

EESTI GEOLOOGILINE BAASKAART
GEOLOGICAL BASE MAP OF ESTONIA

6434
RAKVERE

SELETUSKIRI
EXPLANATION TO THE MAPS



EESTI GEOLOOGIAKESKUS
TALLINN 2006

EESTI GEOLOOGIAKESKUS
GEOLOGICAL SURVEY OF ESTONIA

EESTI GEOLOOGILINE BAASKAART
GEOLOGICAL BASE MAP OF ESTONIA

Mõõtkava 1:50 000
Scale

6434
RAKVERE

SELETUSKIRI
EXPLANATION TO THE MAPS

Tallinn, 2006



Esikaanel: Rakvere oos linnusega.

Fortress of Rakvere on the Rakvere esker.

Eesti Geoloogiakeskus, 2006

Kadaka tee 82

Tallinn 12618

OÜ EESTI GEOLOOGIAKESKUS

Kaardistamise osakond

Riikl. reg. nr. GR-05-47

Eesti Geoloogiakeskuse direktor

Vello Klein

2006. a.

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

**BAASKAARDI RAKVERE (6434) LEHE GEOLOOGILISE
KAARDIKOMPLEKTI KOOSTAMINE JA DIGITAALSE ANDMEBAASI LOOMINE**

ARUANNE

Teadusdirektor

Jaan Kivisilla

Tallinn, 2006

Annotatsioon

K. Suuroja, K. Ploom, T. Mardim, T. All, M. Otsmaa, A. Veski. Eesti geoloogilise baaskaardi Rakvere (6434) leht. Seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus. Kaardistamise osakond, Tallinn, 2006. Tekst 111 lk, 1 tekstilisa. (OÜ Eesti Geoloogiakeskuse geoloogiafond, Maa-amet).

Eesti baaskaardi (mõõtkavas 1:50 000) Rakvere (6434) kaardilehe digitaalsete geoloogilis-geofüüsikalise-hüdrogeoloogilise suunitlusega kaartide komplekt on koostatud põhiliselt varasemate keskmise- ja suuremõõtkavaliste geoloogilis-geofüüsikalise-hüdrogeoloogiliste kaartide ja maavarade otsingu ning uuringutööde andmestiku põhjal, kuid kasutatud on ka käesoleva kaardistustöö käigus kogutud andmestikku. Kaardikomplekti kuulub 4 põhikaarti: 1) aluspõhja geoloogiline, 2) pinnakatte geoloogiline, 3) hüdrogeoloogiline ja 4) põhjavee kaitstuse kaart. Neile lisanduvad 7 abikaarti: 1) aluspõhja reljeefi, 2) pinnakatte paksuse, 3) geomorfoloogia, 4) raskusjõuvälja anomaaliate, 5) raskusjõuvälja jääkanomaaliate, 6) aeromagnetiliste anomaaliate ja 7) maavarade kaart.

Seletuskiri aitab paremini mõista kaartidel kujutatut ning neile lisanduvatest andmebaasidest on võimalik saada ka konkretiseerivat andmestikku. Saamaks paremat ülevaadet aluspõhja kivimitest kaardilehe piirkonnas, on seletuskirja lisas ära toodud kaardilehe lõunaosas asuva Udujärve (F-239) 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. Ploom, T. Mardim, T. All, M. Otsmaa, A. Veski. The explanatory note to the geological maps of Rakvere (6434) sheet. The set of digital geological-geophysical-hydrogeological maps at the scale of Base Map of Estonia (1:50 000) is mainly compiled by former similar maps and data obtained in the course of exploring and prospecting of mineral resources.

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

The explanatory note gives additional information for better understanding of the digital maps. The description of the drill core Udujärve (F-239) is added as well. All maps and explanatory notes to them are digitized and the primary data is stored in the data server of the Geological Survey of Estonia.

