmisemõõtkavalise geoloogilise kaardistamise (Kõrvel ja Kõrvel, 1964) käigus. Kõik loetletud süvapuuraugud asuvad ala põhjaosas, st Porkuni–Roela joonest põhja pool. Kristalse aluskorra geoloogilise ehituse mõistmisele pakkusid olulist abi pindalalise geofüüsikaliste mõõdistamiste (magneto- ja gravimeetria) käigus kogutud informatsioon (Gromov ja Gromova, 1972; Metlitskaja jt, 1992; Gromov, 1995).

Kristalses aluskorras levivate kivimkomplekside piiritlemine põhineb üheltpoolt puursüdamikest võetud ühikutest tehtud kivimääratlustel ja teisalt, kivimääratluste põhjal tehtud

gravi- ja magnetvälja anomaaliate dešifreerimisel. Joonisel 1.1 toodud kaardipilt põhineb süvakaardistamise andmete põhjal koostatud kristalse aluskorra keskmisemõõtkavalistel kaartidel (Puura jt, 1974; Koppelmaa jt, 1979; Koppelmaa, 2002), mida on siis käesoleva töö käigus mõningal määral üldistatud.

Kaardilehe piirkonnas on Alutaguse moondekivimite kompleks esindatud põhiliselt migmatiidistunud, alumiiniumirikkaid mineraale (sillimaniit, kordieriit, granaat, vilgud) sisaldavate vilgugneissidega ehk alumogneissidega väga kirjuilmelise lauskurrutatud (orienteeritud tekstuuride kallakus valdavalt 60–90°) lasundiga. Valdavateks kivimiteks on sillimaniit-kordieriit biotiitgneisid (Foto 1.1.), mis sisaldavad veel granaati, küünekivi ja pürokseeni. Alumogneisside lasundis on veel mikrogneisside vähemaid kihte. Omapärase ehitusega on Assamalla kerkeala, kus lisaks alumogneissidele leidub veel kvartsiite (puuraugud F162 (Assamalla), F251 (Kadila), F253 (Kadila), F254 (Kadila), F255 (Assamalla)), sulfiid-grafiitgneisse ehk nn musti gneisse (Foto 1.2.), mis sisaldavad pürroitiini kuni 20% ja grafiiti kuni 20% (puuraugud F255, F258 (Lasila)) ning üksikjuhtudel ka marmorit (puuraugud F251, F253, F255). Assamalla kerkeala aluskorras levivad omapärased kivimid (sisaldavad kvartsiite (Foto 1.3.), sulfiid-grafiitgneisse, marmoreid) kuuluvad Alutaguse kompleksi Uljaste kihistusse. Nii Assamallas kui Uljaste piirkonnas kaasnevad nende Uljaste kihistu levialaga kristalse aluskorra kerkealad ja ligikaudu samas suurusjärgus (kuni 100 meetrit) on ka kergete amplituud. Tegelikult ei ole Assamalla ega Uljaste kergete puhul tegu kergetega selle sõna otseses mõttes, vaid saarmägedega (inglise *monadnock*). Saarmäed tekkisid Ediacara-eelse erosiooni käigus, millest jäid üldiselt penepleenistunud tasandikule erosioonikindlamatest moondekivimitest (kvartsiitidest) südamikuga saarmäed.

Puuraugus F158 (Pajusti) on avatud lasund biotiitgneisse, mis sisaldavad vähesel määral amfibooli ja pürokseeni. Lasund, mille kihilisus on u 60° all, on migmatiidistunud plagiograniidiga.

Viru-Jaagupi ja Küti ümbruses (puuraugud F160 (Kirikuküla), F161 (Voore), F163 (Viru-Jaagupi)) levivad enamasti migmatiidid – tugevasti migmatiidistunud alumogneisid. Puuraugus F160 on alusmaterjaliks olnud kordieriiti ja sillimaniiti sisaldavad gneisid. Puuraug F161 on esindatud valdavalt migmatiitgraniidiga – pegmatoidse kaaliumirikka süenograniidiga (Foto 1.4.). Puuraugu F163 piirkonnas olevate migmatiitgraniitide algmaterjaliks on olnud samuti granaati ja kordieriiti sisaldavad alumogneisid. Migmatiseerivas materjalis on lisaks süenograniidile ka veel granodioriiti ja tonaliiti.

Kaardilehe lõunaosas Pudivere–Määra piirkonnas levivad, kui võtta aluseks gravi- ja magnetvälja iseärasused, biotiit-amfiboolgneisid ja amfiboliidid.

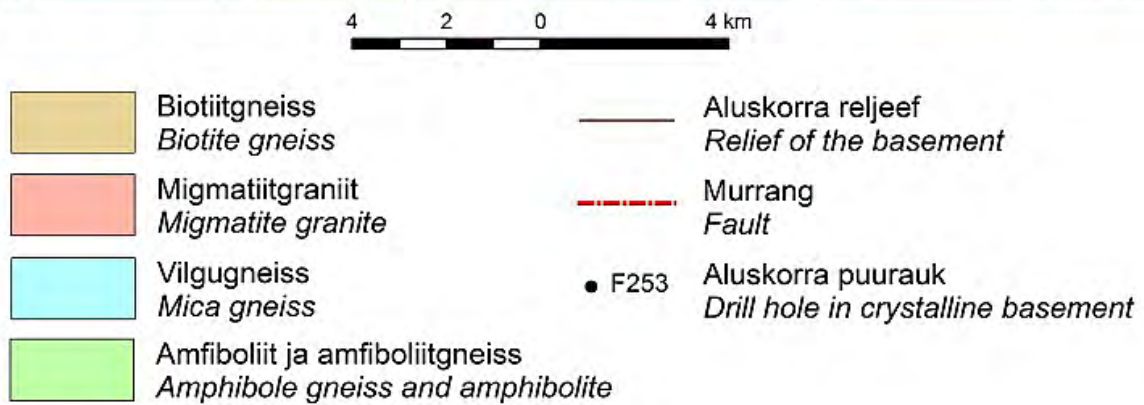
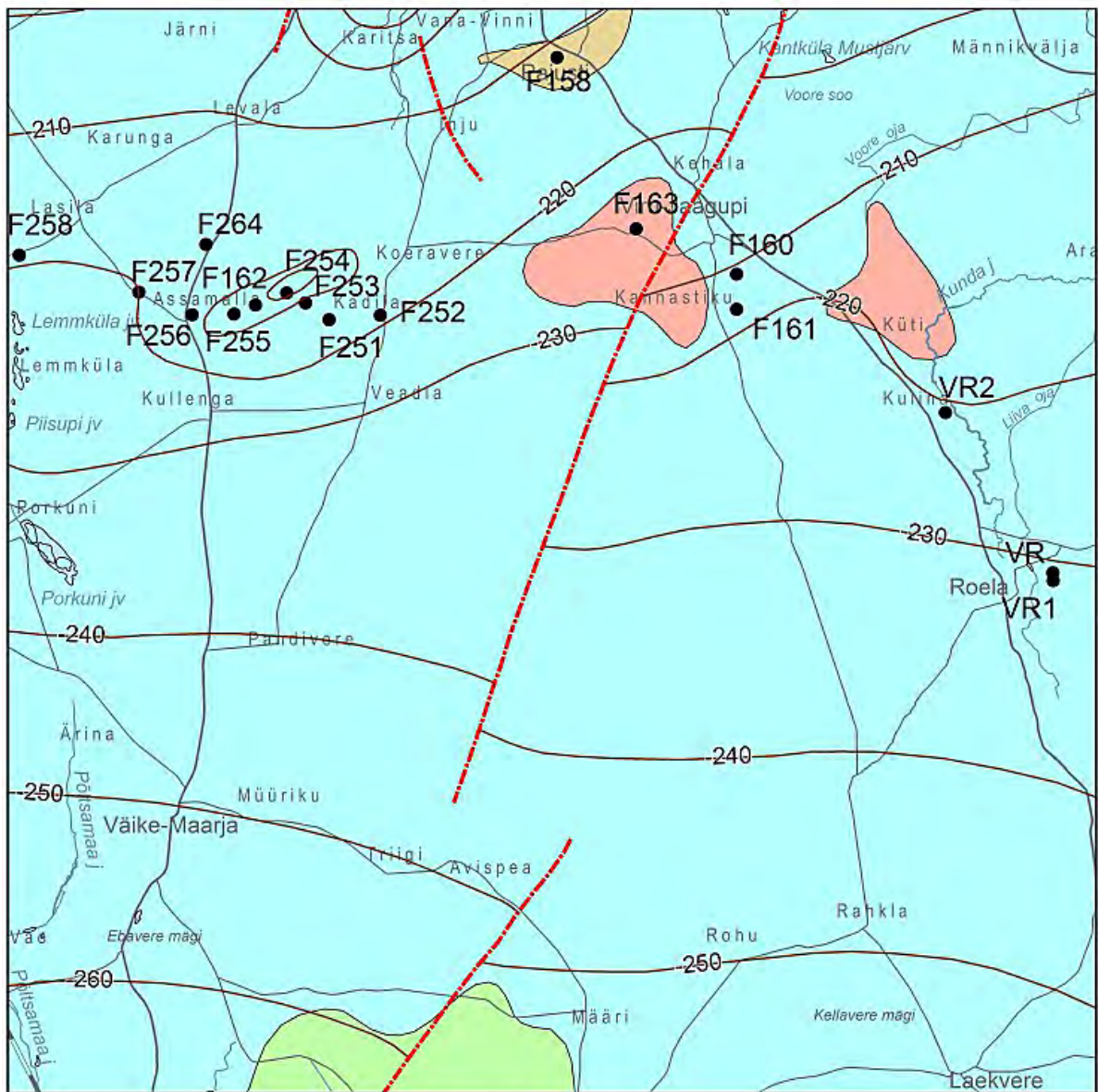
Pindmiselt on kristalse aluskorra kivimid 5–120 m (keskmiselt u 60 m) paksuselt murenenud, moodustades murenemiskooriku (Foto 1.5.). Murenemiskooriku paksus sõltub eelkõige kivimite mineraalsest koostisest: kvartsiitide levialal (F254 Kadila) on paksus väiksem ja vilgugneisside (alumogneisside, ing *alumo-gneiss*) levialal on paksus reeglipäraselt suurem (Foto 1.6., 1.7.). Kuid oma osa mängib ka kivimite tektooniline rikutus (lõhelisus). Esialgne murenemiskoorik oli paksem, kuid osa sellest on mattumise-eelsel ajal ära kulutatud. Kulutuse ulatusele viitab murenemiskooriku tsonaalsus: läbilõigetel, kus on säilinud murenemiskooriku kõik 3 tsooni (ülalt alla: III ehk pude murenemiskoorik, II ehk savikas murenemiskoorik ja I – vähe murenenud kivimid), on see enam-vähem täielikult säilinud. Mida sügavam erosioonilõige, seda vähem on säilinud tugevamini murenenud kivimeid.

Tabel 1.1. Väike-Maarja (6432) kaardilehe mõningate kristalse aluskorra kivimite keemiline koostis (kaalu %).

Table 1.1. Chemical composition of the crystalline basement rocks of the Väike-Maarja (6432) mapping area (wt %).

Kivim	QTA MGG	GNCS	GRSYP G	GNBP AM	GNBIG F	GNG F	QT	GNGF	GNCS	GNGF
Puurauk	F162	F160	F161	F158	F251	F252	F253	F258	F256	F257
Proovi sügavus (m)	317,8	423,3	382,3	356,9	454,8	489,3	357,0	460,0	485,2	380,5
SiO <sub>2</sub>	95,46	56,88	74,20	62,64	42,94	58,94	94,78	54,83	49,42	49,02
TiO <sub>2</sub>	0,01	0,68	<0,1	0,60	1,31	0,60	0,01	0,62	0,97	0,76
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,23	19,75	13,42	14,82	27,91	13,28	0,40	13,08	12,90	16,97
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,14	1,57	0,32	2,13	1,95	5,57	0,89	1,79	6,91	2,86
FeO	0,86	5,97	0,32	4,42	10,13	4,09	1,08	10,42	5,60	6,90
MnO	0,03	0,10	0,04	0,09	0,10	0,07	0,05	0,05	0,21	0,17
MgO	0,77	3,01	0,26	3,74	6,54	4,31	0,54	4,44	7,29	6,21
CaO	1,23	0,97	0,80	4,43	2,74	2,93	1,76	2,36	9,73	13,12
Na <sub>2</sub> O	<0,001	1,43	1,57	2,21	0,02	1,41	<0,2	1,37	0,80	1,59
K <sub>2</sub> O	<0,001	6,00	8,08	2,16	3,33	2,61	<0,2	2,75	1,43	0,40
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	0,07	0,06	0,20	0,53	0,17	0,06	0,16	0,21	0,26
S <sub>total</sub>	0,95	0,10	0,10	0,23	0,32	1,79	0,23	2,38	1,96	0,12
L.O.I.	2,98	2,98	0,50	1,71	1,79	4,40	0,53	6,49	2,12	1,30
Summa	100,14	99,51	99,67	99,44	99,61	100,17	100,33	100,29	99,55	99,68
Fe <sub>2</sub> O <sub>3 total</sub>	1,19	8,20	0,68	7,04	13,20	10,11	2,09	13,37	13,13	10,53

QTAMGG – kvartsiit amfibooli ja granaadiga (*quartzite with amphibole and garnet*); GNCS – kordieriit-sillimaniitgneiss (*cordierite-sillimanite gneiss*); GRSYPG – pegmatoidne süenograniiit (syenogranite pegmatoid); GNBPAM – biotiit plagioklassgneiss amfibooliga (*biotite plagioclase gneiss with amphibole*); GNSGGF – sillimaniitgneiss granaadi ja grafiidiga (*sillimanite-garnet gneiss with graphite*); GNGF – sulfiid-grafiitgneiss “must kilt” (*sulphide-graphite gneiss “black shist”*); QT – kvartsiit (*quartzite*); GNCS – granaat-kordieriitgneiss (*garnet-cordierite gneiss*):

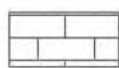
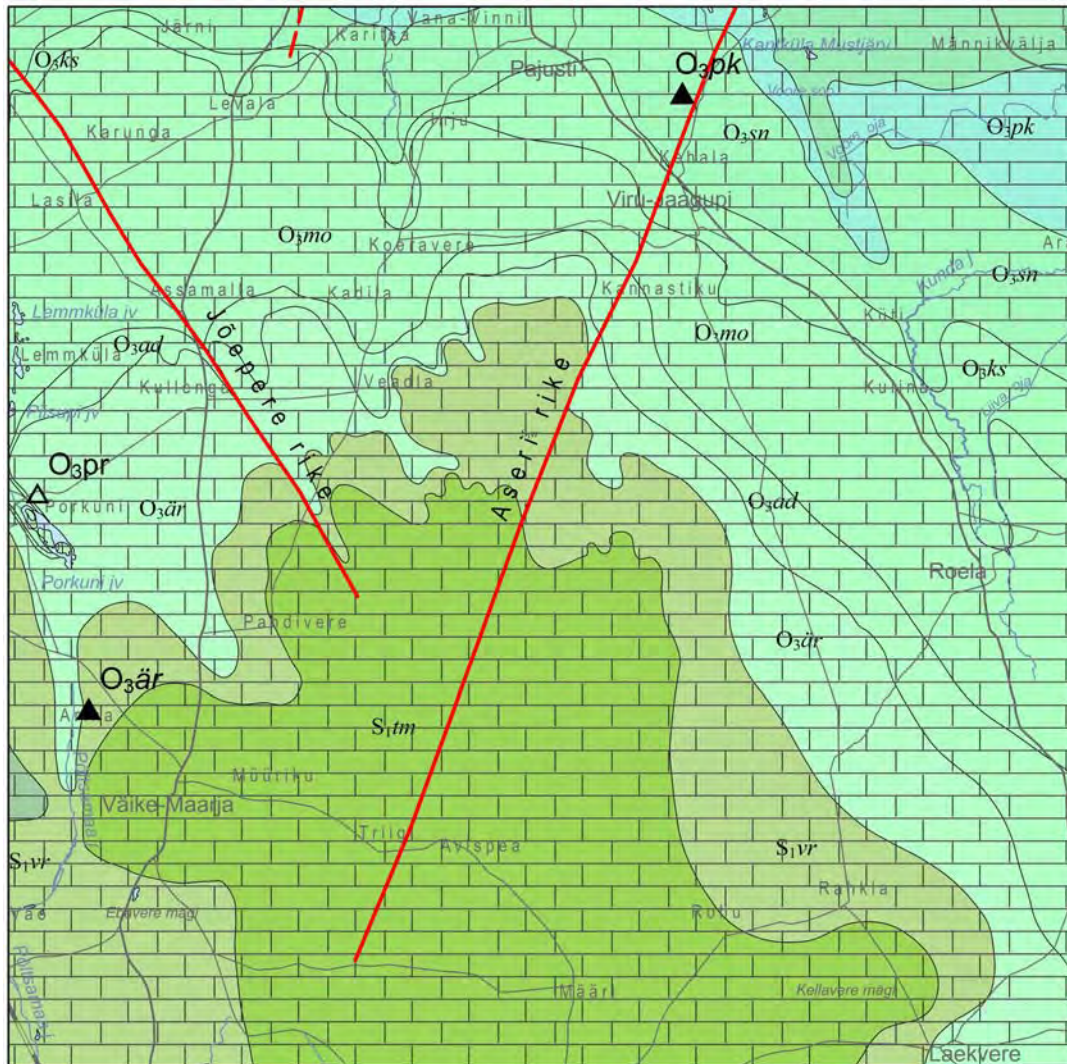


Joonis 1.1. Kristalse aluskorra skemaatiline kaart.  
*Figure 1.1. A schematic map of the crystalline basement.*



## 1.2. SETTEKIVIMILINE PEALISKORD

Neoproterosoilistest ja paleosoilistest kivimeist koosnev sette kivimiline pealiskord lasub suure ajalise lünga (u 800 mln aastat) ja põiksusega kristasel aluskorral. Pealiskorra paksus suureneb kaardilehe põhjaosa u 270 meetrit kuni u 360 meetrini ala lõunaosas. Settekivimilise pealiskorra struktuurid jälgivad enamasti kristalse aluskorra pealispinna reljeefi ja üksnes Assamalla kerke lael võib täheldada pealiskorra paksuse vähenemist kuni sajakonna meetri võrra. Ala äärmist loodeosa läbivad riivamisi ulatuslikuma Kõrvemaa rikkevööndi koosseisu kuuluvad Loobu ja Uku rikked. Fleksuuritaolise nihke amplituud kaardilehel jääb Loobu rikkell 10–20 meetri ja Uku rikkell 5–10 m piiresse.



Lubjakivi  
Limestone



Stratotüüp  
Stratotype



Rike  
Fault

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

### 1.2.1. Ediacara ladestu

Ediacara ladestu (endine Ülem-Vend) Kotlini lademesse kuuluvate purdkivimite (liivakivid, aleuroliidid, argilliidid) lasund tüseneb kirde suunas u 60 meetrit kaardilehe edelaosas kuni 85 meetrini kirdes. Ediacara ladestu lasub transgressiivselt kristalse aluskorra murenemiskoorikul. Ediacara kivimid kaardilehe piires ei paljandu, kuid on avatud ala põhjaosas asuva 16 puurauguga (Puura jt, 1974). Kaardilehe piires on Ediacara ladestu esindatud enamasti oma kolme kihistuga, st Gdovi, Kotlini ja Voronka kihistuga. Assamalla saarmäe lael Ediacara ladestu setted puuduvad, sest neid ei ole sinna settinudki (Foto 1.8.).

**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) savika aleuroliidi vahekihte. Kihistu kirde suunas suurenev paksus on 30–40 m. Gdovi kihistu on esindatud alal Oru ja Moldova kihistikuga. Kihistu alumisel piiril leviv **Oru kihistik** ( $V_{2gdO}$ ) kujutab endast valdavalt kuni meetri paksust liivakivist, gravelliidist, peenkonglomeraadist või punakaspruunist mikstoliidist koosnevat lasundit. Assamalla saarmäe nõlvadel kasvab Oru kihistiku paksus kuni 20 meetrini ning on seal esindatud valdavalt punakaspruuni mikstoliidiga (Foto 1.9.), Moldova kihistiku liivakivid seal puuduvad. Kaardilehe ülejäänud alal valdab **Moldova kihistik**, mille kirde suunas kasvav paksus on kuni 40 meetrit. Kihistik on esindatud helekollakaspruuni eriteralise kvarts-päevakivi koostisega liivakivi lasundiga, milles on ka üksikuid kirjuvärvilise aleuriitsavi vahekihte.

**Kotlini kihistu** ( $V_{2kt}$ ), mis levib kogu kaardilehe ulatuses, kirdesse suurenev paksus on 2–35 meetrit, kusjuures Assamalla saarmäe lael Kotlini kihistu setted puuduvad. Kihistu on esindatud enamasti kirjuvärvilise (punakaspruunist kuni kollaseni) õhukesekihilise aleuriitsavi lasundiga, milles ka vähemaid aleuroliidi ja liivakivi vahekihte. Kihistu piires on eristatavad kolm kihistikku: Uusküla, Jaama ja Meriküla.

**Voronka kihistu** ( $V_{2vr}$ ), mille koosseisus on välja eraldatud Sirgala ja Kannuka kihistik, paksus alal on 30–35 m. **Sirgala kihistik** ( $V_{2vrS}$ ) on esindatud põhiliselt pisi- kuni peeneteralise helehalli nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud kvartsliidakivi lasundiga, milles on rohkesti kirjuvärvilise (kollakashall kuni punakaspruun) aleuroliidi ja aleuriitsavi vahekihte. Kihistu paksus alal on 25–30 m. **Kannuka kihistik** ( $V_{2vrK}$ ) on esindatud üsna ühetaolise 4–7 m paksuse valkja pisi- kuni peeneteralise kvartsliidakivi lasundiga. Liivakivi on nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud. Assamalla saarmäe lael Voronka kihistu setted puuduvad.

### 1.2.2. Kambriumi ladestu

Kambriumi ladestu, mis on avatud 16 süvapuurauguga kaardilehe põhjaosas, on esindatud Alam-Kambriumi ladestiku purdkivimitega. Ladestiku paksus on 86–97 m ja on jälgitav paksuste mõningane põhjasuunaline suurenemine. Assamalla saarmäe piirkonnas olulisi muutusi Alam-Kambriumi ladestiku kivimilises koostises ega paksustes ei ole täheldatud, kuid ladestiku sisesed struktuurpinnad on kümnekond meetrit kerkinud. Alam-Kambriumi ladestikus eraldatakse kolme kihistut: Lontova (Lontova lade) ja Dominopoli lademesse jäävaid Lükati ja Tiskre kihistut.

**Lontova kihistu** ( $Ca_1ln$ ), mille mõnevõrra põhja suunas suurenev paksus alal on 55–65 m, moodustab koos sellel lasuva Lükati kihistuga nn sinisavilasundi. Sinisavilasundi paksus alal on 65–75 m. Assamalla saarmäe lael lasuvad Lontova kihistu Sämi kihistiku kivimid otse saarmäe tuumikuks olevatel ja tavapärasest sadakond meetrit kõrgemal asetsevatel kristalse aluskorra kvartsiidil (Foto 1.8.). Lontova kihistu koosneb rohekashallist kuni kirjuvärvilisest (rohekashall, violetsete ja punakaspruunide laikudega) vähesel määral aleuriiti sisaldavast argilliidilaadsest savist – sinisavist. Lontova kihistu piiritlemisel on põhilisteks diagnostilisteks tunnusteks sinisavis esinevad foraminifeeri

*Platysolenites antiquissimus* jäljendid ja püriidistunud ussikäigud. Sämi kihistiku kiltja savi kihtides leidub ka Eesti Kambriumi esimese loomakese *Sabellidites cambriensis* jäljendeid. Lontova kihistus on põhiliselt liiva sisalduse alusel välja eraldatud kolm kihistikku (alt üles): Sämi, Mahu ja Kestla. **Sämi kihistik** ( $Ca_1lnS$ ), mille paksus alal on 7–16 m, on esindatud rohekashalli, kohati violetsete laikudega sinisaviga, milles on tugevalt tsementeerunud kvartsliaivakivi õhemaid (kümme-kond sentimeetrit) vahekihte. Sämi kihistiku minimaalsed paksused seonduvad Assamalla saarmäe piirkonnaga. **Mahu ja Kestla kihistik**. Kuna Mahu ja Kestla kihistiku eristamine, mida tehakse liiva ja aleuriidi sisalduse alusel, on küllaltki keerukas ning enamikes puuraukudes, kus südamikü väljatulek on üsna tagasihoidlik, seda tehtud ei ole, siis enamasti vaadeldakse seda 50–58 m paksust litostratigraafilisi üksust koos indeksi  $Ca_1lnM-K$  all. Umbes 10 m paksune Mahu kihistik, mis on esindatud vähesel määral aleuriiti ja peenliiva sisaldava sinisaviga, hõlmab ühendkihistiku alaosa. Kestla kihistiku, mis on esindatud argilliidilaadse sinisaviga, paksus alal on 40–50 meetrit.

**Lükati kihistu** ( $Ca_1lk$ ), mis kuulub Dominopol'i lademesse, moodustab sinisavilasundi ülaosa. Kihistu paksus on 6–15 m, kusjuures muutuste tendents ei ole selgelt avaldunud. Lükati kihistu on esindatud valdavalt rohekashalli aleuriitsaviga (70–80%), milles on glaukoniiti sisaldava aleuroliidi ja pisiterise kvartsliaivakivi vahekihte. Kihistule iseloomulikuks fossiilikiks on foraminifeer *Volborthella tenuis*. Kihistu alumisel piiril on sageli õhuke, mõne sentimeetrine fosfaatsetest veeristest basaalkonglomeraat.

**Tiskre kihistu** ( $Ca_1ts$ ), mida siinkohal käsitletakse traditsiooniliselt Dominopol'i lademesse kuuluvana, paksus on 17–21 m, kusjuures selgeid muutusi paksustes ei ole välja kujunenud. Tiskre kihistu koosneb suhteliselt ühetaolisest hele- kuni kollakashallist jämedateralisest kvartsaleuroliidist ((Foto 1.11.). Kihistu alaosas esineb rohekashalli glaukoniiti sisaldava savika aleuroliidi vahekihte.

### 1.2.3. Ordoviitsiumi ladestu

Ordoviitsiumi ladestu, mille enamasti lõunasse suurenev paksus alal on vahemikus 115 kuni 170 meetrit, on esindatud põhiliselt karbonaatkivimitega.

**Alam-Ordoviitsiumi ladestiku** koosseisu kuuluva kolme lademe (Pakerordi, Varangu ja Hunnebergi) piires on välja eraldatud 4 kihistut (Kallavere, Türisalu, Varangu ja Leetse). Ladestiku paksus alal on 6–16 m. Ladestik on kivimiliselt mitmekesine, siin leidub nii oobolusliivakivi ehk fosforiiti (Kallavere kihistu), maarjaskilta (e graptoliitargilliiti, diktüoneemakilta) (Türisalu kihistu), glaukoniidirikast halli bentoniitsavi (Varangu kihistu) kui ka glaukoniitliivakivi (Leetse kihistu).

**Kallavere kihistu** ( $Ca_3-O_1kl$ ), mis kaardilehe piires kuulub tervenisti Alam-Ordoviitsiumisse, hõlmab enamiku (4–12 m) Alam-Ordoviitsiumi ladestikust. Kallavere kihistu on esindatud enamasti puudulukuliste brahhiopoodide (ooboluste) kojapoolmeid ja nende purdu sisaldava kvartsliaivakivi lasundiga – nn fosforiidilasundiga. Assamalla kerkeala lae ja nõlvade piirkonnas ning nende ümbruses levib kuni 3 m paksuse lasundina keskmiselt tsementeerunud pruunikashalli ooboluskonglomeraadi kiht (Foto 1.10.). Kaardilehe kirdeosas leviva ja Kallavere kihistuga seonduva Rakvere fosforiidileiukoha tootmisväärse fosforiidilasundi paksus on 2,7–12 meetrit. Rakvere fosforiidimaardla Assamalla piirkonda jääval Assamalla perspektiivalal on fosfori põhiliseks allikaks eelkirjeldatud ooboluskonglomeraat, mille  $P_2O_5$  sisaldus on enamasti 20%;  $MgO$  0,6–1,3%;  $F_2O_3$  keskmiselt 1%.

Ala äärmisse kirdeossa jääb osa Kabala kaeveväljast, millel leviva fosforiidilasundi, mis on esindatud enamasti tumehalli detriitliivakiviga, paksus on 2,7–12 m (keskmiselt 7,5 m).  $P_2O_5$  sisaldus on 3,0–30,2% (keskmiselt 14,3%),  $MgO$  sisaldus 0,1–7,13% (keskmiselt 0,81%)  $F_2O_3$  sisaldus 0,07–4,06% (keskmiselt 1,02%).

**Türisalu kihistu** ( $O_1tr$ ) levib üksnes kaardilehe loodenurgas paksusega kuni 1 m ja selle lasundi väljakiildumine toimub enam-vähem Assamalla–Vinni joonel. Türisalu kihistu on esindatud

pruunika maarjaskilda (e graptoliitargilliit, diktuoneemakilt jne) lasundiga. Kihistu alaosas on rohkesti antrakoniidi kiirjaid kuni 10 cm läbimõõduga kristallipesi. Orgaanika sisaldus maarjaskildas on 13–15%, põlemissoojus valdavalt alla 1400 kcal/kg, looduslik niiskus <1,44%, tuhasus ~85%.

**Varangu kihistu** ( $O_{1vr}$ ), mis kuulub samanimelisse lademesse, levib üksnes kaardilehe äärmises loodeosas (loode pool Assamalla–Vinni joont) õhukese (kuni 0,5 m) kihina. Kihistu on esindatud enamasti helehalli aleuriidika bentoniitsaviga, milles on kihiti rohekashalli glaukoniitliivakivi vahekihte.

**Leetse kihistu** ( $O_{1lt}$ ), mis kuulub enamasti Hunnebergi lademesse, levib kuni 1 m paksuse kihina kogu kaardilehe ulatuses. Kihistu on esindatud hallikasroheline pisi- kuni peenteralise aleuriidika nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud glaukoniitliivakiviga. Leetse kihistus on välja eraldatud kaks kihistikku (alt üles): Joa ja Mäeküla. Põhiosa kihistust hõlmab alumine, hallikasrohelisest ja nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud glaukoniitliivakivist koosnev **Joa kihistik** ( $O_{1ltJ}$ ). **Mäeküla kihistik** ( $O_{1ltM}$ ) kuulub Billingeni lademesse, selle paksus alal on 0,1–0,2 m ning on esindatud glaukoniiti sisaldava lubiliivakiviga. Sagedasti, eriti lõunapoolsetes läbilõigetes, on lubiliivakivi dolomiidistunud ja värvunud punakaspruuniks.

**Kesk-Ordoviitsiumi ladestik** on alal esindatud üksnes karbonaatkivimitega. Kesk-Ordoviitsiumi ladestiku 6 lademe (Billingeni, Volhovi, Kunda, Aseri, Lasnamäe ja Uhaku) piires on välja eraldatud 6 kihistut (alt üles): Toila, Sillaoru, Loobu, Kandle, Väo ja Kõrgekald. Ladestiku paksus alal on 25–32 m ja see suureneb ida suunas ja seda valdavalt seoses Kõrgekald kihistu paksuse suurenemisega.

**Toila kihistu** ( $O_{2tl}$ ), mis kuulub valdavalt Volhovi lademesse, paksus alal on 1,5–2,9 meetrit. Kihistu on esindatud halli, glaukoniiti sisaldava lainjalt keskmisekihilise lubjakiviga. Lubjakivi on sageli dolomiidistunud ja kohati kollakashalli kuni punakaspruuni värvi. Kihistus on välja eraldatud (alt üles): Päite, Saka ja Telinõmme kihistik. Kihistu alaosas on Billingeni lademesse kuuluv **Päite kihistik** ( $O_{2tlP}$ ), mille paksus on 0,5–0,7 m ja mis koosneb hallist kuni kirjuvärvilisest, peen- kuni keskkristalsest, keskmise kuni paksu-kihilise, glaukoniiti sisaldavast pisikristalsest lubjakivist (Foto 1.11.). Kihistikus on rohkesti kollaseid kuni punakaspruune katkestuspindu ja selle alaosas 1–2 kuni 5 cm paksust savimergli kihti. Kihistiku lael on glaukoniiditaiteliste amfora-laadsete süvenditega katkestuspind – püstakkiht. **Saka kihistiku** ( $O_{2tlS}$ ) paksus on 0,4–0,8 m, Telinõmme kihistikku pole välja eraldatud.

**Sillaoru kihistu** ( $O_{2sl}$ ) (0,6–1,0 m) koosneb hallist, keskmiselt kuni tugevalt savikast, õhukeselt kuni keskmiselt lainjaskihilise ooidlubjakivist. Raudooidid on valdavalt korrapärased ja kuni 1 mm läbimõõduga, kuid leidub ka pseudo-ooide (götiidistunud 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** ( $O_{2slP}$ ) ja ülemiseks, st Kunda lademesse kuuluvaks Voka kihistikuks. **Voka kihistik** ( $O_{2slV}$ ), mille paksus on 0,3–0,8 m, on savikam ja raudooidide on selles rohkem.

**Loobu kihistu** ( $O_{2lb}$ ) (7,0–8,0 m) kuulub Kunda lademesse. Kihistu eristub raudooidide sisaldavate kihistute (Kandle ja Sillaoru) vahele jääva raudooidide mittesisaldava lainjalt keskmisekihilise lubjakivi lasundina (Foto 1.12.). 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 raudooidide sisaldav osa. **Napa**



**kihistikus** (0–1,0 m) on raudoide hajusalt ning need on suhteliselt väiksed (< 1 mm). Napa kihistiku, st Kunda lademe lael, on tugev fosfaatne katkestuspind sellele iseloomulike sügavate (kuni 10 cm) uuretega. **Aseri lade** (2,5–3,0 m) on alal esindatud halli, nõrgalt savika, keskmise- kuni paksukihilise, pisi- kuni mikrokristalse, detriidika, hajusalt raudoide sisaldava lubjakiviga (Foto 1.13). Lademe 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. Kohati on lubjakivi dolomiidistunud ja kavernoosne. Kihistule on iseloomulikud arvukad (üle 20) nõrga fosfaatses impregnatsiooniga lainjad katkestuspinnad. Kõikjal on jälgitavad Väo kihistule iseloomulikud umbes 1 cm läbimõõduga subvertikaalsed tumehallid mudasööjate käigud, mis murenenult muutuvad pruunikaks (Foto 1.14.). Kihistu alumise piiri läheduses ilmuvad valged frankoliitsed ooidid. Kihistu lael on 5–7 nõrga fosfaatses impregnatsiooniga lainjat katkestuspinda.

**Kõrgekalda kihistu** ( $O_2kr$ ), mis kuulub Uhaku lademesse, mõnevõrra kirdesse suurenev paksus alal on 10,0–13,6 m. Kõrgekalda kihistu on esindatud hele- kuni rohekashalli nõrgalt savika lubjakiviga, milles rohkesti roheka mergli hajusaid vahekihte ja kelmeid, eristub lamamist eelkõige kukersiidi ja rohekate merglite esinemise poolest (Foto 1.15.). Kukersiidikihid, mida on tähistatud tähtedega a–f, on koondunud kihistu ülaosa 6–7 meetrile. Kihistu alaosa 2–3 meetril sarnaneb Kõrgekalda kihistu lubjakivi Väo kihistu omaga, sest sealgi leidub tumehalle dolomiiditaitelisi mudasööjate käike ning ainsaks erinevuseks on rohekad merglikelmed.

**Ülem-Ordoviitsiumi ladestik** on alal esindatud 9 lademega (Kukruse, Haljala, Keila, Oandu, Rakvere, Nabala, Vormsi, Pirgu, Porkuni), mille piires on omakorda eristatud 12 kihistut (alt üles): Viivikonna, Tatruse, Kahula, Vasalemma, Hirmuse, Rägavere, Paekna, Saunja, Kõrgekalda, Moe, Adila, Ärina. Ülem-Ordoviitsiumi ladestiku avamus hõlmab pea kogu kaardilehe ja selle maksimaalne paksus küünib ala lõunapiiril kuni 120 meetrini.

**Viivikonna kihistu** ( $O_3vv$ ) esindab alal Kukruse ladet ja selle lõuna suunas suurenev paksus on 13–18 m (Saadre ja Suuroja, 1993a,b). Viivikonna kihistu on eelkõige põlevkivi (kukersiiti) sisaldav lasund, kus põlevkivi sisaldavad kihid vahelduvad lubjakivi ja mergli ning kerogeense mergli kihtidega. Põlevkivikihtide kogupaksus kihistu piires on 3,0–4,5 meetrit, kusjuures paksus suureneb edelast kirdesse, ja seda eeskätt Tapa leiukoha põlevkivikihtide I–III arvel. Kaardilehe piires on Viivikonna kihistus võimalik välja eraldada kolm kihistikku (alt üles): Kiviõli, Maidla ja Peetri. **Kiviõli kihistiku** ( $O_3vvK$ ) kirdesse suurenev paksus on 3,5–5,5 m (Foto 1.16.). Indekseeritud põlevkivikihtide A–K kui ka Eesti põlevkivileiukoha tootsa lasundi kihtide A–F<sub>2</sub> eristamine on kaardilehe piires üsnagi raske ja kaardilehe alal enam maavaralist tähtsust ei oma. **Maidla kihistiku** ( $O_3vvM$ ), mille põlevkivikihtidega I–III seonduvad ka Tapa leiukoha tootsad kihid, suurim paksus (kuni 10 m) jääb Väike-Maarja piirkonda, kusjuures kaardilehe põhjaosas langeb paksus 7 meetrini (Saadre ja Suuroja, 1993a,b). Maidla kihistikus olevad indekseeritud põlevkivikihid L–III ja nende vahekihid on tundavamalt paremini eristatavad kui seda on Kiviõli kihistiku indekseeritud kihid A–K. Põlevkivikihid M, N, O eristuvad eelkõige oma võrkja (poolmugulja) tekstuuriga ja vaid nooremad kihid (I, II ja III) sisaldavad vähemal või suuremal määral lubjakivi mugulaid sisaldavaid puhta põlevkivi kihte. Kaardilehe piires Väike-Maarja piirkonnas on Tapa leiukoha tootsa kihi ehk III kihi paksus kuni 2 meetrit. III kihi pruunika kerogeense lubjakivikihi lael on markantne fosfaatne sügavate uuretega katkestuspind (Foto 1.17.). **Peetri kihistik** ( $O_3vvP$ ) levib üksnes kaardilehe lõunaosas, kus selle lõunasse suurenev paksus on 0–4 m. Kihistikus on eristatavad indekseeritud põlevkivikihid IV–VIII ja nende vahekihid (Saadre ja Suuroja, 1993a,b).

**Tatruse kihistu** ja **Kahula kihistu Vasavere kihistik**, mis kuuluvad Haljala lademe Idavere alamlademesse, on selle 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 1.18.).

**Kahula kihistu** on kaardistamise juhendi ([Juhend...2015](#)) järgi jagatud kaheks kivimkehaks – **Kahula 1** ja **Kahula 2**. **Kahula 1** kivimkeha ( $O_{3kh1}$ ), mille mõnevõrra põhja suunas suurenev paksus alal on 7–10 m, kuulub Haljala lademe Jõhvi alamlademesse. Kivimkeha lael on kuni 10 cm-ne diagenesi läbi teinud vulkaanilise tuha kiht – Kinnekulle K-bentoniit. Kivimkeha 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 (alt üles): Aluvere, Pagari ja Madise. **Aluvere kihistikus** ( $O_{3kh1A}$ ; 1–2 m) on valdavaks helehall, nõrgalt savikas, keskmise- kuni paksukihiline, pisikristalne lubjakivi. **Pagari kihistik** ( $O_{3kh1P}$ ; 4–6 m), mis on kivimkeha savikam osa, koosneb rohekashallist, keskmiselt kuni tugevalt savikast muguljast detriitjast lubjakivist. **Madise kihistik** ( $O_{3kh1M}$ ; 2–3 m) koosneb helehallist, nõrgalt savikast, mikrokristalsest, õhukese- kuni paksukihilisest lubjakivist, milles on arvukalt roheka, tugevalt kuni keskmiselt savika lubjakivi hajasapiirilisi vahekihte.

**Kahula 2** kivimkeha ( $O_{3kh2}$ ), mille paksus alal on 12–14 m, kuulub Keila lademesse. Kivimkehas on valdavaks hall, detriitjas kuni detriitne, nõrgalt kuni tugevalt savikas pisikristalne poolkuni täismuguljas lubjakivi rohekashalli lubimergli hajasapiiriliste vahekihtidega.

**Hirmuse kihistu** ( $O_{3hr}$ ) (1,0–2,5 m), mis kuulub Oandu lademesse, on alal esindatud valdavalt rohekashalli lubimergli lasundiga, milles on tasemeti (eriti ülal ja all) savika detriitja lubjakivi vahekihte ja mugulaid (Foto 1.19.). Kihistu suuremad paksused on seotud kaardilehe põhjaosaga. Kihistu alumisel piiril on reeglipäraselt üks kuni kolm tugeva püriitse impregnatsiooni ja sügavate uuretega katkestuspinda.

**Rägavere kihistu** ( $O_{3rg}$ ), mis kuulub valdavalt Rakvere lademesse, mõnevõrra põhja suunas suurenev paksus alal on 13–21 m. Kihistu avamusala on ala kirdeosas (Foto 1.40.). Rägavere kihistu eristub savikamate lubakivide (all Hirmuse ja peal Paekna kihistu) vahel oleva mikro- kuni peitkristalsete lubjakivide lasundina (Foto 1.20.). Alal on kihistus eristatud kolme kihistikku (alt üles): Tõrremäe, Piilse ja Tudu. **Tõrremäe kihistiku** ( $O_{3rgTõ}$ ) paksus on 0,3–0,8 m ja see on esindatud mikrokristalse keskmiselt lainjaskihilise detriitse lubjakiviga, milles mitmeid püriitseid katkestuspindu. **Piilse kihistiku** ( $O_{3rgP}$ ) paksus alal on 5–9 m ja see on esindatud püriidikirjalise, lainjalt keskmisekihilise peit-kuni mikrokristalse lubjakivi lasundiga. Püriidikirjad on hajasad ja intervalli alaosas on neid harvemalt. Kihistiku lael on enamike puuraukude läbilõigetel püriitne katkestuspind. **Tudu kihistiku** ( $O_{3rgTu}$ ) paksus alal on 5–11 m – hele- kuni kollakashall keskmisekihiline mikrokristalne lubjakivi pruunikashalli mergli kelmetega ja mitmete püriitsete katkestuspindadega. Tudu kihistiku ülaosas on üks kuni kolm 1–3 cm paksust kukersiidi või kukersiitse mergli vahekihti.

**Paekna kihistu** ( $O_{3pk}$ ), mis moodustab Nabala lademe alaosa, avaneb kaardilehe kirdeosas. Nabala lademe paksus alal on 22–38 m. Seejuures Paekna kihistu paksus 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 hajasaid

vahekihte. 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 on heitlik – 11–22,0 m. Saunja kihistu avamus kulgeb tugevalt liigestatud võõna üle kaardilehe kirdeosa Inju–Pajusti–Voore joonel. Saunja kihistu lubjakivi paljandub mitmel pool Kehala kruusakarjääri põhjas (Fotod 1.33., 1.34., 1.35.). 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 laiuke. Saunja peitkristalsele lubjakivile on enamasti omane karplik kuni poolkarplik murre. **Kehala dolokivi** nime all on välja eraldatud Kehala kruusakarjääris Aseri rikke piirkonnas pangastena leviv massiivse (kihi paksus kuni 1 m) pruunika dolokivi (dolomiidistunud lubjakivi) lasund (Fotod 1.36., 1.37.). Näib, et need pankad on siitsamast lähedalt pärit. Ühel juhul õnnestus kruusakarjääri põhjal näha ka Kehala dolokivi paljandumas, mis on nii oma olemuselt kui väljanägemiselt väga sarnane Kernu dolokivile. Nii üks kui teine on tekkinud Saunja kihistu peitkristalse lubjakivi dolomiidistumisel.

**Kõrgessaare kihistu** ( $O_3kr$ ), mis kuulub Vormsi lademesse, avamus kulgeb üle ala põhja- ja kirdeosa. Kihistu paksus on 6,6 m (Porkuni) kuni 18,3 m (Kadila) ja üldjoontes suurenevad paksused kirde suunas. Kuigi Vormsi lade on alal veel välja eraldatud Kõrgessaare kihistuna, on tegelikult tegemist üleminekualaga Vormsi lademe savikama fatsiaalse võõndi ehk Tudulinna kihistu suunas (Foto 1.21.). Kihistus on valdavaks hall kuni rohekashall detriitjas lubimergel (u 60%) helehalli pisikristalse puhta kuni nõrgalt savika detriitja lubjakivi hajusapiiriliste läätsjate mugulate ja lainjate kihtidega (Foto 1.32.).

**Moe kihistu** ( $O_3mo$ ), mis moodustab kaardilehel 41–48 m paksuse Pirgu lademe alaosa, avamus kulgeb 2–5 km laiuse võõndina poolkaarjalt ümber Pandivere kõrgustiku võlviosa Roela–Viru-Jaagupi–Koeravere–Assamalla joonel. Moe kihistu, mille paksus alal on 30–35 m, on esindatud helehalli kuni kergelt kreemika, keskmiselt kuni paksult lainjaskihilise kuni peenmugulja peendetriitja mikro- kuni pisikristalse lubjakiviga (Foto 1.22.). Lubjakivikihte eraldavad tumehalli lubimergli lainjalt-läätsjad kihid. Lubjakivi sisaldab tasemeti vetika *Dasyporella* torujaid fragmente.

**Adila kihistu** ( $O_3ad$ ), mis moodustab Pirgu lademe ülaosa, avamus ääristab samuti poolkaarjalt Pandivere võlviosa. Kihistu paksus alal on 11–15 m ning see on esindatud enamasti halli nõrgalt savika, valdavalt peenelt lainjaskihilise kuni mugulja detriitse pisikristalse lubjakiviga (Foto 1.23.).

**Ärina kihistu** ( $O_3är$ ), mis esindab alal Porkuni ladet, avamus ääristab poolkaarjalt ümber Pandivere kõrgustiku võlviosa Paasvere–Kannastiku–Kullenga–Aburi–Porkuni joonel. Ebaõnnestunult on valitud Ärina kihistu stratotüüp, sest Ärina paemurrus paljandub hoopis Siluri ladestu Juuru lademe Tamsalu kihistu karplubjakivi (Foto 1.41.). Sellest tulenevalt võiks Ärina kihistu ümber nimetada Porkuni kihistuks ja selle stratotüübiks valida Porkuni lademe stratotüüp – Porkuni paemurru läbilõige (Fotod 1.24., 1.25.). Ärina kihistu paksus alal on 6,6–9,7 m. Alal on kihistu piires välja eraldatud neli kihistikku (alt üles): Rõa, Vohilau, Siuge, Tõrevere. **Rõa kihistiku** ( $O_3ärR$ ; 0,5–1,5 m) puhul on ilmselt tegu Pirgu lademe Adila kihistu dolomiidistunud lubjakivi erimiga ja see on alal esindatud halli paksukihilise kuni massiivse dolomiidiga. **Vohilau kihistiku** ( $O_3ärV$ ; 1,5–3,0 m) puhul on tegu rifi-kehade vahelise detriitlubjakivi lasundiga ja alal on see esindatud enamasti detriit-biomorfse lubjakiviga (1.41.). **Siuge kihistikule** ( $O_3ärS$ ; 1,0–2,0 m) on iseloomulik pisikristalse lubjakivi lainjalt õhukese- kuni keskmisekihiline vaheldumine nõrgalt kerogeense (pruunikashalli) lubimergliga. **Tõrevere kihistik** ( $O_3ärT$ ; 1,0–2,0 m) on esindatud stromatopoor-tabulaatse rifi-muda lasundiga.

Kaardilehe piirkonnas on selleks enamasti massiivne peitkristalne lubjakivi, milles on nii stromatopooride kui tabulaatide kivistisi.

Täiesti eriilmeline on Ärina kihistu Kannastiku astangu piirkonnas, kus kogu eelkirjeldatud lubjakivilasund, eriti selle Siuge ja Vohilau kihistikku hõlmav osa (Foto 1.27.), on dolomiidistunud ning värvilt kollakaspruunist kuni punakaspruunini (Foto 1.26.) Kannastiku astangul paljanduva paelasundi läbilõikes eristuvad alt üles): 1) keskmiselt 3 m (2,3–4,9 m) ulatuses kollakaspruun paksukihiline kuni massiivne dolokivi (MgO keskmiselt 14,0%) – Rõa ja Vohilau kihistiku tase; 2) kuni 1,5 m kirjuvärvilist (punakaspruun kollaste laikude) lainjalt õhukesekihilist dolokivi mergli vahekihtidega – Siuge kihistiku tase; 3) kuni 1,5 m keskmisekihilist kuni massiivset mudajas-biomorfset lubjakivi (CaO kuni 54%, MgO u 1%) – Tõrevere kihistik (Fotod 1.30., 1.31.). Eeltoodust lähtuvalt teeks ettepaneku Kannastiku astangu piirkonnas Rõa ja Vohilau kihistike ühendav dolokiviga esindatud 3–4 m paksune lasund välja eraldada **Inju kihistikuna** (Fotod 1.28., 1.29.).

Kannastiku astangul on sealset Inju pae nime all tuntud dolokivi II maailmasõja eelsel ajal murtud ja kasutatud mitmete ümbruskonna esinduslike hoonete (Inju mõis, Viru-Jaagupi ja Kehala vallamaja jne) ehitamiseks. Astangu lael leviva Inju-Meriküla dolomiidimaardla varu on ehituskivina arvel (Vares 1960, Lugus 1993 ja Einasto jt 2013) ja viimasel ajal on seal ka paemurdmist alustatud.

#### 1.2.4. Siluri ladestu

Siluri ladestu avamus hõlmab kaardilehel Pandivere kõrgustiku võlviosa Laekvere–Väike-Maarja–Veadla vahemikus. Ladestu on alal esindatud Juuru lademe Varbola ja Tamsalu kihistuga ning selle lasundi mittetäielik paksus kaardilehe lõunapiiril on kuni 20 m.

**Varbola kihistu** ( $S_{1vr}$ ), mis levib Juuru lademe alaosas, avamus kulgeb 1–2 km laiuse vööndina ümber Pandivere kõrgustiku võlviosa Laekvere–Veadla–Väike-Maarja joonel. Varbola kihistu, mille paksus alal on 9–11 m, on esindatud lainjalt keskmise- kuni õhukesekihilise detriit-biomorfse lubjakiviga roheka mergli vahekihtidega. Kihistu alumisel piiril eristub kuni 0,5 m paksune **Koigi kihistik** ( $S_{1vrK}$ ), mis on esindatud helehalli lainjalt õhukesekihilise peitkristalse lubjakiviga.

**Tamsalu kihistu** ( $S_{1tm}$ ), mis levib Juuru lademe ülaosas, avamus hõlmab Pandivere võlviosa Rohu–Raeküla–Pudivere joonel. Tamsalu kihistu on esindatud oma põhiosa ehk Tammiku kihistikuga, mille mittetäielik paksus alal on kuni 12 meetrit. **Tammiku kihistik** ( $S_{1tmT}$ ) on esindatud hele- kuni kollakashalli brahhiopoodi *Borealis borealis* kodadest ja nende fragmentidest koosneva karplubjakiviga (inglise *coquina*) (Foto 1.41.) Tamsalu karplubjakivis on vähemal määral stromatopore ja veelgi harvemalt koralle (tabulaate).

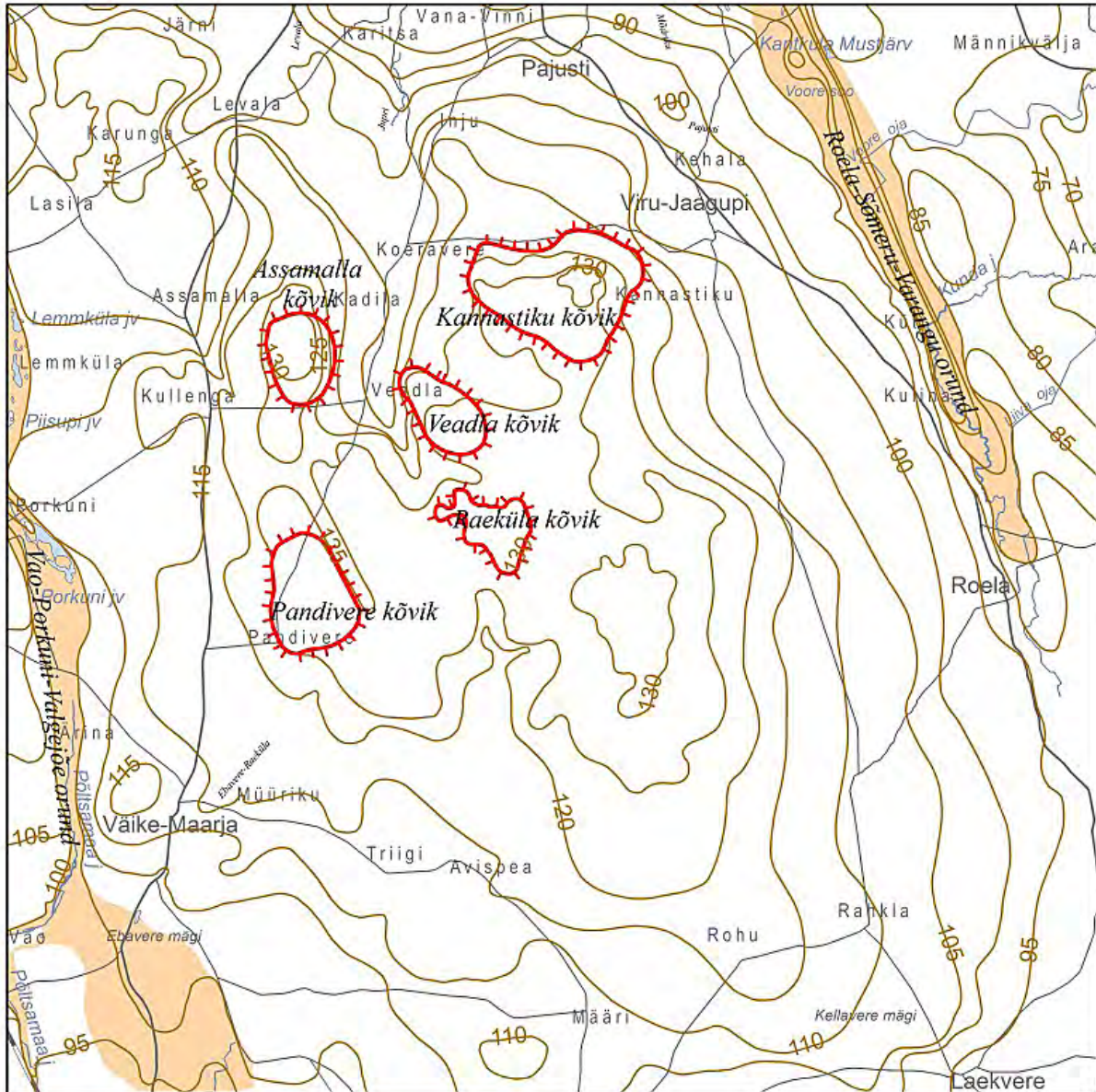
### 1.3. ALUSPÕHJA RELJEEFIST JA STRUKTUURIDEST



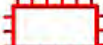
Kaardileht hõlmab enamasti Pandivere kõrgustiku võlviosa tasemetel 100–130 m ümp. Võlviosa piirkonnast laskub aluspõhja pind järsemalt põhja (kuni tasemeni 85 m ümp) ja kirde (kuni tasemeni 70 m ümp) suunas. Kannastiku ja Pajusti vahemiku 5 kilomeetriga laskub paeplatoo pind kuni 40 meetrit ehk kuni 8 meetrit kilomeetri kohta. Lääne ja lõuna suunas on langus tagasihoidlikum ning vastavalt 3 ja 2,5 meetrit kilomeetri kohta.

**Roela–Sõmeru–Varangu** aluspõhjalisest orundist, millel pikkust ligi 40 km, jääb kaardilehe kirdeossa ligi 15 km pikkune Sõmeru–Roela lõik. Kaardilehe piires on laugenõlvaline orund kuni 1 km lai ja kuni 15 m sügav.



**Vao–Porkuni–Valgejõe** aluspõhjalisest orundist, mille pikkust ligi 30 km, jääb kaardilehele orundi lõunapoolne umbes 15 km pikkune **Vao–Porkuni** lõik. Üldiselt laugeperveline, kuid maastikus hästi jälgitav orund, on kuni 20 m sügav ja 100 m kuni 1 km laiune. Porkuni järvest umbes 1 km lõuna pool ehk seal, kus aluspõhi on umbes tasemel 105 m ümp asendub orundi põhja lõunasuunaline kallakus põhjasuunalisega. Porkuni järvest Valgejõe väljavoolu kohast umbes kilomeeter loode pool



-  Aluspõhja reljeefi samakõrgusjoon maismaal  
*Isoline of bedrock relief*
-  Mattunud org  
*Buried valley*
-  Kõvik  
*Bedrock rise*

Joonis 1.3. Aluspõhja reljeefi skemaatiline kaart  
*Figure 1.3. A schematic map of bedrock relief*

pöördub Vao–Porkuni–Valgejõe orundist kirdesse enam-vähem Porkuni–Neeruti oosiahelikku jälgides umbes 400 m laiune ja kümnekonna meetri sügavune **Porkuni–Neeruti** aluspõhjaline orund. Umbes 10 km ulatuses kulgeb see ligi 15 km pikkune orund piki kaardilehe läänepiiri.

Aluspõhja reljeefi ühtedeks laiemalt levinud elementideks on Pandivere kõrgustiku võlviosa põhjakaarest ümbritsevad laugenõlvalised astangud ja nendega sageli seonduvad kõvikud. Astangutest põhjapoolsem on Porkuni–Assamalla–Veadla–Kannastiku joonel vonklevalt kulgev laugenõlvaline ja 5–10 m kõrgune ja paljuski Porkuni lademe avamust jälgiv nn **Porkuni astang**. Selle astanguga seostuvad Kullenga, Koiduküla (Assamalla), Veadla ja Kannastiku I ja II kõvik. **Koiduküla kõvik** jääb enamasti Koiduküla piirsesse, aga kuna see kõvik seostub otseselt selle ees maapõues oleva umbes 2 km<sup>2</sup> pindalaga Assamalla kerkega.

**Assamalla kerkel**, mille lael kristalse aluskorra kivimid on umbes 100 meetrit kerkinud, lasub mõnevõrra väiksema paksusega Alam-Kambriumi Lontova kihistu Sämi kihistiku sinisavi otse kristalsel aluskorral. Ka paelasund on Assamalla kerke kohal näiliselt kümnekond meetrit kerkinud. Tegelikult ei ole siin aset leidnud mitte lubjakivikihtide kerkimine, vaid need on ümbrisalaga võrreldes lasuvate kivimite ja ka mandrilustike surve tagajärjel kümnekond meetrit vähem vajunud. Väiksem vajumine on tingitud sellest, et kerke lael on paremini kompaktsioonile alluvaid purdseteid (Ediacara liivakivid) umbes 80 meetrit vähem kui ümbrisalal.

Assamalla ega ka sellele sarnaste Uljaste kergete puhul ei ole tegu kergetega selle sõna otseses mõttes, vaid mattunud saarmägedega (inglise *monadnock*). Saarmäed tekkisid Ediacara-eelse erosiooni käigus, millest jäid üldiselt penepleenistunud tasandikule erosioonikindlamatest moondekivimitest (kvartsiididest) südamikuga jäänukid – saarmäed. Edicara ajastul mere uue pealetungi käigus mattus ümbrisala tasapisi setete alla, nii et lõpuks jäi paistma vaid saarmäe laepealne osa. Saarmäe nõvadel on näha, kuidas Ediacara Voronka, Kotlini ja Gdovi kihistu liivakivide, aleuroliitide ja savide paksus kerkele lähenedes väheneb kuni täieliku väljakiildumiseni.

**Veadla kõvik**, mille astmeliselt tõusev lagi on tasemel u 123–128 m ümp, jääb **Veadla “mere”** ehk suurvee aegu sageli üle ujutatava madalama ala (u 115 m ümp) idaküljele Veadla külas. Veadla “mere” kaudu suunduvad Raeküla kõvikult lähtuvad karstiveed Jupri salajökke.

**Kannastiku kõviku (I)** paelava, mida katab enamasti õhuke (0,5–1 m) pinnakatte kiht, on tasemel 128–131 m ümp ja jalam 122–124 m ümp. Kõvikut ääristab põhjakaarest ligi 2 km ulatuses lauge kuni 8 m kõrgune **Kannastiku astang**, milles avanevad ja kohati ka paljanduvad Porkuni lademe paekivid (dolo- ja lubjakivi) ja mille nõlval varemalt Inju paasi kaevandati. Paemurrud ise olid tuntud Inju-Meriküla nime all.

Porkuni astangust mõnevõrra lõuna pool enam-vähem Väike-Maarja–Pandivere–Raeküla–Aruküla joonel kulgeb kõvikutega palistatud laugenõlvaline astang. Selle piires on välja eraldatud Pandivere, Raeküla I ja II ning Kannastiku II ja Aruküla kõvik.

**Pandivere kõviku**, mille lõunaossa jääb Pandivere mõis, on paelava enamasti tasemel 130 m ümp, kerkides kohati isegi kuni tasemeni 135 m ümp. Kõviku katteks on enamasti õhuke (0,5–1 m) moreenikiht. Pandivere kõvikut eraldab kirde pool asuvast Raeküla kõvikust **Raeküla orund**. Kuni 400 m laiune, 3,5 km pikkune ja 5 m sügavune aluspõhjaline orund suundub 325° asimuudiga loodesse, st **Loobu rikke** sihis.

**Raeküla kõvikust**, mis on kuni 3,5 km pikk ja 2 km lai, eristub selgemini kõviku monoliitsem ja kõrgem (kuni 136 m) umbes 1 km laiune lääneosa. Raeküla kõvik koos Pandivere kõvikuga moodustab Pandivere kõrgustiku karstisüsteemi lähteala. Siin tasemel umbes 130 m ümp on edelasse

suunduva omapärase astmelise Raeküla–Ebavere salajõe, üle Veadla “mere” põhja poole suunduva Jupri salajõe ja loodesse piki Loobu riket suunduva Assamalla salajõe lätted.

**Kannastiku kõviku (II)**, mille lael on maapind tasemel kuni 133 m ümp ja mida ääristab loodest kuni 5 m kõrgune lauge astang, kujundajaks on olnud selle astangu joonel kulgev Aseri rike. **Aruküla kõviku** lael kerkib paeplatoo kuni tasemeni 135 m ümp ja seda ääristab põhjakaarest lauge kuni 5 m kõrgune astang.

**Aseri rike**, mis kulgeb umbes 23° asimuudiga üle kogu kaardilehe, on mingil määral jälgitav tänapäevases reljeefis Lebavere ja Kannastiku II astangu vahelisel 7 km lõigul. Kui otsustada Kannastiku II astangu järgi, siis rikke idatiib on kuni 5 m võrra tõusnud. Kannastiku II astangu ja Kehala kruuskarjääri ligi 7 km lõigul on rike LIDARi reljeefis vaid vaevu märgatav. See-eest võib Kehala kruusakarjääri põhjas aladel, kus paljandub paekivi, jälgida Aseri rikke sihilisi (u 25°) 5–10 cm laiuseid paralleelseid lõhesid. Samas piirkonnas levib ka Kehala dolokivi – Inju pae sarnane hallikaspruun dolokivi, mis on tekkinud Nabala lademe Saunja kihistu peitkristalse lubjakivi dolomiidistumisel.

Aluspõhjalise reljeefi omapärasteks elementideks on Pandivere kõrgustiku võlviosast lähtuvad karstisüsteemid (salajõed), mis toimetavad kõrgustiku võlviosas tasemetel 120–135 m ümp infiltreerunud põhjavett kõrgustiku nõlvaalal tasemetel 80–100 m ümp asuvate väljavooluallikateni. Maa-aluste lõhede-vooluteede saatjateks on maapealsed voolunõvad, mis mingil määral jälgivad karstisüsteemide suurveeaegseid vooluteid. Me nimetame neid karstisüsteeme tinglikult salajõgedeks. Salajõgedest on mainimisväärseid: Raeküla–Ebavere, Jupri (Koeravere–Rakvere), Assamalla (Raeküla–Assamalla–Jõepere), Vinni–Allika, Vetiku, Mõdriku ja Levala.

**Raeküla–Ebavere salajõgi**, mis on jälgitav Raeküla kõviku Kadila raketibaasi territooriumilt tasemelt u 130 m ümp alates, kulgeb lähtekohast vongeldes ja enamasti lääne pool Koeravere–Rakvere oosistikku kuni 100 m laiust ja 1–5 m sügavust jälge maha jättes umbes 12 km edelasse Väike-Maarja ja Ebavere suunas. Sügavamalt on maapealne voolunõva lõikunud paksema pinnakattega aladel. Karstisüsteemi väljavool on Ebavere–Äntu piirkonnas tasemetel 100–105 m ümp.

**Jupri (Koeravere–Rakvere) salajõgi**, mis on jälgitav Koeravere karstiala ümbrusest alates tasemelt umbes 115 m ümp, kulgeb lähtekohast kuni 50 m laiust ja 1–9 m sügavust voolunõva maha jättes umbes 13 km ulatuses (sellest umbes 7 km kaardilehe piires) põhja ehk Rakvere suunas. Karstisüsteemi lõplik väljavool on Rakvere linna vahel Soolika oja tasemetel 75–80 m ümp.

**Assamalla (Raeküla–Assamalla–Jõepere) salajõgi** erinevalt eelmistest ei oma pidevalt jälgitavat maapealset voolusängi, vaid selle määratlejaks on Pandivere ja Raeküla kõviku vahelt Raeküla orundist umbes tasemelt 130 m ümp, kohalt kus see salajõgi lõikub Raeküla–Ebavere salajõega, alguse saav ja sirgjooneliselt enam-vähem Loobu jõeoru (Jõepere) sihil kulgev tektooniline rikkevöönd. Salajõe joonele jääb Sepa, Karunga ja Assamalla karstiväli ning vahetult kaardilehe taguselt Jõepere allikad.

**Vinni–Allika salajõgede süsteem** kulgeb poolkaarjalt Pandivere kõrgustiku kirdenõlval tasemetel 88–100 m ümp Vana-Vinni–Pajusti–Kakumäe–Allika joonel pea 9 km ulatuses. Süsteem, mille toiteala on Kakumäe–Pajusti ümbruses umbes 100 m ümp tasemel, on kahesuunalise väljavooluga. Üheltpoolt on selleks toitealalt kagusse suunduv ja pinnareljeefis hästi jälgitav Kakumäe–Allika haru, mille väljavooluks on tasemel 88 m ümp Voore oja suubuvad Allika allikad. Pajusti–Vana-Vinni haru, mille väljavooluks on Vana-Vinni külas tasemel umbes 88 m ümp asuvad allikad, on pinnamoos raskesti jälgitav.

**Vetiku salajõgi**, mis kulgeb samuti Pandivere kõrgustiku kirdenõlval tasemetel 77–100 m ümp, eraldub Vinni–Allika salajõgede süsteemist Pajusti aleviku kohal umbes tasemel 100 m ümp. Umbes



5 km pikkuse salajõe väljavooluks on veerikkad Vetiku tõusuallikad. Reljeefis on salajõe kulg raskesti jälgitav.

**Mõdriku salajõgede süsteem**, mis kulgeb samuti Pandivere kõrgustiku kirdenõlval kuni 6 km ulatuses tasemetel 80–100 m ümp, sarnaneb oma olemuselt Vinni–Allika salajõgede süsteemiga. Ka Mõdriku salajõgede süsteemi lähteala on Kakumäe külast veidi ida pool kuni 100 m ümp tasemel. Lähtealalt suundub üks umbes 3 km pikkune haru, mida markeerib kohati kuni 150 m laiune ja maastikus hästi jälgitav voolunõva, itta Kunda jõeoru ning Voore soo suunas. Salajõe väljavoolu allikad on umbes 88 m ümp tasemel Mõdriku–Roela oosistiku jalamil. Salajõe teine haru suundub lähtealalt lookleva ja aluspõhja reljeefis raskesti jälgitava umbes poolesaja meetrise orundina 3 km põhja suunas. Vinni alevikust Metsa tänavalt suundub sellesse süsteemi mõnekümne meetri laiune, kuni 4 m sügavune ja umbes kilomeetri pikkune voolunõva. Salajõe nn Mõdriku haru väljavooluks on umbes 80 m ümp tasemel asuvad veerikkad Mõdriku allikad.

**Levala salajõgi** kulgeb (on jälgitav) kaardilehe põhjapiiril Pandivere kõrgustiku nõlvalal vonklevalt kuni 4 km ulatuses põhja suunas tasemelt 113 m ümp kuni tasemeni 93 m ümp. Võmalik, et Levala salajõe väljavool toimub umbes kilomeeter põhja poole Rakvere kaardilehele tasemele 90 m ümp Tõrma (Eesküla) tõusuallikates.



Foto 1.1. Sillimaniitgneiss grafiidiga (tume) ja kvartsiit (hele) puuraugust F251 (Kadila)



Photo 1.1. The sillimanite gneiss with graphite (dark) and quartzite (bright) from the well F251 (Kadila)



Foto 1.2. Must kilt pürroitiini ja grafiidiga puuraugust F252 (Kadila)

Photo 1.2. Black schist with pyrrhotine and graphite from the well F252 (Kadila)



Foto 1.3. Kvartsiit puuraugust F254 (Kadila)

Photo 1.3. Quartzite from the well F254 (Kadila)





Foto 1.4. Süenograniiit puuraugust F161 (Voore)  
 Photo 1.4. Syenogranite from the well F161 (Voore)



Foto 1.5. Värske (all) ja murenenu (ülal) gneiss puuraugust F163 (Viru-Jaagupi)  
 Photo 1.5. Fresh (below) and weathered (above) gneiss from the well F163 (Viru-Jaagupi)





Foto 1.6. Murenenud migmatiidistunud alumogneiss puuraugust F264 (Koplitaguse)

*Photo 1.6. Weathered migmatized alumo-gneiss from the well F264 (Koplitaguse)*



Foto 1.7. Murenenud alumogneiss (all) ja Gdovi kihistu Oru kihistiku setted (ülal) Assamalla mattunud saarmäe nõlvalt puuraugust F264 (Koplitaguse)

*Photo 1.7. Weathered alumo-gneiss (below) and deposits of Gdov Formation Oru Member (above) on the slope of the buried Assamalla Monadnock from the well F264 (Koplitaguse)*





Foto 1.8. Lontova kihistu sinisavi kontakt kristalse aluskorra kvartsiidiga Assamalla mattunud saarmäe lael (puurauk F254)

*Photo 1.8. The contact of blue clay of the Lontova Formation Sämi Member with quartzite of the crystalline basement on the top of the buried Assamalla Monadnock*



Foto 1.9. Gdovi kihistu Oru kihistiku setted Assamalla mattunud saarmäe nõlvast puuraukust F251 (Kadila)

*Photo 1.9. The deposits of Gdov Formation Oru Member on the slope of the buried Assamalla Monadnock. The well F251 (Kadila)*





Foto 1.10. Ooboluskonglomeraat Assamalla mattunud saarmäe nõlvalt puuraugust F253 sügavuselt 163,6–167,0 m

*Photo 1.10. The Obolus conglomerate from the slope of the buried Assamalla Monadnock. The well F253 (Kadila)*



Foto 1.11. Ülal on Toila kihistu lubjakivi (kirjuvärviline), glaukoniitliivakivi (roheline – Leetse kihistu), ooboluskonglomeraat (helepruun – Kallavere kihistu) ja all Tiskre kihistu peeneteraline kvartsliidakivi. Puurauk F251 (Kadila)

*Photo 1.11. On top – Toila Formation (variegated colored) limestone, Leetse Formation (green) – glauconitic sandstone, Kallavere Formation (brown) – Obolus conglomerate. Below – Tiskre Formation Lower-Cambrian) (white) – fine-grained quartzose sandstone. The well F251 (Kadila)*





Foto 1.12. Ülal – Kunda lademe Loobu kihistu (lubjakivi) ning all – Sillaoru kihistu (raudooidlubjakivi) ja Toila kihistu (kirjuvärviline lubjakivi). Puurauk F251 (Kadila)  
*Photo 1.12. On the top – Loobu Formation (limestone) and below – Sillaoru Formation (iron-oid limestone) and Toila Formation (variegated colored limestone). The well F251 (Kadila)*



Foto 1.13. Ülal – Aseri lademe Kandle kihistu lubjakivi. Allpool 161,6 m – Kunda lademe lubjakivi. Puurauk F251 (Kadila)  
*Photo 1.13. On top – Kandle Formation (limestone) and below 161,6 m – Kunda Stage (limestone). The well F251 (Kadila)*





Foto 1.14. Vão kihistu lubjakivi. Puurauk F251 (Kadila)

*Photo 1.14. Limestone of the Vão Formation. The well F251 (Kadila)*



Foto 1.15. Kõrgekalda kihistu lubjakivi kukersiidi vahekihtidega. Puurauk F251 (Kadila)

*Photo 1.15. Limestone of the Kõrgekalda Formation with the kukersite beds. The well F251 (Kadila)*





Foto 1.16. Viivikonna kihistu Kiviõli kihistiku kukersiidi kihid A–H. Puurauk F251 (Kadila)  
 Photo 1.16. The Viivikonna Formation Kiviõli Member with the kukersite beds A–H. The well F251 (Kadila)



Foto 1.17. Viivikonna kihistu Maidla kihistiku III kukersiidi kiht (125,7–127,0 m). Puurauk F251 (Kadila)  
 Photo 1.17. The kukersite bed III (125,7–127,0 m) Viivikonna Formation Maidla Member. The well F251 (Kadila)





Foto 1.18. Kahula kihistu savikad lubjakivid. Sügavusel 116,2 m K-bentoniit. Puurauk F251 (Kadila)  
 Photo 1.18. The argillaceous limestones of the Kahula Formation. In the depth 116,2 m K-bentonite. The well F251 (Kadila)



Foto 1.19. Hirmuse kihistu (100,6–102,8 m). Puurauk F251 (Kadila)  
 Photo 1.19. The Hirmuse Formation (100,6–102,8 m). The well F251 (Kadila)





Foto 1.20. Rägavere kihistu. Ülal – Tudu kihistik; all – Piilse kihistik. Puurauk F251 (Kadila)  
 Photo 1.20. The Rägavere Formation. On the top – Tudu Member; below – Piilse Member. The well F251 (Kadila)



Foto 1.21. Ülal – Tudulinna kihistu (Vormsi lade) ja all – Saunja kihistu (Nabala lade). Puurauk F251 (Kadila)  
 Photo 1.21. On the top – Vormsi Stage Tudulinna Formation and below – Nabala Stage Saunja Formation. The well F251 (Kadila)





Foto 1.22. Moe kihistu (Pirgu lade) mikrokrystalne lubjakivi. Puurauk F251 (Kadila)  
 Photo 1.22. The microcrystalline limestone of the Moe Formation (Pirgu Stage). The well F251 (Kadila)

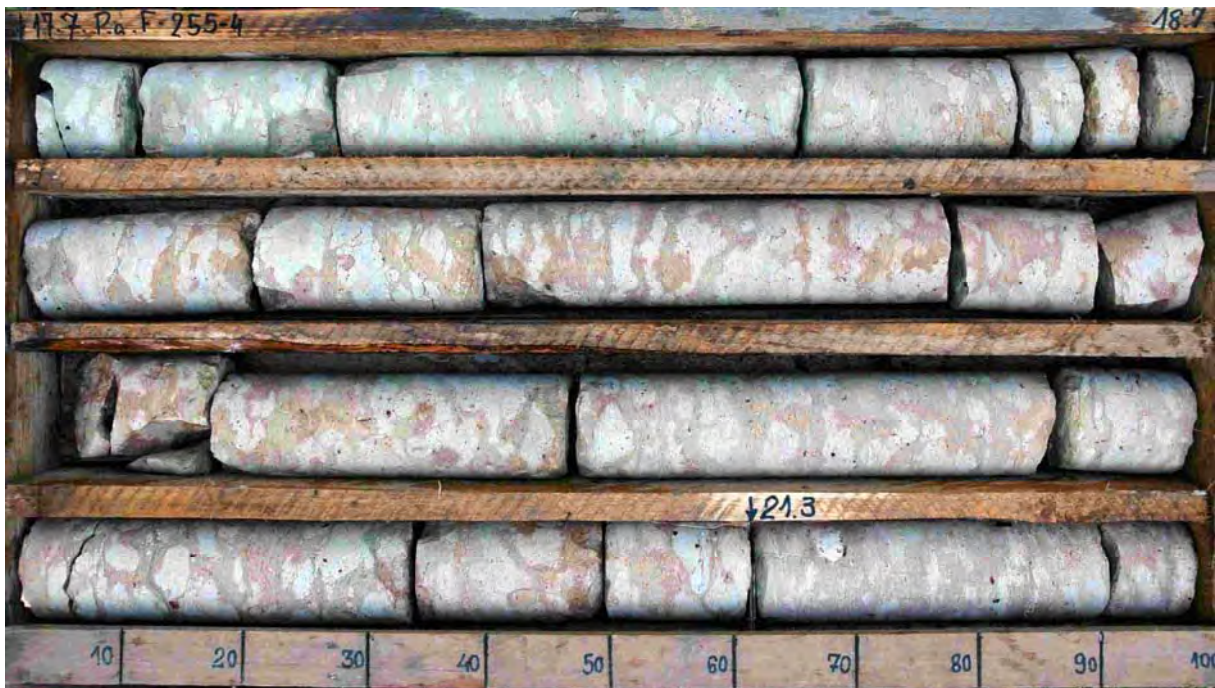


Foto 1.23. Adila kihistu (Pirgu lade) kirjuvärviline lubjakivi. Puurauk F251 (Kadila)  
 Photo 1.23. The variegated colored argillaceous limestone of the Adila Formation (Pirgu Stage). The well F251 (Kadila)





Foto 1.24. Porkuni paemurrus on Porkuni lademe stratotüüp

Photo 1.24. The Porkuni Limestone Quarry is stratotype of the Porkuni Regional Stage



Foto 1.25. Porkuni lademe tüüppaljandi stand

Photo 1.25. The poster of the stratotype of the Porkuni Regional Stage





Foto 1.26. Inju-Meriküla (Kannastiku) paemurd  
*Photo 1.26. The Inju-Meriküla (Kannastiku) Quarry*



Foto 1.27. Tõrevere (ülal) ja Siuge (all) kihistik (Ärina kihistu) Inju-Meriküla (Kannastiku) paemurrus  
*Photo 1.27. Tõrevere (above) and Siuge Member (Ärina Formation) in the Inju (Kannastiku) Quarry*





Foto 1.28. Inju dolokivi (Porkuni lade) Inju-Merikäla (Kannastiku) paemurrus  
*Photo 1.28. Inju dolomite (Porkuni stage) in the Inju-Merikäla (Kannastiku) Quarry*



Foto 1.29. Inju dolokivi Inju-Merikäla (Kannastiku) paemurrus  
*Photo 1.29. Inju dolomite in the Inju-Merikäla (Kannastiku) Quarry*





Foto 1.30. Tõrevere kihistiku (Porkuni lade) rifilubjakivi Inju-Meriküla (Kannastiku) paemurrus  
*Photo 1.30. The riff-limestone of the Tõrevere Member (Porkuni Regional Stage) in the Inju-Meriküla (Kannastiku) Quarry*



Foto 1.31. Korallid Tõrevere kihistiku (Porkuni lade) rifilubjakivis Inju-Meriküla (Kannastiku) paemurrus  
*Photo 1.31. The corals from riff-limestone of the Tõrevere Member (Porkuni Regional Stage) in the Inju-Meriküla (Kannastiku) Quarry*





Foto 1.32. Kõrgessaare kihistu (Vormsi lade) lubjakivi paljand Kehala kruusaaugus

*Photo 1.32. The limestone of the Kõrgessaare Formation (Vormsi Regional Stage) in the Kehala Quarry*



Foto 1.33. Katkestuspind Vormsi ja Nabala lademe piiril Kehala kruusaaugus

*Photo 1.33. The weathered discontinuity surface in the boundary of the Vormsi and Nabala Regional Stage in the Kehala Quarry*





Foto 1.34. Saunja kihistu (Nabala lade) peitkristalse lubjakivi paljand Kehala kruusaaugus  
*Photo 1.34. The outcrop of cryptocrystalline limestone of the Saunja Formation (Nabala Regional Stage) in the Kehala Quarry*



Foto 1.35. Saunja kihistu (Nabala lade) peitkristalse lubjakivi paljand Kehala kruusaaugust  
*Photo 1.35. The outcrop of cryptocrystalline limestone of the Saunja Formation (Nabala Regional Stage) in the Kehala Quarry*





Foto 1.36. Kehala dolokivi Kehala kruusaaugus  
*Photo 1.36. Kehala dolostone in the Kehala Quarry*



Foto 1.37. Kehala dolokivi (dolomiidistunud Saunja kihistu peitkristalne lubjakivi) Kehala kruusaaugus  
*Photo 1.37. The dolomite of the Kehala (dolomitized cryptocrystalline limestone of the Saunja Formation) in the Kehala Quarry*





Foto 1.38. Avalõhe Kehala kruusaaugu põhjas  
*Photo 1.38. The fault line in the bottom of the Kehala Quarry*



Foto 1.39. Kaltsiidisoon Kehala kruusaaugu põhjas  
*Photo 1.39. The lode of calcite in the bottom of the Kehala Quarry*





Foto 1.40. Rakvere lademe peitkristalne lubjakivi Haava III karjääri põhjas Vinni mägedes  
*Photo 1.40. The outcrop of cryptocrystalline limestone (Rakvere Regional Stage) in bottom of the Haava III Quarry in the Vinni esker*



Foto 1.41. Tamsalu karplubjakivi Ärina karjääris  
*Photo 1.41. Conquina limestone in the Ärina Quarry*



## 2. PINNAKATE JA PINNAMOOD

Väike-Maarja 6432 kaardilehe pinnakatte geoloogiline kaart põhineb kontrollmarsruutide andmetega täiendatud varasematel käsikirjalistel suure- ja keskmisemõõtkavalistel geoloogilistel kaartidel. Hea ülevaate piirkonna geoloogiast annavad mõõtkavas 1:200 000 kompleksse geoloogilise kaardistamise IX lehe kaardid ja nende juurde kuuluv seletuskiri (Körvel jt, 1963; pinnakatte ja geomorfoloogia osa autor G. Eltermann). Aastatel 1975–78 viidi maaparanduse eesmärgil läbi kompleksne geoloogilis-hüdrogeoloogiline kaardistamine mõõtkavas 1:50 000 Tapa–Viru-Roela uuringualal (Perens jt, 1978) ja Väike-Maarja uuringualal (Perens jt, 1977). Nende kaartide põhjal koostati peale täiendavaid geoloogilisi uuringuid Rakvere fosforiidirajooni pinnakatte geoloogiline kaart mõõtkavas 1:50 000 (Saadre jt, 1984), mis omakorda oli aluseks käesoleva kaardi koostamisele.

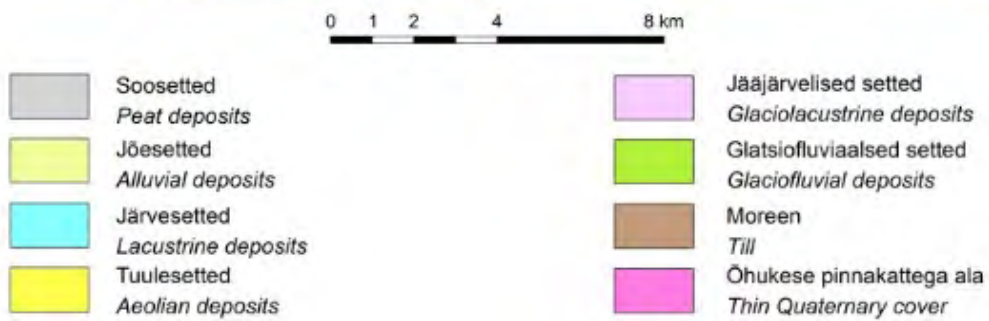
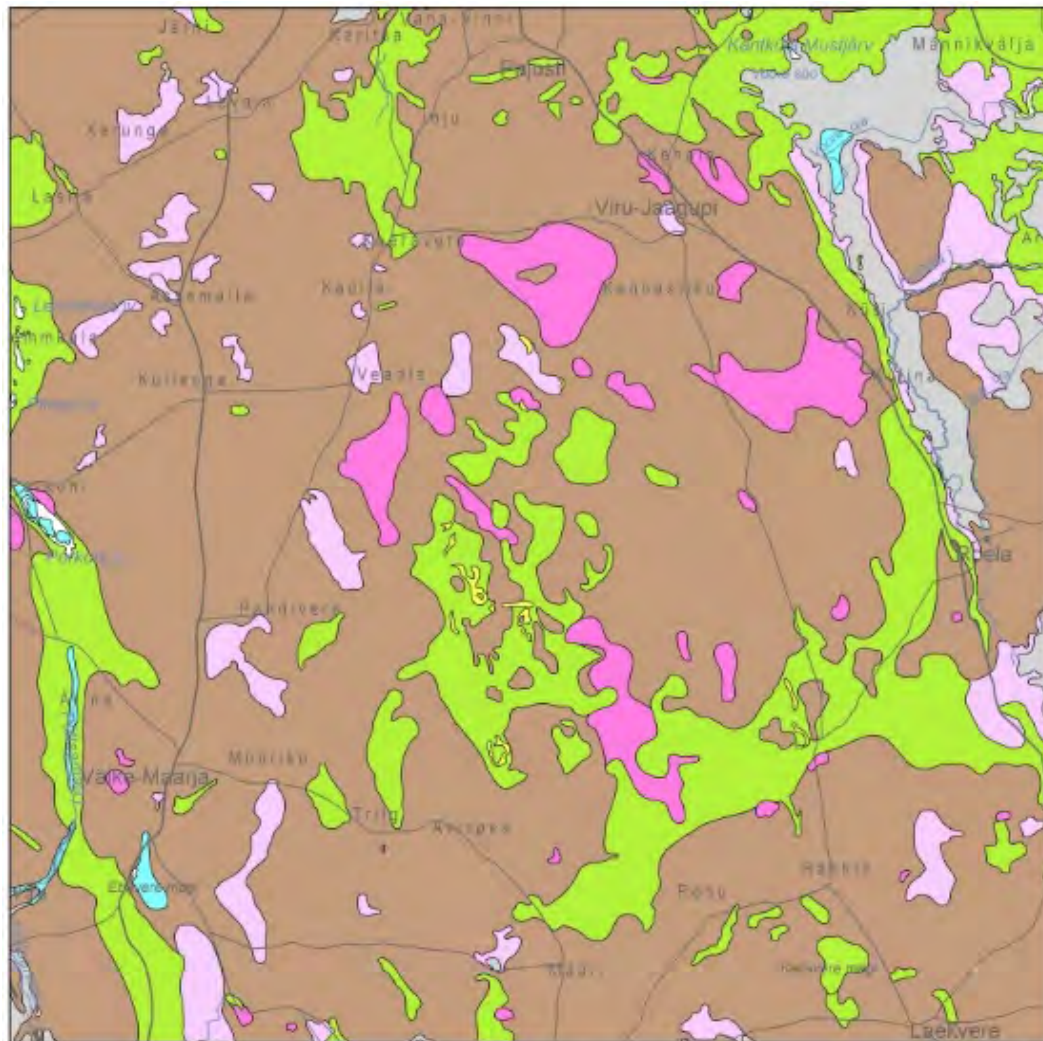
2014. aasta suvel koguti välitööde käigus täiendavaid geoloogilisi andmeid u 1000 vaatluspunktist. Pinnakatte kaardi koostamisel kasutati Keskkonnaregistri avalike teenuse <http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main> puurkaevude ja kaitstavate loodusobjektide andmebaasi (samad andmed ka Eesti Looduse infosüsteemis EELIS <http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx>). Toetavateks materjalideks olid Maa-ameti kaardiserveri (<http://geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver-p2.html>) erinevad kaardid, eelkõige LIDARi varjutatud reljeefi kaart, mullakaart, ortofotod ning maardlate rakendus. Kasutatud on ka maavarade otsingu- ja uuringutööde (vaata lähemalt peatükis 4. MAAVARAD) materjale, aga ka erinevate ehitus- ning hüdrogeoloogiliste tööde (vt ptk 3. HÜDROGEOLOOGIA JA PÕHJAVEE KAITSTUS) käigus hangitud andmeid.

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)” ([Juhend...2015](#)) ning selle seletuskiri.