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

SISUKORD

SISSEJUHATUS (K. Suuroja)	4
1. ALUSPÕHI (K. Suuroja)	18
1.1. KRISTALNE ALUSKORD	18
1.2. SETTEKIVIMILINE PEALISKORD	23
1.2.1. Vendi kompleks	23
1.2.2. Kambriumi ladestu	23
1.2.3. Ordoviitsiumi ladestu	24
1.3. ALUSPÕHJA RELJEEFIST JA STRUKTUURIDEST	29
2. PINNAKATE JA PINNAMOOD (K. Ploom)	37
2.1. PLEISTOTSEEN	41
2.2. HOLOTSEEN	48
2.3. PINNAKATTE PAKSUS	54
3. HÜDROGEOLOOGIA JA PÕHJAVEE KAITSTUS (T. Mardim)	61
3.1. KVATERNAARI VEEKOMPLEKS	64
3.2. ALUSPÕHJA JA ALUSKORRA VETTANDVAD JA -PIDAVAD KIHID	65
3.3. PÕHJAVEE TARBEVARU JA SELLE KASUTAMINE	67
3.4. PÕHJAVEE RIIKLIK VAATLUSVÕRK JA PÕHJAVEE TASEME MUUTUMINE	69
3.5. PÕHJAVEE KAITSTUS	71
3.6. PÕHJAVEE KOOSTIS	72
3.7. KARST JA ALLIKAD	73
3.8. KAEVEALAD	74
4. MAAVARAD (M. Otsmaa)	81
4.1. ALUSPÕHJA MAAVARAD	81
4.2. PINNAKATTE MAAVARAD	83
5. GEOFÜÜSIKALISED VÄLJAD (T. All)	95
KASUTATUD KIRJANDUS	99

Teksti lisa: TUGIPUURAUUGU F-239 (Udujärve) SÜDAMIKU GEOLOOGILINE KIRJELDUS (K. Suuroja)	112
---	-----

Komplekti kuuluvad kaardid:

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

SISSEJUHATUS

Seletuskiri peaks aitama paremini mõista Eesti Geoloogilise Baaskaardi (mõõtkavas 1:50 000) Rakvere (6434) kaardilehe piirkonda jääva ala geoloogilist ehitust ja tutvustama selle rakenduslikke kasutusvõimalusi. Kaasnevad andmebaasid peaksid andma lisateavet ka konkreetsete alade kohta. Seletuskirjaga kaasnevasse kaardikomplekti kuuluvad 4 põhikaarti:

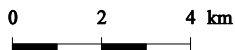
- 1) Aluspõhja geoloogiline
- 2) Pinnakatte geoloogiline
- 3) Hüdrogeoloogiline
- 4) Põhjavee kaitstuse kaart

Põhikaartidele lisanduvad 7 abikaarti:

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

Nii kaardistamisel kui kaartide koostamisel on lähtutud Maa-ameti digitaalsesse andmebaasi viidavate geoloogiliste kaartide koostamise juhendist (Juhend..., 2006) ja sellega kaasnevaist lisanõudeist. Lühülevaade konkreetse teemakaardi koostamise metoodikast on toodud konkreetsele kaardilehele pühendatud peatüki sissejuhatavas osas.

Kaartide topograafiliseks aluseks on Lamberti konformses koonilises projektsioonis ellipsoidil GRS-80 (Lambert-Est, lõikeparalleelid 58° 00' ja 59° 20') mõõtkavas 1:50 000 esitatud Eesti Baaskaart. Koordinaativõrk: L-EST 97; 5 km võrk. Kõrgusjooned 10 m intervalliga. Kaardilehe nurgakoordinaadid on: NW 6600 000 ja 625 000; NE 6600 000 ja 650 000; SW 6575 000 ja 625 000; SE 6575 000 ja 650 000. Geoloogilise suunitlusega teabe paremaks esiletoomiseks on aluskaardina kasutatava kaardi topograafilist koormatust mõnevõrra vähendatud.



- Joonis 1. Rakvere (6434) kaardilehe ülevaatekaart**
Figure 1. Schematic map of Rakvere (6434) sheet

ÜLDISELOOMUSTUS

Rakvere (6434) kaardileht on pea täies ulatuses (624 km²) maismaa-ala. Kaardileht hõlmab osaliselt Lääne-Viru maakonna Vihula, Haljala, Kadrina, Viru-Nigula, Rakvere, Sõmeru ja Rägavere valda ning täielikult Kunda ning Rakvere linna territooriumi. Ala, mis jääb enamjaolt Pandivere kõrgustiku nõlvaalale kõrgusvahemikku 50–90 m ümp, paistab eeskätt silma Eesti keskmisele alla jääva metsasuse (u 35 %) ja põllumajanduslike maade suure osatähtsuse (ligi 50 %) poolest. Ka siin eristub mõneti metsasem (metsasus umbes 60 %) kaardilehe põhjaosa, mis jääb Võle–Ubja–Põlula joonest põhja ja kirde poole ning metsavaesem (metsasus umbes 25 %) Rakvere ümbrus – see põline ja päris Virumaa viljaait.