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

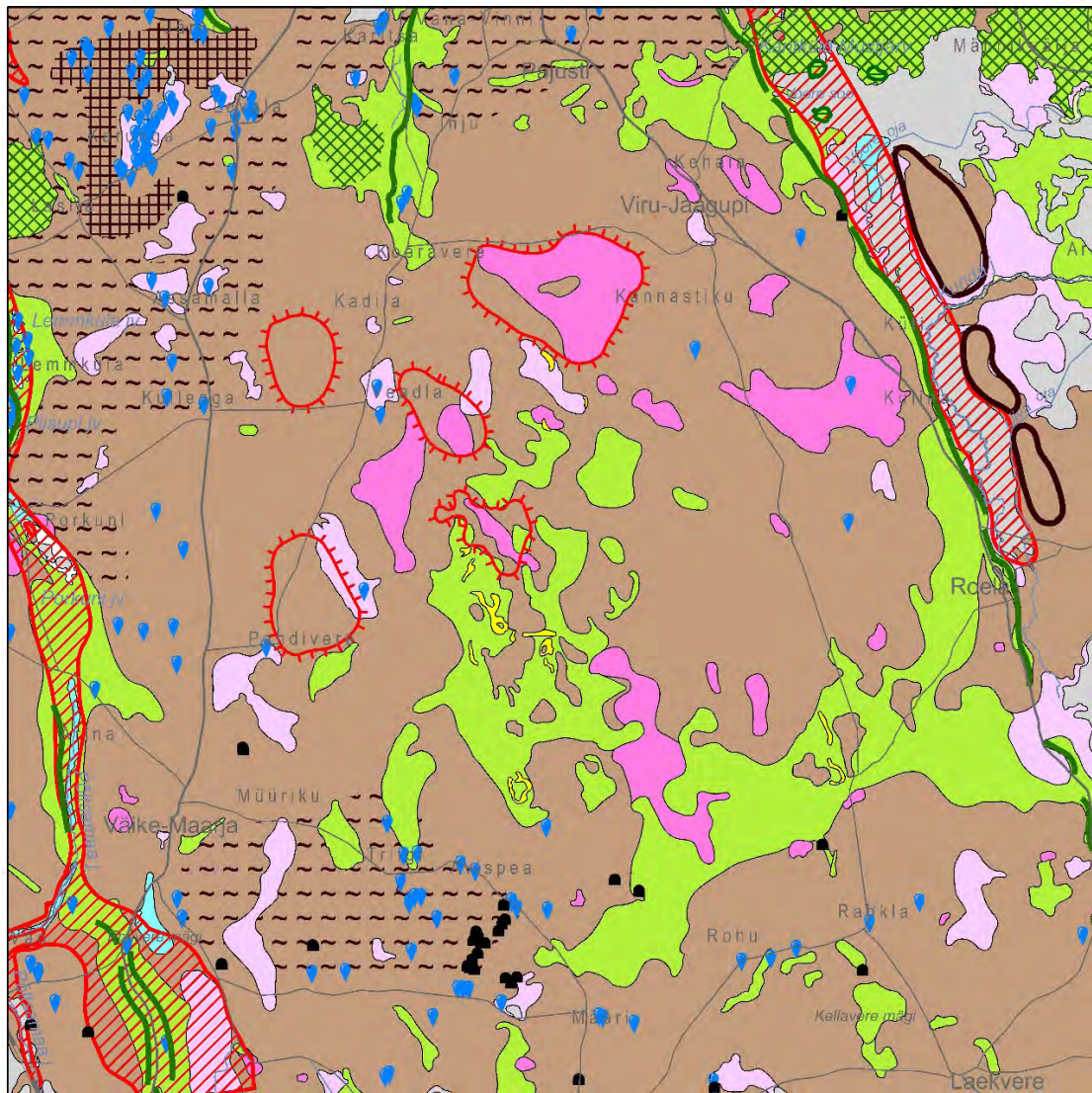
Table 2.1. Stratigraphical scheme of the Quaternary deposits (Kalm 2006, Raukas and Kajak 1995, Gibbard & van Kolfschoten 2004, Donner 1995)

Ladestik,	Eesti			OIS	Lääne-Euroopa	Alumise piiri vanus, tuhat a.	
Ladejärk	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	



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





0 2 4 8 km

- |   |  |   |  |   |  |
|---|--|---|--|---|--|
|  | Tuude ja luiteahelik<br><i>Dune and dune ridge</i> |  | Glatsiofluviaalne reljeef<br><i>Glaciofluvial relief</i>       |  | Voor<br><i>Drumlin</i>                                   |
|  | Sootasandik<br><i>Peatland</i>                     |  | Glatsiofluviaalne mõhnastik<br><i>Glaciofluvial kame field</i> |  | Suur rändrahn<br><i>Large erratic boulder</i>            |
|  | Jõeorg<br><i>River valley</i>                      |  | Oos<br><i>Esker</i>  |  | Õhukese pinnakattega ala<br><i>Thin Quaternary cover</i> |
|  | Järvetasandik<br><i>Lacustrine plain</i>           |  | Moreentasandik<br><i>Till plain</i>                            |  | Mattumud org<br><i>Buried valley</i>                     |
|  | Jääjärveline tasandik<br><i>Plain of ice lakes</i> |  | Lainjas moreentasandik<br><i>Undulating till plain</i>         |  | Kõvik<br><i>Bedrock rise</i>                             |
|   |  |  | Künklik moreenreljeef<br><i>Hilly till relief</i>              |  | Karst<br><i>Karst</i>                                    |

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

Pinnakatte geoloogilisel kaardil kujutatakse kvaternaarse setete pindalalist levikut üldistatuna. Kaardi mõõtkava jaoks ülemäära liigestatud/mosaiikse geoloogilise ehitusega alasid on lihtsustatud, kujutamiseks liiga väikesed alad on kas suurendatud (ühendatud) või välja jäetud. Et vähendada mullatekkeprotsesside segavat mõju setete määramisel, on mõtteliselt eemaldatud umbes poole meetri paksune pindmine kiht (ligikaudu kahekordne huumushorisont). Erineva vanuse ja geneesiga pinnakatte setted eristatakse kaardil värviga, setete litoloogiline koostis aga mustriaga.

Pinnavorme vaadeldakse koos neid moodustavate setete või neid kujundanud protsessidega. Aluspõhja kivimitega seotud jätumiseelseid 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 <sup>14</sup>C aastates enne 1950. a (a.t)) ning Balti mere tasemete kõrgused (ja nende vanused) J. Vassiljevi mudeli järgi 2014. aasta seisuga.

## 2.1. PLEISTOTSEEN

Väike-Maarja kaardileht hõlmab Pandivere kõrgustiku kõrgeima põhjapoolse osa ehk võlviosa, vaid kaardilehe ida- ja kirdeosa jääb kõrgustiku nõlvale. Kõrgustiku pinnamoe üldjooned määrab Ordoviitsiumi ja Siluri kivimeist aluspõhjaline kõrgustik, mis ulatub 50–60 meetrit üle Põhja-Eesti lavamaa ja kuni 135 m ümp. Pandivere kõrgustik on peamiselt denudatsioonilis-eksaratsioonilise päritoluga ning tektoonika osa selle kujunemisel on teisejärguline, sest alus- ja pealiskorra rikete ja lõhede vööndid ei lange üldiselt kokku liustikutekkeliste pinnavormidega (Karukäpp ja Tavast, 1985). R. Karukäpp väidab, et Gotiglatsiaali hilisemas (sisemises) vööndis kujunesid aluspõhjalised jäälahkmekõrgustikud, kaasaarvatud Pandivere, tänu liustikujää divergentsele, setteid ärakandvale liikumisele (Karukäpp, 1997). Lokaalse akumulatsiooni tingimused tekkisid alles hilisjäaja lõpul, kui kõrgustik ja seda kattev liikumisvõime kaotanud jää osutusid takistuseks liustikesisestest keelenõgudes liikuvaile suhteliselt õhukestele jääkeeltele, põhjustades intensiivset lõhede teket ja setete akumulatsiooni kõrgustiku nõlvadel.

**Ülem-Pleistotseen. Järva kihistu.** Traditsiooniliselt (Raukas, 1978; Kajak, 1999; Kalm, 2006) on Weichseli (Valdai, Würm) jätumise setteid Eestis jagatud kolmeks – peamiselt liustikuliste setetega esindatud **Alam- (Valgjärve)** ja **Ülem-Järva (Võrtsjärve) alamkihistuks** ning neid eraldavaks interstadiaalse iseloomuga **Kesk-Järva (Savala) alamkihistuks**. Viimase aja uuringud nii Skandinaavias kui Loode-Venemaal, samuti modelleerimiste tulemused (Svendsen jt, 2004) on seadnud sellise liigestuse kahtluse alla. On põhjust arvata (Ukkonen, 1999 jpt), et Soome lõuna- ja lääneosa oli jäävaba kogu Vara-Weichselis ning, kui üldse, võis mandriliustik Eestisse ulatuda vaid lühiajaliselt Kesk-Weichseli alguses (Liivrand, 1991, 2008). Ka V. Kalm (2006) jätab jätumise võimaluse Eestis ajavahemikus 68 000–43 000 kalendriaastat tagasi lahtiseks. Väike-Maarja kaardilehel Alam- ja Kesk-Järva alamkihistusse kuuluvaid setteid ei ole leitud.

Vahetult aluspõhja kivimitel lasuvad viimase, Weichseli jätumise ajal kujunenud mandriliustiku ja selle sulavete setted kuuluvad **Ülem-Järva alamkihistusse**. Enamasti avanevad nad otse maapinnal, vaid ala kirdeosas on nad maetud nooremate, st Holotseeni setete alla. Setete paksus muutub Pandivere kõrgustiku lae paepealsete vähem kui w meetrist kuhi 15–25 (maksimaalselt 45) meetrini oosides ja mõhnastikes kõrgustiku nõlvadel. Kellavere mäel on neid 47 meetrit, mattunud orgudes tavaliselt 10–15 meetrit. Pandivere kõrgustikul levib enamasti moreen, kõrgustiku lääne- ja kirdenõlvaga aga liustiku servamoodustistega seotud glatsiofluviaalsed liivad-kruusad ja jääjärvelised peeneteralised setted.



**Glatsiaalsed setted (gIII<sub>r3</sub>).** Viimase jäätumise Pandivere staadiumi sorteerimata liustikulised setted ehk moreenid levivad peaaegu kogu kaardilehe ulatuses. Setted puuduvad liustiku eksaratsioonialadel, kuid mõnikord ka liustiku vooluvete kulutuse tõttu (vt jooniseid 2.1 ja 2.4). Seega võib moreen puududa mitte ainult alvaritel, vaid ka paljudes kohtades glatsiofluviaalsete setete all (näiteks Kehala ja Lebavere ümbruses). Moreenid lasuvad Ordoviitsiumi ja Siluri karbonaatsetel kivimitel erineva paksusega kihina ja avanevad maapinnal ulatuslikel aladel moreentasandike, küngaste või vallidena (foto 2.1.). Sageli katab moreen õhukese kihina glatsiofluviaalseid setteid (fotod 2.4., 2.23., 2.25). Põhiliselt kruusast ja liivast moodustunud keeruka ehitusega Kellavere mäe läbilõikes levib moreen olulise paksusega vahekihina. Kaardilehe kirdeosas ning ka väiksematel aladel mujal on glatsiaalsed setted kaetud glatsiofluviaalsete, jääjärveliste või holotseensete setetega. Moreentasandikel Pandivere kõrgustiku lael on moreeni alla 2 meetri, künkliku moreenreljeefi üksikutes vallides ja küngastes Karunga ja Lasila ümbruses on moreeni 15–20 meetrit. Moreeni koostis, lõimis ja isegi värvus sõltuvad aluspõhja reljeefist ja moreeni koostisest. Pandivere kõrgustikul vahetult aluspõhjal lasuval moreenis on peenest vähe, see on ümardumata ning karbonaatkivimite tükid moodustavad siin lokaal- ehk rähkmoreeni (fotod 2.2., 2.3.). Seejuures on kõvade (afaniitsete ja dolomiidistunud) kivimite avamusaladel (Saunja, Rägavere, Tamsalu kihistu) ka moreeni jämpurd peaaegu kulutamata ja isomeetrisem, savikate kivimite avamusalal aga kulutatam. Kohaliku päritoluga jämpurdmaterjali osakaal lõimises on 20–60%, liiva keskmiselt 30–40%, aleuriiti 25–35% ja saviosakesi 5–7%. Geneetilisel on rähkmoreeni puhul tegu liustiku poolt veidi nihutatud põhjamoreeniga, aga oma osa karbonaatkivimite kõrgendatud sisalduses on ka aluspõhja pealispinna murenemis- ja karstumisprotsessidel. Maapinnal avaneb selline moreen Pandivere kõrgustiku lael, kus selle paksus on väike. Paksemate moreenilasundite ülemises osas, aga ka glatsiofluviaalsete setete kattemoreenis, on jämpurru ja karbonaatsete osiste sisaldus oluliselt väiksem, väljendades moreeni kujunemist kõrgemal liustiku sees. Lõimise poolest on tegu aleuriidivate liivmoreenide kuni savikate aleuriitmoreenidega (foto 2.4.). Moreenid on tavaliselt kas kollakad-pruunikad või halli värvusega. Tamsalu kihistu karplubjakivi leviku alal on moreen lubjakivi dolomiidistusel tekkinud rauaühendite tõttu punakaspruuni värvusega. Lasila ja Karunga ümbruses moodustavad irdjää pangaste vahel kuhjunud moreenist künkad ja vallid ulatuslikul alal künkliku moreenreljeefi. Jämpurrurohke ja paelahmakaid sisaldava moreeni paksus ulatub seal 20 meetrini. Sageli esineb moreenilasundis munakate ja veeristega kruusa läätsi või suiduvaid vahekihte.

**Liustikujõelised ehk glatsiofluviaalsed setted (fIII<sub>r3</sub>)** kuhjusid mandriliustiku lõhedesse ja liustiku ette selle taandumisel Pandivere staadiumi ajal. Setted lasuvad siin viimase jäätumise moreenidel või vahetult aluspõhja lubjakividel. Tavaliselt avanevad nad maapinnal positiivsete pinnavormidena, harvem maetuna moreeni, jääjärveliste või soosetete alla. Glatsiofluviaalsete setete paksus kõigub suurtes piirides ja suurim on see Ebavere mäel – 45 meetrit. Nende setete koostis ja lõimis varieeruvad, sõltudes settelasundi genesist, asukohast ja lokaalsetest settimistingimustest. Setted on tavaliselt hästi sorteeritud, kuid väga muutliku tekstuuriga.

Tähelepanuväärseimad **radiaalsed oosid** kaardilehel on Koeravere–Rakvere–Pahnimäe, Paasvere–Mõdriku ja Pekkeli–Ebavere oossüsteemides (Raukas jt, 1971). Radiaalsed oosid moodustusid aktiivse mandriliustiku serva lähedal pikilõhedes. Pandivere kõrgustiku idanõlval paikneb neljast oosahelikust koosnev Paasvere–Mõdriku oossüsteem kogupikkusega 28 kilomeetrit. Käesoleva kaardilehe piiridest jääb välja vaid selle süsteemi põhjaosa (Mõdriku oosahelik). Loodekagusuunaline oossüsteem paikneb samasuunalise Roela–Sõmeru–Varangu aluspõhjalise orundi nõlval. Oosid on valdavalt kitsad, teravaharjalised ja sümmeetrilise ehitusega, vaid oosaheliku üksikutes lõikudes (nt Roela lähedal) kulgevad kõrvuti platoolaadsed ja kitsad asümmeetrilise ehitusega oosid. Ooside kõrgus oossüsteemi proksimaalses osas on 10–15 meetrit, distaalses osas

ulatub see vaid mõne meetrini. Ooside koostismaterjal on eriteraline, sisaldades 65–90% kohalikust aluspõhjast pärit karbonaatseid kivimeid. Ooside liustikupoolne proksimaalne osa koosneb tavaliselt veeriste ja munakatega kruusast, distaalne osa kruusast või kruusliivast. Kui reeglina koosnevad radiaalsetes oossüsteemides oosid proksimaalses osas jämedamast materjalist kui distaalses osas, siis Paasvere–Mõdriku oossüsteemis see reegel ei kehti (Raukas jt, 1971). Oosised Roelas ja Küti lähedal on jämedateralisemad kui Mõdriku oosis.

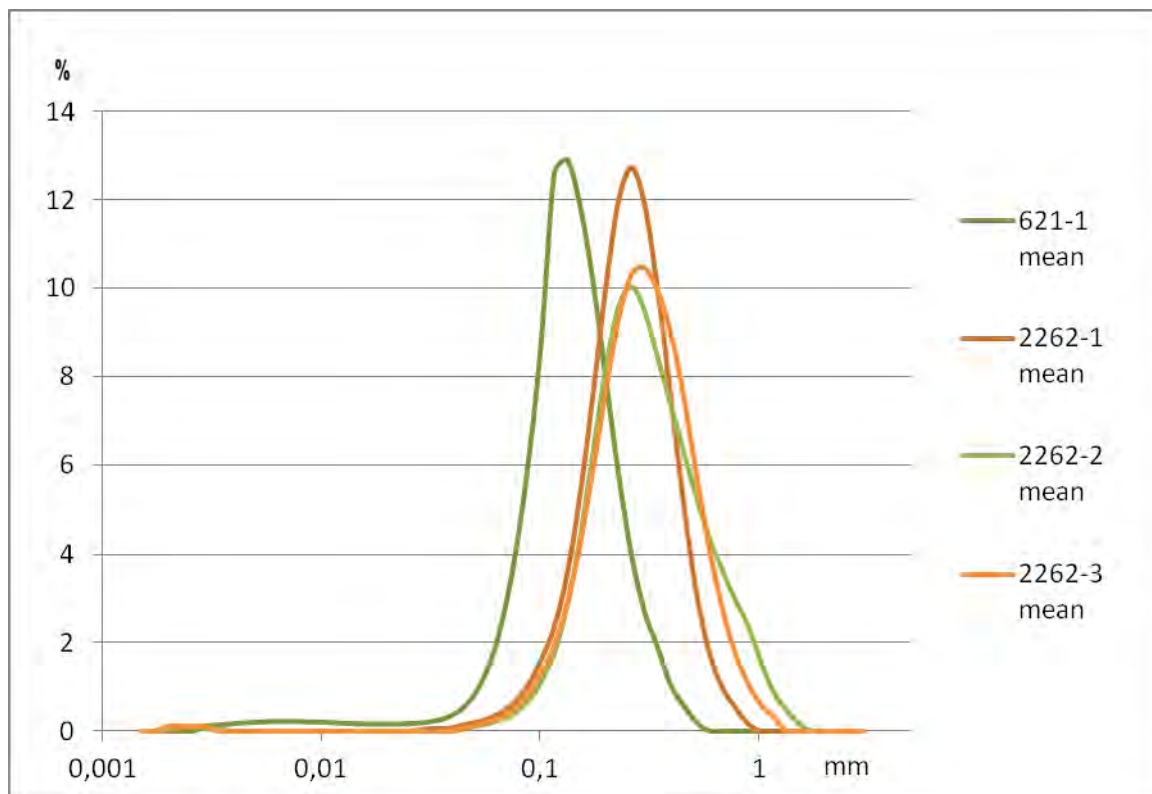
Hästi välja kujunenud Koeravere–Rakvere–Pahnimäe põhja–lõunasuunalisest süsteemist ulatub käesolevale kaardilehele selle lõunapoolseim osa. Vinni Kürgemäest lõuna pool on umbes ühe kilomeetri pikkune lõik oosahelikust peaaegu ära kaevandatud. Haava karjääri kohal paljanduvad setted kohati kuni paarikümne meetri kõrguses külgeinas ja karjääri põhjas paljandub kohati Rakvere lademe lubjakivi ning paiguti ka moreen. Oosaheliku selles lõigus koosnes oos munakatega veeriselisest kruusast, milles esines kuni meetri suuruseid kohaliku päritoluga lubjakivi lahmakaid kui ka kristalsetest kivimitest rahne (fotod 2.5., 2.6.). Edasi lõuna poole oosahelik kitseneb ja kui Jupri mäel on selle kõrgus 15 m, siis sealt edasi lõuna poole on oos laugete nõlvadega ja madal (3–5 m). Oosi lõunatipus Koeravere lähedal on oosised avatud mitmes kruusaaugus. Umbes 3 m kõrguses paljandis vahelduvad hästi sorteeritud kruusliiva ja eriteralise liiva suiduvad kihid, jämeperdmaterjal on väga hästi ümardunud (fotod 2.7., 2.8.).

Kaardilehe edelaosas jääb uuritavale alale laia ja lameda aluspõhja vagumuse kohale kujunenud Pekkeli–Ebavere radiaalse oossüsteemi põhjaosa (Raukas jt, 1971). Prillapatsist Ebavereni kulgevad paralleelselt laiad platoolaadsed oosid kõrgusega 8–10 meetrit. Sandimetsa kruusakarjääri seinapaljandis on avatud valdavalt karbonaatse koostisega veeriseline kruus (fotod 2.9., 2.10.). Oosaheliku idaosas on oosised maetud mõhnasetete alla. Tähelepanuväärseim pinnavorm selles süsteemis on Ebavere mägi, ulatudes 146 m ümp, st Pandivere kõrgustiku kõrguselt kolmas mägi. Järsunõlvaline kuni 40 m kõrgune kolmnurkse põhikujuga mägi koosneb peamiselt veeristerikkast kruusast ja liivast.

Ala kirdeosas levivad **mõhnastikud** on seotud mandrijää servamoodustistega või liituvad radiaalsete oosidega. Männikvälja marginaalse mõhnastiku moodustavad erineva kõrgusega (kuni 20 m) valdavalt ida–läänesuunaliselt orienteeritud vallid ja künkad. Mõhnad on moodustunud horisontaal- või kaldkihilisest eriteralisest liivast ja kruusliivast, milles veerised ja kruus on hästi ümardunud (fotod 2.11., 2.13., 2.14.). Jämeperurus on silmatorkavalt palju kristalse koostisega kruusa (foto 2.12.). Radiaalsete oossüsteemidega seotud mõhnastikest võib olulisematena ära märkida Lasila ja Männiku–Koeravere piirkonnas kujunenud künklikke alasid. Lasila mõhnastikus on setted sageli jämedateralised – munakas-veeriseline kruus või kruusakas veeristik, kus valdavalt karbonaatse koostisega jämeperdmaterjal on halvasti kulutatud. Aleuriidi ja tolmuosakeste sisaldus neis setetes ulatub 12%-ni.

Pandivere kõrgustiku lael moodustavad vallid ja väikesed künkad omapäraseid kulissilaadseid pinnavorme. Madalad peen- ja keskliivast (joonis 2.3.) koosnevad kaarekujulised vallid levivad hajusalt kõrgustiku võlvi lõunaosas (foto 2.20.), Naraka–Lebavere ümbruses moodustavad kõrgemad kuni 5 m kõrgused vallid ja künkad umbes kahe kilomeetrise läbimõõduga muutliku laiusega rõngalaadse süsteemi. Selles piirkonnas moodustab kõrgemate vallide läbilõike alumise osa märkimisväärse peenkruusa lisandiga eriteraline liiv. Sageli on liivad selge kihilisusega, kohati lainja horisontaal- või suiduva kaldkihilisusega (foto 2.22.). Mitmel pool on vallide pindmine osa eooliliste protsesside poolt ümber kujundatud ja luigestunud (foto 2.19.). G. Eltermanni arvates võib vaadelda seda ala kui omapärast mõhnastikku, kus surnud jää pangaste vahelistes lõhedes settisid suhteliselt peeneteralised setted (Perens jt, 1977).





Joonis 2.3. Tuulesetete (6214-1, 2262-1) ja glatsiofluviaalsete setete (2262-2, 2262-3) iseloomulikud lõimisekõverad Naraka–Lebavere piirkonnas

*Figure 2.3. Characteristic grain size distribution of aeolian (621-1, 2262-1) and glaciofluvial (2262-2, 2262-3) deposits in the surroundings of Naraka–Lebavere area*

Märkimisväärne, põhiliselt glatsiofluviaalse tekkega, pinnavorm kaardilehe kaguosas on Kellavere mägi absoluutse kõrgusega 156 m ümp. Kaardistamistöde käigus (Kõrvel jt, 1963) Kellavere mäele puuritud puuraugus oli Kvaternaari setete paksus 46,6 m. Õhukese moreenkatte all on ligi 24 m muutliku lõimisega halli kruusa ja selle all veel 16 m kollase tooniga liiva, mis lasuvad jääjärvelistel savikatel setetel. Kellavere mäe kirdeosas asuvas Moora kruusakarjääris on setted avatud u 7 m kõrguses paljandis ja Veskimäe karjääris 3,5 m kõrguses paljandis (fotod 2.23., 2.24.).

Pandivere kõrgustiku lainja pinnamoega lõuna- ja edelaosa mitmetes kruusakarjäärides avanevad glatsiofluviaalsed setted õhukese moreenkatte all. Müüriku ja Uniküla karjäärides moodustavad kruus ja kruusliiv kald- ja horisontaalkihilise eriliiva vahekihtide ja läätsedega 4–5 m paksuse lasundi. Kui veerised on põhiliselt karbonaatse koostisega, siis kruusafraktsioonid on kristalsete kivimite osakaal kuni 40%. Jäme purdmaterjal on hästi kulutatud.

**Jääjärvelised (glatsiolakustrilised ehk limnoglatsiaalsed) setted (lgIII<sub>r3</sub>).** Hääbuva liustiku serva ees Pandivere kõrgustiku lael reljeefi nõgudes kujunesid nn kohalikud väikesed jääpaisjärved. 14 000 aastat tagasi, kui mandrijää oli taandunud Pandivere–Neeva servamoodustiste vööndini, moodustus selle ette ulatuslik veekogu, mida vaadeldakse kui taanduva liustiku serva ees ühtlaselt alaneva veetasemega Balti jääjärve esimest staadiumit (Andren et al., 2011; Björck, 1995; Donner, 1995; Rosentau et al., 2007, Vassiljev and Saarse, 2013). Balti jääjärve veetaseme simulatsioonide järgi ulatus selle veekogu rannajoon uuringuala kirdeosas kõrguseni 75 m ümp (Rosentau et al., 2007).

Jääjärvelised setted levivad Pandivere kõrgustikul väikese pindalaga eraldi seisvate üksikute laikudena. Lamedates nõgudes kuhjusid peeneteralised, kohati savikad setted paksusega 1–3 meetrit. Kaardilehe kirdeosas Pandivere kõrgustiku nõlval ulatub jääjärvelise peenliiva ja aleuriidi lasundi paksus 6–7 meetrini. Holotseenis kujunesid Roela-Sõmeru-Varangu aluspõhjalise orundi piires ja Männikvälja mõhnastikuga külgneval alal järved ning hiljem nende soostumise tulemusena ulatuslik Voore soo. Seetõttu avanevad jääjärvelised setted maapinnal siin vaid laiguti. Kaardilehe lõunaosas on mitmetes kruusa uuringupuuraukudes (Uniküla ja Veskimäe maardlas) jämedateraliste glatsiofluviaalsete setete all savikate jääjärvesetete kiht. Kellavere mäel asuvas puuraugus nr 12 (Kõrvel jt, 1963) lasub moreenil 3 m paksune savi ja aleuriitse liiva kiht (24 m paksuse muutliku lõimisega kruusa- ja liivalasundi all).

**Tuulesetted (vIIIjr<sub>3</sub>).** Hilisjääaegsel külmal ja kuival perioodil pärast jää lõplikku sulamist kujundasid tugevad tuuled Pandivere kõrgustiku lael (Naraka–Lebavere vahelisel alal) põhiliselt peen- ja keskliivast koosnevad glatsiofluviaalse tekkega kaarjate vallide ning küngaste pindmise osa ümber (foto 2.19., 2.21.). Moodustusid liigestatud nõlvadega liitvormid, kus glatsiofluviaalsete ja tuulesetete ebaselge piir on üleminekuline. Tuulesetete paksus on muutlik ulatudes mõnekümnest sentimeetrist paari meetrini ja nad koosnevad hästi sorteeritud peen- ja keskteralisest liivast (joonis 2.3).

## 2.2. HOLOTSEEN

Holotseeni (pärastjääaegsed) setted on alal esindatud vaid kontinentaalsete setetega – järve- (IIV). jõe- (aIV) ja soosetetega (bIV), mille moodustavad liiv, aleuriit, savi, turvas ja järvemuda.

**Järvesetted (IIV)** levivad kitsaste väljavenitatud lasunditena Vao–Porkuni–Valgejõe ja Roela–Sõmeru–Varangu aluspõhjalistes osaliselt liustikuliste ja liustiku sulamisvete setetega täidetud orundites, kus moodustusid allikatoitelised järved juba hilisglatsiaalis. Setted on esindatud järvemuda ja järvelubjaga, harvem aleuriidi või savikate peeneteraliste setetega. Maapinnal avanevad järvesetted Porkuni järve loodekaldal, Porkuni–Lemküla järvestiku järvede põhjas, Põltsamaa jõeorus ja väikesel alal Voore soos, sageli on need maetud soosetete alla. Järvesetete leiukohti ja levialasid vaadeldakse lähemalt maavarade peatükis.

Kulina asula lähedal Võhujõe ülemjooksul asub 3,5 kilomeetri pikkune kitsas järvelubjalasund, mille maksimaalse paksusega on 6,78 m. Tolleaegne järv piirnes oosahelikuga, kus ooside jalamil väljus rida allikaid, mille olemasolu oli eelduseks järvelubja tekkele. Järvesetetest tehtud õietolmu analüüside põhjal (Männil, 1964) settisid nõo põhjas Dryase kliimaperioodi II poolel savikad aleuriidid, preboreaalsel kliimaperioodil algas liivaseguse lubja settimine. Üleval pool lasuv puhas järvelubi settis väga pika aja jooksul ja võrdlemisi ühtlase intensiivsusega Sub-Boreaalse kliimaperioodi keskpaigani. Kõige kiiremini toimus settimine atlantilise perioodi esimesel poolel. Sub-Boreaali lõpus kasvas järv kinni ja läbilõike ülemise osa moodustab mõnekümne sentimeetri paksuse pillirooturba kiht. Kuni tänapäevani on säilinud vaid väikesed jäänukjärved oosi jalami juures, mida toidavad jalamil väljuvad allikad.

Porkuni–Lemküla järvestiku moodustab Porkunist kuni 5 km põhjapoolle ulatuv, üldjoontes põhja-lõunasuunaline järvedeahel. Selle ahelikust jäävad kaardilehele Porkuni järv, Piisupi järv, Võhmetu järv, Mardihansujärv ja Lemküla järv ja veel mitmed väiksemad järvekesed. Kõik järved peale Porkuni järve on ajutised – st kevadel täituvad karstivetest ja kuivavad suve teisel poolel (Mäemets, 1977). Porkuni–Neeruti oossüsteemi lõunaosa vallseljakute vahelistes madalates piklikes nõgudes moodustusid peale Porkuni jääpaisjärve veetaseme alanemist alalised järved, mis karstinähtuste arenedes aegapidi tühjaks jooksid või ajutisteks muutusid. Kogu vaadeldav ala kuulub



Pandivere lubjatoiteliste järvede valdkonda (Mäemets, 1977). Eelpool loetletud madalaveeliste ajutiste järvede põhi on kaetud lubjarikka mudaga, mille paksuse kohta andmeid ei ole.

Tabel 2.2. Hilisglatsiaali ja Holotseeni setete stratigraafiline liigestus (Raukas jt, 1995; Blockley *et al.*, 2012, 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	Ladejätk	Kronotoon	Indeks	Indeks	Piiridefinitsioon (14C aastat t.)	Õietolmuvöö (PAZ)	Indeks	Indeks (von Post)	Balti mere staadiumid	Alumine piir (14C aastat tagasi)	Alumine piir (kalendriaastat tagasi)	GRIP indeks		
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>	Ila						
				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						
				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	Litorinaameri						
			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		Antsüüls-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							
			Pleistseen	Ülem-	Sub-Artikum	DR3	DR3		10 800	<i>Artemisia-Betula nana</i>	<i>Ar-Bn</i>		X	Balti jääjärv
	Allerod	AL					ALb	11 300	<i>Pinus</i>	<i>P</i>	Xla		GI-1a GI-1b GI-1c GI-1d	
				ALa	11 800	<i>Pinus-Betula</i>	<i>P-B</i>	Xlb						
	Kesk-Dryas	DR2		DR2	12 200	<i>Artemisia-Chenopodiaceae</i>	<i>Ar-Ch</i>	Xlla						

**Soosetted (bIV)** on enamlevinud tänapäevased setted kaardilehel. Soosetteist esineb raba-, siirdesoo- ja madalsoosetteid, kusjuures kaardil on siirdesoid tavaliselt kujutatud rabadega koos. Sooalaid, kus turbalihi paksus on alla 0,5 m. kaardil ei kujutata. Ainus märkimisväärne soo kaardilehel on Voore soo ja lehe idaosas ka Saara raba lääneosa. Voore soo paikneb Pandivere kõrgustiku idanõlval, kus võlvil infiltreerunud veed avanevad allikatena nõlvandöudes. Soo hakkas kujunema Pre-Boreaalne-Boreaalne (Männil, 1964), kui pärast Balti jääjärve veetaseme alanemist algas Pandivere kõrgustiku nõlvandöudes allikaliste alade ja väikejärvede soostumine. Seetõttu on siin turbalasuandi lamamiseks enamasti peeneteralised jääjärvelised setted, järvelubi või järvemuda. Voore soo üldpindala on 3726 ha, sellest põhilise osa moodustab madalsoo. Madalsoo turbalasuandi alumises osas on peamiselt tarnaturvas, allikavete ülekülluse puhul ka lehtsamblaturvas. Siirdesoolasund hõlmab soo põhjaosas suhteliselt väikese ala ning koosneb kogu ulatuses keskmiselt kuni

hästilagunenud puitusisaldavast siirdesooturbast. Raba- ja rabasegalasund levib mitmel eraldi paikneval väikese pindalaga alal, kus lasundi pindmise kihi moodustab vähelagunenud sfagnumiturvas

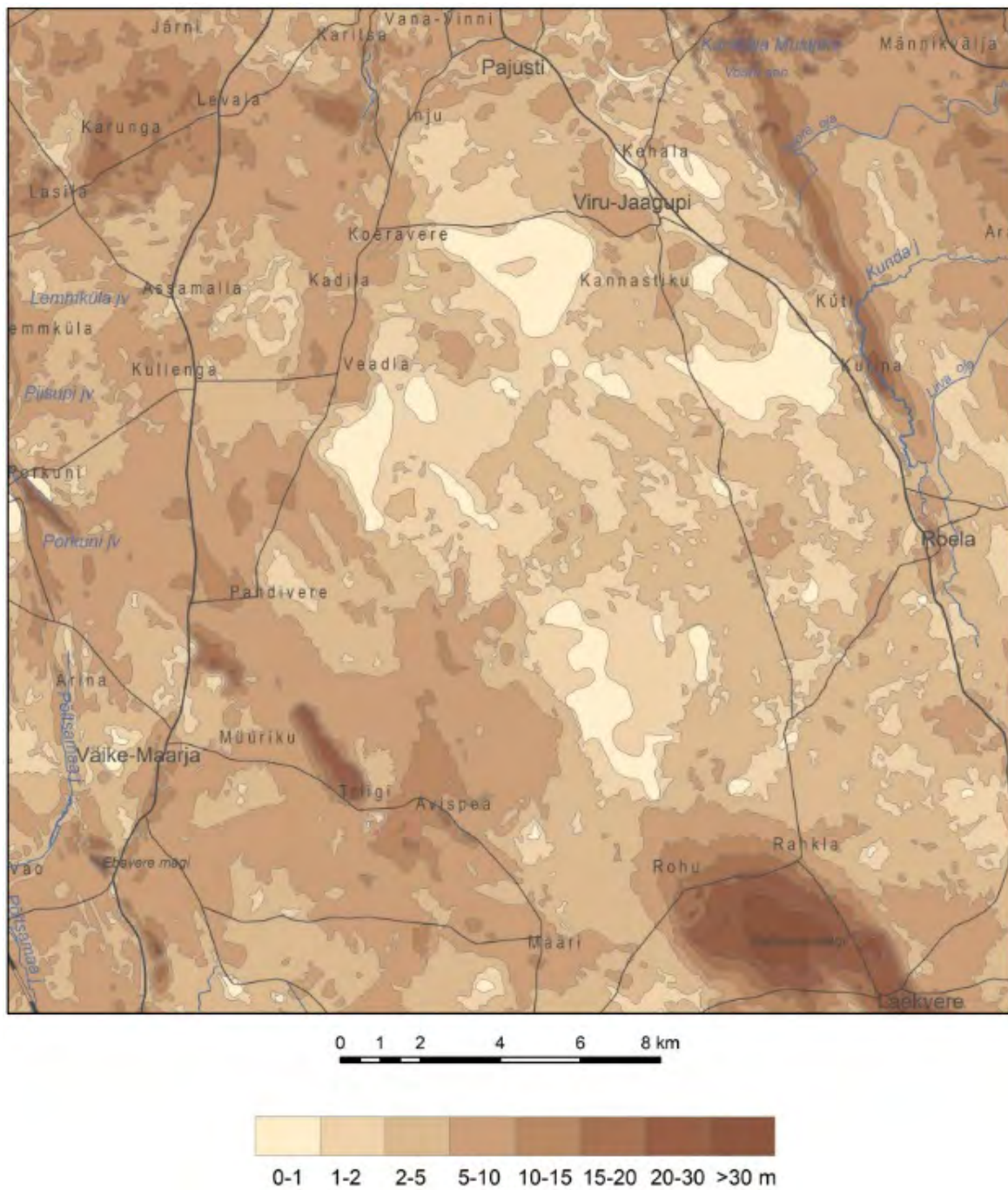
**Jõesedehk alluuvium (aIV)** pole alal kuigi laialt levinud ja pigem on nende pindala mõõtkava tõttu enam suurendatud kui vähendatud. Kaardilehelt saavad alguse kolm suurt jõge: Valgejõgi, Põltsamaa jõgi ja Kunda jõgi. Põltsamaa jõe ülemjooks Ärinast Mõisamaa külani kulgeb laias Porkuni ürgorus ja käändub Ebavere mäe loodejalami ees edelasse. Kunda jõgi voolab ülemjooksul Paasvere–Mõdriku oosi idanõlva all Roelast Küti külani laias ja lamedas Roela–Sõmeru ürgorus. Küti (Võhu) küla kohalt käändub jõgi järsult itta. Jõesedehk on siin esindatud nii sängi- kui ka lammisetetega ja nende paksus jõe ülemjooksul on alla kahe meetri. Sängisedehk on moodustunud tavaliselt peene- kuni keskmiseteralistest liivadest, kohati esineb ka jämepeurririkka lamami setteist väljapestud kruusaseid-veeriselisi lõike. Sängisedehk il lasuvad hallid ja pruunikad, sageli ka taimeläänuseid sisaldavad peeneteralised setteid, moodustades lammialluuviumi. Sageli on lammisedehk jõeoru soostumise tulemusena mattunud turbakihi alla.

### **2.3. PINNAKATTE PAKSUS**

Pinnakatte paksuse kaart (joonis 2.6) on põhimõtteliselt saadud tänapäevasest reljeefist aluspõhja reljeefi (joonis 1.3) lahutamise teel. Tulemust siluti ja täpsustati, kasutades nii marsruutide käigus kogutud vaatluspunktide kui ka puuraukude ja puurkaevude andmeid.

Pinnakatte paksus on otseselt seotud ala geomorfoloogilise ehitusega. Pandivere kõrgustiku lael on see tavaliselt 1–2 m. Aluspõhja reljeefis on jälgitavad mitmed ulatuslikud kõvikud: Kannastiku, Assamalla, Veadla, Raeküla ja Pandivere. Pinnakatte suuremad paksused (10–25 m) on kõrgustiku nõlval ooside ja mõhnade levialal. Tavaliselt on setete paksus suurem oosahelike põhjaosas ning väheneb lõuna suunas mõne meetrini. Suurimad pinnakatte paksused on Kellavere ja Ebavere mäel, vastavalt 47 ja 40 meetrit. Mattunud orgudes on pinnakatte setteid tavaliselt 15–20 meetrit, vaid üksikutes lõikudes on setete paksus üle 25 meetri.





Joonis 2.4. Pinnakatte paksus  
 Figure 2.4. Thickness of Quaternary deposits





Foto 2.1. Lainjas moreentasandik Järtu ümbruses

*Photo 2.1. Undulating till plain in the surroundings of Järtu village*



Foto 2.2. Kivine põld Järtu lähedal

*Photo 2.2. The stony field near the village Järtu*





Foto 2.3. Rohke karbonaatse jäpurruga moreen Karunga lähedal

*Photo 2.3. Till, rich in nonrounded local carbonaceous particles near the village Karunga*



Foto 2.4. Moreenkattega glatsiofluviaalsed setted Rohu liivaaugus

*Photo 2.4. Glaciofluvial gravelly sand covered by till in the Rohu pit*





Foto 2.5. Glatsiofluviaalsed setted Koeravere–Rakvere oossüsteemi keskosas – Haava kruusakarjääris  
*Photo 2.5. Glaciofluvial deposits in the Haava gravel pit, in the central part of the Koerave–Rakvere esker system*



Foto 2.6. Hästi ümardunud, ebäühtlaselt sorteeritud kruus veeristega. Detail eelmisest  
*Photo 2.6. A detail of well-rounded carbonaceous material coarse-grained gravel from the previous picture*





Foto 2.7. Kruusaauk Koeravere–Rakvere oosüsteemi lõunapoolses osas  
*Photo 2.7. The gravel pit in the distal part of the Koeravere–Rakvere esker system*



Foto 2.8. Oosisetted. Detail eelmisest  
*Photo 2.8. The esker deposits in the small gravel pit. A detail from the previous picture*





Foto 2.9. Glatsiofluviaalsed setted Sandimetsa kruusakarjääris  
*Photo 2.9. Glaciofluvial gravel in the Sandimetsa gravel pit*



Foto 2.10. Tsementeerunud kruusa lääts. Detail eelmisest  
*Photo 2.10. Cemented with carbonaceous material lens of gravel. A detail from the previous picture*





Foto 2.11. Glatsiofluviaalsed setted Männikvälja mõhnastikus – Männikvälja karjääris  
*Photo 2.11. Glaciofluvial gravel in the Männikvälja gravel pit, in the Männikvälja glaciofluvial kame field*



Foto 2.12. Liivakas kruus. Detail eelmisest  
*Photo 2.12. A detail of sandy gravel from the previous picture*





Foto 2.13. Erineva terajämedusega glatsiofluviaalsed setted Männikvälja kruusakarjääris  
*Photo 2.13. Various texture glaciofluvial deposits in the Männikvälja gravel pit*



Foto 2.14. Peeneteralised glatsiofluviaalsed setted. Detail eelmisest  
*Photo 2.14. A detail of the fine-grained glaciofluvial deposits from the previous picture*





Foto 2.15. Kulutatud lubjakiviplaad Kehala kruusakarjääri põhjas  
*Photo 2.15. Eroded limestone plate on the bottom of Kehala gravel pit*



Foto 2.16. Glatsiofluviaalsed setted Kehala karjääris  
*Photo 2.16. Glaciofluvial gravel in the Kehala gravel pit*





Foto 2.17. Glatsiofluviaalsed setted Kehala vanas kruusakarjääris  
*Photo 2.17. Glaciofluvial deposits in the Kehala old gravel pit*



Foto 2.18. Peeneteralised glatsiofluviaalsed setted väikeses liivaaugus Nurmetu lähedal  
*Photo 2.18. Glaciofluvial fine-grained deposits in the small sand pit near the village Nurmetu*





Foto 2.19. Luidestunud glatsiofluviaalsed vallid Naraka–Lebavere piirkonnas  
*Photo 2.19. A dune-covered glaciofluvial relief in the surroundings Naraka–Lebavere*



Foto 2.20. Hobuseraua-kujuline glatsiofluviaalne liivavall Avispea lähedal  
*Photo 2.20. The horseshoe-shaped glaciofluvial sand-ridge near the village Avispea*





Foto 2.21. Liivaauk luigestunud glatsiofluviaalses vallis Lebavere lähedal

*Photo 2.21. The sand pit in the dune-covered glaciofluvial ridge near the village Lebavere*



Foto 2.22. Peeneteraliseid glatsiofluviaalsed setted. Detail eelmisest

*Photo 2.22. A detail of glaciofluvial fine-grained deposits from the previous picture*





Foto 2.23. Moreenkattega glatsiofluviaalsed setted Veskimäe kruusakarjääris  
*Photo 2.23. Glaciofluvial gravel covered by till in the Veskimäe gravel pit*



Foto 2.24. Põimkihilised peeneteralised setted Veskimäe karjääris  
*Photo 2.24. Cross-bedded fine-grained glaciofluvial deposits in the Veskimäe gravel pit*





Foto 2.25. Kattemoreen ja glatsiofluviaalsed setted moreeni vahekihiga Ärina karjääris  
*Photo 2.25. Glaciofluvial deposits with till interbed covered by till in the Ärina gravel pit*



Foto 2.26. Erineva terajämedusega glatsiofluviaalsed setted moreeni vahekihiga. Detail eelmisest  
*Photo 2.26. A detail of various texture glaciofluvial deposits with till interbed from the previous picture*



### 3. HÜDROGEOLOOGIA JA PÕHJAVEE KAITSTUS

Hüdrogeoloogiline ja põhjavee kaitstuse kaart on koostatud suures osas varasemate keskmise- ja suuremõõtkavalise geoloogilise kaardistamise ning otsingu- ja uuringutööde materjalide põhjal. Kasutatud on ka varasemate põhjavee keemilise koostise uuringute (Tennokesse jt, 1991; Kink, 1993) materjale ning nitraaditudlike alade põhjaveeseire andmestikku, lisaks ka põhjaveevarude kinnitamise aruandeid (Vatalin, 1988; Vatalin, 1992). Lisaks kataloogile “Karst ja allikad Pandiveres” on faktiliselt andmestikult põhjalikumaks karstialaseks uuringuks Ü. Heinsalu (1963) ülevaade. Valdav hüdrogeoloogiline andmestik pärineb keskkonnaregistri puurkaevude andmebaasi kantud 526 tarbe- ja vaatluspuurkaevust (andmed ülal ka EELIS infosüsteemi VEKA veebilehel). Lisaks neile on hüdrogeoloogiline andmestik 20 puurangu kohta Väike-Maarja piirkonna (Perens jt, 1977) hüdrogeoloogiliselt kaardistamiselt. Kuna arvesse on võetud ka Pandivere nitraaditudliku ala seirevõrgu allikate, eraomanike puurkaevude ja salvkaevude andmestikku, siis on veepunktide tiheduseks umbes 1 punkt 1 km<sup>2</sup> 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) ning 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.

Ala paikneb valdavalt Pandivere põhjavee alamvesikonnas ja kuulub hüdrogeoloogiliselt Balti arteesiabasseini. Põhjavesi levib siin pinnakattes, aluspõhja ja kristalse aluskorra kivimeis. Suurima mahu ja levikuga neist on aluspõhja kivimitega seotud põhjavesi. Kogu kaardileht hõlmab olulise põhjavee moodustumisala – Pandivere kõrgustiku, kust põhjavee vool on suunatud radiaalselt väljavoolualade suunas. Piirkonna vooluvete tihedus on vaid 0,05 km ruutkilomeetrile ja vähesed järved on paisjärved või ajutised karstijärvikud.

Infiltreerunud sademest ligi 60% voolab välja allikais ja jõeorgudes ning üle 40% läheb sügavamate põhjaveekihtide toiteks (Eipre, 1981). Sama autori andmeil sademetest infiltreerub (imbub maasse) 38 protsenti ja ülejäänud aurustub. Aurumine on kõrgustiku võlviosas arvutuslikult väiksem, kuna pindmiste vooluveekogude puudumine ja kiire sademete neeldumine ei soodusta aurumist. Aastane sademete hulk on pikaajalise keskmisena Väike-Maarja meteoroloogiajaama andmeil (676 mm) ehk ligi 30 mm üle Eesti keskmise. Kõrgustikul soodustavad vee kiiret imendumist arvukad karstilõhed ja -lehtid.

Kvaternaari (pinnakatte) setetes esinevad surveta vett sisaldavad ja vahetult meteoroloogilistele mõjuritele alluvad poorsed põhjaveekihid. Mattunud orud on kaardil näidatud orgudena, kus vaid kohati võib glatsiofluviaalsetes liivades paiknev veekiht pakkuda alternatiivi aluspõhja veekihtile. Pinnakattes tungib kogu infiltratsioon ja seda läbib suurem osa põhjavee äravoolust.

Pinnakatte ülemine osa või kohati ka kogu pinnakate kuulub aeratsioonivöösse, kus peale filtratsioonivoolude liigub hulk vett auruna või kapillaarjõudude toimel (Perens, 1998). Alal on maapinnalt esimene aluspõhjaline veekiht Siluri ja Ordoviitsiumi lõhelistes, suuremal või vähemal määral karstunud karbonaatseis kivimeis, kus põhjavee liikumise kiirus on suur lõhedes ja maapinnalähedastes karstiõõnsustes. Kohati on kivimid kuni 30 m sügavuseni tugevalt karstunud. Sügavamal (üle 100 m) lasuvates poorsetes terrigeensetes kivimites esineva ja mõnevõrra kõrgendatud mineraalsusega vee liikumiskiirus on väike. Aluskorra lõhedes esinev kõrgendatud mineraalsusega vesi on praktiliselt liikumatu.

Vastavalt Euroopa Liidu Veepoliitika raamdirektiivi 2000/60/EÜ määratlusele mõistetakse põhjaveekihtina üht või mitut kivimikihti või muud geoloogilist kihti, mis on piisavalt poorsed ja

läbilaskvad, et põhjavesi saaks seal voolata või sealt saaks suuremas koguses põhjavett võtta. Veekompleks, mille veemajanduslikult kasutatavat ja piiritletavat osa nimetatakse põhjaveekogumiks, võib koosneda mitmest veekihist. Veepidemetena eristatakse kihte, mille transversaalne filtratsioonikoefitsient ( $K$ ) jääb alla  $10^{-2}$  m/d. Ala hüdrostratigraafiline liigestus on toodud tabelis 3.1. Hüdrostratigraafiline liigestus põhineb digitaalse geoloogilise kaardistamise juhendi (Juhend..., 2015) seletuskirjal. Tabelis 3.1 pole katsepumpamiste puudumisel piiratud (sporaadilise) levikuga ega ilma olulise põhjaveearuta pinnakatte holotseeni veekihte välja toodud.

Tegeliku veevarustuse seisukohalt eristatakse piisavalt vettandvaid veekihte ja veekomplekse (kaevude valdav erideebit  $q > 0,1$  l/(s\*m) ehk  $> 10$  m<sup>3</sup>/d,  $K > 1$  m/d) ning nõrgalt vettandvaid veekihte ja veekomplekse ( $q < 0,1$  l/(s\*m),  $K < 1$  m/d). Erideebitina tähistatakse kaevu tootlikkust (l/s) veetaseme alandamisel 1 m võrra pumpamise käigus (tootlikkuse jagatis üldise veetaseme alanemisega). Filtratsioonikoefitsiendina mõistetakse kivimi või sette omadust lasta endast läbi gravitatsioonivett. Filtratsioonikoefitsient võib olla erinev (tavaliselt karbonaatses kompleksis) kihipindadega ristuv (transversaaelses) suunas ning nendega paralleelses (lateraalses) suunas ja selle mõõtühikuks on meetrit/ööpäevas (m/d). Tootlikkuse mõõtühikuna kasutatakse veetarbimises lisaks l/s ka m<sup>3</sup>/ööpäevas (m<sup>3</sup>/d). Edasises tekstis kasutatakse aruande faktika andmekogu puurkaevu tähenduses lühendit pk.

Kvaternaari veekompleksi põhjavett kirjeldatakse piiratud levikuga ja ilma olulise põhjaveearuta kihtidena, kuna eelmainitud EL raamdirektiivi 2000/60/EÜ põhjal peab veekihist saama olulises koguses põhjavett võtta. Tavaliselt mõistetakse olulise põhjaveekoguse all ühisveearustuse jaoks kasutatavat vett vähemalt 10 m<sup>3</sup>/d või siis vett, mida kasutab vähemalt 50 inimest.

Süsteematilised põhjavee kvaliteedi uuringud Pandiveres algasid 80-ndate aastate teisel poolel enne “fosforiidisõda” töödega piirkonna kaitseks ja olid seotud TA Geoloogia Instituudiga. Oluliseks väljundiks olid “Eesti Maaparandusprojekti” geoloogiaosakonnas ja TA Geoloogia Instituudis valminud majandite veekaitse skeemid, millele järgnes piirkonna veekvaliteedi seiresüsteemi evitamine. Kuni 1991. aastani toimus põhjavee seire Väike-Maarja ja Põdrangu–Porkuni ümbruses tollase Geoloogia Valitsuse (tootmiskoondis Eesti Geoloogia) poolt. Veelgi olulisemad olid sama asutuse iga-aastased põhjaveekaitse alased (reostuskontrolli) tööd (viimati Tennokesse, 1991). Pandivere Veekaitseala moodustati 1988. aastal ENSV Ministrite Nõukogu määrusega nr 586. Järgnevad veekaitsealased tööd piirkonnas on enim seotud AS Mavesega. 1995. aastal algas veekaitseala kaitseeskirja koostamine, kuna kehtivad õigusaktid ei taganud Pandivere põhjavee toitealade ja allikate küllaldast kaitset. Tulenevalt Euroopa Liidu vee- ja keskkonnanõuandest seadusandlusest moodustati Vabariigi Valitsuse 2001. a määrusega nr 124 Pandivere põhjavee alamvesikond (langes põhiliselt kokku varem piiritletud veekaitsealaga, kuid oli sellest väiksema ulatusega idaosas) 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 allikate ja karstivees.

Vaatamata kümneaastasele tegevusele takerdus Pandivere Veekaitseala juriidiline seadustamine ja 2006. a augustis tühistas Eesti Vabariigi Valitsus 1988. a määruse veekaitseala loomise kohta.

Seoses maavarade kaevandamise probleemidega on oluline, et Lääne-Viru maakonnaplaneeringu 2030+ keskkonnamõju strateegiline hindamine (KSH). Selles nähakse ühe võimalusena ette kas Pandivere veekaitseala taastamist või ettepaneku esitamist teatud uue kaitsereežiimi kehtestamiseks. Esialgse ajakava põhjal peaks KSH aruanne valmima 2015. a lõpuks.



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 maapinnast, m	Deebit, l/s	Alandus, m	Eri-deebit, l/s*m
		Vee-kompleks	Veekiht	Veepide					
Kvaternaar (Q)	Järva	Kvaternaari (Q)		jääjärveline savi (lgQ <sub>III</sub> )	1				
				glatsiofluviaalsete setete (fQ <sub>III</sub> )	3–10	3–5	0,1–0,2	0,3–0,5	0,2–0,5
				glatsiaalsete setete (gQ <sub>IV</sub> )	1–3	1–3	0,005–0,05	0,5	<0,1
				glatsiaalsed setted (gQ <sub>III</sub> )	1–2				
Silur (S) Ordoviitium(O <sub>2-3</sub> )		Siluri-Ordoviitiumi (S–O)	Siluri-Ordoviitiumi liigestamata (S–O)		100–140	2–25	0,1–10,0	0,5–10,0	0,01–50,00
(O <sub>1-2</sub> )				Ordoviitiumi veepide (O)	5–80				
Kambrium (Ca <sub>1</sub> )	Kallavere Tiskre	Ordoviitiumi-Kambriumi (O–Ca)	Ordoviitiumi-Kambriumi (O–Ca)		25–30	30–80	0,7–6,0	1,5–20,0	0,1–0,5
	Lükati Lontova			regionaalne veepide (Ca <sub>1</sub> lk–Ca <sub>1</sub> ln)	60–75				
Ediacara (Vend–V <sub>2</sub> )		Kambriumi-Vendi (Ca–V)	Voronka (V <sub>2</sub> vr)		25–40	80–130			0,1
				Kotlini	5–10				
			Gdovi (V <sub>2</sub> gd)		25–40	80–130			0,5–1,0
Paleoproterosoikum (PP)			Aluskorra murenemiskooriku ja lõhelise vööndi põhjavesi		5–75				0,01
			lõhedeta aluskord						

### 3.1. KVATERNAARI VEEKOMPLEKS

Kvaternaari veekompleksi suurimaks puuduseks on selle väike reostustaluvus. Kaardipildis ei ole veekompleks eristatud, kuid tingmäärgiga on antud mattunud orud, milles võib vaid kohati olla alternatiivseks veevarustuse allikaks sobivaid glatsiofluviaalsed setted. Põhiliselt on pinnakatte setted Siluri–Ordoviitsiumi veekompleksi filtreerivate sademete regulaatoriks. Kvaternaari veekompleks toitub sademest ja ta levikuala langeb kokku toitumisalaga. Enamik allpool kirjeldamist leidvaid veekihte on olulise põhjaveevaruta ja setete levikut võib jälgida kaardikomplekti pinnakatte kaardil ja läbilõigetel. Üksikud luited kaardilehe keskosas kuuluvad aeratsioonivöösse (on veetud).

**Soosetete ( $bQ_{IV}$ ) veekihi** levik ühtib turbasoode levialadega. Kõrgustiku võlvil on karsti tõttu püsiva liigniiskuse tekkimiseks vähe eeldusi ja sood siin peaaegu puuduvad (Kink jt, 1998). Ulatuslikum on Saarasoo (ja selle Soonuka turbatootmisala), millest kaardilehe idapiirile jääb vaid kitsas laiguke. Kaardilehe piires on suurimaks Voore soo ala kirdeosas. Mattunud orgude piires paiknevad sood toituvad karstiveest. Soovee mineraalsus on palju kõrgem tavapärasest rabaveest (mineraalainete üldsisaldus madalsoode vees 0,1–0,5 g/l). Looduslikus seisundis soodes ei ületa veetase poolt meetrit maapinnast ja veekihi paksus on 1–3 m. Filtratsioonikoefitsient ( $K$ ) oleneb turba lagunemisastmest ja ulatub keskmiselt 0,05–0,1 m/d rabaturbal ja kuni 1 m/d Pandivere nõlva karstivetest toituvates madalsoodes. Soovees on palju lahustunud orgaanilist ainet ja humiinained koos rauaühenditega annavad veele iseloomuliku pruuni värvuse. Praktilist kasutust soosetete veekiht ei ole leidnud, kuid on väga oluline sademete akumulatsioonijana.

**Järvesetteid ( $IQ_{IV}$ )** on kaardilehe piires vähe. Liivade tusedus ei ületa neis tavaliselt 1 meetrit ja vesi on omadustelt lähedane jõesetete veele. Oluline on vettpidava iseloomuga järvelubi (Voore oja ülemjooksu ümbruses, Lemmküla järves ja ka Põltsamaa jõe Mõisamaa allikaalal), mille paksus on valdavalt 1 m, kuid Porkuni Suurjärves ulatub sapropeeliga segunenud lubjakihi paksus kohati kahe meetrini. Sarnane on lubjakihi paksus Voore soo lõunaosas. Erakordselt suur (kuni 6 m) on lubjakiht Roela–Sõmeru mattunud orus Kulinalt idas (Männil, 1964). Sageli esineb turba all ka vettpidav järvemuda (kuni 1 m), suuremas paksuses on järvemuda Kantküla Mustjärves ja Porkuni järvedes.

**Jääjärveliste setete ( $IgQ_{III}$ ) veekiht** levib laiguti kõrgustiku võlvi ümber. Vettisaldavaks on peenliivad (ka aleuriidid) filtratsioonikoefitsiendiga 0,1–1 m/d. Saara raba lääneserval on liivade filtratsioonikoefitsiendiks saadud isegi 12 m/d (Perens jt, 1978). Ka sama soo turba all esinevais liivades saadi liivade filtratsioonikoefitsiendiks 0,24–3,4 m/d (Ramst jt, 1989). Vesi on survetu. Sealne põhjavesi on väga muutliku keemilise koostisega, valdab  $HCO_3$ - $SO_4$ - $Na$ - $Ca$ - tüüpi mineraalsusega isegi üle 0,5 g/l. Iseloomulik sellele on kõrge rauasisaldus (valdavalt esineb raud siin  $Fe^{2+}$  kujul). Kuna veekiht on väikese veandvusega, ei kasutata seda isegi ka salvkaevudes. Jääjärvelised **savid ( $IgQ_{III}$ )** eraldatakse traditsiooniliselt välja veepidemena ( $K < 10^{-4}$  m/d), kui setete paksus ei ületa 1–2 m ning savid vahelduvad savikate aleuriitidega.

**Glatsiofluviaalsete ( $fQ_{III}$ ) setete veekiht** leiab kasutamist väheste üksiktarbijate salvkaevudega (peamiselt ooside nõlvadel). Kuigi setete paksus on üle 10 m, on nad seotud positiivsete pinnavormidega ja moodustavad tavaliselt aeratsioonivöö. Veekiht on seotud ooside ja glatsiofluviaalsete mõhnade liivadega, milles on sageli ka kruusa ja veeriseid. Selliste liivade filtratsioonikoefitsient on 5–10 m/d, ulatudes kruusliivade puhul 25–50 m/d. Roela ümbruse kruusades on määratud  $K=50$ –100 m/d (Perens jt, 1978) ning Ebavere läänenõlval ja Äntu karjääris 90 m/d (Perens jt, 1977). Suuremal osal alast on veekiht survetu iseloomuga ja erideebitid ei ületa 0,5 l/s\*m. Vesi on  $HCO_3$ - $Ca$ - $Mg$ - või reostununa  $HCO_3$ - $SO_4$ - $Mg$ - $Ca$ - tüüpi, mage, kohati suure rauasisaldusega. Kuna veekiht on kõikjal reostuse eest kaitsmata, on ka lämmastikühendite sisaldus selles suurem.



**Moreeni (glatsiaalsete setete –  $gQ_m$ ) veekihti** eksploateeritakse väheste salvkaevudega. Veekiht on survetu ning seotud eelkõige moreeni saviliivaste erimitega või moreenisestest liiva- ja kruusaläätsetega. Vesi on  $HCO_3$ -Ca-Mg- tüüpi, kare, kõrge rauasisalduse ja mineraalsusega 0,4–0,8 g/l. Salvkaevudest välitöödega määratud erideebitid on 0,005–0,1 l/s\*m (Perens jt, 1978) ja seda alla 0,5 m alanduste juures. Tavaliselt on moreenid veevaesed ja nendes olevad kaevud võivad suviti kuivada. Filtratsioonikoefitsient küünib liivsavimoreenidel  $10^{-2}$  m/d ja saviliivmoreenidel kuni 1 m/d, kuid soosetete all viimastel mitte üle 0,05 m/d (Ramst jt, 1989). Kuigi liivsavimoreene esineb läbilõikes sageli, on nad siiski esindatud õhukeste vahekihtidena ja vettpidavast moreenikattest saab rääkida vaid mattunud orgudes või rabade keskosas. Sageli on moreeni kirjeldatud puuraukudes savika kruusana.

### **3.2. ALUSPÕHJA JA ALUSKORRA VETTANDVAD JA VETTPIDAVAD KIHID**

**Siluri–Ordoviitsiumi veekompleks** levib kogu alal, hõlmates valdava osa karbonaatkivimite lasundist. Kompleksi paksus ulatub 100 m kaardilehe põhjaservas kuni 140 m lõunaosas. Lõunaosas on Kesk- ja Alam-Ordoviitsiumi lubjakivid 140 meetrist sügavamal loetud juba Ordoviitsiumi veepidemesse. Veekompleks on praktiliselt kõikjal survetu, kuigi nõrgalt surveist põhjavett võib saada mattunud orgudest. Aeratsioonivöö paksus ületab 5 meetrit. Pandivere kõrgustiku võlviosas on see üle 20 m, maksimaalselt 27 m on mõõdetud kõrgustiku võlvil Raekülalt idas (Perens jt, 1977, puurkaev 249). Peamine surve tekitaja – Pandivere kõrgustik – hõlmab enamiku kaardilehest ja vaid äärmine kirdenurk jääb maastikulise liigestuse järgi kõrgustiku jalamile).

Siluri–Ordoviitsiumi veekompleksis on loobunud vettpidavate ja vettandvate kihtide eristamisest ning nii vaadeldakse Siluri ja Ordoviitsiumi veekihte liigestamata kompleksina. Põhiargumendiks oli, et avamusalal sõltub karbonaatkivimite veeandvus peamiselt lõhelisusest, aga mitte niivõrd nende litoloogiast. Lõhelisus on eriti intensiivne tektooniliste rikete piirkonnas. Vertikaalselt on läbilõikes nii lõhelisus kui karstumus väga ebahühtlaselt jaotunud.

Lubjakivilasundi enim karstunud ja murenenud ülemise osa – murenemisvöö – paksus on enamasti 1–3 m, kuid Pandivere kõrgustiku võlvil märgatavalt suurem. Eesti karbonaatkivimite kompleksi avavatest puuraukudest (u 300) tehtud vooluhulga karotaažid näitavad (Perens, 1998), et ülemine 15 m annab ligi poole kogu puurauku tungivast veest. Arvestades siinse piirkonna aeratsioonivöö ulatust, jäävad maapinnalt esimesed täheldatud vettandvad veeintervallid sügavamale ja vähemalt poole põhjavee kogusest annavad ülemised 25–30 meetrit.

Kaardilehe piires tehtud varasemad vooluhulga karotaažid (Perens jt, 1978; Raudsep jt, 1984) näitasid kaardilehe põhjaosas põhilisi vettandvaid intervalle Saunja ja Paekna kihistute piiril, Rägavere kihistust Piilse ja Tudu kihistike piiril, lisaks Kahula 2 kihistust ja väiksemaid vooluhulki ka Viivikonna kihistu ülaosast. Fosforiitide detailuuringul (Raudsep jt, 1989) kaardilehe kirdeosas ja suuremalt mahult antud kaardilehest põhja pool, esines uuritud puuraukudes 50% üldisest keskmisest vooluhulgast Rakvere lademest, 19% Keila lademest ning Nabala, Jõhvi ja Kukruse lademest kõigest 7%. Kaardilehe lõunaosas (Perens jt, 1977; Vatalin, 1988) olid peamised veerikkamad intervallid täheldatud Adila kihistus, veidi vähem Kõrgessaare (piiril Moe kihistuga) kihistus ning läbilõikes sügavamal üksikud intervallid Saunja ja Paekna kihistute piiril. Sügavaim vettandev intervall oli Keila lademe ülaosast (Kahula 2 kihistu ülemisel piiril) ja lademe sügavus kaardilehe lõunapiiril on võetud ka veekompleksi lõppsügavuseks.

Moe ja Ärina kihistuis oli vettandvaid intervalle vaid paaris puuraugus kihistute avamusalal (Ärina kihistust täheldati vaid sissevoolu manteltoru tagant moreenist puurkaevus 3635), veidi sagedamini Varbola kihistus. Ometigi ei võimalda see vaadelda neid kihistuid suhteliste

veepidemetena. Hüdrauliliselt on Siluri ja Ordoviitsiumi ladestu põhjavesi omavahel seotud tektooniliste rikete, lõhede ja karstiõõnsuste kaudu. Seda kinnitavad veetaseme sünkroonne kõikumine ja üheaegsed maksimum- ja miinimumtasemed. Käesolevas töös juhend (Juhend..., 2015) veekompleksi liigestamist ei nõua, kuigi meteoroloogiliste tegurite aktiivse mõju vööst (tavapäraselt 80–100 m maapinnast) sügavamal võivad erinevused veetasemeis (survetasemeis) küündida rohkem kui 10 meetrini (seirepuurkaev 3576 Väike-Maarjas).

Veekompleksi survetu veetase on kõrgeim Pandivere kõrgustiku võlviosas, kust hüdroisohüpsid alanevad radiaalselt, enamasti korrates aluspõhja reljeefi ning madalam on veetase ala kirdeosas (75 m ümp). Kõrgeim veetase kõrgustiku võlvil mõõdeti 2014. aasta juulis Veadlast idas Leoküla Raadi (Selja) talu salvkaevus – 116 m ümp (14,1 m maapinnalt).

Puurkaevude erideebit on vahemikus 0,01–50,0 l/s meetri alanduse kohta, olles keskmiselt 0,1–5,0 l/s\*m. Ala edelanurgas melioratiivse kaardistamise paaris puuraugus on esinenud ülevoolu ning jõeorgudes on arvukalt allikaid. Anomaalselt suured erideebiti väärtused (üle 20 l/s meetri alanduse kohta) on saadud pumpamisel väikese võimsusega pumpadega, kus veepinna alanemine on jäänud alla 0,2 m. Kuigi hüdrogeoloogilise kaardi koostamisel olid aluseks pumpamiskatsetel saadud erideebitite väärtused, tuleb ka neisse suhtuda ettevaatusega. Nii on puurkaevudes 23045–23067 saadud pumpamisel alanduseks 2,0 m ja seda deebiti puhul 0,66 l/s. Kuna antud veekompleksis on kivimite veeandvus pindalaliselt väga muutlik ja siintoodud puurkaevud ühesügavused, võib väita, et pumpamisandmed ei vasta tõele. Karbonaatse kompleksi vesi on mage (lahustunud mineraalainete üldsisaldusega 0,3–0,5 g/l) ja HCO<sub>3</sub>-Ca-Mg- tüüpi. Suurem on põhjavee mineraalsus väikeasulatel (alevike) piirkonnas, kus muutub ka vee tüüp (HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Ca-Mg-). Vesi on kare (5–7 mg-ekv/l) ning Voore soo ja mõhnastike piirkonnas kõrge rauasisaldusega (üle 1 mg/l).

Siluri–Ordoviitsiumi veekompleks on alal põhiliseks väiketarbijate veevarustuse allikaks. Veekompleksis on kaitsmata aladel sageli manteldatud vähemalt 30–50 m vettandvam ülaosa ja sellistes puurkaevudes on suurem mineraalainete sisaldus ja vee karedus, väiksem ka veeandvus ja sageli sisaldub vees palju rauda ning mikrokomponentidest kohati Mn<sup>2+</sup>.

**Ordoviitsiumi veepideme** moodustavad kaardilehe põhjaosas Varangu kihistu bentoniitsavid (levivad vaid loodeosas) ning Türisalu kihistu maarjaskilt (diktüoneemakilt) ja traditsiooniliselt ka Toila kihistu glaukoniitlubjakivid koos lamamiks oleva glaukoniitliivakiviga. Selle kompleks tüsedus on parimal juhul kuni 5 m. Kaardilehe lõunapiiril on karbonaatkivimite kompleksi tüsedus üle 200 m ning veepidemesse kuuluvad juba Kesk- ja lõunaosas ka Ülem-Ordoviitsiumi lubjakivid (sügavamal kui 140 m). Läänepoolsel Tapa kaardilehel loeti vooluhulkade määrangute alusel puurkaevudes veepidemesse 120 meetrist sügavamal asuvad karbonaatkivimid. Veepideme läbilaskvus on teravalt anisotroopne. Kui lateraalne (külgsuunaline) filtratsioonikoefitsient on 0,001–1,0 m/d, siis transversaalne on enamasti suurusjärgus 10<sup>-6</sup>–10<sup>-5</sup> m/d (Vallner, 1980). Kaardilehe lõunaosas suidub maarjaskilda kiht välja (Assamalla joonelt) ning transversaalne filtratsioonikoefitsient jääb siin suurusjärku kuni 10<sup>-4</sup> m/d.

**Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleks (O–Ca)** levib kogu kaardilehe ulatuses. Kallavere (Ordoviitsium) ja Tiskre kihistu (Kambrium) peeneterisest liivakivist ja jämeterisest kvartsaleuroliidist koosneva kompleksi paksus on 25–30 m. Veekompleks toitub Pandivere kõrgustikult, peamiselt tektooniliste rikete kaudu (Aseri rike) ja mattunud orgude piirkonnas. Ordoviitsiumi ladestust läbi veepideme nõrgunud vesi valgub surveliste filtratsioonivooludena laiiali radiaalsuunas. Veekompleks, mis lasub 140 (põhjaosas) kuni 200 m sügavusel maapinnast, on survealine Seega on veevahetustingimused halvemad ala lõunaosas ja ka ilmastikutingimuste mõju põhjavee seisundile on seal väiksem. Põhjavee survetase on üle 60 m ümp ala lõunaosas ja see langeb kuni 50 m ümp ala põhjapiiril. Filtratsiooniomadused on välja peetud: K=1–10 m/d. Veekompleksi



veeandvus on ühtlane ning erideebitid jäävad peamiselt vahemikku 0,15–0,3 l/s, kusjuures minimaalne erideebit 0,1 l/s on täheldatud Inju puurkaevust 2880 ja maksimaalsed 0,5 l/s Roela aleviku puurkaevudest. Keemiliselt koostiselt on põhjavesi  $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ -tüüpi lahustunud mineraalainete üldsisaldusega 0,3–0,5 g/l. Vesi on pehme ja üldkaredus jääb vahemikku 2–4 mg-ekv/l. Veekompleks on ühisveevarustuse allikaks Pajusti ja Viru-Jaagupi alevikus, leides väheste puurkaevudega tarbimist ka Roela alevikus.

**Lükati–Lontova regionaalne veepide** levib kogu alal ja on esindatud eelnimetatud kihistute argilliidilaadse saviga (sinisavi). See on läbilõike tusedaim (60–75 m) ja suurima isolatsioonivõimega veepide – transversaalne filtratsioonikoefitsient on enamasti  $10^{-7}$ – $10^{-5}$  m/d (Vallner, 1980).

**Kambriumi–Vendi veekompleksi (Ca–V)** kandjaks on eelnimetatud ladestute enamasti nõrgalt tsementeerunud liivakivid ja aleuroliidid. Kuni 5 m paksused Kotlini kihistu aleuriitsavi kihid, mille paksus suureneb kirdesse, jaotavad veekompleksi kaheks: ülemiseks Voronka ja alumiseks Gdovi veekihtiks. Lisaks loetakse Kotlini veepidemesse ka kuni 5 m tusedune Sirgala kihistiku alumine savikas osa. Kuigi Kotlini veepideme transversaalne filtratsioonikoefitsient on analoogne Lükati–Lontova omale, näidates tugevat isolatsioonivõimet, kiilduvad kaardi lõunapiiril Kotlini savid välja ja vettpidavad omadused tagatakse vaid Sirgala kihistiku alumise osa arvukate aleuriitsavi vahekihtidega. Erandlik on Assamalla kerke (saarmäe) piirkond, mille lael Kambriumi–Vendi veekompleksi moodustavad liivakivid puuduvad ja Lükati–Lontova veepideme savid lasuvad otse aluskorralise kerke murenemiskoorikul. Samal ajal ulatub kerke lähiümbruses veekompleksi liivakivide paksus (hüdrogeoloogilise läbilõike puurauk F251) 80 meetrini. Kambriumi–Vendi veekompleksi avavate puurkaevude erideebitid on 0,1–1 l/s. Voronka veekiht on alati väiksema veeandvusega kui seda on Gdovi veekiht. Veekompleksi veeandvus väheneb (mõlemas veekihis) lõuna suunas. Põhjavesi on kõrgsurveline ja survetase ühtib merepinnaga, tõustes veidi lõuna suunas.

Veekompleksi vesi on mage (üldmineralisatsioon 0,4–0,7 g/l), kusjuures suurem on vee mineraalsus alumise, Gdovi veekihi puhul. Läbilõike ülemises osas on vesi  $\text{Cl-HCO}_3\text{-Na-Ca}$ -tüüpi. Gdovi veekihis on tavaliselt probleemiks põhjavee suur kloriidide ja raua ning radionukliidide sisaldus. Veel 2010. a ulatus Pajusti puurkaevu 2911 põhjavee elektrijuhtivus üle 800 mS/cm ja kloriidide sisaldus põhjavees oli 163 mg/l (“Vinni valla ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kava aastateks 2013–2024”), kuid kuna veekompleksi põhjavett ei tarbita juba kümme aastat, on kloriidide sisaldus ilmselt veidi langenud. Radionukliidide määranguid ei ole veekompleksist kaardilehe piires tehtud.

**Aluskorra murenemiskooriku ja lõhelise vööndi põhjavesi** on kõrgsurveline, kuid kaardilehe piires uurimata. Analoogia põhjal kõrvalaladega võib oletada, et aluskorra vesi on suhteliselt kõrge mineraalsusega ja väikese veeandvusega ega oma seetõttu tähtsust veevarustuses. Murenemiskooriku paksus on 5–120 m (väikseim Assamalla aluskorra kerkel) ja jääb enamusel alast suurusjärku alla 50 m.

### 3.3. PÕHJAVEE TARBEVARU JA SELLE KASUTAMINE

Kaardilehe piires olevad asulad praeguseks kinnitatud põhjaveevaru ei oma. Väike-Maarja alevikule oli põhjaveevaru kinnitatud (Siluri–Ordoviitsiumi veekompleks) 1988. aastast mahus 3600 m<sup>3</sup>/d, kuid nende varude kehtivusaeg sai läbi 2012. aasta lõpuks. 25 aasta jooksul ei olnud plaanitud veehaaret alevikule rajatud ja vett võeti alevikus olemasolevaist vanadest puurkaevudest. Peamiseks põhjuseks, miks veehaaret uuringutega määratud piirkonda (Vatalin, 1992) ei rajatud, oli kaugus alevikust, aga lisaks ka järsk veetarbimise vähenemine viimastel aastatel.

Joogiveevarustuses kasutatakse kaardilehe piires vaid põhjavett, mida võetakse valdavalt Siluri–Ordoviitsiumi veekompleksist. Hüdrogeoloogilisel kaardil on toodud veetarbimine 2013. a lõpu seisuga ja arvestatud on vaid puurkaeve veetarbimisega üle 5 m<sup>3</sup>/d.

Kvaternaari veekompleksi vett tarbivad hajaasustuses üksikud väiketarbijad salvkaevudega ja seda peamiselt kaardilehe idaosas (Mõdriku-Paasvere oosistiku ümbrus) ning lõunaosas – Kellavere mäest lõunas ja Vao–Porkuni (Põltsamaa jõe) mattunud oru piires.

Põhiline põhjavee tarbimine ühisveevarustuses toimub praegu Siluri–Ordoviitsiumi veekompleksist. Suurim on tarbimine Väike-Maarja alevikus, kus koos Ebavere küla (Kaarma tööstusalaga) tarbitakse üle 400 m<sup>3</sup>/d. Veevarustuse korraldajaks on siin Pandivere Vesi OÜ. Arvestades ka Väike-Maarjast vahetult kirdes paikneva Müüriku farmikompleksi veevõttu, siis ulatub piirkonna üldine veetarbimine kuni 450 m<sup>3</sup>/d. Kaardilehe edelanurgas Vao külas ja Liivakülas, kus põhitarbijad on Vao Agro ja Liivaküla Agro farmid, pumbatakse veekompleksist 105 m<sup>3</sup>/d põhjavett. Ala lääneosas Porkuni külas (koos idapoolse RMK Kullenga taimlaga) on veevõtt 40 m<sup>3</sup>/d ja Assamalla külas 20 m<sup>3</sup>/d. Pandivere kõrgustiku lael on suurimaks veetarbijaks Pandivere küla Maramaa sigala, mille veevõtt puurkaevust 17133 ulatub 30 m<sup>3</sup>/d.

Kaardilehe lõunaosas tarbitakse Laekvere alevikus 50 m<sup>3</sup>/d ja Triigi külas 55 m<sup>3</sup>/d põhjavett. Alla 10 m<sup>3</sup>/d veevõtuga on OÜ Kütü Mõis, Kulina sigala, Kõpsta Seafarm OÜ, sigala Rahkla külas, Äntu farm ja Lasila küla. Siluri–Ordoviitsiumi veekompleksi vett kasutavad ka üksiktarbijad (talud) oma arvukate salv- ja puurkaevudega. Põhiliselt on puurkaevud alla 30 m sügavad ja riikliku arvestust nende veearbimise kohta ei peeta. Eratarbijate väheseid säilinud kombineeritud kaeve, kus veepuuduse tõttu on salvkaevu põhja käsitsi puuritud väikese läbimõõduga puurauk, püütakse viimasel ajal asendada nõuetekohaste puurkaevudega. Ühisveevarustuse tarbepuurkaevudes on sageli ülemine osa paelasundist manteldatud ja nii tarbitakse vaid veekompleksi alumise osa enamkaitstud ja puhtamat põhjavett.

Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleks leiab ühistarbimises enim kasutamist Pajusti alevikus (120 m<sup>3</sup>/d) ja Viru-Jaagupi alevikus (116 m<sup>3</sup>/d). Koos Viru-Jaagupist kirdesse jääva Kupna sigala (puurkaev 2910) võetakse Viru-Jaagupi piirkonnas Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleksist üle 140 m<sup>3</sup>/d. Väiksem on veevõtt Roela alevikus (30 m<sup>3</sup>/d) ja Võhu külas (koos AS Võhu Vein veevõtuga 11 m<sup>3</sup>/d). Kaardilehe põhja- ja kirdeosas on Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleks ühisveevarustuse põhiliseks allikaks.

Ühisveevarustuses ei leia Kambriumi–Vendi veekompleks enam kasutamist, kuid aastail 1985 kuni 2001 tarbiti kompleksi põhjavett Pajusti alevikus puurkaevust 2911 (1994. aastal maksimaalselt 115 m<sup>3</sup>/d).

Veevarustuse seisukohalt on olulised viimastel aastatel kaardilehe alal läbi viidud ühisveevarustuse ja (eriti) 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 ja Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleks. Varasemaist aastatest (põhiliselt 1982–1993) on andmed andmebaasi seirekaevudest Põdrangul ja kaardilehe kirdeosas ja edelanurgas. Enamik neist puurkaevude andmekogusse kuuluvaist riikliku seire puurkaevudest on nüüdseks reservis. Tegutsevad seirekaevud paiknevad Väike-Maarja ja Raeküla seirejaamades ning kõrvutiasetsevad puurkaevud avavad eri veekomplekse.



Surveta põhjavee vabapinna kõikumine sõltub peamiselt sademeist ja ala looduslikust ning tehnogeensest dreeneritusest ning jälgitavad on kevadine ja hilissügisene taseme maksimum ja talvine ning suvelõpu miinimumtase. Intensiivseim infiltratsioon põhjavette toimub kevadel ning kõrgustiku võlvile on iseloomulik nii kiirem põhjavee taseme tõus kui ka langus. Siluri–Ordoviitsiumi veekompleksi põhjavee taseme kõikumist Väike-Maarja seirejaama vaatluskaevudes on kujutatud joonisel 3.1. Puurkaevu 20798 tasememõõtetudes oli seisak 2013. aasta alguses, mil puurkaevu paigaldati mõõteandur (nitraadiandur) ja tasemegraafik on kohati katkendliku joonega, kuna mõõtmisagedus on nüüdseks hõredam kui puurkaevus 3577. Kevadise maksimumtaseme ajal on erinevused eri sügavusel veekompleksi avavais kaevudes kuni 1,1 m, kuid miinimumperioodil (2013–2014 a ja 2014–2015 aasta vahetusel) alla 0,1 m. Pikaajalises vaatlusreas eristuvad madalamate veetasemetega 2003. aasta algus ja 2006. aasta hilissügis, kui toimus ka harva esinev Porkuni järve kuivamine. Viimastel aastatel ei ole tingimused kevadiseks põhjaveevaru täienemiseks olnud kuigi soodsad ja nii ühtib kohati hilissügisene (talve alguse) põhjavee maksimumtase kevadise maksimumiga. Kuigi viimase kahe talve lumekate on olnud tagasihoidlik, jagus seekord lund ka suvesse, nagu seda juhtus 2014. aasta 17. juunil Lasilas (foto 3.1). Suurimad on vabapinna sesoonsete kõikumiste amplituudid (suurusjärgus 5 meetrit) kõrgustiku võlvil ja karstialadel. Maksimaalse amplituudina on täheldatud 1976. aastal 5,5 meetrit Kadila puuraugus 247 (Perens jt, 1977).

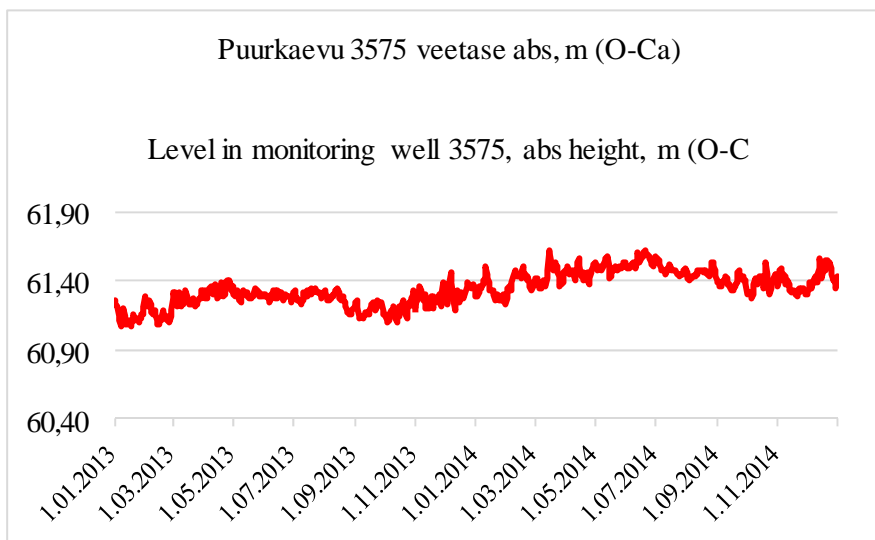
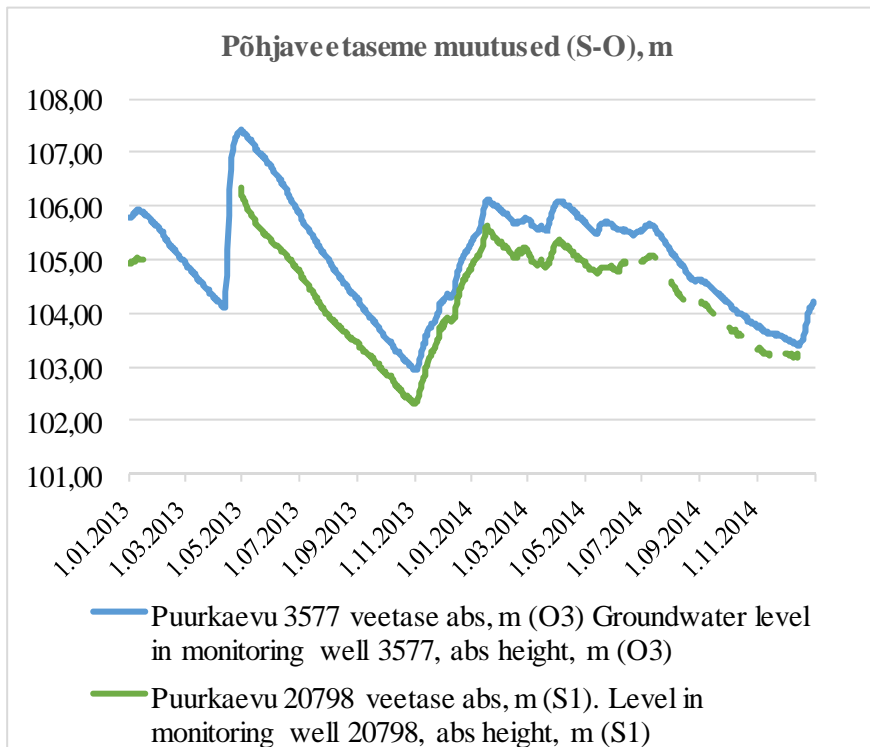
Sügavamate aluspõhjakihtide vee survepinna kõikumine järgib maapinnalt esimest veekihti oma väikese hilinemisega. Taseme sesoonsete kõikumiste amplituudid vähenevad vastavalt kihi sügavuse suurenemisele ega ületa 0,5 meetrit Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleksis (viimaste aastate vähenenud veetarbimisega isegi 0,35 m) ja jäävad alla 0,5 m (analoogia põhjal Tapa kaardilehega) ka Kambriumi–Vendi veekompleksis.

Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleksi kvantitatiivsel seirel täheldati veepinna survetaseme langust aasta keskmistes tasemetes Väike-Maarja seirejaamas puurkaevus 3575 algselt 59 m ümp (1971) kuni 49,7 m ümp (1992). Sellele järgnes kiire tõus ja nüüdseks on survetase tõusnud kuni 61,5 m ümp ning see jätkub.

Põhjavee kvaliteedi seire toimub kõrgustiku lael Raekülas puurkaevust 3598 (sügava vaatluskaevu 3600 kõrval) sagedusega kord aastas alates aastast 2003. Enne seda toimus põhjavee keemilise koostise seire ka Väike-Maarja seirejaamas (puurkaev 3578 aastail 1983–2003). Viimasel paaril aastal on Väike-Maarja seirejaamas vee keemilist koostist uuritud puurkaevust 3062. Samas seirejaamas paigaldati 2013. aastaks puurkaevu 20798 ioonselektiivne salvestav mõõteandur lämmastikühendite sisalduse muutmise uurimiseks põhjavees aasta lõikes (nitraadianduri näidud 9 ja 17 Keskkonnaagentuuri seire veebilehel).

Põhjavee kvaliteedi seire toimub Pandivere kõrgustikul suurimas mahus allprogrammi **Nitraaditundlik Ala** (NTA) põhjavee seire käigus. Vaatlusvõrgu Virumaa osa on töös 1992. aastast (järjepidava andmestikuga 1994.) ja selle käigus uuritakse maapinnalähedast põhjavett. Seire eesmärgiks on jälgida põllumajandustootmise mõju põhjaveeressursile ja selgitada välja põhjaveekvaliteedi muutuste trende. 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 seitse ning tugiseire punkte, kus proove ei võeta sagedamini kui kord aastas, on 8. Põhiseire punktideks on lisaks Kilti mõisa allikaile eraisikute puurkaevud 19, 552, 574, 20203 ja 23035 ning katastri puurkaev 2894. Tugiseire punktideks on Äntu allikad, katastri puurkaevud 2882 ja 3572 ning eraisikute puurkaevud 21018, 21007, 21209, 23304 ja 23123. Lisaks on nitraaditundliku ala andmebaasis veel sadakond operatiivseire kaevu, millistest veeproove võetakse vaid erivajadusel (reostusjuhtumid või piirkondlikud uuringud). Kõik need seirepunktid (ka üksikud operatiivseire kaevud) on kantud joonisele 3.2. Peale lämmastikühendite

sisalduse pideva vähenemise põhjavees alates 1991. aastast on 1997. aastast hakanud sisaldused stabiliseeruma (vahepealse tõusuga aastel 2007–2010) ning viimasel kahel aastal aeglaselt tõusma. Viimaste aastate põhjaveeseire andmestik on elektrooniliselt kättesaadav Keskkonnaagentuuri seire veebilehelt (<http://seire.keskkonnainfo.ee>).