Suuri soid-rabasid alal ei ole, kuid mainimist väärivad Selja soo, Kunda soo, Varudi raba, Hulja soo, Soosaluse soo, Nõmmise soo, Sõmeru soo ja Udujärve soo. Kaardil soode-rabadena tähistatud alade pindala jääb alla 10 %. Arvestamisväärseid järvi alal ei ole, kui nende hulka mitte arvata vaid mõne hektari suurusi allikajärvi-tiike (Rakvere, Mõdriku, Vinni, Vetiku, Udujärve, Kloodi, Päide, Haljala, Essu, Ulvi jne) või siis üleujutatud karjääre (Põhja-Aru). Ala läbivad enam-vähem kagu–loodesuunaliselt Mõdriku allikatest alguse saav Selja jõgi ja suuresti Põlula allikatest toituv Kunda jõgi. Omapärase käitumisega on Hulja, Veltsi ja Haljala oja, mille voolusuund vastupidiselt Pandivere kõrgustiku põhjanõlva omale on loode–kagusuunaline ja mille veed kogub kokku siinkohal hoopis edela–kirdesuunaline Selja jõgi. Tähelepanu väärib ka Kunda jõe kulg, mis Kunda soo kohal suundub järsult itta, omades samas Põldarumäe oja kaudu justkui ühendust Toolse jõega. Kunda jõgi, mis oma lõunapoolses osas omab tähelepanuväärset (kuni 80 m sügavust) ürgorgu, murrab oma põhjaosas läbi Ordoviitsiumi paeplatoo ja Kambriumi terrassi võimsa, Kunda mõisa (Linnuse asula) kohalt algava kuni 3 km pikkuse ja 40 m sügavuse kanjoniga. Selles kanjonis asub ka Baltimaade vanim (valminud 1893) Kunda hüdroelektrijaam. Kaardilehele jäävad kaks linna: Lääne-Viru maakonna keskus Rakvere ja Kunda.

Rakvere (esmamainimine *Tarwanpe*, 1220; *Rakovori*, 1268) linnuse juurde tekkinud linn *Wesenbergh* sai Lübecki linnaõiguse 1302. aastal. Rakverele ilme andjaks on läbi linna kulgev (linn jääb enamjaolt selle idanõlvale) Rakvere–Koeravere oosistikku alustav vallseljak Liivi sõjast peale varemeis oleva linnuse ja iidse tammikuga selle lael.

Kunda küla, mis asus Hiimäe idanõlval praeguse Siberi küla kohal, esmamainimine jääb 1241. aastasse ja mõisal 1443. aastasse. Veelgi varasema (kuni 7000 a eKr) asustuse jälgi on leitud Kunda jõe kunagiselt saarelt, mis oma olemuselt on rändpangas – Kunda Lammasmäelt. Sealsete elanike, keskmise kiviaja küttide-kalameeste elu-olu kannab *kunda kultuuri* nime. Lammasmäe asustus lõppes umbes 5000 aasta eest ja seda seoses sellega, et kunagine Kunda järv tulevase Kunda mõisa kohal teda ülal hoidnud tammi (Kunda Hiimäe) läbi murdis ja tühjaks jooksis. Kunda uus tulemine ajalooareenile on suuresti seotud mõisa ja tsemendiga. Kunda mõisa omanik John Girard de Soucanton asutas 1870. aastal osaühingu tsemendi tootmiseks, kuigi päris tootmiseni jõuti alles 1872. aastal. Esialgu tehti tsemendi kunagise Kunda järve põhjast ammutatud järvekriidi ja Lontova mäe alt kaevandatud sinisavi baasil. Lisandeist puhastatud järvekriit segati peenendatud saviga ja vett lisades valmistati sellest ühtlane segu, millest vormitud plonnid omakorda kuivatati ning põletati pudelahjus. Sellal kasutusel olnud ja tänini säilinud pudelahi on vanim Euroopas. 1960-ndatel aastatel valmis uus tsemenditehas, mis 1992. aastal läks AS Kunda Nordic Tsement valdusesse. Tänapäeval küünib tsemendi tootmine seal 700 000 tonnini aastas, kusjuures suurem osa sellest veetakse sealsamas (Kunda jõe suudmes) asuva sadama kaudu ka välja. Kundas elas 2006. aastal 5000 inimest ja suurem osa neist Korismäe klindipoolsaare põhjanõlval Kambriumi terrassil asuvas Korismäe elamurajoonis.

UURITUSEST

Esimesed geoloogia-alased ülestähendused kaardistatava ala kohta pärinevad A. W. Hupelilt (1777), kes oma reisikirjade Eesti- ja Liivimaale pühendatud osas mainib ka Virumaa põhjarannikut ja seal näha olevat lubjakivi ning savi. Umbes samast ajast (1778) pärinevad ka J. Fischeri samalaadsed ülestähendused. J. Georgit mainitakse alati eeskätt siis, kui käsitletakse Eesti põlevkivi avastamislugu, mis põhineb tema poolt 1791. aastal kaardistatavalt alalt, Toolse (*Tholsburg*) sadamast 13 versta kauguselt Kohala (*Tolks*) mõisa lähistelt võetud proovidel. V. Severgin (1808), kirjutades Revali suitsevast mäest, st Suurupi tuletorni lähistel klindil põlevast diktüoneemakildast, võrdleb seda kolleegi poolt Kohala (*Talko*) mõisa juures uuritud põlevkiviga. Peterburis viibinud inglise diplomaat ja asjaarmastajast geoloog ning sinisavile nime andja W. Strangways (1821) mainib oma artiklites Peterburist üle Eesti põhjaranniku kuni Ölandi ja Gotlandini kulgeva kivimkompleksi ühtekuuluvust ja sarnasust. Tõsiselt huvitus Eesti põlevkivist Venemaa geoloogiaühingu esimene president, akadeemik G. Helmersen (1838), kes samuti uuris põlevkivi parun Wrangelile kuulunud Kohala mõisa lähistel. Akadeemik eristas Eestis kaht sorti põlevat kivi: põlevkivi ja bituminoosset kilt. Ta tegeles esimesena ka põlevkivi otsingutega ning seda sealsamas Kohala ja Uhtna mõisa maadel, kaevates selle tarvis neli šurfi ja määrates leitud põlevkivi õlisisalduse. Temalt pärineb ka sageli jutustatav lugu Vanamõisa kandi karjapoistest, kelle põlevkivist tehtud ahi olla pärast sellesse tule tegemist maha põlenud.

E. Hoffmann (1838) kirjutab oma reisimärkmetes Kunda jõe kaldail ja Malla klindiplatood ääristavais astanguis nähtud kivimitest, peamiselt sinisavist ja selle pealsest helehallist liivakivist. K. Planer (1840) uurib jällegi Kohalast ja Uhtnast võetud põlevkiviproove ning leiab, et neis on kuni 19 % õli. Maailmakuulus šoti geoloog R. I. Murchison külastas ka Kunda kanti ja osaliselt sealnähtu põhjal leiab ta mitmeid ühisjooni Ingerimaalt üle Põhja-Eesti Skandinaaviasse ulatuvate kivimkompleksidega.

E. Eichwald (1854) kirjeldas Rakvere ümbruse põlevkivi ning sealset tihedat ja kõva lubjakivi. Mitmeid uurimisreise Põhja-Eestisse teinud A. Kupffer (1865, 1870) kirjeldas ka Kunda piirkonda, klindi morfoloogiat ja selles avanevaid kivimeid. C. Grewingk (1882) kirjeldab oma uurimuses Kunda järve piirkonnas leiduvat merglit ning sealt leitud luust tööriistu. Eesti geoloogia vaieldamatu suurkuju F. Schmidt jõudis tähelepanu osutada ka kaardistatavale alale ja nii kirjutab ta ühes oma artiklitest (1888), et Rootsi geoloog Linnarsson olla 1872. aastal kirjeldanud Kunda jõe alamjooksul avanevat liivakivi vahekihtidega sinisavi. 1897. aastal uuris ta lähemalt juba Rakvere oosistikku ja samal aastal koostatud VII Rahvusvahelise Geoloogiakongressi ekskursioonijuhis tutvustab ta Kunda kanjoni läbilõiget. A. Mickwitz (1896, 1907, 1910) on nii oma oboliididele pühendatud monograafia kui ka teiste, põhiliselt Kambriumi kivimite stratigraafiat käsitlevate uurimuste koostamisel kasutanud muuhulgas Kunda ümbruskonnast hangitud materjali. V. Lamanski (1898) kirjeldab mitmeid aluspõhja läbilõikeid ehitatava Rakvere–Kunda raudtee trassil ja veidi hiljem (1901) pälvis ta tähelepanu kivimkomplekside stratigraafilise liigestusega Balti–Laadoga, st Balti klindi piirkonnas. W. Ramsay (1910, 1929) uurimused käsitlevad liustike liikumise ja klindi tekkega seotud probleeme ning selles osas on neil kokkupuuteid ka kaardistatava alaga. H. Hauseni (1913) uuringute huviobjektiks on oosid, ja seda Tapa ning Rakvere vahelisel alal. Geoloogiahuvilise Palmse mõisniku A. Pahleni (1914) uurimisobjektiks on Kunda jõe org ja seal ilmnev jõe-erosioon.