Joonis 3.1. Põhjaveetasemete muutused Siluri–Ordoviitsiumi ja Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleksis

Figure 3.1. Groundwater-level changes in Silurian–Ordovician and Ordovician–Cambrian aquifer system



### 3.5. PÕHJAVEE KAITSTUS

Põhjavee kaitstuse kaardi koostamise aluseks olid antud kaardikomplekti kuuluvad pinnakatte ja aluspõhja geoloogilise kaardi ning puuraukude andmestik. Värviga on kaardil kujutatud maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi põhjavee looduslikku kaitstust. Kaart on käsitletav vaid põhjavee kaitstuse kaardina ja seetõttu puuduvad seal 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 vettläbilaskvate setetega ja seejuures lähtutakse nende tüsedusest, litoloogiast ning siit tulenevalt filtratsiooniomadustest ja aeratsioonivöö tüsedusest. Olulise tegurina arvestatakse pinnase- ja põhjavee tasemete vahekorda. Survelise veekihi kaitstus on kindlalt tagatud, kui survepind on pinnasevee tasemest pidevalt kõrgemal. Lisaks põhjavee looduslikule kaitstusele on olulised ka puurkaevu enda konstruktsioon ja seisund ning sanitaarkaitseala olemasolu.

Eristatavad on järgmised alad (vt põhjavee kaitstuse kaardi legendi):

1. Kaitsmata (väga reostusohklikud) alad. Põhjavesi on kaitsmata nii orgaaniliste kui ka mineraalsete reoainete suhtes. Saviliivmoreeni paksus ei ületa kaht meetrit. Siia alla kuuluvad kõik alvarid ja karstialad (ka üksikute karstihetrite valgad). Seejuures 10 m paksuse pinnakatte puhul on üksikute karstihetrite esinemisel moreenialal piirkond kujutatud nõrgalt kaitstuna (Aburi, Lemmküla, Avispea, Nadalama, Vao jt). Kohati on kaitsmata alana kujutatud ka ligi 10 m pinnakatte paksusega alasid, kui aluspõhi on kaetud vaid liivade ja kruusadega. Näiteks Koeravere küla teeristis on kaitsmata alana toodud kunagine orund maantee lääneserval, mida saab tinglikult lugeda Jupri oja alguseks. Samuti on kaitsmata alana kujutatud üle 5 m saviliivpinnakattega alasid, mida läbivad aluspõhja kaardil aluspõhja astangutena kujutatud kitsad orundid (aluspõhja reljeefi alapeatükis kirjeldatud salajõgedena). Kuna Pandivere kõrgustiku puhul on tegemist Eesti karstunuima alaga, on kaardilehel kaitsmata alade üldpindala ligilähedane nõrgalt kaitstute omale.

2. Nõrgalt kaitstud (reostusohklikud) alad. Saviliivpinnakatte (moreen, aleuriit) paksus on valdavalt 2–10 m või savipinnas (savi, liivsavi) paksusega kuni 2 m. Need alad hõlmavad suurima pinna kaardilehest, peamiselt moreenialad ja madalsood. Lisaks on hõlmatud järvesetted, valdav osa jääjärvelistest setetest ja mõned väikesed ning paar väikest rabalaigud. Ulatuslik keskmiselt kaitstud Saara soo jääb vahetult kaardilehe idapiirist ida poole. Siia kuuluvad ka mattunud orud, mis on kaardilehe piires täidetud põhiliselt liivade ja kruusadega.

3. Keskmiselt kaitstud (mõõdukalt reostusohklikud) alad. Saviliivpinnakatte (moreen, aleuriit) paksus on valdavalt 10–20 m, savi või liivsavi paksus 2–5 m ning ka vähemalt 2 meetrine järvemuda või järvelubja kate. Survelise põhjavee esinemise korral jääb survepind püsivalt maapinna lähedale. Alad on välja eraldatud Roela–Sõmeru mattunud orus Voore soo turbaväljal ja lõunapoolset järvelubja esinemisalal ning sama mattunud oru lõunaosas Kulinal, lisaks Ebavere mäel ning Kellavere mäel, kus pinnakatet on üle 20 m. Viimasel juhul eraldati keskmiselt kaitstuna välja vaid mäe lääneosa, kus ei toimu pinnakatte kaevandamist ehk Kuusemäe ja Kellavere-Veskimäe liivakarjääri vaheline ala. Samuti on keskmiselt kaitstuna toodud Laekvere alevik, millest lõunas algab juba Vooremaa ning Nõmme–Ebavere oosistiku lõunaosa Äntu külast edela pool.

Suhteliselt kaitstud ja kaitstud alasid ei ole maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi puhul võimalik välja eraldada. Kuigi kaardilehe edelanurgas on Põltsamaa jõe idakaldal esinenud ülevool puurkaevust 3065 ja senini tegutsevad Kiltsi mõisa tõusuallikad, on tegemist pindalaliselt väga väikese alaga. Kiltsi Veskijärve laius jääb alla 100 m ning vastavalt kehtivale kaardistamise juhendile sellise laiusega pindobjekte põhjavee kaitstuse kaardil ei kujutata. Samal põhjusel ei kujutatud põhjavee ülevoolu alana keskmiselt kaitstud ala piires kaardi kirdeosas Voore soo

lõunaserva (mattunud org), kuigi põlevkiviotsingute käigus täheldati ülevoolu puuraukudest 9473 ja 9485.

Kaardilehe piires on moreenidele iseloomulik suur jämefraktsiooni sisaldus ja pindalaline ebahühtlus, seetõttu ei ole väljaspool mattunud orge võimalik keskmiselt kaitstuna välja eraldada moreenialasid üle 10 m pinnakatte paksusega, kus esineb lisaks kohati ka termokarsti. Nõrgalt kaitstuna on kujutatud ka ooside levikuala alla 20 m paksuse pinnakattega. Põhjavee kaitstus oleneb sadevetega kantavate reoainete infiltreerumise kiirusest antud piirkonnas. 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.

Enamus kaardialast on kaitsmata või nõrgalt kaitstud. Praktiliselt kogu kaardilehe ala jääb Pandivere nitraaditundliku ala piiresse ning viimase levik kattub Pandivere põhjavee alamvesikonnaga.

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 aluseks olnud täpsustatud pinnakatte ja pinnakatte paksuse kaardid.

### **3.6. PÕHJAVEE KOOSTIS**

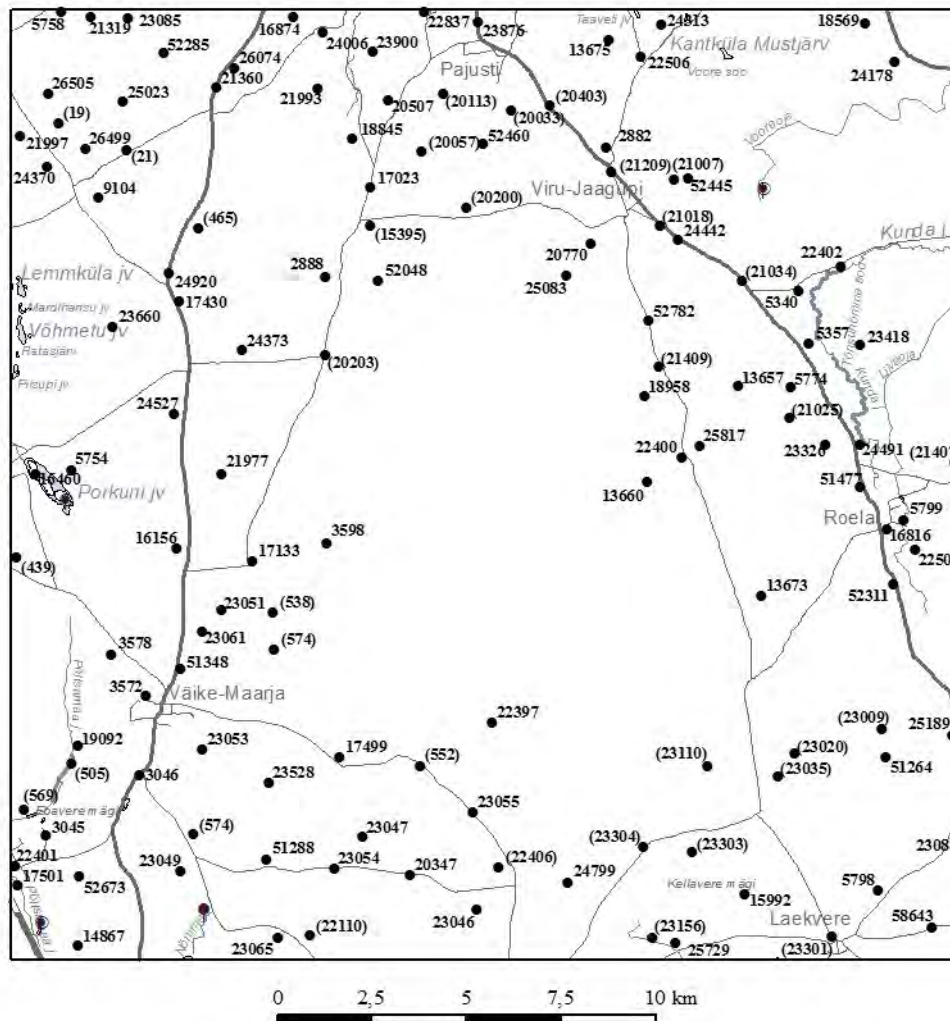
Põhjavee looduslik kaitstus peaks peegelduma ka lämmastikühendite sisalduses põhjavees. Joonisel 3.3 on kujutatud lämmastikühendite sisaldust peamiselt tarbepuurkaevude vees, maapinnalt esimeses aluspõhjalises (S–O) veekompleksis. Korduvate määrangutega seirepunktides on keskmiste sisaldustena arvestatud mediaanväärtust. Juhul kui kõrvuti paiknevad erineva nitraatide sisaldusega veepunktid, on joonisel 3.3 toodud suurema sisaldusega punkt. Veepunktide joonisel (joonis 3.2) on nitraaditundliku ala seirepunktide numbrid antud erineva märgistusega.

Nitraatide sisaldust üle 3 mg/l on tuvastatud enamikus kaardilehe puurkaevudes, kuna põhjavee kaitstus alal on nõrk või puudub. Sisaldused alla 3 mg/l esinevad kaardilehe kirdeosas ja ka puurkaevudes, kus karbonaatse kompleksi ülaosa on manteldatud. Suurimad sisaldused on seotud Väike-Maarja aleviku ja selle ümbruskonnaga ning Pajusti alevikuga (karstiaala). Suuremad sisaldused on iseloomulikud ka karstialadele Assamalla, Triigi ja Avispea külas ning Määri ja Padu küla vahel. Veidi väiksemad on sisaldused kaardilehe loodeosa karstialadele. Nitraatide sisaldusi üle joogiveele lubatud 50 mg/l esineb puurkaevude vees harva, kuid sellised sisaldused on sagedasemad salvkaevudes. Nitraaditundliku ala põhjavee seire käigus on selgunud, et Väike-Maarja vallas on Pandivere kõrgustiku Virumaa osa suurimad nitraatide sisaldused põhjavees. Seejuures on sisaldused võrreldes 1990. aastate algusega tunduvalt vähenenud.

Nitraatide sisaldus põhjavees on väga muutlik ka aasta lõikes. Vaatluspuurkaevule 20798 paigutatud nitraadiandurite näidud viitavad 2013 aasta kestel väga kiiretele nitraatide sisalduse muutustele põhjavees. Aasta jooksul muutusid sisaldused 21,5 kuni 54 mg/l ja anomaalsed hüppelised tõusud ööpäeva jooksul kuni väärtusteni 50 mg/l taandusid paari päevaga.

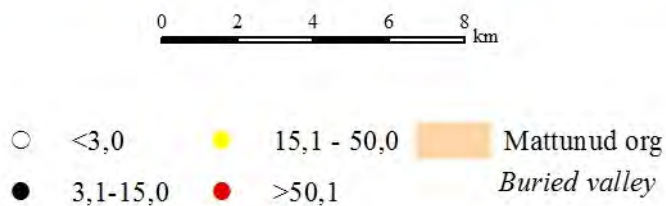
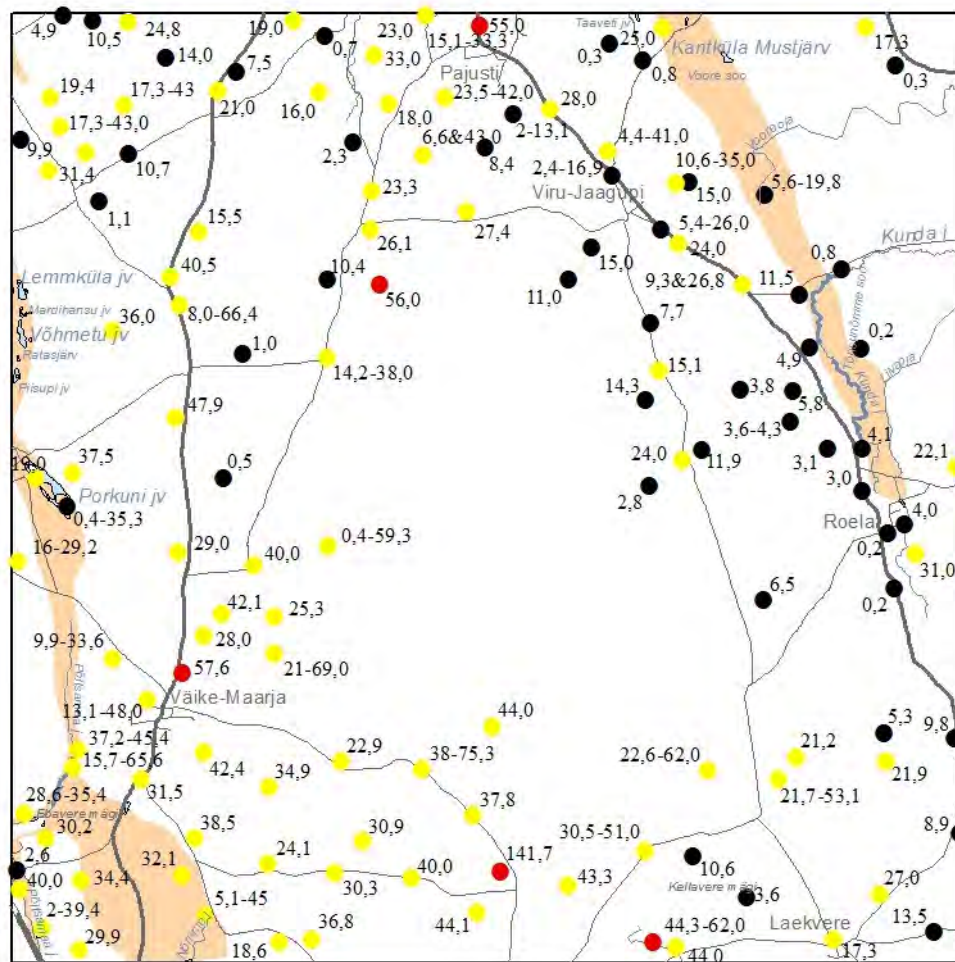
Nitrite sisaldus puurkaevudes on alla 0,01 mg/l, ületades seda vaid kümnekonnas puurkaevus. Küll näitab aga tugevat reostust Kannastiku erapuurkaev 20770, kus nitriteid on põhjavees 15 mg/l ja seal esines ka bakteriaalset reostust. Vaid kohalikule reostusele viitavad sisaldused 0,62 mg/l Viru-Jaagupi puurkaevus 18571 ja 1,0 mg/l Kehala puurkaevus 30775.





- (123) Puurkaev ja tema katastrinumber Keskkonnaameti andmebaasis, sulgudes on originaalnumber nitraaditundliku ala andmebaasis  
*Well and its cadastre number in the Environmental Board, in brances number in the Nitrate Vulnerable Zone database*
- Allikas  
*Spring*

Joonis 3.2. Veepunktide paiknemise skeem Väike-Maarja kaardilehel (1991–2014. veeanalüüsid)  
*Figure 3.2. Location of water observation points on Väike-Maarja (6432) sheet (analyses performed in 1991–2014)*



Joonis 3.3. NO<sub>3</sub> sisaldus Siluri–Ordoviitsiumi veekompleksi põhjavees (mg/l)  
 Figure 3.3. NO<sub>3</sub> content in the groundwater of the Silurian–Ordovician aquifer system (mg/l)



NH<sub>4</sub><sup>+</sup> sisaldus on enamasti alla 0,1 mg/l (olles sageli alla määramistäpsuse), kuid Karitsa küla puurkaevus 24006 on seda 1,87 mg/l (sealsamas puurkaevus 16302 0,67 mg/l). Üle 0,5 mg/l on Roelas (puurkaev 22501) ja Laekveres (puurkaevud 5798, 15960).

Põhjavee kvaliteediseire andmete põhjal lämmastikühendite sisaldus põhjavees vähenes pidevalt 1996. aastani, millele järgnes aeglane tõus majandusarengu kuumenemise taustal (sh suurim tõus oli aastail 2007–2010). Sellele järgnes siiani kestav suhtelise stabiilse periood. Kuigi viimasel paaril aastal on täheldatud nitraatide sisalduse kasvu, pole lämmastikühendite hulk maapinnalähedases põhjavees siiski tõusnud 1991. aastale eelnenud tasemeni. Lisaks põllumajandusliku tootmise vähenemisele on sellele oluliselt kaasa aidanud viimastel aastatel toimunud vee- ja kanalisatsioonivõrkude renoveerimistööd.

Kloriidide sisaldus Siluri–Ordoviitsiumi veekompleksis on suurusjärgus 10 mg/l, ulatudes asulais ka üle 20 mg/l. Sulfaatide sisaldus on 5–50 mg/l ja siingi on suuremai sisaldusi täheldatud asulais. Kõrgenenud sisaldused ei näita alati reostust, vaid ka puurkaevu ülemise vettandva osa manteldust ja määranguid juba anaeroobsest keskkonnast (seda ka raua ja kohati ammoniumiooni määranguil). Raua nagu ka H<sub>2</sub>S sisaldus ei sõltu tavaliselt põhjavee looduslikust kaitstusest, vaid piirkonna hüdrogeoloogilistest tingimustest. Tavaliselt on üle 1 mg/l rauasisaldused põhjavees seotud karstialade ja rikkevöönditega. Lämmastikühendite sisaldus põhjavees on muutlik aasta lõikes ja kaardil välja eraldatud kõrgenenud rauasisaldusega alad märgivad piirkondi, kus on täheldatud sisaldusi üle 1 mg/l.

Kadila raketibaasi jääkreostus likvideeriti AS EcoPro poolt 2004. aasta lõpuks. Põhjavee riikliku tugiseire käigus täheldati puurkaevus 3062 põhjavees esmakordselt 2014. aastal 1-aluselisi fenoolide veidi üle labori määramistäpsuse 0,0012 mg/l. Sellega seoses jätkatakse fenoolide määranguga antud Väike-Maarja seirejaama puurkaevus ka sel aastal.

### 3.7. KARST JA ALLIKAD

Pandivere kõrgustik on Eesti kõige karstunum piirkond. Karsti arengut soodustab veelahkmeline asend, suur suhteline kõrgus võrreldes ümbritsevate aladega, ulatuslik aeratsioonivöö, lõhelised aluspõhjakiivid ja lõhevööndite rohkus (Maastik, 1993). Pindmised karstivormid Pandivere põhjavee alamvesikonna piires on kaardile kantud põhiliselt Pandivere karstilehtrite andmete ajakohastamise töö (Pandivere ja..., 2014) põhjal, mille teostajaks oli Consultare OÜ. Töö on elektrooniliselt kättesaadav Keskkonnaministeeriumi kodulehel. Lisaks on kaardile kantud lehe põhjapiiril kaks neeluauku Rakvere–Tartu mnt (Kabala ühendustee) ääres, kust algab Mõdriku–Saueaugu ajutiste karstijärvikute ala ja kaks karstilehtrit Väike-Maarja kaguserval, vastavalt Äntu karstivälja põhjapiiril ning Kaarma karstivälja kunagises seirepunktis (Karst-32). 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 vaadeldakse koos suurema karstiväljana. Karstiväljadest on aladena hüdrogeoloogilisele kaardile kantud Assamalla luht ja Karunga karstiväli kaardi loodeosas, Eipre (Vesioru) karstiväli lõunaosas (kõik nimetatud on ligi 50 väiksema või suurema lehtriga) ja Pajusti tammik ning Jupri karstiorg lehe põhjapiiril. Ülejäänud tuntumad karstiväljad ja -alad on toodud punktobjektidega (märgatavad karstilehtrid). Karunga karstiväljast itta jääb ulatuslik Levala karstiväli arvukate hea neelamisvõimega lehtritega, Karungast kirdesse Järni karstiväli, põhja suunas ulatub Kuristi–Poriaugu karstiala ning 2 km loodesse jääb Vassivere karstiväli. Karunga väljast lääne

pool levivad piki Jõepere rikkevööndit Järtu karstivälja arvukad karstilehtrid ja -nõod. Assamalla luhast 4 km kagu poole jääb Kadila–Veadla karstiväli, mida kohalikud elanikud tunnevad kevadiste suurvete põhjal Veadla “merena”. Üleujutatud Assamalla luhal neelduvad kevadveed avanevad 3 km edela pool Võhmetu–Lemmküla karstijärvedes umbes kaks nädalat peale Assamalla luhal ajutise järviku vähenemist. Võhmetu–Lemmküla karstijärvedes neeldub vesi põhjavee taseme alanedes ja maa-alune veevool avaneb ilmselt hiljem Porkuni järves. Nii Assamalla luhal kui Võhmetu–Lemmküla karstijärvede alal on enamiku aja aastast looduslik rohumaa. Assamalla luhal oli 2015. aasta kevadel veelinde rohkem kui vett (foto 3.2).

Pandivere kõrgustiku idanõlval pole ulatuslikke karstivälju. Vooreküla karstiala Viru-Jaagupist idas on kujutatud ühe suurema karstilehtriga, samuti ka Aruküla karstiväli 2 km Arukülast kagus. Kaardilehe kagupiirilt ulatub karstiala läänepoolsele lehele Muugalt lõunas. Kellavere mäge ümbritsevad põhjast Rahkla ja Rohu karstiala (viimane põhjaosas nimega Hundilageda karstiväli) ja edelast põhiliselt lõunapoolsele kaardilehele jääv Sirevere karstiväli. Edasi läände jääb Määri karstiala tiikidega ummistunud karstilehtreis.

Kaardil kujutatud Eipri karstiväljast kagusse jääb Aseri tektoonilisele rikkele Triigi karstiväli ja sellest idasse ulatuslik Avispea karstiväli (foto 3.3) mitme karstiorgude vööndiga (tuntuim on Kassiorg). Triigilt lõunasse jääb Pudivere karstiväli ning edasi kaardi lõunapiirile Nadalama karstiväli. Eiprist põhja pool on ühe suurema lehtriga märgitud nii Pandivere kui Raeküla karstiväli. Väike-Maarja alevikust lõunasse jäävad Väike-Maarja ja Kaarma karstiväli (kurisud karstiorgudes), kuhu vanasti juhiti piiritusevabriku heitveed, kagusse Äntu karstiväli (foto 3.4). Alevikust põhja pool on Koonu küla läänepoolseisse karstilehtreisse juhitud kuivendusveed.

Üksikuist karstilehtritest ja -nõgudest on kaardil toodud vaid suuremad. Lisaks võiks märkida Vana-Vinni küla ja Pajusti aleviku lõunapiiri (Karsti tänav) karstitiike (Foto 3.11). Samuti on kohati veel jälgitavad kunagised söötis põllumaale jäävad Leoküla karstiaugud Kadila–Veadla karstiväljast 1–2 km idas. Täpselt piirile Tapa kaardilehega jääb elektriliini all Lasila küla Valli talu kurisuauk (Heinsalu, 1963), sissevoolava kraaviga ja neeldumisvõimega umbes 5 l/s (Pandivere piirkonnas..., 1975). Viimases töös on mainitud ka kuni 0,5 m laiuseid avalõhesid Viru-Jaagupi ümbruse alvareil. Väiksemaid karstilohke ja -lehtreid on põllumaadel pidevalt kinni küntud ja nende asukohad seetõttu sageli vaid aimatavad.

Karstialade loetelu on eespool toodud, leidmaks nende kohta põhjalikumat käsitlust internetis. Viimane karstivormide kirjeldus on saadaval võrguväljaandes “Karst ja allikad Pandiveres”. Kõik seal kirjeldatud karstivormid ja allikad on vabalt vaadatavad Maa-ameti kaardiserveris nitraaditundlike alade alajaotuses. Assamalla luht kuulub lahustükina 2005. aastal laiendatud Porkuni MKA koosseisu, mis hõlmab ka kõiki Võhmetu–Lemmküla ajutisi järvikuid ja Porkuni karstijärve. Pajusti tammiku karstiala jääb Vinni-Pajusti MKAle.

Kaardilehe **allikad** on kaardile kantud piirkonna allikate asukohtade täpsustamise töö (Pandivere kaitset..., 2013) põhjal. Kuna kaardile kantakse allikad suviste vooluhulkade hinnangul, on mõned neist kujutatud tavatult väikese vooluhulga järgi. Seetõttu pole kaardile kantud Vana-Vinni küla edelanurga allikaid, kust vesi voolab kevadeti küla keskele karstitiikidesse (foto 3.5), Inju allikaid ja Põltsamaa jõe alguse allikaid Mõisamaa allikagrupid 2 km põhja pool. Vastavalt põhjavee taseme alanemisele on läinud sügavamale karstivete horisontaalse ja sesoonsete kõikumiste vöö ülemine piir, mis on põhjustanud paljude alaliste allikate deebiti muutlikkuse ja muutumise ajutisteks (Heinsalu, 1977). Tuntumad allikagrupid paiknevad mattunud orgude veerudel ja valdavad on tõusuallikad. Roela–Sõmeru mattunud oru lääneveerul on põhjapoolseimaks veerikas Allikaküla allikate grupp kolme suurema tõusuallikaga, millede vooluhulk on 40–170 l/s. Siit kilomeeter lõunas on Voore mõisa allikatiigis allikagrupp tõusu- ja langeallikatega. Allikaid on ka tiiki ümbritseval



sooalal. Lõuna pool Küti külas on allikajärv kümnekonna tõusu- ja langeallikaga, mille ülddeebit on 10–100 l/s. Kulina külas on allikaala kahe järvikuga, kus valdavad tõusuallikad, mille ülddeebit ei ületa 50 l/s. Loetletud allikaist algavad allikaojad tagavad Kunda jõe ülemjooksu veerohkuse. Kunda jõe lätteid pole kaardile kantud, kuid põhiliseks jõe alguseks võib lugeda Roela aleviku Allika tänava allikatiike.

Kaardilehe edelaosas on veerikkad Kiltsi mõisa allikad. Mõisapargi tiikide tõusuallikate vooluhulk on maksimaalselt 150 l/s. Neli kilomeetrit ida pool on sama veerikas Järaniku (endise Äntu mõisa) tõusuallikas (allikad). Põltsamaa jõe alguses on Mõisamaa allikagrupi vooluhulk 1–10 l/s ja jõeke mahub kaardilehe piires veel läbi teetruubist. Porkunis avanevad tõusuallikad järve põhjas (enamuse järve kagunurgas) ja tuntumad neist on idakalda olevad Kaisaallikas ja Külmaallikas.

Eelmise sajandi lõpul mõõdeti tootmiskoondise “Eesti Geoloogia” poolt 10 aasta jooksul Pandivere allikate vooluhulki 20 korral. Nende põhjal oli Porkuni allikate ülddeebit 10–700 l/s, Kiltsi mõisa allikail 2–98 l/s ja Voore mõisa allikail 4–50 l/s. Maksimaalsed vooluhulgad pärinevad esimesest 1986. aasta hiliskevadel tehtud mõõtmistest ja minimaalsed 1995. aasta suvest. Äntu mõisa allikate (foto 3.12) vooluhulki mõõdeti siis Nõmme jõel kalakasvanduse kohal ja 1987. a detsembris oli vooluhulk 652 l/s. Ilmselt oli nii suure vooluhulga taga ka vahetult kaardilehe lõunapiiril jääva Nõmme kalakasvanduse allikad. Veidi idas voolavad Rajaallika ojasse, mis algab vahetult kaardilehest lõunas, lubjarikkad tõusuallikad Äntu maaparandusobjektilt Oja talust läänes (foto 3.13).

Hüdrogeoloogilisel kaardil ei ole aluspõhja reljeefi alapeatükis 1.2. kirjeldatud salajõgesid kujutatud. Peamiseks põhjuseks on survetu põhjavee puhul see, et aluspõhja reljeefi kohaselt jääb põhiline veevool pinnakattesse ehk tegemist oleks tüüpilise ülaveega. Ometigi on teada, et alapeatükis mainitud väljavoole markeerivad allikad on keemiliste analüüside põhjal karbonaatsele kompleksile iseloomuliku veega. Ilmselt toimub põhjavee pääs aluspõhja ikkagi alles karstialadel või aluspõhja avavais karjäärides.

Mainitud Assamalla salajõe neeldumine aluspõhja toimuks seega põhiliselt Assamalla karstialal, Levala salajõel tektoonilise (Rakvere) rikke kohal. Koeraverest algav Jupri salajõgi neeldub lõunapoolseimas (mahajäetud) Haava karjääris ja Mõdriku salajõgi vahetult kaardi põhjapiiril Madiseaugul. Fotol 3.6 on näha veevool keskmisesse (Haava 3) Haava kruusakarjääri, fotol 3.7 sama karjääri edelanurk üldvaates. Jupri oja (foto 3.8) veed peale neeldumist aluspõhja ja Karitsa karstialalt (foto 3.9) algavas karstisüsteemis voolavad veed jõuavad ühinenult Rakvere linnas Soolikaojja.

Kaardistamise juhend nõuab maa-aluste jõgede kujutamisel maa alla neeldumise ja maapinnale ilmumise täpse asukoha märkimist koos maa-aluse voolutee kujutamisega, seega isegi teades väljavoolukohti, ei saa ilma geofüüsikaliste töödeta ning suurvee ajal voolusänge jälgimata selliseid salajõgesid hüdrogeoloogilisele kaardile kanda. Küll on aga kirjeldatud salajõgede voolunõvad ja orundid olulised põhjavee kaitstuse vähendajatena.



Foto 3.1. Lumesadu Lasilas  
*Photo 3.1. Snowfall in Lasila village*



Foto 3.2. Assamalla luht  
*Photo 3.2. Assamalla meadow*



Foto 3.3. Avispea karstiväli  
*Photo 3.3. Avispea karst field*





Foto 3.4. Karstiorg Äntul  
*Photo 3.4. Karst hollow at Äntu*



Foto 3.5. Karstijärvik Vana-Vinni külas  
*Photo 3.5. Karst in Vana-Vinni village*





Foto 3.6. Vee sissevool Haava karjääri  
*Photo 3.6. Inflow into Haava quarry*



Foto 3.7. Haava III kruusakarjäär  
*Photo 3.7. Haava III gravel quarry*





Foto 3.8. Suurvesi Jupri ojas  
*Photo 3.8. Flooded Jupri watercourse*



Foto 3.9. Karitsa karstiaala  
*Photo 3.9. Karitsa karst area*



Foto 3.10. Lasila tiigid  
*Photo 3.10. Ponds in Lasila village*



Foto 3.11. Pajusti karst  
*Photo 3.11. Karst in Pajusti*





Foto 3.12. Äntu allikad  
*Photo 3.12. Äntu Springs*



Foto 3.13. Oja talu tõusuallikad  
*Photo 3.13. Ascending springs at Oja farm*

## 4. MAAVARAD

### 4.1. ALUSPÕHJA MAAVARAD

#### FOSFORIIT

**Rakvere fosforiidimaardla (registrikaart 192)** asub Rakvere, Rägavere, Sõmeru, Vinni valdade ja Rakvere 14048,6 ha linna alal. Tegu on kompleksmaardlaga, sest 30–35 m kõrgemal lasub põlevkivi (Kohala, Kabala ja Sonda põlevkivi uuringuväljad). Väike-Maarja kaardilehele jääb fosforiidimaardla lõunaosa ja suur osa prognoosvarust (prognoosvaru kogupindala 82587,5 ha). Fosforiidimaardla tootsa kihi moodustab 1,4–9,9 m paksune Kallavere kihistu (Pakerordi lade) oobolusliivakivi kiht. Kiht lasub 40–210 m paksuse lubjakividest katendi all.  $P_2O_5$  sisaldus tootsas kihis on 3–28% (keskmise 14,4%) ja keskmine tootlikkus 2,5 t  $P_2O_5/m^2$  kohta. Maardla geoloogilised ja hüdrogeoloogilised tingimused on keerukad. Insenergeoloogiliste ja mäenduslike tingimuste vähese uurituse tõttu on varu arvel passiivseks. Maardla lõunaossa jääb osaliselt Voore turbamaardla. Fosforiiti on võimalik kasutada väetise (superfosfaadi) tootmiseks. Varu seisuga 31.12.2013.a: pT 839 728,0 tuh t; pR 1 098 605,0 tuh t.

#### PÕLEVKIVI

**Kabala uuringuväli (registrikaart 13)** asub Eesti põlevkivimaardla lääneosas Rägavere vallas. Pindala 4169,05 ha. Väike-Maarja kaardilehele jääb uuringuvälja lõunaosa. Looduskaitsete piirangute tõttu (ala jääb Pandivere veekaitsealale) ei ole põlevkivi kaevandatud. Uuringuväli on jaotatud 4 varuplokiks. Kasulik kiht ( $F_1-A$ ) asub keskmiselt 42 m paksuse katendi (pinnakate ja lubjakivid) all. Kihi paksus on 1,61–1,77 m, mahukaal 1,650–1,671 t/m<sup>3</sup>, tootlikkus 2,69–2,92 t/m<sup>2</sup>. Plokkide põlevkivikihi energiatootlus on 28,0–31,2 GJ/m<sup>2</sup>. Välja piiravad läänest Aseri tektooniline rike ja idast Kunda mattunud ürgorg. Uuringuväljal on mitmeid looduskaitsealasid (Võlumäe–Linnamäe ja Mõdriku–Roela maastikukaitsealad, Põlula park parkmetsaga, Mustjärve metsiste püsielupaik). Uuringuvälja lõunaossa jääb osaliselt Voore turbamaardla. Võimalikuks kaevandamismooduseks on allmaakaevandamine, ent madala kaevandamisväärsuse tõttu pole see perspektiivne (Põlevkivi kasutamise riiklik arengukava 2008–2015). Põlevkivi saab kasutada elektrienergia tootmiseks, jääkaineid ehitusmaterjalide tootmiseks, poolkoksi ka põlevkiviõli tootmiseks. Varu seisuga 31.12.2013.a: pT 107 873,0 tuh t; pR 7623,0 tuh t.

#### LUBJAKIVI

**Inju-Meriküla lubjakivimaardla (registrikaart 48)** asub Vinni vallas Viru-Jaagupist 2 km lääne pool Kannastiku külas oleval Kannastiku astringul. Maardla, mille pindala on 25,57 ha, asub Ärina kihistu avamusalal. Kasuliku kihi moodustavad Porkuni lademe kivimid: õhukesekihiline lubjakivi keskmise paksusega 0,9 m (1. kompleks) ja poorne dolomiit keskmise paksusega 3,4 m (2. kompleks). 3.kompleksi moodustab mergliline dolomiit. Põhimaavara on ehitusdolokivi, kaasnev ehituslubjakivi. Lubjakivi füüsikalise-mehaanilised omadused: tihedus tervikus 2,36 g/cm<sup>3</sup>, survetugevusmark 200, külmakindlusmark 25, veeimavus 0,048%. Dolomiit (Inju kivi) on kollane, poorne, detriitne, sisaldab rohkelt krinoidide varrelülisid, sammalloomad, brahhiopoodide ja korallide fragmente. Tihedus tervikus on 2,34 g/cm<sup>3</sup>, survetugevusmark 100, külmakindlusmark 25, veeimavus 0,0518%. Kaevandamine on ette nähtud lõhketöödet. Varu jääb põhjavee tasemest kõrgemale. Dolomiiti saab kasutada ehituskivina ja ehituskillustikuks. Kaasnev maavara on lubjakivi, mida saab kasutada



ehituskillustikuna. (Otstarbekas oleks kaljukatendiks hinnata ka keskmiselt 0,9 m paksune liiga madalakvaliteediline lubjakivikiht). Varu seisuga 31.12.2013.a: ehituslubjakivi aT 235,0 tuh m<sup>3</sup>, ehitusdolokivi aT 881,0 tuh m<sup>3</sup>.

**Ärina lubjakivimaardla (registrikaart 19)** asub Väike-Maarja vallas Väike-Maarjast 2,5 km loode pool. Maardla pindala on 11,93 ha. Kasuliku kihi moodustavad Tamsalu (keskmine paksus 2,4 m) ja Varbola (keskmine paksus 4,9 m) kihistu lubjakivid. 1 m paksuse katendi moodustavad kasvukiht ja moreen. Tamsalu kihistu karplubjakivi on biomorfne, jämedetriitne, lubjakas dolomiit, 50–70% ulatuses koosneb kivim brahhiopoodide tervetest karbipoolmetest ja jämedetriidist ning tsementeerivast peenekristallilisest kaltsiidist ning sekundaarsest dolomiidist (nn rõngaspaas e karplubjakivi e borealislubjakivi). Survetugevusmark on 400, kuluvusmark 3, külmakindlusmark 25. Varbola kihistu lubjakivi on hall peenekristalliline, kohati nõrgalt savikas, tektooniliste rikete esinemise tõttu ka purustatud ja lõheline. Survetugevusmark on 600, kuluvusmark 2, külmakindlusmark 25. Kaevandamine toimub lõhkamistöodeta ja põhjaveetasemest kõrgemal. Lubjakivi põhiliseks kasutusala on ehituskillustik. Killustiku väljatulek mäemassist on 54% (Tamsalu kihistu) ja 42% (Varbola kihistu). Kaaluda võiks ka rõngaspaas kasutamist ehitus- ja viimistluskivina (H. Perens). Praegusel ajal seal kaevandamist ei toimu.

Varu seisuga 31.12.2013.a: ehituslubjakivi aT 227,4 tuh m<sup>3</sup>.

**Porkuni lubjakivi leviala (3925)** asub Tamsalust 2 km põhja ja kirde poole. Ala on põhjalikumalt uuritud 1981.–1982. a. seoses linnusöödaks sobilike lubjakivide otsingutöödega (Lodjak, 1982). Puuriti 28 10–17 m sügavust puurauku ja võeti proove lühendatud keemiliseks analüüsiks ning spektraalanalüüsiks intervalliga enamasti 1,5–2,0 m. Puurtööd teostati Alam-Siluri Juuru ning Ülem-Ordoviitsiumi Porkuni lademete avamustel. Analüüside tulemused näitasid, et maavarana sobilikeks osutusid Porkuni lademe Tõrevere ja Vohilai kihistike riff- ja jämedetriitne lubjakivi, kohati ka Tõreveret asendav Siuge kihistiku mergli vahekihtidega massiivne detriidikas lubjakivi. Siuge, Tõrevere ja Vohilai kihistike lubjakivi keemilise koostise keskmised sisaldused on: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0,2–0,3%; CaCO<sub>3</sub>: 87,05–89,81%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0,5–0,6%; MgCO<sub>3</sub>: 5,77–8,03%; lahustumatu jääk: 3,43–4,67%. Kahjulikke elemente väga vähe (As ei esine, Pb sisaldus on alla 0,02% ja F sisaldus alla 0,15%). Kasuliku kihi keskmine paksus on 5,3 m. Nende andmete põhjal eraldati 82,25 ha suurusel alal välja prognoosne (P<sub>1</sub> kat) varu 4359 tuh m<sup>3</sup>. Kaevandamistingimused on soodsad: varu on kõrgemal põhjaveetasemest, kattekihi keskmine paksus on 2,4 m. Kuid siiani pole ala kasutusse võetud Porkuni järve läheduse pärast.

## **PINNAKATTE MAAVARAD**

### **TURVAS**

**Ilmandu turbamaardla (registrikaart 388)** koosneb mitmest eraldiasetsevast tükist Rakke ja Väike-Maarja valdade aladel, Pandivere kõrgustiku lõunanõlval. Maardla pindala on 875,02 ha. Kaardilehele jääb maardla kirdeosa. Madalsoolasund levib kogu maardlal, raba-segalasund ainult loodes ja kagus asuval kahel tükil. Maardla mikroreljeef on mätlik. Maavara moodustab vähelagunenud turvas keskmise paksusega 1,3 m ja hästilagunenud turvas keskmise paksusega 1,6 m. Tehnilised näitajad: hästilagunenud turvas – looduslik niiskus 87,6%, tuhasus 6,4%, lagunemisaste 37,0%, H–H6, happesus 4,8, vähelagunenud turvas – looduslik niiskus 91,8%, tuhasus 4,3%, lagunemisaste 15,0%, H–H2, happesus 2,7. Vähelagunenud turvast saab kasutada aiandusturbana ja hästilagunenud turvast kütteturbana.

Turbakihi all paikneb Varangu järvelubjamaardla (reg kaart 0053), mis jääb Varangu taimekaitsealale (11,15 ha).

Varu seisuga 31.12.2013.a: hästilagunenud turvas – aR 2310,0 tuh t; pR 542 tuh t. Vähelagunenud turvas aR 7,0 tuh t.

**Saara turbamaardla (registrikaart 249)** asub Laekvere ja Vinni valla aladel Pandivere kõrgustiku kagunõlval veelahkmealal aluspõhjalises nõos. Pindala 645,68 ha. Väike-Maarja lehele jääb maardla lääneosa. Madaloolasund levib maardla ida- ja kaguosas, rabalasadund peaaegu kogu maardla ulatuses. Lamamiks on kruusad ja liivad. Maavara moodustab hästilagunenud (keskmine paksus 1,8 m) ja vähelagunenud (keskmine paksus 1,9 m) turvas. Hästilagunenud turba (2, 10 plokk ja 6, 8 plokk) looduslik niiskus on vastavalt 88,6% ja 89,2%, tuhasus 4,7% ja 3,7%, lagunemisaste 36% ja 39%, H H6, happesus 4,1 ja pole määratud. Vähelagunenud turba (1, 9 plokk; 5, 7 plokk) looduslik niiskus on 92,6% ja 93%, tuhasus 1,7% ja 0,8%, lagunemisaste 14% ja 15%, H2, happesus 2,9. Vähelagunenud turvast saab kasutada aiandusturbana, hästilagunenud turvast kütte- ja väetusturbana. Maardla idaossa jääb metsiste mängu- ja pesitsusala.

Varu seisuga 31.12.2013.a: hästilagunenud turvas aT 648,0 tuh t; pT 11,0 tuh t; aR 1494,0 tuh t. vähelagunenud turvas aT 206,3 tuh t; aR 433,0 tuh t.

**Voore turbamaardla (registrikaart 405)** asub Rägavere ja Vinni valla aladel, Mõdriku–Roela (Paasvere) oosistu idanõlval Võhu jõe ülemjooksul orus (nõlvanõgudes). Maardla pindala on 1713,89 ha. Maardlas esineb arvukalt mineraalmaa saari. Kogu alal levib madaloolasund, rabalasadund esineb viiel eraldi paikneval alal. Lamamiks on liivisavi ja saviliiv, oosistu jalamil liivad. Vähelagunenud turba keskmine paksus on 1,0 m, hästilagunenud turba keskmine paksus 2,05 m. Hästilagunenud turba looduslik niiskus on 88%, tuhasus 2,2%, lagunemisaste 39%, H6, happesus 4,1. Vähelagunenud turba looduslik niiskus on 92,1%, tuhasus 1,9%, lagunemisaste 14%, H2, happesus 2,8. Vähelagunenud turvast saab kasutada aiandusturbana, hästilagunenud turvast kütte- ja väetusturbana. Maardla servaalad jäävad Mõdriku–Roela maastikukaitsealale (140,59 ha).

Varu seisuga 31.12.2013.a: hästilagunenud turvas aR 5785,0 tuh t; pR 1487,0 tuh t. vähelagunenud turvas aR 54,0 tuh t.

## LIIV JA KRUUS

**Aru liivamaardla (registrikaart 421)** asub Laekvere vallas madalal glatsiofluviaalsel pinnavormil. Kasuliku kihi moodustavad keskmise- kuni jämedateralised liivad vähese kruusaga. Liiva keskmine paksus on 11,5 m. Liiv on kaetud õhukese (keskmine paksus 0,3 m) kasvukihiga. Jämeperd on valdavalt karbonaatne. Kvaliteetne materjal levib ebahõltselalt läätsede ja vahekihtidena. Materjali terastikuline koostis on järgmine: kruus 3,9%, liiv 92,4%, savi ja tolmu 3,7%. liiva peensusmoodul 2,6. Liiv sobib kasutamiseks ehitussegudes. Maardla ei ole kasutuses.

Varu seisuga 31.12.2013.a: ehitusliiv aR 1357,0 tuh m<sup>3</sup>.