N. Pogrebov (1919) uuris esimesena põlevkivi rakenduslikust seisukohast lähtuvalt, Rakvere ja Jõhvi vahelisel alal. L. Rügeri (1923) uurimuses on ära toodud Kunda (puuritud 1908–1909) ja Aseri (puuritud 1898–1899) kristalsesse aluskorda ulatuvate puuraukude läbilõiked ning nende põhjal tehtud järeldusi ala süvaehituse kohta.

A. Tammekannu (1924, 1940) ja A. Luha (1924) uurimused on pühendatud klindile. A. Öpik (1926) uurib Kunda (Lontova) sinisavis leiduvaid fossiile. P. Thomson (1928) määrab õietolmu

analüüside põhjal Kunda järve setete ja nendest (Lammasmäel) leitud arheoloogiliste leidude vanuseks enam kui 8000 aastat. K. Orviku (1930) arvamuse kohaselt on Kunda Lammasmäe, nagu ka Narva-Kalmistu ja Vaivara-Puhkova puhul, tegemist Ordoviitsiumi lubjakividest rändpankaga. R. Indreko (1934) kirjeldas Kunda Lammasmäelt leitud mesoliitilist laagripaika ja saare tekkelugu. G. Vilbaste (1934) käsitleb Kunda ja Toolse jõe kulgemist ja jõuab järeldusele, et kunagi moodustasid need jõed oma ülemjooksul ühtse süsteemi, kuid maapinna tõus on põhjustanud nende lahknemise alamjooksul.

K. Orviku (1935) uurimisobjektiks on Kunda-Hiiemäe karjäärist leitud omapärased lõhestunud lubjakivi veerised, mida ta seob murenemisnähtudega. Samuti kirjeldab ta (1936) lasuvusrikkeid Küttejõu põlevkivikarjääris ja Kunda-Aru paemurrus, mida ta peab jää poolt tekitatuiks. A. Öpik (1938) kirjeldab Aluveres paemurrus nähtud settesooni, kus Jõhvi lademe lubjakivis olevad lõhed on täidetud liiva, viirsavi ja lubjakivikillustikuga. A. Tammekann (1940) pühendab oma mandrijää liikumisele pühendatud uurimuses tähelepanu nii Kunda ümbruse fluvioglatsiaalsele deltale kui Rakvere ümbruse otsmoreenidele. W. Pralov (1938) toob oma uurimuses ära keemilise ja röntgenomeetrilise analüüsi andmed 10 Kunda karjääri sinisavist võetud proovi kohta.

A. Luha (1946) Eesti maavaradele pühendatud uurimuses käsitletakse ka mitmeid kaardistataval alal levivaid maavarasid (põlevkivi, lubjakivi, savi jne). G. Eltermanni (1961) ajaleheartikkel on pühendatud Rakvere linna reljeefivormidele ja nende tekkeloole. K. Stumbur (1963) uurib detailsemalt Varangu lademe (kihistu) stratigraafiat. R. Vaheri jt (1962) uurimisteemaks on Kunda jõe orus, Uljaste järvest lääne pool avastatud sünkliinaalne kurd.