**Haava kruusamaardla (registrikaart 781)** asub Rakvere ja Vinni vallas põhja-lõunasuunalisel oosil, 8 km Rakverest lõuna pool. Maardla pindala on 46,15 ha. Kasuliku kihi moodustavad kruusliiva ja kruusa vahelduvad kihid, milles leidub erineva suurusega lubjakivi ja tardkivimi veeriseid ning rahne. Kasvukihi paksus on 0,3 m, selle all on u 0,4 m paksuselt liiva. 1., 3., 4. ja 5. ploki lõimis on järgmine : veeriseid (ainult 5. ploki) 11,2%, kruusa 43,8–64%, liiva 31,1–52,4%, savi ja tolmu 3,8–4%, kruusast sõelutud liiva peensusmoodul 1,2–2,8. 6. ploki lõimis: kruusa 2,4%, liiva 85,7%, savi ja tolmu 11,7%, liiva peensusmoodul 0,7. Põhimaavaraks on ehituskruus, kaasnevaks maavaraks täiteliiv. Kruusa füüsikalised-mehaanilised omadused: survetugevusmark 800, külmakindlusmark 25. Kasulik kiht paikneb peamiselt pinnasevee tasemest kõrgemal. Kruus sobib purustatult ja fraktsioneeritult ehitussegudesse. Maardlas on kuldkinga kasvupaigad ja kesk- ja lõunaosas metsa vääriselupaigad.



Varu seisuga 31.12.2013.a: ehituskruus aT 591,8 tuh m<sup>3</sup>; pT 5,0 tuh m<sup>3</sup>; aR 2073,0 tuh m<sup>3</sup>. täiteliiv aT 1,0 tuh m<sup>3</sup>; pT 1,0 tuh m<sup>3</sup>.

**Kellavere-Veskimäe liivamaardla (registrikaart 370)** asub Laekvere vallas Kellavere mäe kirdeosas. Maardla pindala on 81,6 ha. Suur osa maardlast asub Kellavere maastikukaitsealal (52,26 ha maardlast). Kasuliku kihi moodustavad liiv ja kruus keskmise paksusega 9,6 m. Enamik liiva ja kruusa varudest on moreenikatte (paksus 0,2–3,2 m) all. Maardlas kaevandatakse mitmest karjäärist – Kuusemetsa, Moora ja Kellavere-Veskimäe. Kuusemetsa ja Moora karjäärid on olnud kasutuses pikemat aega, seal toimib kaevandamine mitmeastmeliselt, loode- ja põhjaosas on varu veel väljamata. Kasulik kiht asub pinnasevee tasemest kõrgemal. Materjal karjäärides on väga vahelduv – liivas esineb kruusa läätsi ja üksikuid vahekihte, aleuriidikamaid kihte, edelaosas on valdav lubjakiviveeristik savika kruusa täitega, milles esineb ka rahne (Moora karjäär). Liiv sobib sõelutuna kasutamiseks ehitussegudes.

Varu seisuga 31.12.2013.a: ehitusliiv aT 2682,7 tuh m<sup>3</sup>; pT 38,0 tuh m<sup>3</sup>; aR 190,0 tuh m<sup>3</sup>; pR 8002,0 tuh m<sup>3</sup>. ehituskruus aT 323,0 tuh m<sup>3</sup>. täiteliiv aT 623,8 tuh m<sup>3</sup>.

**Laekvere liivamaardla (registrikaart 422)** asub Laekvere vallas Laekvere–Rahkla maanteest idas. Maardla pindala on 26,33 ha. Kasuliku kihi moodustab liiv ja kruus keskmise paksusega 16,5 m, mis suures osas lasub moreenikatte (keskmise paksus 1,3 m) all. Lääneosas on kruusasisaldus suurem. Kvaliteetne materjal levib maardla piires ebahütlaselt läätsede ja kihtidena. Lõimis: kruus 4,7%, liiv 91,9%, savi ja tolm 3,4%, liiva peensusmoodul on 2,0. Liiv sobib kasutamiseks ehitussegudes. Maardla pole kasutuses.

Varu seisuga 31.12.2013.a: ehitusliiv aR 4397,0 tuh m<sup>3</sup>.

**Lavi liivamaardla (registrikaart 410)** asub Rägavere vallas 22 km Rakverest kagus mõhnastikul, Rakvere–Tudu maanteest põhja pool. Maardla pindala on 245,42 ha ja see koosneb kahest eraldi asetsevast tükist. Kasuliku kihi moodustab eriteraline liiv kruusaga (keskmise paksus 13,8 m) ja eriteraline liiv (keskmise paksus 22,5 m). Kattekihi keskmine paksus on 0,3 m. Kasulik kiht asub pinnasevee tasemest kõrgemal. Väike-Maarja lehele jäävad maardla 2. ja 3.plokk. Kruusa sisaldus erinevates plokkides: 3,3–19,7%, liiva 72,7–90,6%, savi ja tolm 6,1–7,6%, liiva peensusmoodul 1,56–1,81. Liiv sobib kasutamiseks ehitussegudes.

Varu seisuga 31.12.2013.a: ehitusliiv aR 23 319, 0 tuh m<sup>3</sup>.

**Lebavere liivamaardla (registrikaart 423)** asub Väike-Maarja vallas 8 km Väike-Maarjast kirde pool osaliselt luigestunud glatsiofluviaalsel tugevalt liigestatud reljeefiga alal. Maardla pindala on 20,16 ha. Kasuliku kihi moodustab väga peeneteraline liiv keskmise paksusega 3,6 m. Kattekiht on õhuke – 0,2 m. Lamamiks on saviliiv ja liivsavi. Materjali lõimis: liiv 99,2%, savi ja tolm 0,8%, peensusmoodul 1,45. liivas leidub vähesel määral orgaanikat. Liiv sobib kasutamiseks ehitussegudes.

Varu seisuga 31.12.2013.a: ehitusliiv aR 464,0 tuh m<sup>3</sup>.

**Meibaumi liivamaardla (registrikaart 891)** asub Väike-Maarja vallas. Maardla pindala on 17,96 ha. Põhimaavara on täiteliiv, kaasnev maavara ehituskruus. Liiva kasuliku kihi keskmine paksus on 2,2 m, kattekihi keskmine paksus 0,4 m. Lamamiks on savimoreen. Kasuliku materjali lõimis: 1.plokk: kruus 9,7%, liiv 74,9%, savi ja tolm 15,4%, liiva peensusmoodul 1,68; 2.plokk: kruus 64,3%, liiv 31%, savi ja tolm 4,7%, liiva peensusmoodul 2,8. Kasulik kiht asub ülalpool veetaset, kaevandada saab karjääri viisilisel. Vahetult ida pool on ammendatud karjäär. Täiteliiva saab kasutada ehituses, teedehituses, täitepinnaena. Ehituskruus sobib kasutamiseks ehitussegudes ja teedehituses.

Varu seisuga 31.12.2013.a: ehituskruus aT 645,0 tuh m<sup>3</sup>; täiteliiv aT 68,1 tuh m<sup>3</sup>.

**Männikvälja liivamaardla (registrikaart 411)** asub Rägavere vallas Rakvere–Tudu maantee ääres 15 km Rakverest kagus Männikvälja mõhnastikul. Maardla pindala on 30,1 ha. Põhimaavara on ehitusliiv, kaasnev maavara ehituskruus. Kasuliku kihi moodustab peeneteraline kvarts-päevakivi liiv vähesel kruusaga, keskmine paksus on 8,4 m, lamamiks moreen. Kohati esineb õhukeste vahekihtide ja

läätседена savikas kruusliiv. Kattekihi keskmine paksus on 0,8 m. Materjali lõimis: kruusa 9,7–42,3%, liiva 49,7–82,3%, savi ja tolmu 7,9–8,9%, liiva peensusmoodul 1,69–2,1. Kasulik kiht asub pinnaseveest kõrgemal. Ehitusliiv sobib sõelutult ehitussegudesse, kruusa saab kasutada täitematerjalina.

Varu seisuga 31.12.2013.a: ehitusliiv aT 467,0 tuh m<sup>3</sup>; pT 47,0 tuh m<sup>3</sup>; aR 1623,0 tuh m<sup>3</sup>. Ehituskruus aT 286,0 tuh m<sup>3</sup>; pT 28,0 tuh m<sup>3</sup>.

**Sae (Sae II) liivamaardla (registrikaart 322)** asub Rägavere vallas Miila mõhnastiku lõunaserval, Rakvere–Rannapungerja tee 18. km-l vasakul pool teed. Maardla pindala on 12,4 ha. Kasuliku kihi moodustab peeneteraline kvarts-päevakivi liiv vähese kruusaga, keskmine paksus 8,1 m, kattekihi paksus on 0,2 m. Kruusa 4,1%, liiva 89,9%, savi ja tolmu 6%, liiva peensusmoodul 2. 30% varust on allpool pinnasevee taset, kaevandamine on kavandatud mitmeastmelisena. Ehitusliiv sobib sõelutuna ehitussegudesse. On olemas veel vana mahajäetud mäeeraldis u 1,2 km idas (Sae I), mis asub mõhnastikul. Sealse kasuliku materjali moodustab jämedateraline liiv peeneteralise kruusa ja üksikute veeristaega, kihi paksus ulatub kuni 7 m-ni (Maantoa, 1970). Jääkvaru pole määratud, laiendamine on võimalik.

Varu seisuga 31.12.2013.a: ehitusliiv aT 406,0 tuh m<sup>3</sup>; aR 562,0 tuh m<sup>3</sup>.

**Uniküla kruusamaardla (registrikaart 424)** asub Väike-Maarja vallas. Maardla pindala on 31,76 ha. Maardla asub lainjal moreentasandikul kahe plokina. Maavaraks on kruus, mille kasuliku kihi keskmine paksus on 4,9 m. Kruus lasub kogu ulatuses u 1 m paksuse moreenkatte all ja on kihilise ehitusega. Kruusas on ka munakaid. Jämeperd on karbonaatse koostisega, keskmiselt kuni hästi ümardunud. Plokkide lõimis: kruusa 35,1–37%, liiva 53,4–58,4%, savi ja tolmu 6,5–9,6%, liiva peensusmoodul 2,4–2,5. Kruus liivaga survetugevusmark on 16, külmakindlusmark 25. Kruus on sobiv kasutamiseks ehitussegudes. 1.plokk ümbritseb mahajäetud mäeeraldist, mis on rekultiveerimata ja mille jääkvaru on määramata.

Varu seisuga 31.12.2013.a: aR 1463,0 tuh m<sup>3</sup>.

**Vinni kruusamaardla (registrikaart 876)** asub Vinni vallas, Kehala–Mõdriku teest loodes. Maardla pindala on 56,89 ha.. Kasuliku kihi moodustab veeristerohke kruus keskmise paksusega 5,5 m, kusjuures kattekihi paksus on 0,5 m. Lamamiks on lubjakivi, kohati moreen. Veerised ja munakad 9,2%, kruusa 48–75,5%, liiva 20,9–49%, savi ja tolmu 3–4,9%, liiva peensusmoodul 2,2–2,7. Kaevandamine on ette nähtud ülalpool veetaset. Kruusa saab kasutada teedehituses ja üldehituses. Vinni maardla plokkide 1, 3 ja 5 vahele jääb endine Kehala karjäär, kus kaevandamine on lõpetatud. Sinna on rajatud Kehala rallikompleks, mis on hõivanud ka Kehala–Mõdriku teest idas oleva vana karjääri. Põhimaavara on ehituskruus.

Varu seisuga 31.12.2013.a: ehituskruus aT 2370,0 tuh m<sup>3</sup>.

**Ärina liivamaardla (registrikaart 361)** asub Väike-Maarja vallas Väike-Maarjast 2,5 km loode pool. Maardla pindala on 10,44 ha. Kasuliku kihi moodustavad liiv ja kruus keskmise paksusega 5,5 m, kattekihi paksus on 0,3 m. Kruus on valdavalt peen, savi lisandiga. Karjääri põhjas paljandub Tamsalu karplubjakivi (Juuru lade). Kruus lasub pinnasevee tasemest kõrgemal. Lõimis: kruusa 18,5%, liiva 75,1%, savi ja tolmu 6,4%, liiva peensusmoodul 2,2. Materjal sisaldab orgaanikat. Liiva külmakindlusmark on 25. Ehitusliiv sobib sõelutuna kasutamiseks ehitussegudes ja teedehituses. Mahajäetud mäeeraldis (3,98 ha) vajab täiendavat uurimist.

Varu seisuga 31.12.2013.a: ehitusliiv aR 579,0 tuh m<sup>3</sup>.

**Ebavere kruusaleiukoht** asub Väike-Maarja vallas Väike-Maarjast 4 km edela pool loode–kagusuunalisel oosil, Ebavere mäest 1,2 km lõuna pool. Ala on geoloogiliselt uuritud 1961, 1964 ja 1969. Uuringuala piires on vormistatud mäeeraldised 1965. a (Saarelaid, 1963) ja peale varu ammendamist 1970. a (Rakvere rajooni ..., 1985). Mäeeralduse suuruseks oli 1965. a 4,9 ha ja 1970. a 3,5 ha. Kasuliku kihi moodustab kruusa ja liiva segu, milles esineb sega- ja jämedateralise liiva



vahekihte. Jämedateralises kruusas on ka lubjakivipakaid ja rändrahne. Kasuliku kihi paksus on kuni 7,2 m ja keskmiselt 1,82 m. Kattekihi paksus on 0,2 m. Materjal oli oma suure savi- ja tolmuosakeste sisalduse (keskmiselt 7,8%) tõttu kõlblik vaid maantee muldkeha ehitamiseks. Algne kruusa varu 4,2 ha suurusel alal oli 1963. aasta uuringute põhjal kategoorias C<sub>1</sub> 76,4 tuh m<sup>3</sup> ja C<sub>2</sub> kategoorias 3,5 ha suurusel alal 63,7 tuh m<sup>3</sup>. Hiljem mäeeraldustega eraldatud 8,4 ha suurusel alal on kruusa varu praeguseks peaaegu ammendatud. Varu on võimalik laiendada põhja ja ida suunas. Vana karjäär on osaliselt rekultiveeritud, aga suuremas osas rekultiveerimata.

**Iiumäe kruusaleiukoht** asub Porkunist 2,5 km lõuna pool, Tamsalu–Väike-Maarja–Porkuni teeristist 0,5 km Porkuni poole. Uuriguuala asub loode–kagusuunalisel lamedal radiaalsel oosil. Kasuliku materjali moodustab keskmise- kuni jämedateraline munakaid sisaldav kruus. Peeneteralist kruusa on ka ala kaguosas. Munakate sisaldus kruusas on muutlik (5–30%) ja nad on valdavalt karbonaatse koostisega. Savi- ja tolmuosakeste sisaldus on keskmiselt 4,0%. Kattekihi keskmine paksus on 0,3 m ja kasuliku kihi paksus 2,5 m. Ala uuriti geoloogiliselt 1962–1963. a (Saarelaid, 1963). 1962.a seisuga oli 5,25 ha suurusel maa-alal varu endises kategoorias C<sub>1</sub> 64 tuh m<sup>3</sup>. Peale kaevandamist pole jääkvaru hinnatud, kuid varude laiendamisevõimalused puuduvad. Karjäär on rekultiveeritud.

**Inju kruusa leviala** asub Vinni vallas Rakverest 9 km lõuna pool Haava kruusamaardlast ida pool, Tõrma–Koeravere maantee ääres. Ala kujutab endast loode–kagusuunalist glatsiofluviaalset lainjat seljandikku. Ala loodeosa on uuritud geoloogiliselt 1976. a. (Rakvere rajooni ..., 1985). Kasuliku kihi moodustab mitmesuguse terajämedusega kruusa-liiva segu ja liiv veeriste ning munakatega. Materjal on hästi sorteeritud, kihilise struktuuriga. Kruus, veerised ja munakad on põhiliselt karbonaatse koostisega. Kasuliku kihi paksus on keskmiselt 3,5 m ja kattekihi paksus 0,2 m. Looduslikul kujul on kruus-liiv sobiv teedehitusel drenikihiks ja ehituste juures täitematerjaliks. Peale sõelumist on materjal kõlblik ka betoonitöödeks. Kruusliiva varu 3 ha suurusel alal 1976.a seisuga oli 100 tuh m<sup>3</sup>. Algne varu on ammendatud, karjäär rekultiveeritud. Laiendamine on võimalik piki seljandikku kagu poole.

**Järaniku kruusa leviala** asub Väike-Maarja vallas Väike-Maarjast 5,5 km lõuna pool. Ala asub ulatusliku põhja–lõuna suunas leviva oosiderea äärealal. Ala uuriti viimati 1971. a (Rakvere rajooni ..., 1985). Kasuliku kihi moodustab kruusa-liiva segu ja liiv kruusateradega. Kruus on keskmiseteraline, üksikute karbonaatsete munakatega. Liiv on peene- kuni keskmiseteraline. Kattekihi paksus on 0,2 m. Kasuliku kihi keskmine paksus on 2,5 m. Kruusa-liivasegu on sobiv teekatete ehitamiseks. Ehitusliivaks ja kruusaks on materjal looduslikul kujul kõlblik vaid kohati, enamasti nõuab ümbertöötlemist. 1970.a oli 2,6 ha suurusel alal kruusa-liiva varu 60 tuh m<sup>3</sup>. Varu on ammendatud. Laiendamisevõimalusi on lääne ja loode suunas.

**Järtu kruusa leviala** asub Rakvere vallas Rakvere linnast 14 km edela pool Assamalla–Kadrina tee 4,5 km vasakul pool tee ääres. Ala asub glatsiofluviaalsel loode–kagusuunalisel pinnavormil. Ala loodeosas on 1966.a teostatud geoloogilisi uuringuid (Rakvere rajooni ..., 1985). Kasuliku kihi moodustab segateraline üksikute munakatega liivakas kruus. Kruus on põhiliselt karbonaatse koostisega. Kasuliku kihi keskmine paksus on 4,0 m, kattekihi paksus 0,2 m. Materjali on sobiv kasutada tee muldkeha ehituseks ja valikkaevandamisel ka kruusakateteks. Kruusa varu 1,4 ha suuruse maa-ala piires oli 56 tuh m<sup>3</sup>. Peale kaevandamise lõppu ei ole jääkvaru määratud. Karjäär on mahajäetud ja võsastunud. Leviala on võimalik laiendada kagu poole.

**Koogi kruusaleiukoht** asub Laekvere vallas Väike-Maarjast 31 km ida pool, Tartu–Rakvere maantee ääres põhja–lõunasuunalisel glatsiofluviaalsel seljandikul. Ala uuriti geoloogiliselt 1962. aastal seoses mäeeraldise vormistamisega (Rakvere rajooni ..., 1985). Kasuliku materjali moodustab kruus, mille keskmine paksus on 1,75 m. Leiukoha läbilõike ülemises osas on kruus jämedateraline, alumises osas peene- kuni keskmiseteraline üksikute veeristega. Kattekihi paksus on 0,2–0,4 m. Kruusamaterjal on

kõlbulik teede muldkeha ehitamiseks. Uuringuala varu 0,75 ha suurusel alal 13 tuh m<sup>3</sup> on ammendatud. Varu on võimalik vajaduse korral laiendada mööda seljandikku põhja poole.

**Lemküla kruusaleiukoht** asub Assamalla 4 km lääne pool Porkuni–Neeruti radiaalses oosidesüsteemis. 1975. aastal tehti ala lõunaosas Rakvere Metsamajandile 0,84 ha suurune mäeeraldus. Kasuliku kihi moodustavad kruus veeriste ja munakatega ning eriteraline liiv. Liiv on kihitatud ja sisaldab üksikuid kruusateri, jänepurd on valdavalt karbonaatne ja hästi ümardunud. Kasuliku kihi paksus on keskmiselt 4,8 m, kattekihi paksus 0,45 m. Suure savi- ja tolmuosakeste sisalduse tõttu (keskmiselt 7,4%) sobib kruus looduslikul kujul ainult teede muldkeha ehitamiseks (Saarelaid, 1963). Liiva sobib kasutada teede ehitusmaterjalina ja ka mujal ehitustöödel. Materjali üldvaru oli endises kategoorias C<sub>2</sub> 288 tuh m<sup>3</sup> ja varude arvestuse pindala oli 12,0 ha. Mäeeraldusega antud kruusa- ja liivavaru on ammendatud. Varu saab laiendada loode suunas, kuid piirangud seab selle paiknemine Porkuni maastikukaitsealal. Põhjapoolne vana karjäär on rekultiveeritud, lõunapoolne tuleb ka kindlasti korda teha.

**Loksa kruusaleiukoht** asub Väike-Maarjast 5 km loode pool, Loksa küla põhjaserval, kirde–edelasuunalisel radiaalsel oosil. Kasuliku kihi moodustab oosi materjal – jämedateraline munakaid sisaldav kruus. Munakate hulk kruusas kõigub 3–35%-ni. Kruus koosneb põhiliselt karbonaatsetest kivimitest (91–98%), tardkivimeid, liivakive ja pudedaid moondekivimeid on vähe. Kruusaterad ja munakad on halvasti kulutatud. Kasuliku kihi keskmine paksus on 3,6 m. Savi- ja tolmuosakeste sisaldus on keskmiselt 5,05%. Materjal on looduslikul kujul kõlbulik vaid teede muldkeha ehitamiseks. Leiukoha kattekihi moodustab kruusa ja munakaid sisaldav muld (Saarelaid, 1963). Kattekihi paksus on 0,28 m. Uuringuala varu hinnati viimati 1962. aastal. Siis oli 1,46 ha suurusel maa-alal määratud endine C<sub>2</sub> kategooria varu 26,3 tuh m<sup>3</sup>. Praeguseks on varu peaaegu ammendatud. Edelaossa ehitati siloaugud, mis seisavad praegu tühjalt, kuid sealne varu on uurimata.

**Müüriku kruusa leviala** asub Väike-Maarjast 1,2 km ida pool, Väike-Maarja–Simuna maantee ääres ebakorrapärase kujuga pinnavormil. Leviala pindala on 16 ha. Geoloogilisi uuringutöid on siin tehtud 1963. aastal (Saarelaid, 1963), 1971. aastal (Rakvere rajooni ..., 1985). Kasuliku kihiks on kuni 1 m paksuse moreenikihi all lasuv keskmine- kuni jämedateraline karbonaatne kruus. Kruus on horisontaalselt kihitatud või kaldkihiline ning sisaldab munakaid ja veeriseid. Kruusalasundis esineb õhukesi (10–20 cm) liivaläätsi. Kasuliku kihi keskmine paksus on 4,7 m. Kruusa kasutamine maanteedel ehitusmaterjalina eeldab savi- ja tolmuosakeste sisalduse vähendamist ja fraktsioonide üle 35 mm purustamist. Muudel ehitustöödel kasutatavatele materjalidele esitatud nõudeid kruus looduslikul kujul ei rahulda. Viimati tehti mäeeraldus 5,2 ha suurusel alal varu hulgaga 240 tuh m<sup>3</sup>. Mäeeralduse piires on kruusavaru ammendatud. Laiendamine on võimalik lõuna suunas metsaga kaetud Väike-Maarja–Simuna maantee äärde jääva maa-ala arvel. Praegusel ajal on karjääri rajatud motokrossirada.

**Pähklimäe liivaleiukoht** asub Rakvere vallas Rakverest 6 km lõuna pool, Rakvere–Koeravere teest vasakul. Ala kujutab endast võsa ja metsaga kaetud glatsiofluviaalset mõhna. Geoloogilisi uuringutöid tehti seal 1970. aastal seoses mäeeralduse vormistamisega (Rakvere rajooni ..., 1985). Kasuliku kihi moodustab mitmesuguse terajämedusega kihitatud liiv, milles on õhukesi kruusa-liiva segu vahekihte. Mõhna lõunapoolses osas on liivas suuri paekivilahmakaid ja rändrahne. Kasuliku kihi keskmine paksus on 4,0 m ja kattekihi paksus 0,2 m. Kasuliku kihi lamamiseks on lubjakivi. Looduslikul kujul on liiv sobiv kasutamiseks teedeehituses drenikihi, peale jämedamate fraktsioonide eraldamist ka mujal ehitustöödel. Liiva varu 2,6 ha suuruse mäeeralduse piires oli 120 tuh m<sup>3</sup>. Kaevandamine on lõpetatud. Jääkvaru suurust pole määratud. Vana karjäär on rekultiveeritud.

**Rohu (Padu) kruusa leviala** asub Väike-Maarjast 14 km kagu pool Rahkla–Simuna tee 4,5 km kohalt vasakul pool teed. Leviala kujutab glatsiofluviaalsete setete alal, kasulikuks materjaliks on kruusliiv.



Materjal on kergelt savikas, sisaldab veeriseid ja munakaid, osaliselt kaldkihiline ja hästi sorteeritud. Jäme purd on karbonaatne. Ala kaguosas esineb eriteralist liiva. Kattekihi keskmine paksus on 0,35 m (Rakvere rajooni ..., 1985). Endiste mäeeraldiste varu on ammendatud, kuid jääkvaru pole hinnatud. Vanad karjäärid on võsastunud.

**Sandimetsa kruusa leviala** asub Väike-Maarja vallas Väike-Maarja–Kiltsi teelt 0,6 km idas, Väike-Maarja – Äntu teest ida pool glatsiofluviaalsetel setetel. Alal levib rahnuderikas lubjakiviveeristik, mille täitematerjal on suhteliselt savikas. Reljeefi madalamas osas katab kruusa kuni 1,6 m paksune kiht liivsavi. Lamamiks on lubjakivirähk ja lubjakivi. Geoloogilisi uuringuid tegi sellel alal 1978 aastal RPI “Eesti Põlluprojekt”. 1980 aastal vormistati nende andmete põhjal mäeeraldus (Rakvere rajooni ..., 1985). Kattekihi keskmine paksus on 0,65 m, kasuliku kihi keskmine paksus 4,4 m. Suure savisisalduse tõttu sobib materjal looduslikul kujul kasutamiseks vaid täiteks ja teede mulleteks (peale lubjakivipangaste purustamist). Umbes 6,8 ha-l asuvates vanades karjäärides on varu peaaegu ammendatud. Leviala laiendamine on võimalik lääne suunas, kuid nõuab eelnevaid geoloogilisi uurimistöid.

**Saueaugu kruusa leviala** asub Vinni vallas Viru-Jaagupist 2,8 km põhja pool, Kehala–Mõdriku maantee ääres. Leviala keskosas on vana karjäär, millel toimusid geoloogilised otsingu-uuringutööd 1963. aastal (Saarelaid, 1963). Kuni 1 m paksuse moreenikatte all lasuva kasuliku kihi moodustavad glatsiofluviaalne kruus ja liiv, kusjuures põhiosa kasulikust materjalist moodustab kruus. Kruus on keskmise- kuni jämedateraline, kohati horisontaalkihiline, hästi sorteeritud, sisaldab veeriseid, munakaid ja lubjakivipankaid. Materjali saab kasutada maanteede muldkeha ehitamiseks. Kruusa-liiva varu on praktiliselt ammendatud. Karjääri lõunaosas oleva paljandi alusel võiks sarnane materjal levida ka lõuna poole. Leviala perspektiivi määramiseks on vaja täpsemaid geoloogilisi uuringuid.

**Soonuka kruusa leviala** asub Vinni vallas Rakverest kagu pool Rakvere–Tartu maanteest vasakul pool loode-kagusuunalisel oosil. Kasulikuks materjaliks levialal on keskmise- kuni jämedateraline kruus munakatega. Leviala pindala on 8,6 ha. Ala kaguosas tehti 1967. aastal geoloogilisi uuringuid seoses mäeeralduse vormistamisega Soonuka karjääri avamiseks (Rakvere rajooni ..., 1985). Kruus on valdavalt karbonaatkivimilise koostisega (95–99%). Kasuliku kihi keskmine paksus oli 4,0 m ja kattekihi paksus 0,2 m. Kruus sobis maanteede ehitamiseks. Mäeeralduse pindala oli 2,46 ha ja kruusa varu sellel alal on 98 tuhat m<sup>3</sup>. Varu on peaaegu ammendatud, kuid karjäär on korrastamata. Vajaduse korral on võimalik leida karjääri laiendamise võimalusi piki oosi, eeldades materjali edasist sellesuunalist levikut.

**Viru-Jaagupi kruusa leviala** asub Vinni vallas Viru-Jaagupi asulast 2,5 km kirde pool. Ala asub lainjal glatsiofluviaalsel tasandikul. Kasuliku kihi moodustab kruus ja peenliiv. Kruus sisaldab rohkesti keskmiselt kulutatud lubjakivi veeriseid, peenliiv on jäme purruvaba. Kruusa-liivakihi paksus on 0–3,5 m, keskmine paksus 1,8 m. Mullakatte keskmine paksus on 0,2 m. Geoloogilised uuringud alal toimusid 1975. aastal seoses kruusakarjääri laiendamiseks tehtud mäeeralduse vormistamisega (Rakvere rajooni ..., 1985). Kuna tegemist on suhteliselt kvaliteetse materjaliga, siis sobib materjal ehituskruusaks, teedeehituseks ja -remondiks, täitepinnaseks ning teede muldkehaks ei soovitatud karjääri materjali kasutada. 1,62 ha suuruse mäeeralduse piires oli kruusa ja liiva varu 25 tuhat m<sup>3</sup>. Kruusa varu endises C<sub>2</sub> kategoorias oli 10,45 ha suurusel alal 496,3 tuhat m<sup>3</sup>. Mäeeralduse piires on varu peaaegu ammendatud ja karjäär vajab kindlasti rekultiveerimist. Vajaduse korral on võimalik karjääri laiendada põhja suunas, kuid selleks on vaja teha eelnevaid geoloogilisi uurimistöid.

**Ärina kruusa leviala** asub Väike-Maarja vallas Väike-Maarjast 2,7 km loode pool glatsiofluviaalsete setete levialal. Kasuliku materjali moodustab jämedateraline liiva ja eriteralise liiva ja kruusa vahelduvad kihid. Jäme purd on karbonaatne ja hästi ümardunud. Kruusas esineb ka munakaid ja üksikuid rahne. Kattekihi paksus on 0,2 m, kohati oli kasuliku kihi peal ka 1 m paksune moreenikiht. Ala on

geoloogiliselt uuritud 1970. a, siis on vormistatud viimane mäeeraldis (Rakvere rajooni ..., 1985). Kruus on kõlblik teedehituses muldkehaks ja täitematerjaliks, liiva soovitati kaevandada valikuliselt. Arvatavasti on varu ammendatud, kuid täiendavad geoloogilised uuringud annaksid materjali levikust täpsema ülevaate.

## JÄRVEMUDA JA JÄRVELUBI

**Kulina järvelubja leviala.** (Männil, 1964). Asub Kunda lisajõe Võhujõe ülemjooksul kitsas loode–kagusuunalises orus. Ooside jalamil rida allikaid, mis olid eelduseks järvelubja tekkele endises veekogus. 170 ha leviv lasund on 3,7 km pikk ja 0,6 km lai. Lasundi keskmine paksus on 4,2 m ja maksimaalne 6,78 m. See on suurim järvelubja paksus Eestis. Varu on 7000 tuh m<sup>3</sup>. Lasundis turbavahekihid puuduvad ja lasundi servaaladel ning oru põhjakõrgendikel levib järvelubja all lehtsamblaturba kiht. Järve ja soosetete all on õhuke savi, liiva, moreeni või glatsiofluviaalsete kiht. Järvelubi on Kulina asunduse kohal kaetud õhukese (0,2 m), mujal 0,8–3 m paksuse madalsooturba lasundiga. Järvelubi on puhas, kollakasvalge või beež, peeneteraline, kihi alaosas keskmiseteraline. Karbonaadirikka kihi keemiline koostis on ühtlane: CaO 48,3–52,2%; CO<sub>2</sub> 39,1–42,1%; MgO 0,5–1,4%; CaCO<sub>3</sub> 86,3–94,3%, kuid servaaladel on selles rohkesti taimejäänuseid.

**Porkuni järvelubja leviala** asub Porkuni järve ümbruses. Porkuni järv asub Porkuni–Neeruti oosistiku lõunaosas loode–kagusuunalises nõos ja kujutab endast lubjatoetelist järve. Ala jaguneb uurituse tasemelt kaheks – loodeosa ja kaguosa. Loodeosa hõlmab ala Porkuni järvest loode poole kuni oru lõikumiseni oosidega, ala pikkus on 2,7 km, laius 0,1–0,5 km. Järvelubi on võrdlemisi puhas, peeneteraline, servaaladel paiguti jämedateralisem. Järvelubja paksus (kuni 3,25 m) suureneb järve suunas. Ülemine osa (1,8 m) puhtam, lasundi serval ja põhjaosas on aleuriidikiht suhteliselt taimejäänusterikas või savikas. Lamamiseks glatsiofluviaalsed setted või savi. Järvelubi kaetud õhukese (0,3 m) madalsooturba kihiga. (Männil, 1964). Kaguosas levib järvelubi (lubisapropeel) kogu järve piires (25,8 ha) ja arvatavalt ka järve lõunakaldal turba all (16,8 ha) suhteliselt õhukese tiheda lasundina (paksus 0,92 m järves ja 0,5 m lõunakaldal). Lamamiseks on orgaanika lisandiga liivsavi. Järve maksimaalne veesügavus on 1,5 m ja keskmine 0,87 m. Materjali koostis: tuhasus 49,2%, looduslik niiskus 60%, happesus 7,5–7,8, CaO sisaldus tuhas 41,12%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sisaldus tuhas 0,12%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sisaldus tuhas 0,32%, üldlämmastik kuivaines 0,42, väävlisisaldus kuivaines 0,18, CO<sub>2</sub> kuivaines 30,59. Setted on suhteliselt lubjarikkad ja sobivad happeliste muldade lupjamiseks ja loomadele lisaöödaks. Leiukoha kasutusele võtmine pole otstarbekas, kuna ala asub Porkuni maastikukaitsealal. (Ramst, 1985).





Foto 4.1. Vaade Haava kruusamaardlale põhjast  
*Photo 4.1. View to the Haava gravel deposit from the north*



Foto 4.2. Haava kruusamaardla lõunaosa  
*Photo 4.2. In the south of Haava gravel deposit*





Foto 4.3. Lebavere liivamaardla  
*Photo 4.3. Lebavere sand deposit*



Foto 4.4. Kruusakad setted Männikvälja liivamaardlas  
*Photo 4.4. Gravel deposits at the Männikvälja sand deposit*





Foto 4.5. Sandimetsa kruusaleviala

*Photo 4.5. Sandimetsa area of gravel deposits*



Foto 4.6. Saueaugu kruusaleviala

*Photo 4.6. Saueaugu area of gravel deposits*





Foto 4.7. Vinni kruusamaardlas  
*Photo 4.7. At the Vinni gravel deposit*



Foto 4.8. Ärina liivamaardla lõunaserv  
*Photo 4.8. South side of Ärina sand deposit*





Foto 4.9. Ärina lubjakivimaardla  
*Photo 4.9. Ärina limestone deposit*



Foto 4.10. Uniküla kruusamaardlas  
*Photo 4.10. In the gravel deposit Uniküla*





Foto 4.11. Kellavere liivakarjääris  
*Photo 4.11. In the sand deposit Kellavere*



Foto 4.12. Ilumäe vana karjäär on rekultiveeritud  
*Photo 4.12. The old quarry of Ilumäe is recultivated*





Foto 4.13. Järaniku vana karjäär  
*Photo 4.13. The old quarry of Järaniku*



Foto 4.14. Loksa leiukohas on siloaugud  
*Photo 4.14. In the quarry of Loksa*



Foto 4.15. Soonuka vana karjäär

*Photo 4.15. The old quarry of Soonuka*



## 5. GEOFÜÜSIKALISED VÄLJAD

Raskusjõu- ja magnetvälja anomaaliad peegeldavad peamiselt kristalse aluskorra ehitust (joonised 5.1 ja 5.2). Et paremini esile tõsta anomaaliaid, mille ergastajad paiknevad aluskorra kõige ülemises osas, on väljadest välja filtreeritud pikalainelised koostisosad ehk taust, kasutades keskmistamist raadiusega 2 km. Järelejäänud kõrge sagedusega anomaaliad on esitatud väljade jääk- ehk lokaalsete anomaaliade kaartitel (joonised 5.3 ja 5.4), kuhu on kantud aluskorra geoloogilise kaardi piirjooned.

100-meetrilise sammuga on raskusjõuväli mõõdistatud Väike-Maarja kaardilehe põhjaosas (Gromov jt, 1972, 1977, 1993, 1995), lõunaosas on gravimeetiline andmestik kilomeetrilise sammuga (Korhonen et al., 1999). Joonisel 5.1 on sajatuhandelise ja miljonilise mõõtkavaga mõõdistamise tulemused ühisele tasemele viidud, kuigi andmete detailsus on seejuures silmatorkavalt erinev. Bouguer' parandiga ( $\Delta g_a$ ) raskusjõuvälja väärtused kaardilehel on -29 milligallist (mGal) kuni -17 milligallini kaardilehe lääneserval. Raskusjõuväli kujutab endast lokaalset negatiivset anomaaliat, mille miinimum asub Viru-Jaagupist umbes 2 km edela poole. Anomaalia ergastajaks on graniidimassiiv, mis asub enamasti 4–6 km sügavusel.

Magnetväli ( $\Delta T_a$ ) on raskusjõuväljast keerulisem juba selle tõttu, et nende väljade teoreetilises omavahelises seoses vastab magnetväljale raskusjõuvälja tuletis, st et igale raskusjõuvälja gradiendivööndile peab vastama vähemalt kaks magnetvälja gradiendivööndit. Kogu kaardileht on kaetud aeromagnetilise mõõdistamisega mõõtkavas 1:25 000 (Metlitskaja jt, 1992). Kaardilehel on magnetväli  $\Delta T_a$  -550 kuni 400 nanoteslat (nT) (joonis 5.2). Magnetvälja väärtuste värviskaala on nihutatud vastavalt kohalikule tausttasemele. Kirdesuunalise kallakusega Ahvenamaa–Paldiski–Pihkva (APP) rikkevöönd asub kaardilehe piires 9–36 km sügavusel. Magnetvälja isojooned on enamasti orienteeritud kagusuunaliselt, vastavalt APP vööndi kulgemisele.

Raskusjõuvälja jääkanomaaliade kaardil (joonis 5.3), mis on koostatud ainult Väike-Maarja kaardilehe põhjaosa tarvis, näeme, et graniidi kehadele vastab vilgugneisside taustal negatiivne anomaalia, ja biotiitgneisi kehale – positiivne. Aluskorra geoloogilisel kaardil (M 1:400 000) on kogu kaardilehe ala hõivatud Alutaguse kompleksi alumo- ja vilgugneissidega, väljaarvatud joonistel 5.3 ja 5.4 näidatud 4 keha.

Magnetvälja jääkanomaaliad (joonis 5.4) näitavad eelkõige ala tektoonilisi rikkeid, sh ka tuvastatud murranguid, mis on geoloogilisele kaardile kantud. Tektoonilised rikked, nii tuvastatud kui ka oletatavad, kajastuvad mõneti ka maapinna reljeefis (joonis 5.5). Oletatavate rikete kaardistamisel on arvestatud nii raskusjõu- kui ka magnetvälja, nende väljade jääkanomaaliaid, gradiente, gradiendi vektori suunda, maapinna samakõrgusjooni, jõgede ja ojadega seonduvaid lineamente.

Maakoore struktuur Väike-Maarja kaardilehel ja selle lähiümbruses on näidatud geofüüsikalisel süvaläbilõikel (joonis 5.6). Lõikejoon on tõmmatud läänest itta,  $X = 6566$  km.

Maakooreks nimetakse kivimlasundit maapinnast kuni Mohorovičići eralduspinnani ehk Mohoni, mis asub Eestis umbes 44–50 km sügavusel (<http://www.seismo.helsinki.fi/mohomap/>). Maakoore kihte nimetame siin vastavalt nende tihedusele, kasutatavaid nimetusi ei ole tarvis tõlgendada viitena kihtide litoloogilisele koostisele.

Kihtide eristamine tugineb arvatud tiheduse läbilõike kõrvutamisel seismiliste peegeldustega süvasondeerimise profiililt Sovetsk–Kohtla-Järve aastast 1986 (<http://window.edu.ru/library/pdf2txt/657/68657/42447/page9>). Arvutuste meetodika on tuntud tiheduse ja magneetumuse tomograafiana ning kujutab endast raskusjõu- ja magnetvälja vööndifiltreerimist ja eraldatud koostisosade alla jätkamist (Shtokalenko ja All, 2013). Välja lõhestumist singularpunktidel ei toimu, kuna need on eelnevalt eemaldatud filtreerimisel, pealegi on välistatud korduvad järjestikused tehned, kus võiksid arvutuste vead summeeruda (Shtokalenko et al.,

2013). Et tulemused teisendada tiheduse ja magneetumuse ühikutesse, lahendatakse otseülesanne ning korrutatakse saadud tulemused tegeliku ja arvatud väljade standardhälvete suhtega. Täistiheduse saamiseks lisatakse liigtihedusele tausttihedus, mis kasvab sügavusega vastavalt baromeetrilisele valemile Conradi eralduspinnast Mohoni (Shtokalenko et al., 2000) kõrgemal saab aga sujuvalt viidud väärtusele  $2,67 \text{ g/cm}^3$ .

Alumisel läbilõikel (joonis 5.6F) on arvatud tihedus kõrvutatud magneetumusega. Tiheduse ja magneetumuse anomaaliade kooskõla kinnitab tulemuste objektiivsust, kuna need on arvatud eraldi mõõdistatud ja eraldi töödeldud andmetest.

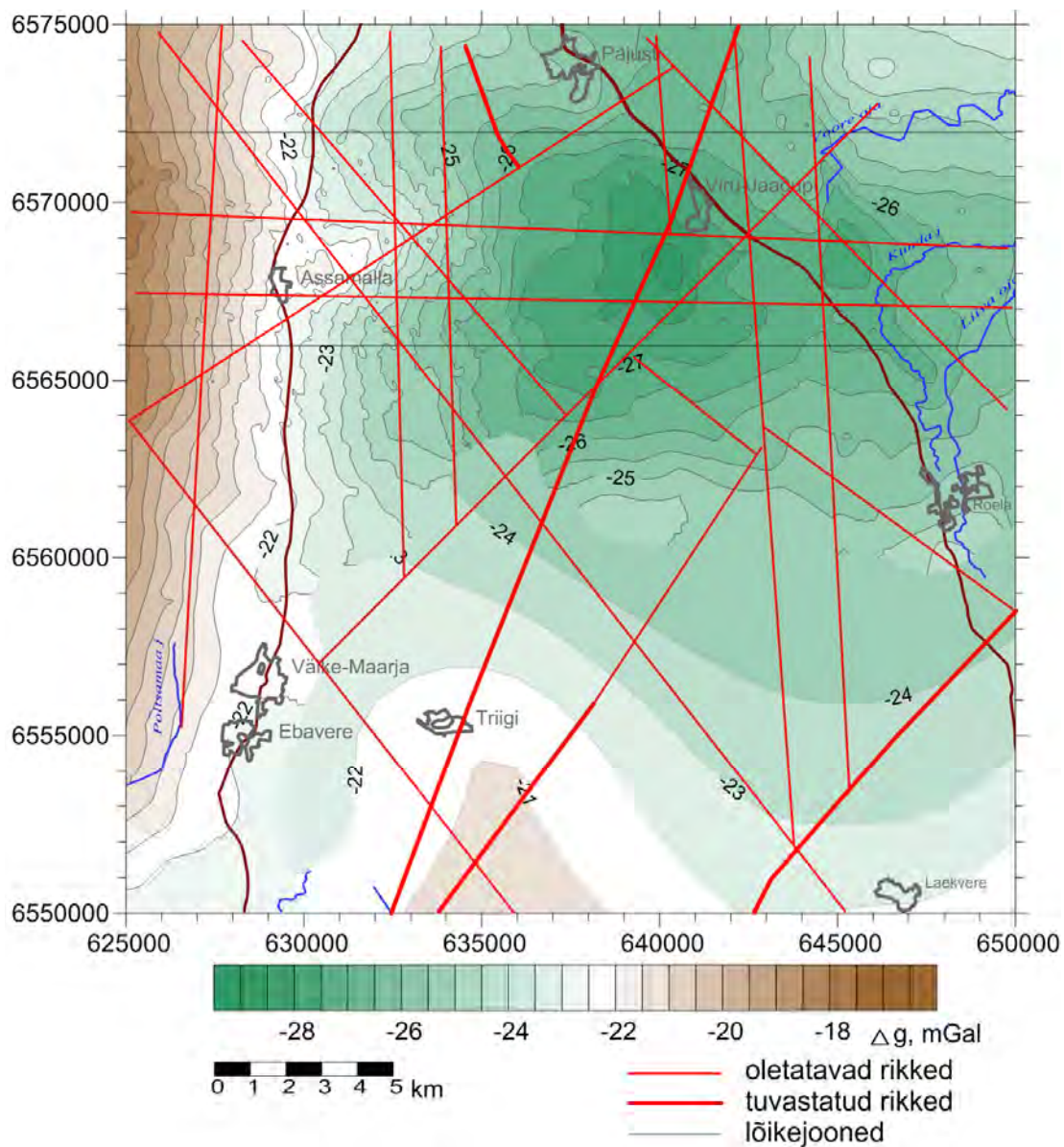
Süvaläbilõikel (joonis 5.6F) näeme Väike-Maarja kaardilehe all APP ida poole kallutatud riket, kuigi see kaardilehe piires maapinnale ei jõua. Rikkest ida pool on mantel tõusnud sügavuseni 45 km, ja basaldikiht – sügavuseni 35 km; keskmiselt on mantli lasumi ehk Moho sügavus siin 50 km ja basaldikihi lasumil – 42 km. Raskete kivimite tõusu tasakaalustab granodioriidikihi ploki lamami vajumine 21 km sügavuseni. Kaardilehest ida pool näeme süvaläbilõikel maakoore kihtide tõusu järgmist lainet ja seega APP vööndi astmelist struktuuri.

Raskusjõuväljas ergastab ümbritsevatest kivimitest kergem plokk negatiivset anomaaliat miinimumiga Väike-Maarja kaardilehel. Dioriidikihti on tunginud aluselise koostisega intrusioon (sügavusel ~30 km), ja granodioriidikihti – happelise koostisega keha (sügavusel ~13 km). Viimane süvendab raskusjõu negatiivset anomaaliat veelgi.

Kõigil läbilõigetel on tegeliku ja arvatud välja erinevus pikalainelise iseloomuga, mis tähendab, et lahknevused peituvad peamiselt sügavates maakoore kihtides.

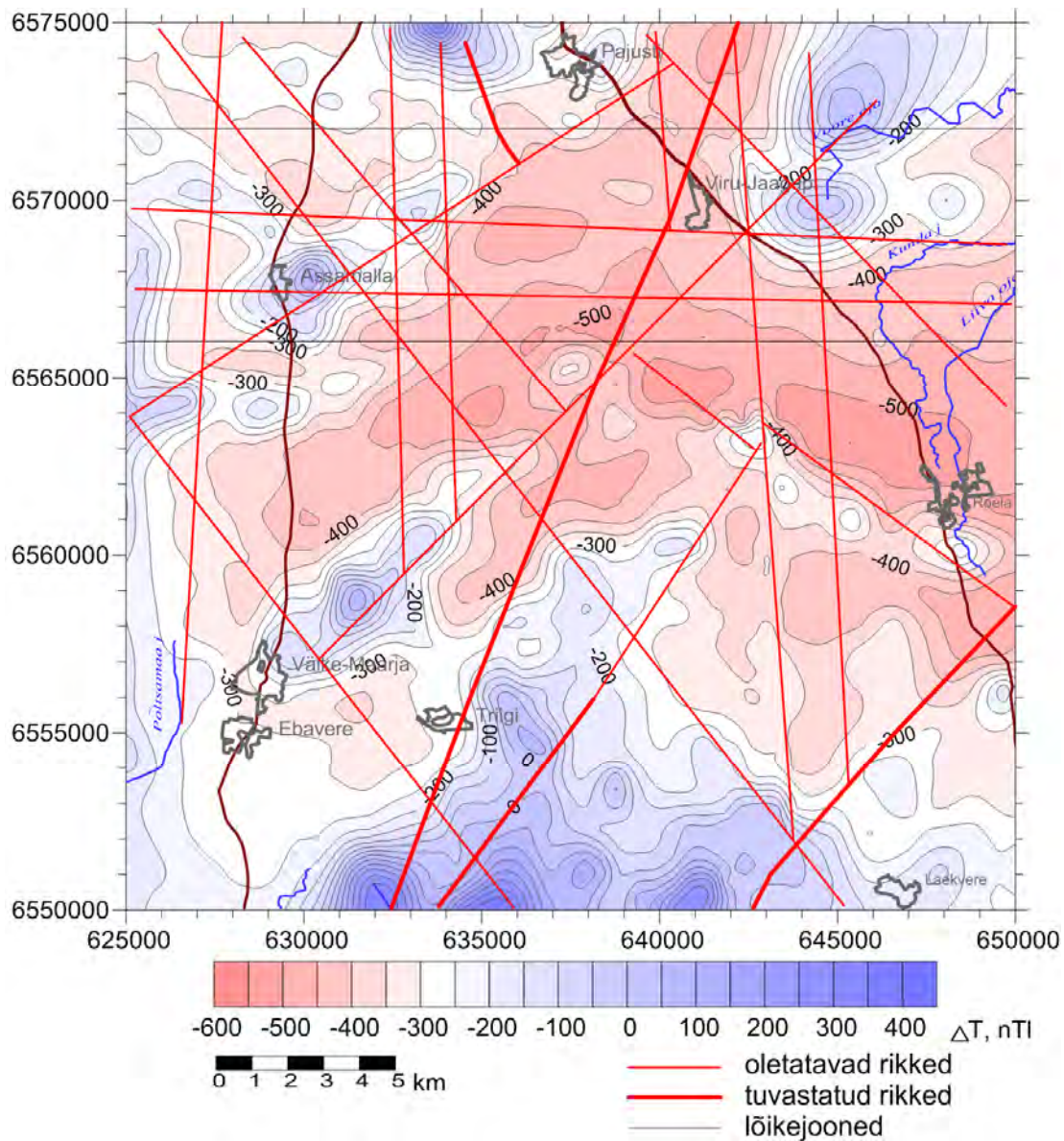
Geofüüsikalised läbilõiked joonistel 5.7 ja 5.8 annavad detailsema pildi maakoore tektoonilisest struktuurist. Rikkejoonte paiknemine läbilõigetel ja kaartitel on kooskõlastatud. Läbilõigetel on rikked vertikaalsed või subvertikaalsed, väljaarvatud kallutatud APP rike sügavustel 9–18 km.





Joonis 5.1. Väike-Maarja (6432) kaardilehe Bouguer anomaaliad ( $\Delta g_a$ , IGSN 71 gravimeetriline süsteem, rahvusvaheline normaalvälja valem, vahekihi tihedus  $2,67 \text{ g/cm}^3$ , L-EST97 koordinaadistik).

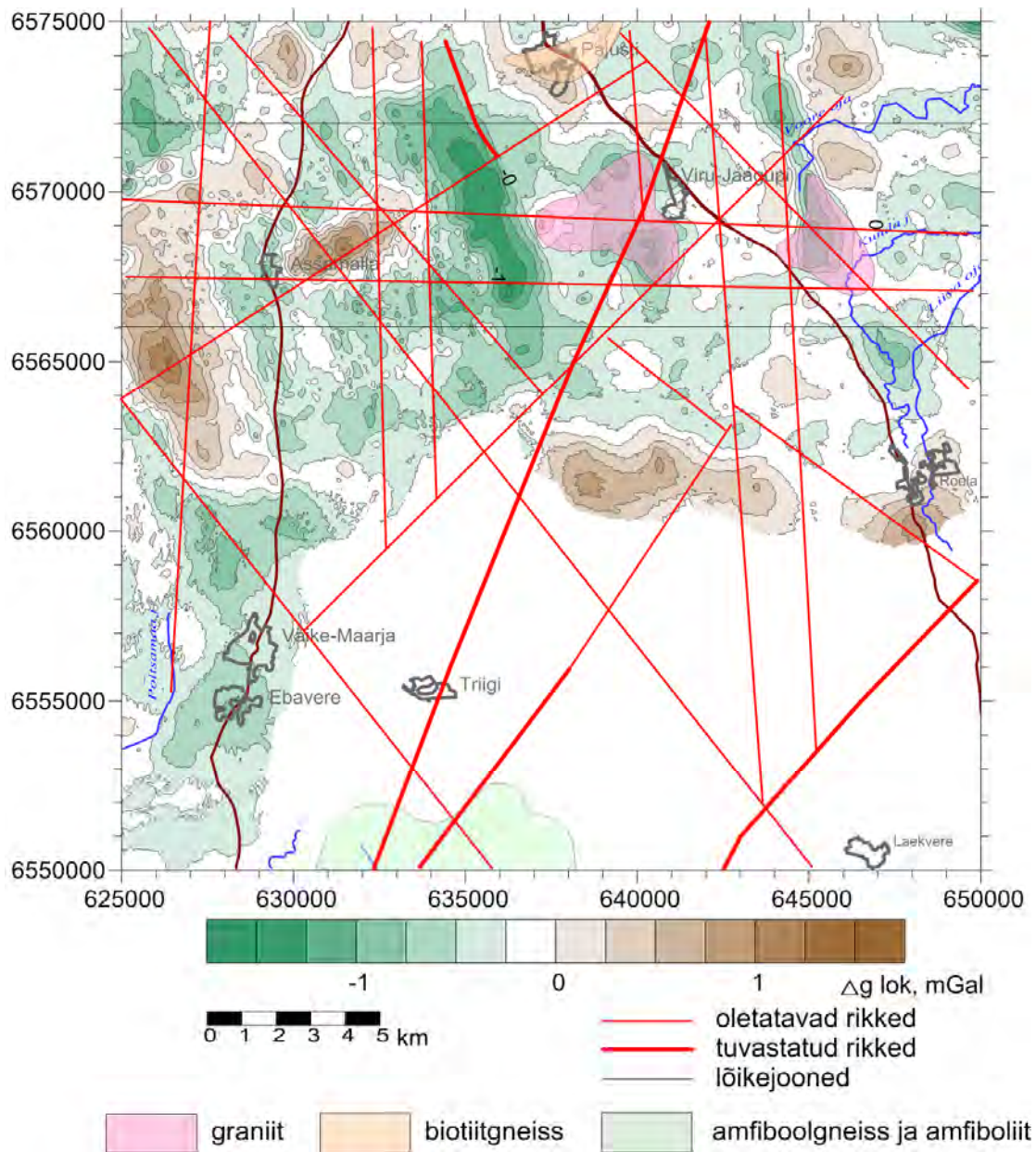
*Figure 5.1. Bouguer anomalies of the Väike-Maarja (6432) sheet ( $\Delta g_a$ , IGSN 71 gravity system, International Gravity Formula, Bouguer density  $2.67 \text{ g/cm}^3$ , L-EST97 coordinates)*



Joonis 5.2. Väike-Maarja (6432) kaardilehe aeromagnetilised anomaaliad (IGRF 85,  $\Delta T_a$  isoanomaalide samm 50 nT, L-EST97 koordinaadistik).

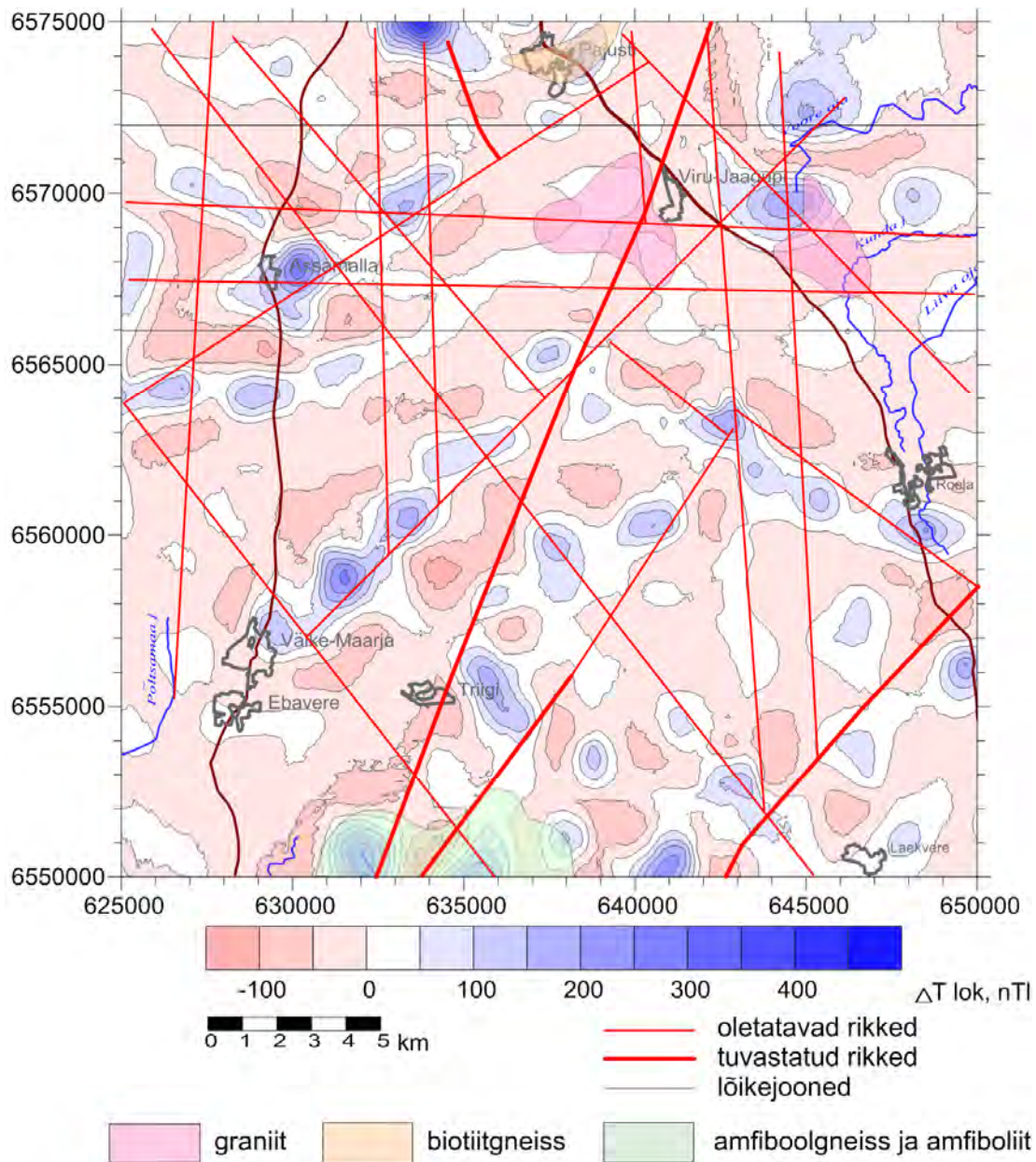
Figure 5.2. Aeromagnetic anomalies of the Väike-Maarja (6432) sheet (IGRF 85,  $\Delta T_a$  contours after 50 nT, L-EST97 coordinates)





Joonis 5.3. Väike-Maarja (6432) kaardilehe raskusjõuvälja jääkanomaaliad (keskmistamise raadius 2 km,  $\Delta g_{lok}$  isoanomaalide samm 0,25 mGal, L-EST97 koordinaadistik)

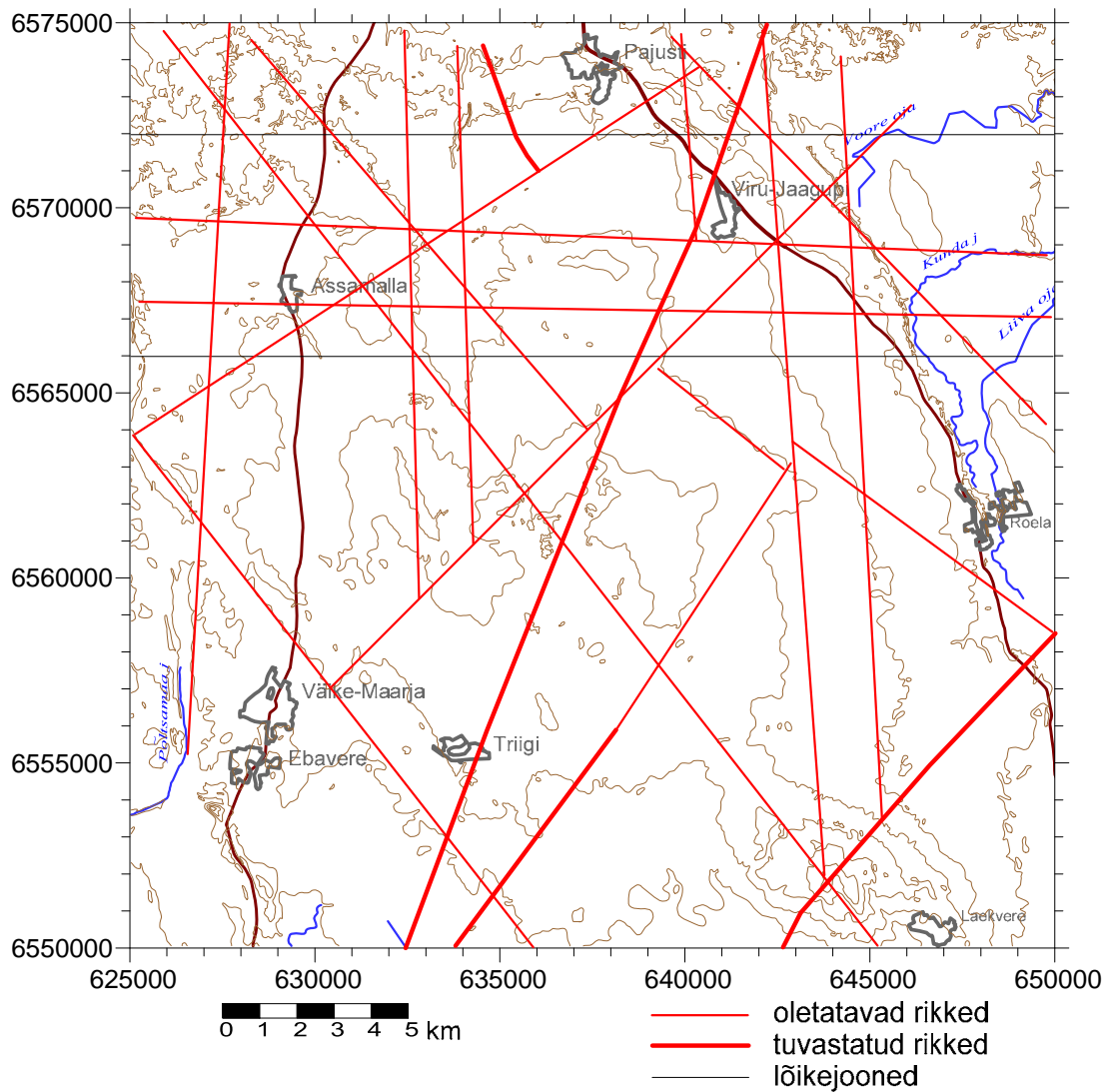
Figure 5.3. Residual gravity anomalies of the Väike-Maarja (6432) sheet (averaging radius 2 km,  $\Delta g_{lok}$  contours after 0.25 mGal, L-EST97 coordinates)



Joonis 5.4. Väike-Maarja (6432) kaardilehe magnetvälja jääkanomaaliad (keskmistamise raadius 2 km,  $\Delta T_a$  isoanomaalide samm 50 nT, L-EST97 koordinaadistik)

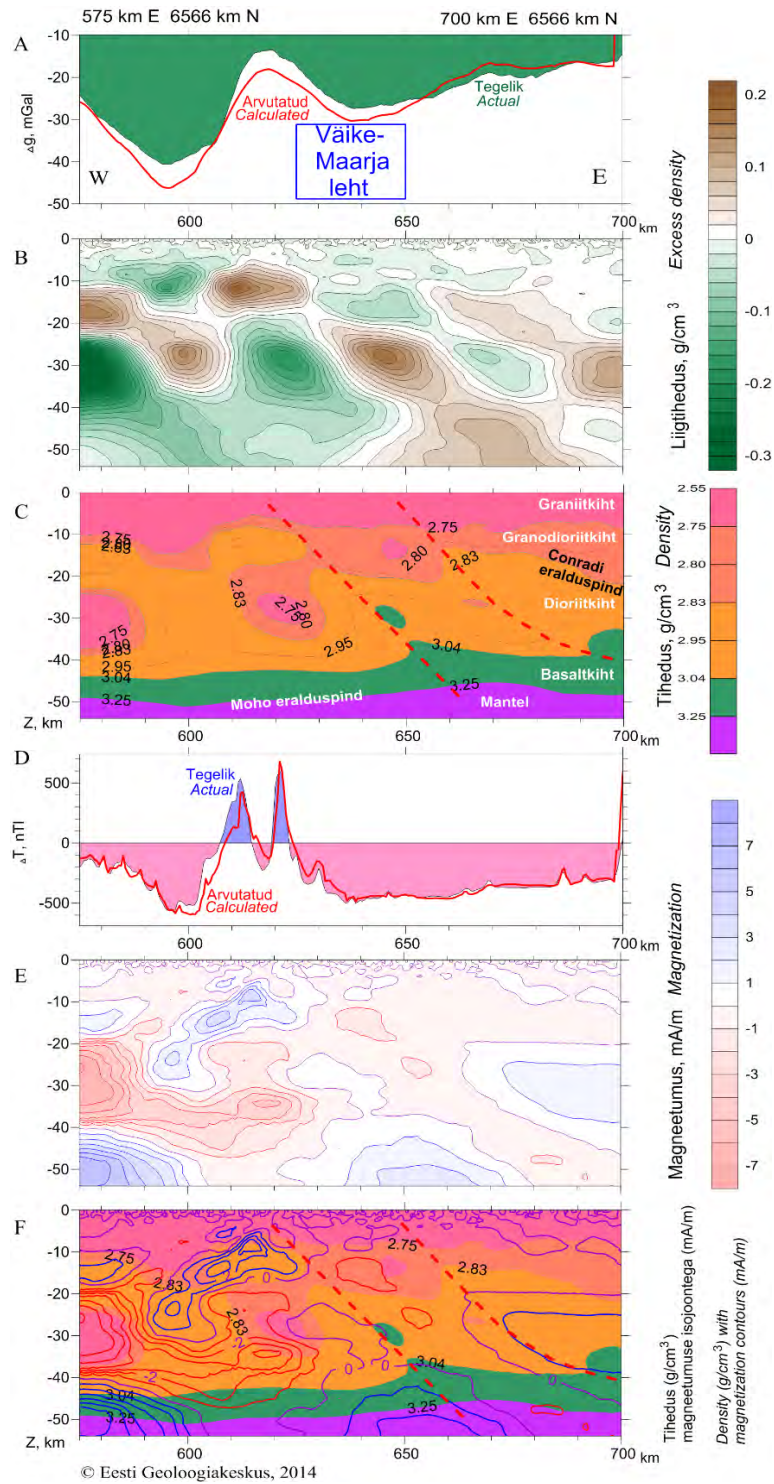
Figure 5.4. Residual magnetic anomalies of the Väike-Maarja (6432) sheet (averaging radius 2 km,  $\Delta T_a$  contours after 50 nT, L-EST97 coordinates)





Joonis 5.5. Väike-Maarja (6432) kaardilehe tektoonilised rikked ja maapinna samakõrgusjooned topokaardilt mõõtkavas 1:50 000, samakõrgusjoonte samm 10 m

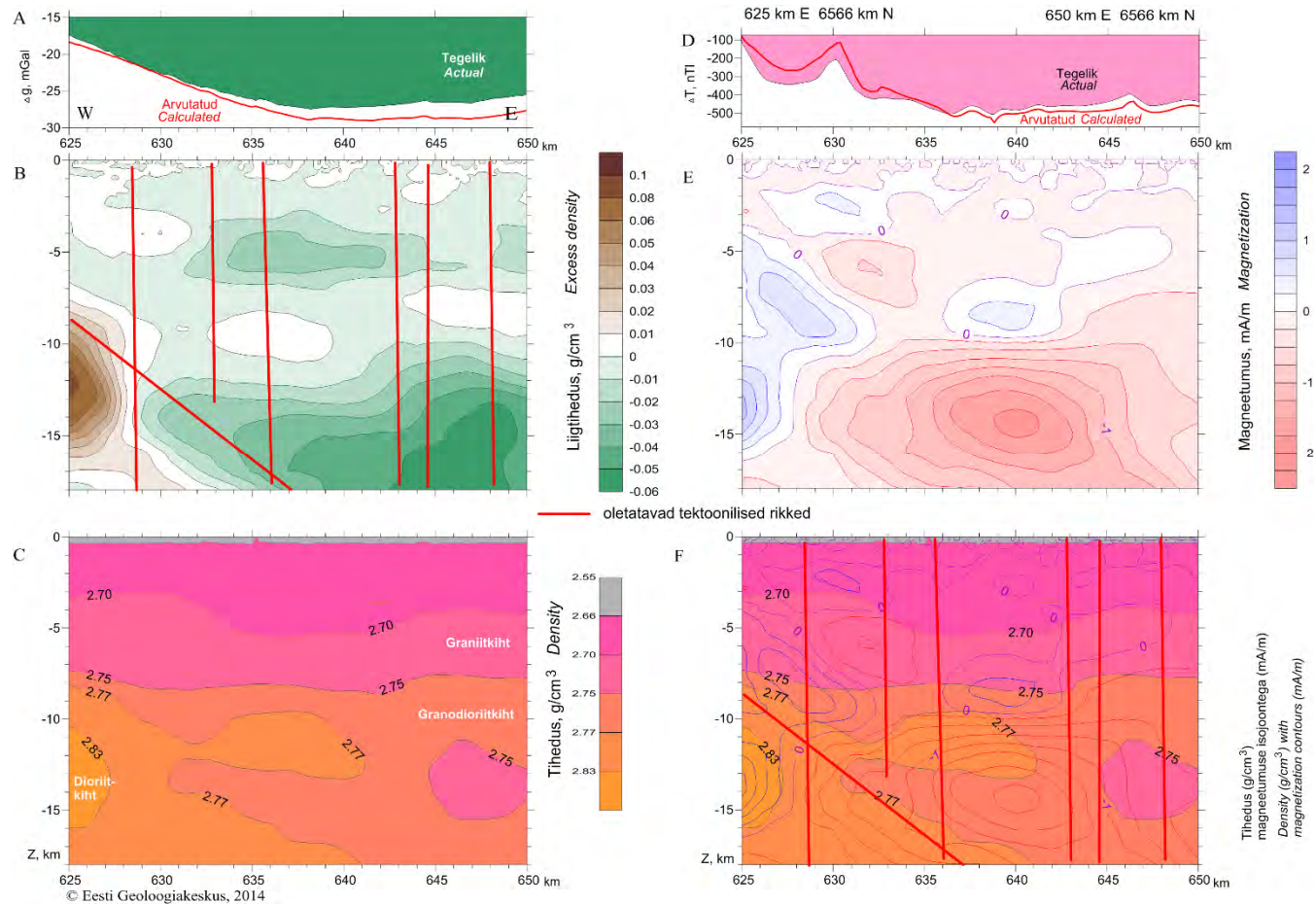
Figure 5.5. Tectonic faults and topographic relief contours of the Väike-Maarja (6432) sheet from the map of scale of 1:50 000, elevation contours after 10 m



Joonis 5.6. Mõõdetud ja arvutatud raskusjõu- (A) ning magnetvälja (D) graafikud, arvutatud liigtiheduse (B), tiheduse (C, F) ja magnetumuse (E, F) jaotused Väike-Maarja kaardilehte ületaval süvaläbilõikel

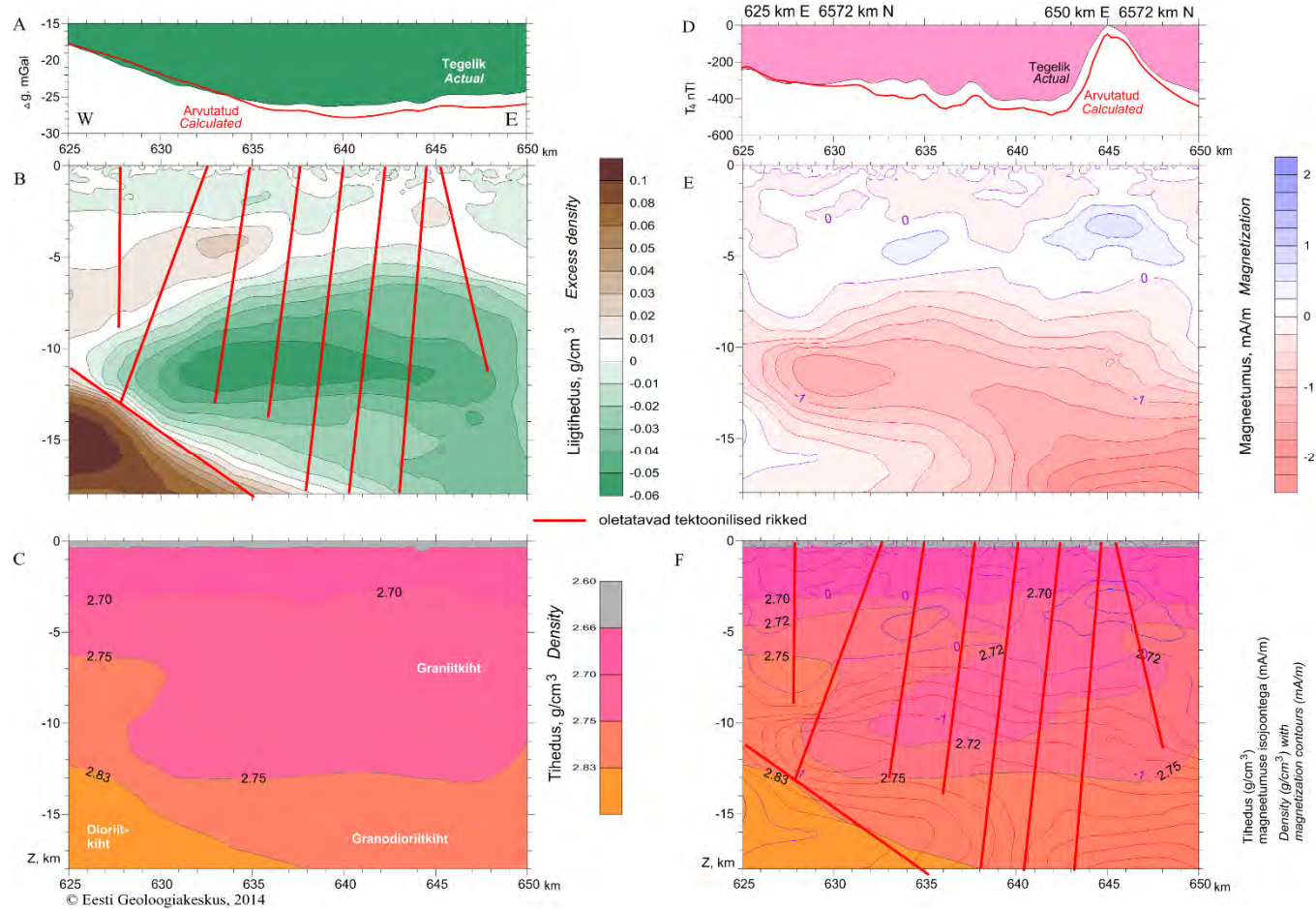
Figure 5.6. Measured and calculated gravity (A) and magnetic (D) fields, calculated excess density (B), total density (C, F) and magnetization (E, F) along a deep cross-section on the Väike-Maarja sheet





Joonis 5.7. Mõõdetud ja arvutatud raskusjõu- (A) ning magnetvälja (D) graafikud, arvutatud liigtiheduse (B), tiheduse (C, F) ja magneetumuse (E, F) jaotused Väike-Maarja kaardilehte ületaval lõunapoolsel süvaläbilõikel

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



Joonis 5.8. Mõõdetud ja arvutatud raskusjõu- (A) ning magnetvälja (D) graafikud, arvutatud liigtiheduse (B), tiheduse (C, F) ja magneetumuse (E, F) jaotused Väike-Maarja kaardilehte ületaval põhjapoolsel süvaläbilõikel

Figure 5.8. Measured and calculated gravity (A) and magnetic (D) fields, calculated excess density (B), total density (C, F) and magnetization (E, F) along a deep cross-section (northern) on the Väike-Maarja sheet



## KASUTATUD KIRJANDUS

- Allikvee, H., Orru, M., Viigand, A., 1978. Rakvere rajooni turbamaardlate otsingulis-uuringuliste tööde aruanne. Tallinn, EGF 5178, 406 lk.
- 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.
- Arro, H., Molotok, E. (toim), 1998. Kus küngas, seal küla. Vinni vald eile ja täna, Vinni, 187 lk.
- Arro, H., Molotok, E. (toim), 2000. Kus küla, seal kodu. Tallinn, 214 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, 19–40.
- Brutus, A., Grünberg, R., Liiber, U., Otsa, A., Soa, K., 1986. Ida-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. Tartu, EGF 4193, 1843 lk.
- Dittmar, R., 1882. Über Kalk on dessen Verwendung mit spezieller Berücksichtigung des Kalkwerkes Marienhütte in Forel Wesenberg. Rig. Ind.-Zeit. Nr 12. 133–137.
- 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.
- Eichwald, E., 1854. Die Grauwackenschichten von Liv- und Estland. Bull. Soc. Nat. Moscou, 1854. XXVII, 3–111.
- Eipre, T., 1967. Pandivere karstijõed ja -allikad. Eesti Loodus, 18 (9), 548–553.
- Eipre, T., 1981. Karstunud Pandivere kõrgustiku veevarud. Leningrad, Gidrometeoizdat, 159 lk (vene keeles).
- Filatova, A., Domanova, N., 1967. Geoloogiline aruanne eeluuringust Eesti põlevkivimaardla edelaosas 1966.–1967. a. (vene keeles). Tallinn, EGF 2915, 218 lk.
- Gibbard, P., and Kolfshoten, 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, 441–452.
- Gromov, O., 1993. Kirde-Eesti gravimeetrilise kaardi (mõõtkavas 1:50 000 ja 1:200 000) ning magnetomeetrilise kaardi (mõõtkavas 1:200 000) koostamine. EGF 4686.
- Gromov, O., Gromova, G., 1972. Aruanne geofüüsikalistest töödest kristalse aluskorra kaardistamisel Tapa–Rakvere piirkonnas. Tallinn, EGF 3196, 186 lk.
- Gromov, O., Gromova, G., Pastuhhova, A., 1977. Geofüüsikalised uuringud Jägala alal ja Assamalla detailalal (vene keeles). Geoloogia Valitsus, EGF 3465, 163 lk.
- Gromov, O., Rehemäe, Ü., Saaremets, V., Jeresko, J., 1995. Põhja-Eesti keskosa gravimeetrilise kaardi (mõõtkavas 1:50 000 ja 1:200 000) koostamine. Tallinn, EGF 5329, 44 lk.
- 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.
- Hausen, H., 1913c.* Några supra-akvatiskt bildade åstyper I mellastra Estland (rootsi keeles). *Geol. Stockh. Förh.* 35, 4, 283–290.
- 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.
- Härmat, E., 1965.* Haava karjääri pass. EGF 3623, 11 lk.
- Jaanis, J., 1924.* Virumaa geograafilise ülevaade. *Rosenberg E.(toim).* Wirumaa: maakonna minevikku ja olevikku käsitlev koguteos. Virumaa maakonnavalitsus, Rakvere, 225–291.
- Juhend Eesti geoloogiliseks digitaalkaardistamiseks mõõtkavas 1:50 000, Versioon 2.4, 2015. Maaamet, Tartu, 145 lk.
- Jõgar, P., 1987.* Kaart Rakvere fosforiidirajooni nabala-rakvere ja keila-kukruse veehorisondi veejuhtivuse kohta. Geoloogia Instituut, EGF 4245, 6 lk.
- Järvet, A., 2007.* Väike-Maarja valla üldplaneeringu strateegiline keskkonnamõju hindamise aruanne, Tartu, 62 lk.
- Jürgenson, V., 2006.* Aruanne Haava (Rakvere) kruusamaardla Haava II uuringuruumis tehtud geoloogiliste tööde kohta (varu seisuga 01.02.2006). J. Viru Marksneideribüroo, EGF 7779, 11 lk.
- Jürgenson, V., 2006.* Aruanne Haava (Rakvere) kruusamaardla Haava II uuringuruumis tehtud geoloogiliste tööde kohta (varu seisuga 01.02.2006), EGF 7779, 20 lk.
- Kajak, K., 1999.* Eesti kvaternaarisetete kaart 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 21 lk.
- 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.
- 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, 960–975.
- Karst ja allikad Pandiveres, 2008. AS Maves, Tallinn, (1994 a kataloogi „Pandivere Riikliku Veekaitseala karst ja allikad täiendatud väljaanne“), 52 lk. [WWW] <http://www.digar.ee/id/nlib-digar:41990/> (10.04.2015).
- Karukäpp, R., Tavast, E., 1985.* Pandivere kõrgustiku geoloogiline struktuur ja liustikuline morfogenees. Eesti Teaduste Akadeemia, 34,1,22–29.
- Karukäpp, R., 1997.* Gotiglatsiaalne morfogenees Skandinaavia mandriliustiku kagusektoris. Doktoritöö. Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu, 54 (127) lk.
- Kattai, V., 2008.* Haava kruusakarjääri mäeeraldise laiendamise võimaluse hinnangu seletuskiri (varu seisuga 01.08.2008.a) (Täiendus Haava uuringualal geoloogilise uuringu aruandel 2003, EGF 7488). OÜ J. Viru Markneideribüroo, EGF 8026, 10 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, 127–146.
- Kink, H., 1996.* Virumaa karst ja allikad. Eesti Loodus, 47 (11/12), 396–397.



- Kink, H (koost), 2002.* Loodusmälestised 7 (Lääne-Virumaa: Rakvere, Vinni, Rägavere, Sõmeru, Kunda). Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tallinn, 44 lk.
- Kink, H. (koost), 2005.* Loodusmälestised 15 (Lääne-Virumaa: Laekvere, Avanduse, Rakke, Väike-Maarja, Tamsalu). Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tallinn, 39 lk.
- 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.
- Kolesnikov, A., Taratorina M., 1987.* Geofüüsikaliste anomaaliade kontroll Viru-Roela piirkonnas. Geoloogia Valitsus, EGF 4222, 166 lk.
- Koppelmaa, H., 2002.* Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart. Mõõtkava 1:400 000. Kaart ja seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 33 lk.
- Koppelmaa, H., Gromov, O., Kala, E., Kivisilla, J., Klein, V., Mardla, A., Niin, M., Niin, S., Puura, V., Suuroja, K., 1979.* Aruanne kristalse aluskorra süvakaardistamisest Tapa-Assamalla ja Haljala piirkonnas (Põhja-Eesti) 1977.–1979. a. (vene keeles). Tallinn, EGF 3600, 322 lk.
- Koppelmaa, H., Kivisilla, J., 1998.* Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart mõõtkavas 1:200 000. Kaart ja seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 94 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, 173–179. [http://arkisto.gsf.fi/sp/sp27/sp27\\_s173-179.pdf](http://arkisto.gsf.fi/sp/sp27/sp27_s173-179.pdf)
- Kotter, R. (koost), 2014.* Porkuni maastikukaitseala kaitsekorralduskava 2015–2024. Keskkonnaamet, 96 lk.
- Kukk, M., Erman, K., 2014.* Aruanne Haava (Rakvere) kruusamaardla Haava karjääri maavaravaru ümberhindamise kohta (varu seisuga 23.01.2014.a). Töö nr 10114. Mäebüroo Nord OÜ, EGF 8559, 17 lk.
- Kupits, T., 2007.* Porkuni järve keskkonnaseisundi uuring. AS Maves, Tallinn.
- Kupits, K., Rüige, S., 2009.* Ebavere külas Karja katastriüksusele algatatud detailplaneeringu keskkonnamõju strateegiline hindamine. AS Maves, Tallinn, 96 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.
- Leisk, Ü. (koost), 2015.* Nitraaditundliku ala seire 2014. a. Lõpparuanne. Riikliku keskkonnaseire programm (põhjavee seire). Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Tallinn, 69 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.
- Lodjak, T., 1982.* Linnusöödaks kõlblike lubjakivide otsingutööde aruanne. Geoloogia Valitsus, Tallinn. EGF 3925, 132 lk.

- Lugus, E., 1993.* Lääne-Virumaa Inju-Meriküla dolomiidimaardla varu hinnang (varu seisuga 1.01.1993.a.). Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, EGF 4654, 19 lk.
- Maapõueseadus ja selle rakendamise õigusaktid I. Eesti Vabariigi Keskkonnaministeerium, 1996, Tallinn, 227 lk.
- Maldre, J., 1985.* Hinnang põlevkivi leviku perspektiividest Balti basseini Tapa maardlas lokaalse prognoosi kriteeriumide alusel. Tallinn, EGF 4150, 200 lk.
- Martin, T., 1988.* Fosforiidiotsingute tulemused Rakvere fosforiidirajooni ida- ja lõunaosas 1985.–1988. a. (vene keeles). Tallinn, EGF 4296, 120 lk.
- 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, 75 lk.. EGF 4629.
- Metsur, M., Salu, M., 1984.* Pindmise põhjaveekompleksi vee kvaliteedi ja kvantiteedi uurimine Rakvere rajoonis. Maaparandusprojekt, EGF 4099, 41 lk.
- Miidel, A., 1961.* Holotseensete orgude geoloogilise arenemise seaduspärasusi Põhja-Eestis. ENSV TA Geol. Inst. Uurim. VII, Antropogeeni geoloogia, 147–158.
- Miidel, A., Raukas, A., 1965.* Põhja-Eesti alluviaalsete setete litoloogia (vene keeles). Rmt: Eesti kvaternaarisetete litoloogia ja stratigraafia (vene keeles). Tallinn, ENSV TA GI Toim., 113–132.
- Minkvitz (polkovnik), 1852. Sõjalis-strateegiline ülevaade Vene impeeriumist, III k. Eesti kubermang (vene keeles).
- 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.* Järvelubjalasundite levik ja stratigraafia Eestis. Geoloogia Instituut, EGF 2392, 365 lk.
- Niin, M., Kivisilla, J., 2001.* Eesti sette kivimite õhikute kataloog. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, EGF 7343, 146 lk.
- Nikitin, J. S., 1947.* Struktuur-geoloogiline kaardistamine Tamsalu–Simuna piirkonnas Eesti NSV (vene keeles). VNIGRI, 90 lk.
- Nitraaditundlike alade määratlemine Eestis, 2001. Tartu Ülikooli Geograafia Instituut, Eesti Agraarökonoomika Instituut, Maves AS, Projekterimisbüroo Maa ja Vesi AS. Tallinn–Tartu.
- Nõmmsalu, V., Eltermann, G., 1975.* Aruanne hüdroteoloogilisest ja ehitusteoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 maaparanduse eesmärgil (Ambla piirkond). Tallinn, EGF 3316, 211 lk.
- Orru, M., 1995.* Eesti turbasood. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 240 lk.
- Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundliku ala allikate ja karstlehtrite keskkonnaregistri andmete ajakohastamine, 2014. Consultare OÜ, Tartu, 99 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 kaitset vajavate allikate registri koostamine, 2013. MTÜ Eesti Loodushoiukeskus, Tallinn, 39 lk.
- Pandivere piirkonnas (Rakvere ja Paide rajoonide) melioratiiv-hüdroteoloogiline ülevaade. Rakvere rajoon. 1975. Geoloogia Instituut, Tallinn, EGF 3346, 70 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.
- Pandivere veekaitseala reostusuringute 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., 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., Kajak, K., Kajak, H., Lang, T., Laas, L., 1978. Aruanne hüdroteoloogilisest ja ehitusgeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 maaparanduse eesmärgil 1976.–1978. a (Tapa–Viru-Roela objekt). Geoloogia Valitsus, EGF 3508, 257 lk.
- Perens, R., Vallner, L., 1997. Waterbearing formation. In: Raukas, A., Teedumäe, A. (eds.) Geology and mineral resources of Estonia. Estonian Academy Publishers. Tallinn, 137–144.
- Perens, R., Savva, V., Lelgus, M., Parm, T., 2001. Põhjaveeklasside määramise jätkamine vastavuses veepoliitika raamdirektiiviga (200/60/EÜ). EGF 7305, 57 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., Klein, V., Koppelmaa, H., Niin, M., Vanamb, V., Kirs, J., 1983. Eesti kristalne aluskord (vene keeles). Moskva, Nauka, 208 lk.
- Puura, V., Petersell, V. jt., 1974. Aruanne kristalse aluskorra geoloogilisest süvakaardistamisest mõõtkavas 1:50 0000 Tapa–Rakvere piirkonnas (Põhja-Eesti). Tallinn, EGF 3298, 391 lk.
- Pärna, K., 1960. Balti ja kohalikkude suurte jääjärvede geoloogiast Eesti NSV territooriumil (vene keeles). ENSV TA Geoloogia Instituudi Uurimused, V, 269–278.
- Rakvere rajooni liivakarjääride mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Rakvere rajooni kruusa ja kruusliivakarjääride mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Autorite kollektiiv, 1985. EGF 6782, 63 lk.
- Rahumäe, V., 1983. Aruanne geoloogilistest uurimistöödest Rakvere rajooni Triigi sovhoosile Uniküla II karjääri avamiseks. Põlluprojekt. Tallinn, EGF 4028, 11 lk.
- Rakvere rajooni liivakarjääride mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Rakvere rajooni kruusa ja kruusliivakarjääride mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Autorite kollektiiv, 1985. EGF 6782, 269 lk.
- Rammo, M., Karimov, M., 2010. Moora uuringuruumi liiva ja kruusa varu geoloogiline uuring (varu seisuga 01.07.2010.a.). Eesti Geoloogiakeskus, EGF 8239, 16 lk.
- Ramst, R., 1985. Jõgeva, Rakvere ja Kohtla-Järve rajooni sapropeelide uurimise otsinguliste tööde aruanne. Tallinn, Geoloogia Valitsus, EGF 5228 97 lk.
- Ramst, R., 1992. Eesti järvemuda varu. Tallinn, 24 lk.
- Ramst, R., Võsa, A., Lepp, A., 1989. Rakvere rajooni turbamaardla põhjaosa (Soonuka tootmisala) detailuuringu aruanne. Geoloogia Valitsus, EGF 5254, 52 lk.
- Rass, V., Raudsep, R., Liivrand H., 1983. Geoloogiline seletuskiri geoloogilis-majandusliku põhjenduse juurde fosforiidide jaoks Lääne-Kabala maardlaosal (vene keeles). Geoloogia Valitsus, EGF 7403, 60 lk.

- Raudsep, R., 1984.* Litoloogilis-geokeemiliste kaartide koostamine fosforiidisetetest Põhja-Eestis. Geoloogia Valitsus, Tallinn, EGF 4056, 105 lk.
- Raudsep, R., Sarapik, J., 1979.* Rakvere rajoonis asfaltbetooni valmistamiseks sobiva liiva ja kruusliiva eeluuringute aruanne. Geoloogia Valitsus, Tallinn, EGF 3593, 178 lk.
- Raudsep, R., Eskel, J., Liivrand, H., Mardiste, A., Dantsenko, V., 1981.* Aruanne fosforiidide detailotsingute tulemustest Rägavere ja Assamalla alal (vene keeles). Geoloogia Valitsus, Tallinn, EGF 3772, 190 lk.
- Raudsep, R., Rass, V., Stumbur, H., 1982.* Aruanne teemal: Rakvere rajooni fosforiidide ainelise koostise andmete süstematiseerimine (vene keeles). Geoloogia Valitsus, Tallinn, EGF 3942, 151 lk.
- Raudsep, R., Belkin, V., Vladimirova, O., Gaškov, A., Detkovski, S., Liivrand, H., Mardiste, A., Martin, T., Morozov, O., Pajupuu, A., Petersell, V., Popov, J., 1984.* Aruanne fosforiidide eeluuringu tulemustest Eesti NSV Rakvere maardla Lääne-Kabala osas 1982.–1984.a. (vene keeles). Geoloogia Valitsus, Tallinn, EGF 4082, 671 lk.
- Raudsep, R., Liivrand, H., Belkin, V., Mardiste, A., Rass, V., Meriküll, V., Madalik, J., Pajupuu, A., Maltseva, I., Semjonova, N., Kelder, N., Kuptsov, A., Gromov, O., 1989.* Detailuuringu tulemused Rakvere fosforiidipiirkonna Kabala maardla kaeväljal (vene keeles). Eesti Geoloogia, Tallinn, EGF 4364, 401 lk.
- Raukas, A., 1978.* Pleistotseeni setted ENSV-s (vene keeles). Tallinn, Valgus, 310 lk.
- Raukas, A., Kajak, K., 1995.* Quaternary stratigraphy in Estonia. Proc. Estonian Acad. Sci. Geol., 44/3, 149–162.
- Raukas, A., Rähni, E., Miidel, A., 1971.* Liustiku servamoodustised Põhja-Eestis (vene keeles). Tallinn, Valgus, 228 lk.
- 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.
- Roemer, F., 1862.* Bericht über eine geologische Reise nach Russland im Sommer 1861. Z. Dtsch. geol. Ges. 1862, XIV, 178–223.
- Rosentau, A., Vassiljev, J., Saarse, L., Miidel, A., 2007.* Paleogeographic reconstruction of proglacial lakes in Estonia. Boreas, 36, 211–221.
- Räni, A., 1996.* Informatsiooniline aruanne Vao lubjakivimaardla kohta. AS EDK, EGF 5335, 15 lk.
- Saadre, T., Mardim, T., Morgen, E., Põldvere, A., Vaher, R., Suuroja, K., Saaremet, 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., 1963.* Rakvere tööpiirkonna kruusa, kruusliiva ja liiva leiukohtade otsimis-, inventariseerimise - eelluure töö aruanne. EGF 2050, 389 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 nitraaditudlikul alal, Tallinn, SA SA Säätva Eesti Instituut, 80 lk.
- Salu, M., 1986.* Rakvere rajooni Roela sovhoosi Tammiku III maaparandusehitise ehitusgeoloogia aruanne. Eesti Maaaparandusprojekt, EGF 6963, 14 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., 1855b.* Flora des silurischen Bodens von Estland, Nord-Livland und Oesel. Arch. Naturk. Liv-, Est- u. Kurl., Ser.2.I., 149–260.
- Schmidt, F., 1855c.* Bericht über die im Jahre 1855 auf dem Boden Estland und Öesels ausgeführten Forschungen. Sb. Naturf. Ges. Bd I, 5, 156–158.
- Schmidt, F., 1883.* Esialgne aruanne 1882. aasta suvel Geoloogilise komitee tellimisel tehtud uurimustest (vene keeles). Izv. Geol. Kom., II, 5, 107–122.
- 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.
- Sinisalu, R., 2012.* Vinni kruusamaardla Vinni III uuringuruumi geoloogiline uuring Lääne-Virumaal (varu seisuga 01.06.2012.a.). EGF 8407, 10 lk.
- Sirk, Ü., 1958.* Porkuni lademe geoloogiast. Diplomitöö. 157 lk.
- Sooäär, I., 1976.* Rakvere rajoon, Ed. Vilde nim. kolhoos, Pajusti vihmutus. Ehitusgeoloogiline aruanne. Eesti Maaparandusprojekt, EGF 5799, 6 lk.
- 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.
- Suuroja, K., 1997.* Eesti aluspõhja geoloogiline kaart mõõtkavas 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.
- Štokalenko, M.B., Aleksejev, S.G., Kozlov, S.A., 2013.* Liigest efektiivihedusest 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
- 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.
- Svendsen, J et al., 2004.* Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia. Quaternary Science Reviews 20 (2004), 1229–1271.
- Tamm, I., 2008.* Nitraaditundliku ala seirekava korrigeerimine. AS Maves, Tallinn, 35 lk.
- Tallinn, K., 1977.* Aruanne Aseri savimaardla ja liivlahjendaja uuringute kohta dreenaazhtorude ja telliste tootmiseks. Geoloogia Valitsus, EGF 3462, 115 lk.
- Tallinn, K., 1991.* Ärina kruusliiva ja karbonaatsete kivumite geoloogilise uuringu aruanne. Eesti Geoloogiakeskus, EGF 4533, 26 lk.
- Talve, L., 1982.* Põhialuste otsimine maa-aluse kaevandamise ratsionaalse süsteemi leidmiseks Toolse fosforiidimaardals ja Rägavere-Assamalla osadel. TPI, EGF 3969, 168 lk.
- Tennokesse, V., Viigand, A., Völkmann, 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.
- Tomberg, E., 2012.* Vao küla lugu. Tallinn, 171 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., Itäl, 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.
- Vallner, L., Jõgar, P., Karise, V., 1984.* Perspektiivse Lääne-Kabala fosforiidikaevanduse mõju Pandivere kõrgustiku veeressurssidele. Geoloogia Instituut, EGF 4143, 69 lk.
- Valt, E., 1980.* Rakvere rajooni Vinni Näidissovhoostehnikumi Kehala kruusliivamaardla geoloogiliste uurimistööde aruanne. Põllumajandusprojekt, EGF 3612, 11 lk.
- Valt, E., 1981.* Rakvere rajooni Laekvere sovhoosi Muuga karjääri geoloogiliste uurimistööde aruanne. EGF 3765, 10 lk.
- Vares, M., 1960.* Inju-Meriküla dolomiidimaardla detailse geoloogilise otsingu aruanne (vene keeles). Geoloogia Valitsus, EGF 1272, 96 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.
- Vatalin, I., 1986.* Aruanne põhjavee otsingutest ja eeluuringust Väike-Maarja asula veevarustuseks 1986.–1987. a. Eesti Geoloogia, EGF 4283, 121 lk.
- Vatalin, I., 1992.* Väike-Maarja aleviku perspektiivse veehaarde sanitaarkaitseala projekt. Eesti Geoloogiakeskus, EGF 4562, 16 lk.
- Veldre, M., Salo, V., 1993.* Jõgeva-, Põlva- ja Harjumaa väikeste turbamaardlate otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne 1990–1993. a. Tallinn, EGF 5274, 117 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.
- Viru, J., 1994.* Laekvere valla Kuusemetsa kruusliiva karjääri jääkvaru arvutus seisuga 01.01.1994.a. EGF 4791, 5 lk.
- Voolma, E., 1970.* Paide rajoonis tehtud ehitusliivade ja -kruusade otsimistööde aruanne. Tallinn, EGF 3114, 129 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.
- Wahl, E. 1907.* Die Pahle. Versuch einer geographisch-geologischen Fluss-Studie. Balt. Wschr. Nr 48, 402-405.
- Öpik, A., 1937.* Porkuni – Tamsalu ümbruse geoloogiast. Eesti Loodus, 2, 50–57.



## TUGIPUURAUUGU F253 KADILA (ID 1562) SÜDAMIKU GEOLOOGILINE KIRJELDUS

Puurauk asub Lääne-Virumaal Vinni vallas Nurmetu külas Maido talu maal

Koordinaadid: x: 6568238; y: 631961

Suudme kõrgus: 127,0 m ümp

Sügavus: 357,7 m

Puuritud: 1977

Puursüdamiku esmakirjeldus: Kalle Suuroja: Koppelmaa, H., Gromov, O., Kala, E., Kivisilla, J., Klein, V., Mardla, A., Niin, M., Niin, S., Puura, V., Suuroja, K., 1979. Aruanne kristalse aluskorra süvakaardistamisest Tapa-Assamalla ja Haljala piirkonnas (Põhja-Eesti) 1977.–1979. a. (vene keeles). Tallinn, EGF 3600.

Käesolev kirjeldus: Kalle Suuroja, 2015.

Puursüdamik asub: sette kivimid (47 kasti) EGK Keila puursüdamikehoidlas ja aluskorra kivimid (5 kasti) Lääne-Virumaal Kadrina vallas EGK Arbavere puursüdamikehoidlas.

### PINNAKATE

**0,0–1,6 m (1,6/0,0)\*\*** *Pleistotseen, Järva kihistu glatsiofluviaalsed setted* – puursüdamik puudub, intervall eraldatud gamma-karotaaži andmete alusel.

### ALUSPÕHI

**1,6–31,8 m (30,2/21,9 m)** *Pirgu lade, Moe kihistu* – helehall pruunika varjundiga mikro- kuni pisikristalne peendetriitjas keskmiselt kuni paksult lainjaskihiline lubjakivi halli kuni pruunikashalli lubimergli katkendlikult läätsjate vahekihtidega. Intervalli alguses süg. 1,6–15,0 m on lubjakivi lõheline ja 0,2–0,3 meetriste intervallidena kollakat värvi, st kergelt murenenud. Tegemist on nn veesoontega. Intervalli alaosas alates 23 meetrist on lubjakivi veidi savikam. Intervalli äärmises alaosas alates 28,2 meetrist sisaldab veidi puhtamaks muutunud lubjakivi vetika *Dasyoporella* torujaid jäljendeid. Sügavusel 14,6 m, otsustades  $\gamma$ -karotaaži kõvera järgi, asub K-bentoniidi kiht. Sügavusel 16,6 m lainjas püriidistunud katkestuspind. Kihistu alumine piir üleminekuline ja seotud lubjakivi savikuse suurenemise ning värvuse rohekamaks muutumisega.

**31,8–55,0 m (23,2/20,1 m)** *Vormsi lade, Tudulinna kihistu* – kihistu piires on eristatavad kolm kihikompleksi:

**31,8–39,5 m (7,7/6,1 m)** – rohekashall mikro- kuni pisikristalne detriitjas savikas lubjakivi, keskmiselt lainjaskihilisest kuni poolmuguljani (50–60%), rohekashalli lubimergli hajusapiiriliste läätsjate vahekihtidega (40–50%). Intervalli alaosa suunas savikus suureneb. Alumine piir üleminekuline ja seotud savikuse suurenemisega.

**39,5–48,8 m (9,3/7,7 m)** – tugevalt savikas tumehall peendetriitjas pisikristalne lubjakivi, võrkjalt hajusate mergli kelmetega. Intervalli all- ja ülaosas on selles lubjakivis puhtama, st nõrgalt savika lubjakivi hajusapiirilisi mugulaid. Süg. 39,5–41,0 m on kivim savikam. Alumine piir üleminekuline ja seotud savikuse vähenemisega.

**48,8–55,0 m (6,2/6,0 m)** – nõrgalt savikas hall peendetriitjas pisikristalne lubjakivi, keskmiselt lainjaskihiline, hajusate tumehalli lubimergli hajusapiiriliste vahekihtidega. Sügavusel 54,1–

---

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

55,0 m on lubjakivi peitkristalne. Alumisel piiril püriit-fosfaatse impregnatsiooniga katkestuspind.

**55,0–60,8 m (5,8/4,0 m) Nabala lade, Saunja kihistu** – hele- kuni kollakashall peitkristalne (afaniitne) sinkjashalli püriidikirjaline lubjakivi, keskmiselt lainjaskihiline, tumehalli lubimergli juusjate kelmete ja õhukeste (1–2 cm) vahekihtidega. Intervalli alaosas 2 m ulatuses püriidikirjad puuduvad. Alumine piir üleminekuline, ja seda seoses lubjakivi kristallide suuruse suurenemise ja mergli rohekate vahekihtide ilmumisega.

**60,8–77,1 m (16,3/16,0 m) Nabala lade, Paekna kihistu** piires on eristatud kaht eriilmelist kihikompleksi:

**58,0–67,5 m (9,5/9,5 m)** – helehall, kohati roheka varjundiga nõrgalt savikas detriitjas pisikristalne lubjakivi, keskmiselt lainjaskihilisest kuni poolmuguljani, rohekashalli mergli (30–40% kivimist) hajusapiiriliste vahekihtidega. Kohati esineb helehalli peitkristalse lubjakivi mugulaid. Detriit enamasti peen ja püriidistunud. Sügavusel 64,3 m nõrga fosfaatse impregnatsiooniga tasane katkestuspind, millest allpool muutub lubjakivi vähem savikaks. Intervalli alumine piir üleminekuline.

**67,5–74,7 m (7,2/7,0 m)** – helehall peendetriitjas mikrokristalne lubjakivi, keskmiselt lainjaskihiline, rohekashalli mergli juusjalt hajusate kelmete ja õhukeste (alla 1 cm) vahekihtidega. Sügavustel 67,8–68,0; 69,0–69,3 ja 72,4–73,2 m kollaka peitkristalse keskmiselt lainjaskihilise lubjakivi vahekihid. Intervalli alumine piir on litoloogiliselt terav.

**77,1–85,0 m (7,9/7,6 m) Rakvere lade, Rägavere kihistu Tudu kihistik** – hele- kuni kollakashall mikrokristalne lubjakivi, lainjalt keskmisekihiline, tumehalli kuni hallikaspruuni lubimergli õhukeste (alla 0,5 cm) selgepiiriliste vahekihtidega. Sügavustel 79,3; 79,5; 79,8; 80,1; 80,4; 80,6; 81,5; 82,7 ja 83,7 m on selged püriitse impregnatsiooniga katkestuspinnad. Süg. 74,9 m 3 cm paksune pruuni kukersiitse mergli kiht. Süg. 79,1–79,3 m mitmeid õhemaid kukersiitse mergli vahekihte-kelmeid. Alumine piir üleminekuline, ja seda seoses püriidikirjade ilmumisega. Lubjakivi sisaldab peent vetikate (*Vermiporella*) detriiti.

**85,0–91,6 m (6,6/6,5 m) Rakvere lade, Rägavere kihistu Pülse kihistik** – helehall püriidikirjaline peitkristalne lubjakivi, enamasti lainjalt keskmisekihiline, halli lubimergli lainjalt katkendlike õhukeste (1–5 mm) vahekihtide ja kelmetega. Püriidikiiri enamasti peen ja selgepiiriline, allpool 87,0 m hajusamaks ja hõredamaks. Alumisel piiril on kahekordne tugeva püriitse impregnatsiooniga uuretega katkestuspind, mida läbivad arvukad ussikäigud.

**91,6–92,1 m (0,5/0,3 m) Rägavere kihistu Tõrremäe kihistik** – helehall peendetriitjas pisikristalne lubjakivi, lainjalt keskmisekihiline, rohekashalli mergli läätsjate (kuni 1 cm paksuste) vahekihtidega. Alumisel piiril on tugeva püriitse impregnatsiooniga lainjas katkestuspind. Lubjakivis esineb lõhutud püriitsete katkestuspindade tükke.

**92,1–94,7 m (2,6/2,6 m) Oandu lade, Hirmuse kihistu** – rohekashall mergel, intervalli alaosas detriitjas ja tasemeti sisaldab üsna hästi säilinud fossiile (rugoosid, brahhiopoodid (*Soverbyella*), sammalloomad jne) ning savika detriitlubjakivi mugulaid. Viimaste piirid võivad olla nii hajusad kui selged. Intervalli alaosas on heledaid lubjatäitelisi ussikäike ja ka mergel muutub seal savikamaks. Alumisel piiril tugeva püriitse impregnatsiooniga ja sügavate (kuni 15 cm) uuretega katkestuspind.

**94,7–107,1 m (12,4/12,4 m) Keila lade, Kahula kihistu** – rohekashall tugevalt savikas detriitjas kuni detriitne pisikristalne lubjakivi, detriitja lubimergli (40–50%) poolmuguljate vahekihtidega. Merglis rohkesti peeneid horisontaalseid ussikäike. Detriit jämedast kuni peenedeni. Viimane, seda eriti intervalli ülaosas, on püriidistunud. Intervallis ilmneb mõningane rütmilisus, st



lubjakivi vähem ja rohkem savikamate erimite vaheldumine. Sügavustel 95,7 ja 95,8 m on nõrga püriitse impregnatsiooniga lainjad uretega katkestuspinnad. Alumine piir on üleminekuline ja seotud savikuse vähenemisega.

**107,1–116,0 m (8,9/8,8 m) Keila lade, Kahula kihistu (Jõhvi alamlade)** – helehall mikro- kuni pisikristalne peendetriitjas lubjakivi, lainjalt keskmisekihiline, roheka mergli juusjalt-katkendlike kelmete ja õhemate vahekihtidega (alla 10%). Intervalli alumise piiri lähedal u 20 cm kiht krinoiid-lubjakivi, mis koosneb enamasti *Pentacrinus*'e varrelülidest. Alumine piir üleminekuline.

**116,0–117,4 m (1,4/1,4 m) Haljala lade, Vasavere kihistik** – helehall peendetriitjas pisikristalne lubjakivi, lainjalt keskmisekihiline (4–6 cm), 1–2 cm paksuste rohekashalli lubimergli ja K-bentoniidi vahekihtidega. Mergli kihid sisaldavad käsna *Pyritonema* ränistunud spiikulaid. Süg. 113,4–113,5 m on kahekihiline K-bentoniit: ülemine 4 cm on savikas ja rohekashall ning rohkete biotiidi lehekestega; alumine 6 cm on kollakashall ja tugevasti tsementeerunud. Alumisse kihti tungivad ülemise kihi materjaliga täidetud ussikäigud.

**117,4–119,0 m (1,6/1,6 m) Haljala lade, Tatruse kihistu** – helehall peendetriitjas pisikristalne lubjakivi, keskmisekihiline, rohekashalli mergli kelmetega ja õhukeste vahekihtidega intervalli alaosas. Kihistu alumisel piiril on kaks tugeva püriitse impregnatsiooniga katkestuspinda: ülemine – tasane ja sile; alumine – lainjalt konarlik, uretega.

**119,0–127,6 m (8,6/ 8,4 m) Kukruse lade, Viivikonna kihistu Maidla kihistik:**

**III kiht 119,0–120,8 m (1,8 m)** – kukersiit kuni kukersiitne mergel roosa pae vahekihtide ja mugulatega. Kihis saab jagada kolmeks:

Süg. 119,0–119,6 m on valdavaks keskmise-kuni paksukihiline roosa paas. Kihis lael sammasjas fosfaatne katkestuspind. Alumine piir üleminekuline.

Süg. 119,6–120,3 m kukersiit (u 70%) roosa pae mugulate ja läätsjate vahekihtidega.

Süg. 120,3–120,8 m kukersiit (u 50%) roosa pae rohkete mugulate ja läätsjate vahekihtidega. Alumine piir üleminekuline ja seda paekihtide lisandumise ning kukersiidi vähenemise järgi.

III kiht on Tapa põlevkivileiukoha tootus kiht.

**III/II vahekiht 120,8–121,2 m (0,4 m)** – vahekiht jaguneb kaheks: ülal – (u 0,2 m) muguljas roosa paas kukersiidi ja kukersiitse mergli läätsjalt-juusjate vahekihtide ja kelmetega; all – (u 0,2 m) nõrgalt savikas hall lubjakivi kiht, mida ääristavad halli lubimergli kihid. Piirid üleminekulised.

**II kiht 121,2–121,7 m (0,5 m)** – kukersiit (u 50%) ja kukersiitne mergel (intervalli alguses) roosa pae muguljalt-konarpindsete kihtidega. Kukersiit on valdavaks intervalli alaosas (u 15 cm).

**II/I vahekiht 121,7–121,9 m (0,2 m)** – kaks nõrgalt savika helehalli lubjakivi kihti, mida eraldab u 5 cm halli lubimerglit. Piirid teravad. Võimalik, et puursüdamiku tükkide järjestus ei ole õige!

**I kiht 121,9–122,2 m (0,3 m)** – kukersiit kuni kukersiitne mergel (u 40%) roosa pae mugulate ja läätsja vahekihiga intervalli keskosas.

**I/P vahekiht 122,2–122,4 m (0,2 m)** – nõrgalt savikas lubjakivi, rohekashall. Lubjakivis kukersiidi täitelised peened (1–2 mm) ussikäigud. Alumine piir terav, kuid tegu võib olla ka puursüdamiku ebaõige järjestusega.

**P kiht 122,4–122,8 m (0,4 m)** – roosa pae konarpindsed mugulad ja läätsjad kihid (u 40%) kukersiidi ja kukersiitse mergli vahekihtidega. Alumine piiri üleminekuline. Kukersiit peentes ussikäikudes ulatub ka järgmisse intervalli.

**P/O vahekiht 122,8–123,3 m (0,5 m)** – nõrgalt savikas lubjakivi, hall, keskmiselt kuni õhukeselt lainjaskihiline, halli lubimergli läätsjate hajusapiiriliste vahekihtidega. Alumine piir järgneva kihiga terav.

**O kiht 123,3–123,7 m (0,4 m)** – lubjakivi, helehall, õhukeselt kuni keskmiselt poolmuguljas kuresiidi ja kukersiitse mergli läätsjalt katkendlike vahekihtidega. Intervalli alguses 123,3–123,5 m valdab (u 60%) kukersiit. Alumisel piiril lainjas fosfaatne katkestuspind.

**O/N vahekiht 123,7–124,1 m (0,4 m)** – lubjakivi, nõrgalt savikas, hele- kuni rohekashall, poolmuguljas, lubimergli ja nõrgalt kerogeense mergli läätsjalt katkendlike vahekihtidega. Kukersiit ussikäikudes levib kogu intervalli ulatuses. Alumisel piiril sile tasane katkestuspind.

**N kiht 124,1–125,3 m (1,2 m)** – roosa paas kuni helehall lubjakivi (kuni 70%), mugulja kuni poolmugulja tekstuuriga, kukersiidi kuni kerogeense mergli läätsjalt katkendlike vahekihtide ja kelmetega. Kukersiiti rohkem (kuni 50%) intervalli ala- ja ülaosas. Intervalli ülaosas roosa pae mugulad kohati püriidistunud äärisega. Kihi alumisel piiril helehalli lubjakivikihi lael u 7 cm kõrgune sammasjas nõrga fosfaatse impregnatsiooniga katkestuspind.

**N/M vahekiht 125,3–125,5 (0,2 m)** – lubjakivi, helehall, keskmisekihiline. Kihi keskosas hajusad rohekashalli lubimergli katkendlikud kelmed. Alumine piir terav, löögijäljega – ilmselt tükk puudu.

**M kiht 125,5–126,2 m (0,7 m)** – kukersiit kuni kerogeenne mergel (u 40%) helehalli lubjakivi konarpindsete mugulatega. Kukersiidi sisaldus suureneb kihi alaosa suunas. Alumisel piiril lainjas nõrga fosfaatse impregnatsiooniga katkestuspind.

**M/L vahekiht 126,2–126,8 m (0,6 m)** – lubjakivi mergli vahekihtidega. Kihi alguses u 0,25 m – mugullubjakivi nõrgalt kerogeense pruunikashalli mergli vahekihtidega. Kihi keskel u 0,15 m – nõrgalt savikas lubjakivi, rohekashall, hajusapiiriliste lubimergli katkendlike kelmetega. Kihi alaosas 0,2 m – lubimergel, rohekashall, savika lubjakivi (u 40%) väikeste läätsjate mugulatega.

**L kiht 126,80–127,45 m (0,65 m)** – lubjakivi (u 70%), helehall, mugulja tekstuuriga, pruunikashalli kerogeense mergli täitega. Alumisel piiril lubjakivikihi lainjas fosfaatne katkestuspind, kuid ei ole selge kas tükkide järjestus on siin õige.

**L/K vahekiht 127,45–127,60 m (0,15 m)** – lubjakivi, nõrgalt savikas, rohekashall, mergli ja kukersiidi täiteliste mudasööjate käikudega. Alumine piir selge kukersiidikihi lael.

#### **127,6–132,4 m (4,8/4,7 m) Kukruse lade, Viivikonna kihistu Kiviõli kihistik:**

**K kiht 127,60–127,65 m (0,05 m)** – kukersiit, helepruun.

**K/J vahekiht 127,65–127,80 m (0,15 m)** – roosa paas kukersiidi kelmete ja ussikäikudega. Kihi lael ja sügavusel 128,15 m nõrga fosfaatse impregnatsiooniga katkestuspinnad.

**J kiht 127,80–127,95 m (0,15 m)** – kukersiit (u 60%) kahe lainjalt-poolmugulja roosa pae kihiga.

**J/H vahekiht 127,95–129,00 m (1,05 m)** – vahekihis eristuvad kaks kihikompleksi:

Sügavusel 127,95–128,45 m – nõrgalt savikas rohekashall lainjalt õhukesekihiline lubjakivi rohekashalli lubimergli hajusapiiriliste vahekihtidega. Sügavusel 128,3 m kaks katkestuspinda – ülemine – püriitse impregnatsiooniga ja tasane; alumine – lainjas ja fosfaatse impregnatsiooniga. Sügavusel 128,3 m 2 cm-ne kukersiidi kiht. Sügavusel 128,45–129,0 m – lubjakivi, hele- kuni roosakashall, lainjalt keskmisekihiline kuni poolmuguljas, kerogeense mergli vahekihtidega.

**H kiht 129,0–129,2 m (0,2 m)** – kukersiit (u 60%) roosa pae mugulatega, mis on koondunud enamasti kihi keskossa. Kukersiidis valged lubjatäitelised ussikäigud. Alumisel piiril lainjas katkestuspind.



**H/G vahekiht 129,2–129,7 m (0,5 m)** – lubjakivi nõrgalt savikas, rohekas- kuni roosakashall (roosa paas), muguljast kuni keskmiselt lainjaskihiliseni (u 60%), rohekashalli lubimergli ja pruunikashalli kerogeenika (intervalli keskosas) lubimergli vahekihtidega.

**G kiht 129,7–130,2 m (0,5 m)** – kukersiit (u 60%) roosa pae muguljate vahekihtidega. Intervalli keskosast kuni 20 cm on kukersiit valdav (u 90%), Alumisel piiril impregnatsioonita lainjas katkestuspind.

**G/F vahekiht 130,2–130,6 m (0,4 m)** – kukersiit, helehall lainjaskihiline kuni poolmuguljas lubjakivi (intervalli ülaosas) ja nõrgalt savikas rohekashall keskmisekihiline lubjakivi (intervalli alaosas) nõrgalt kerogeense pruunikashalli lubimergli (intervalli keskosas) ning halli lubimergli vahekihtidega (intervalli alaosas).

**F kiht 130,6–131,4 m (0,8 m)** – kukersiit (u 50%) roosa pae muguljate vahekihtidega. Sügavuse suurenedes kukersiidi sisaldus ja kerogeeni sisaldus kukersiidis suurenevad. Intervalli ülaosas süg. 130,7–130,8 m on lubjakivi helehall ja vahekihtideks nõrgalt kerogeenne pruunikashall mergel.

**E kiht 131,4–131,6 m (0,2 m)** – kukersiit u 10 cm paksuse “kuradinahaga” (kukersiidi ja roosa pae läbikasve) kihi lael.

**E/D vahekiht 131,60–131,65 m (0,05 m)** – lubjakivi, helehall, pisikristalne, lainjaskihiline.

**D kiht 131,65–131,70 m (0,05 m)** – kukersiitne mergel, hallikaspruun. Alumine piir kivimiliselt selge.

**D/C vahekiht (kaksikpaas) 131,7–131,9 m (0,2 m)** – nõrgalt savikas lubjakivi. Kihi keskel nõrga fosfaatse impregnatsiooniga lainjas katkestuspind.

**C kiht 131,9–132,1 m (0,2 m)** – kukersiit (u 70%) roosa pae mugulatega. Alumisel piiril roosa pae mugulatest kiht.

**B kiht 132,1–132,3 m (0,2 m)** – kukersiit. Alumisel piiril on lainjas impregnatsioonita katkestuspind.

**B/A vahekiht 132,30–132,35 m (0,05 m)** – nõrgalt savikas lubjakivi.

**A kiht 132,35–132,40 (0,05 m)** – kerogeenne lubimergel. Alumine piir terav, ülemine üleminekuline.

**132,4–143,5 m (11,1/11,1 m)** – *Uhaku lade, Kõrgekalda kihistu* – nõrgalt savikas lubjakivi, rohekashall, peenmuguljast kuni keskmisekihiliseni, hajusate üleminekutega hallikasroheline lubimerglile. Alljärgnevatel sügavustel on kerogeeni sisaldavad kihid:

- a) 132,6–132,85 m – helehall lubjakivi (u 60%) kukersiidi ja kerogeense mergli vahekihtidega;
- b) 133,7–134,2 m – helehall läätsjalt-muguljas lubjakivi (u 50%) kerogeense mergli vahekihtidega;
- c) 134,9–135,2 m – helehall lubjakivi (intervalli üla- ja alaosas) ja rohekashall savikas lubjakivi (keskosas) kukersiidi vahekihtidega (u 30%). Kukersiidi kihid on koondunud põhiliselt intervalli üla- ja alaossa;
- d) 136,4–136,6 m – helehall lubjakivi (u 70%) kukersiidi (intervalli ülaosas) ja kerogeense mergli (intervalli alaosas) vahekihtidega;
- e) 137,3–137,5 m – kerogeenne mergel, hallikaspruun (u 50%), nõrgalt savika lubjakivi lainjate vahekihtide ja mugulatega.
- f) 139,2–139,4 m – lubjakivi, helehall, läätsjalt-muguljas (u 70%), hallikaspruuni kerogeense mergli vahekihtidega.

See oli ka viimane (alumine) kerogeeni sisaldav kiht. Sellest kihist allpool ilmuvad puhtama helehalli lubjakivi kihtidesse Lasnamäe lademele iseloomulikud hallid subvertikaalsed

ussikäigud. Savikuse märgatav vähenemine (merglikelmete osatähtsuse langus) toimub sügavusel 141,0 m.

- 143,5–150,0 m (6,5/6,5 m) Lasnamäe lade, Vao kihistu** – 143,5–144,1 ja 145,2–146,0 m – lubjakivi, helehall, mikro- kuni pisikristalne, keskmisest kuni paksukihiliseni, harvade hajusate halli lubimergli kelmete ja kihistule omaste hallide ja pruunikashallide vertikaalsete ussikäikudega. Sügavustel 144,1–145,2 ja 146,9–150,0 m on eelkirjeldatud lubjakivi dolomiidistunud, hall, kavernoosne ja subvertikaalsete lõhedega. Alumise piiri peal, mida markeerib raudooidide ilmumine, üksikud valged frankoliitsed ooidid.
- 150,0–153,0 m (3,0/1,3 m) Aseri lade, Kandle kihistu** – dolomiidistunud lubjakivi harvade raudooididega, hall, pisi- kuni peenekristalne, paksukihiline, halli mergli hajusate kelmetega. Tasemetena väiksemad kavernid. Kihipiirid ja katkestuspiinad dolomiidistumise tõttu hajusad ja raskesti jälgitavad. Nende hulka kuulub ka alumisel piiril olnud osaliselt väljaleostunud katkestuspind.
- 153,0–160,4 m (7,4/7,4 m) – Kunda lade, Loobu kihistu** – kogu intervall on dolomiidistunud ja seetõttu on algsed piirid raskesti jälgitavad. Tinglikult on välja eraldatud järgmised intervallid:
- Süg. 153,0–157,0 m (4,0/3,9 m) – Valgejõe kihistik. Hall pisikristalne dolomiidistunud lubjakivi, ebaselgelt keskmisekihiline kuni poolmuguljas, halli lubimergli võrkjate vahekihtidekelmetega. Detriit püriidistunud. Rohkesti ussikäike. Süg. 152,8 m kahekordne tugevalt impregneerunud püriit-fosfaatne katkestuspind. Alumine piir üleminekuline, ja seda seoses savikuse suurenemisega.
- Süg. 157,0–157,3 m (0,3/0,3 m) – hall pisikristalne, detriitjas kuni detriitne lubjakivi, keskmiselt lainjaskihiline kuni poolmuguljas, tumehalli lubimergli võrkjate vahekihtidekelmetega. Kivim on savikam süg. 153,6–154,3 m. Detriit valdavalt peen ja püriidistunud. Rohkesti peeni valgeid ussikäike. Süg. 154,6 m neljast fosfaatse impregnatsiooniga katkestuspinnast kompleks, millest allpool ilmuvad lubjakivisse glaukoniidi terad. Alumine piir üleminekuline, ja seda seoses dolomiidistumisastme suurenemisega.
- Süg. 157,3–159,3 m (2,0/2,0 m) – hall peenekristalne peenkavernoosne dolomiit, ebaselgelt keskmisekihiline kuni poolmuguljas. Sisaldab peent glaukoniiti, mida on mõnevõrra rohkem intervalli alaosas. Alumine piir üleminekuline, ja seda seoses dolomiidistumise astme vähenemisega.
- Süg. 159,3–159,8 m (0,5/0,5 m) – hall pisikristalne detriitjas lubjakivi, ebaselgelt keskmiselt lainjaskihiline kuni poolmuguljas, halli lubimergli võrkjate kelmetega. Sisaldab vähesel määral peent glaukoniiti. Esineb nauiloidide ujukodade valatiste fragmente. Alumine piir seoses raudooidide ilmumisega.
- Süg. 159,8–160,4 m (0,6/0,6 m) – hall pisikristalne detriitjas lubjakivi, ebaselgelt keskmiselt lainjaskihiline kuni poolmuguljas, halli lubimergli võrkjate kelmetega. Sisaldab vähesel määral peent glaukoniiti. Esineb nauiloidide ujukodade valatiste fragmente. Alumine piir seoses raudooidide ilmumisega.
- 160,4–160,7 m (0,3/0,3 m) – Kunda lade, Sillaoru kihistu Voka kihistik** – hallikaspruun tugevalt savikas ooidlubjakivi, mis intervalli keskosas läheb üle lubimergliks. Raudooidide kuni 30% ja need on erineva suurusega (kuni 2 mm läbimõõduga) ning korrapärase kujuga. Alumisel piiril limoniitse impregnatsiooniga lainjalt konarlik katkestuspind.
- 160,7–162,2 m (1,5/1,5 m) – Volhovi lade, Toila kihistu** – rohekashall pisikristalne õhukesekihiline vähesel määral glaukoniiti sisaldav lubjakivi õhukeste mergli vahekihtidega. Alumisel piiril lainjalt konarlik fosfaatne katkestuspind.



- 162,2–162,6 m (0,4/0,4 m) – Billingeni lade, Leetse kihistu Mäeküla kihistik** – kirjuvärviline (rohekas, violetsete laikudega) glaukoniitne liivalubjakivi. Ülemise piiri lähedal 2 cm paksune rohekashalli galukoniiti sisaldava mergli kiht. Alumine piir üleminekuline.
- 162,6–163,6 m (1,0/0,5 m) – Hunnebergi lade, Leetse kihistu Joa kihistik** – hallikasroheline peeneteraline nõrgalt tsementeerunud glaukoniitliivakivi. Alumine piir on puursüdamiku kaos.
- 163,6–171,8 m (8,2/2,0 m) – Pakerordi lade, Kallavere kihistu** – fosforiidilasund. Selle sees on eristatavad kolm intervalli:
- Sügavusel 163,6–164,6 m (1,0/0,2 m) – kvartslivakivi ooboluste detriidiga. Liivakivi on peeneteraline, nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud, ebaselge põimja kihilisusega. Detriiti on 5–20%. Alumine piir selge.
- Sügavusel 164,6–167,0 m (2,4/1,6 m) – ooboluskonglomeraat, hallikaspruun, keskmiselt tsementeerunud, jäme purdne, massiivne. Fosfaatset materjali, mis sisaldab nii terveid kojapoolmeid kui nende purdu, on 50–80% ja see on mingil määral orienteeritud. Ooboluskonglomeraadis on veel fosfaatse liivakivi läätsjaid kihte ja veeriseid. Alumine piir selge.
- Sügavusel 167,0–171,8 m (4,8/0,1 m) – kvartslivakivi vähese puudulukuliste brahhiopoodide kojapoolmete detriidiga ja harvade maarjaskilda õhukeste (kuni 1 cm) vahekihtidega. Intervall on välja eraldatud põhiliselt  $\gamma$ -karotaaži diagrammi (kõrgendatud kiirusfoon) ja puurhiiva alusel. Kvartslivakivi, mis sisaldab muskoviidi lehekesi, on helehall, peeneteraline, ebaselgelt põimja kihilisusega, nõrgalt tsementeerunud. Detriit, mida on alla 5%, on tumehall ja peen. Intervalli ülaosas (167,0–168,6 m) on detriiti rohkem (kuni 10%), mille viitab ka  $\gamma$ -kiirguse mõnevõrra kõrgem tase selles intervallis. Ka intervalli lõpus sügavusel 171,0–171,8 m on detriiti rohkem ja ka sellele viitab  $\gamma$ -kiirguse kõrgem tase. Alumisel piiril õhuke (u 5 cm) hallikaspruuni maarjaskilda kiht.
- 171,8–189,2 m (17,4/10,0 m puurhiiv) – Alam-Kambrium, Tiskre kihistu** – intervall on esindatud valdavalt väheinformatiivse puurhiivaga. Piirid on määratud  $\gamma$ -karotaaži diagrammi järgi. Helehall pisiteraline nõrgalt tsementeerunud kvartslivakivi, mis sisaldab peeni muskoviidi lehekesi ja peent hajusat püriiti. Sügavusel 174,4–176,0 m on esindatud valdavalt rohekashalli peliitse aleuroliidiga. Alumine piir selge sinisavi ilmudes.
- 189,2–202,6 m (13,4/5,5 m) – Alam-Kambrium, Lükati kihistu** – sinisavi (u 80%) kvartslivakivi arvukate vahekihtidega. Sinisavi on rohekashall, aleuriidikas. Savis on mudasööjate käike, millede täiteks glaukoniiti sisaldav kvartsliv. Kohati, ja seda eriti intervalli alaosas, leidub foraminifeeri *Volborthella* koonusjate kodade jäljendeid. Kvartslivakivi sisaldab vähesel määral ja hajusalt peent glaukoniiti. Allapoole liivakivi kihikeste osatähtsus langeb. Alumine piir selge, kirjuvärvilise sinisavilasundi lael.
- 202,6–237,0 m (34,4/28,5 m) – Alam-Kambrium, Lontova kihistu Kestla kihistik** – rohekashall kuni kirjuvärviline aleuriidikas savi (sinisavi).
- Süg. 202,6–223,6 m (21,0/19,5 m) – kirjuvärviline (rohekashall violetsete laikudega) peenekihiline aleuriidikas argilliidilaadne savi. Kogu intervalli ulatuses on jälgitavad püriidistunud 2–5 mm laiused roomamisjäljed ja *Platysolenites antiquissimuse* jäljendid. Alumine piir üleminekuline ja seotud savi värvi muutusega.
- Süg. 223,6–237,0 m (13,4/10,5 m) – rohekashall harvade hajusate violetsete laikudega aleuriidikas savi (sinisavi). Sarnaselt eelmise intervalliga sisaldab samuti püriidistunud roomamisjälgi ja *Platysolenites antiquissimus* jäljendeid.
- 237,0–252,0 m (15,0/11,5 m) – Alam-Kambrium, Lontova kihistu Mahu kihistik** – rohekashall harvade hajusate violetsete laikudega peenekihiline aleuriitne argilliidilaadne savi (sinisavi),

arvukate aleuroliidist kilede ja puistega kihipindadel. Kogu intervalli ulatuses on samuti jälgitavad püriidistunud roomamisjäljed, aga need on mõnevõrra peenemad (1–2 mm) kui eelmises intervallis, ja *Platysolenites antiquissimuse* jäljendid. Alumine piir on süg. 252,0 m lasuva kvartslüivakivikihi lael.

**252,0–264,2 m (12,2/5,6 m) – Alam-Kambrium, Lontova kihistu Sämi kihistik** – rohekashall peenekihiline aleuriitne savi (sinisavi) sagedaste glaukoniiti sisaldavate gravelliidi, kvartslüivakivi ja aleuroliidi vahekihtidega. Vahekihte on enam intervalli alguses ja lõpus. Väga peened (u 1 mm) püriidistunud roomamisjäljed ja *Platysolenites antiquissimuse* jäljendid levivad kuni süg. 263 m. Intervalli alaosas esineb *Sabellidites*.

**264,2–293,2 m (29,0/3,5 m) – Ediacara, Voronka kihistu** – puursüdamiku väljatulek madal (u 35%) ja seetõttu on kihistu alaintervallid välja eraldatud enamasti  $\gamma$ -karotaaži graafiku alusel.

Süg. 264,2–268,2 m (4,0/0,5 m) – helehall peeneteraline kvartslüivakivi, nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud, massiivne, hästi sorteeritud. Sisaldab peeni muskoviidi lehekesi. Võimalik, et tegu on Kannuka kihistikuga.

Süg. 268,2–274,2 m (6,0/1,0 m) – punakaspruun peenekihiline peliitne aleuroliit sagedaste helehalli peeneteralise kvartslüivakivi vahekihtidega.

Süg. 274,2–293,2 m (19,0/6,7 m) – punakaspruun massiivne peliitne aleuroliit vilgu (muskoviidi) lehekestega. Intervalli ülaosas esineb helehalli aleuroliidi, eriteralise lüivakivi ja kruusaka lüivakivi läätsjaid vahekihte. Intervalli alaosas (viimased meetrid) on mitmeid umbes 5 cm-d vahekihte, mis sisaldavad kristalse aluskorra kivimite (kvartsiidi, varigraniidi) ümardunud kruusa teri.

## KRISTALNE ALUSKORD

**293,2–357,2 m (64,2/36,5 m)**

**293,0–336,8 m – Murenemiskoorik (43,8 m):** kvartsiit on lõheline ja kohati poorne ning puursüdamiku väljatulek läbilõike sellest osast on u 25%.

**293,0–317,8 m (24,8/5,0 m)** – kvartsiit, hall kuni roosakashall, lõheline, kohati kavernoosne. Sisaldab savimineraalidega täitunud soonekesi ja püriidi kilekesi. Kihilisus 70–90° all.

**317,8–322,0 m (4,2/1,8 m)** – murenenud pürokseen-amfiboolgneiss, punakaspruun, peenekristalne, peenkihilise tekstuuriga, kataklaseerunud ja rohkete nihkepeeglitega. Kihilisus 70–90° all.

**322,0–334,5 m (12,5/10,0 m)** – nõrgalt murenenud kvartsiit, tumehallist kuni roosakashallini, lõheline, kohati kataklaseerunud ja kavernoosne, läbipaistva kaltsiidi õhukeste soonekestega. Orienteeritud tekstuudid 80–90° all.

**334,5–336,8 m (2,3/1,8 m)** – biotiit-pürokseen-amfiboolgneiss, peenkristalne, tumehall roheka varjundiga, nõrgalt murenenud. Sisaldab sulfiide. Orienteeritud tekstuudid 60–90° all.

**336,8–341,0 m (4,2/4,0 m)** – kvartsiit, peenkristalne, suhkurjas, tumehall, kohati kavernoosne ja sekundaarsete mineraalide täiteliste lõhedega. Sisaldab pürokseen-amfiboolgneisi läätsjaid sooni ja intervalli ülaosas varigraniiti. Orienteeritud tekstuudid 60–80° all.

**341,0–345,2 m (4,2/4,2 m)** – kvartsiit, vesihall, pürokseeni sisaldava gneisi õhukeste hajusapiiriliste kihikestega, Kvartsiit on kohati lõheline ja sulfiidide terakestega. Orienteeritud tekstuudid 70–80° all.

**345,2–348,6 m (3,4/3,4 m)** – vesihalli kvartsiidi vaheldumine pürokseeni sisaldava kivimi ja silikaatse marmoriga. Kohati sisaldab hajusalt peeni püriidi kristalle. Orienteeritud tekstuudid 70–80° all.

**348,6–357,7 m (9,1/9,0)** – hall peene- kuni keskmisekristalne amfiboliit. Sisaldab biotiiti, magnetiiti ja titaniiti. Orienteeritud tekstuudid 70–80° all.