Oluline osa ala geoloogilisel uurimisel oli 1960-ndatel aastatel läbiviidud keskmisemõõtkavalisel kompleksel geoloogilisel kaardistamisel (Kõrvel jt, 1963; Jõgi jt, 1966; Kala jt, 1967) ning suuremõõtkavalisel (1:50 000) kaardistamisel (Paap ja Tassa, 1966). Nende tööde käigus kogutud materjal on olnud paljuski aluseks järgnevale geoloogilistele uurimistele. E. Rähni (1963) uurib viirsavi Põlulas, kus see lasub hallil moreenil ning on kaetud järveliste ja jääjärveliste liivadega. R. Männil ja R. Pirrus (1963) uurivad palünoloogiliselt Haljala Kvaternaari läbilõikeid ja eraldavad selle alusel seal kolm kompleksi: alumine neist koosneb aleuriitsest savist ja savikast aleuriidist, keskmine – aleuriitsest savist ning ülemine savikast järvelubjast ja turbamudast. A. Miidel ja A. Raukas (1965) uurivad alluviaalseid setteid Pirita, Jägala, Valgejõe, Loobu, Selja, Kunda ja Pada jõe orgudes ning kirjeldavad nende koostist ja kvartsiterade ümardatuse astet.

Geoloogilise süvakaardistamise ettevalmistavate tööde käigus viidi alal läbi gravimeetriline kaardistamine (Gromov ja Gromova, 1974), kusjuures järgnevale kaardistamistööde (Puura jt, 1974; Puura jt, 1977; Koppelmaa jt, 1979) käigus puuriti alal 12 kristalse aluskorra kivimeid avavat puurauku. Kaaluka osa sellesse lisasid rakenduslikel eesmärkidel, st fosforiidi (Palo jt, 1961; Eskel jt, 1979; Liivrand jt, 1983) ja põlevkivi otsingutel ja uuringutel (Jegorov jt, 1955; Filatova jt, 1967; Morozov jt, 1982; Basanets jt, 1983; Basanets, 1987 jpt) tehtud tööd.



Foto 1. Rakvere linnus Rakvere oosi lael.

Photo 1. Rakvere fortress on the Rakvere Esker.



Foto 2. Rakvere kirik Rakvere oosi jalamil.

Photo 2. The church of Rakvere is situated at the foot of Rakvere esker.



Foto 3. Tarvas on olnud Rakvere (Tarvanpea) sümboliks.

Photo 3. Tarvas (aurochs) is a symbol of Rakvere, which age-old name was Tarvanpea.



Foto 4. Rägavere mõis Rakvere lähistelt. Ilmselt siit on Rakvere saanud oma nime.

Photo 4. Rägavere Manor nearby of Rakvere. Probably this is the source of the name "Rakvere".



Foto 5. Kunda Tsemenditehas (Nordic Tsement) asub Kundas Kambriumi terrassil.
Photo 5. Kunda Cement Factory (Nordic Cement) is situated on the Cambrian Terrace in Kunda.



Foto 6. Vaade Malla klindiplatoolt. Paremalt – äsjaalminud Haavapuitmassi Tehas, vasakul – Kunda Tsemenditehas.
Photo 6. View from Malla Klint Plateau. On the right side newly accomplished Aspen-masse Factory and on the left side – Kunda Cement Factory.



Foto 7. Malla mõis Malla klindiplatoo äärel.

Photo 7. Malla Manor is situated on the edge of Malla Klint Plateau.



Foto 8. Kunda kanjon.

Photo 8. Kunda Canyon.



Foto 9. Kunda hüdroelektrijaam Kunda kanjonis.

Photo 9. Kunda Hydro Power Station in the canyon of Kunda River.



Foto 10. Kunda mõisa vesiveski.

Photo 10. Water-mill in Kunda Manor.



Foto 13. Kunda Lammasmägi asub väikesel rändpangasel.
Photo 13. Kunda Lammasmägi is situated on the erratic.



Foto 14. Vaade Kunda Hiimäelt üle muistse Kunda järve põhjaotsa Malla klindiplateoo suunas. Esiplaanil kivikalme.
Photo 14. The view from Kunda Hiimägi towards Malla Klint Plateau. Old cairn in the foreground.



Foto 15. Malla klindiplateool on rohkesti suuri rändrahne.

Photo 15. On the Malla Klint Plateau there are a lot of big erratic boulders.



Foto 16. Vaade Kunda jõeoru idakaldalt Rahkla langatuse (nn Sāmi must auk) suunas.

Photo 16. The view from the eastern bank of Kunda River to direction of Subsidence of Rahkla (so called Black Hole of Sāmi).

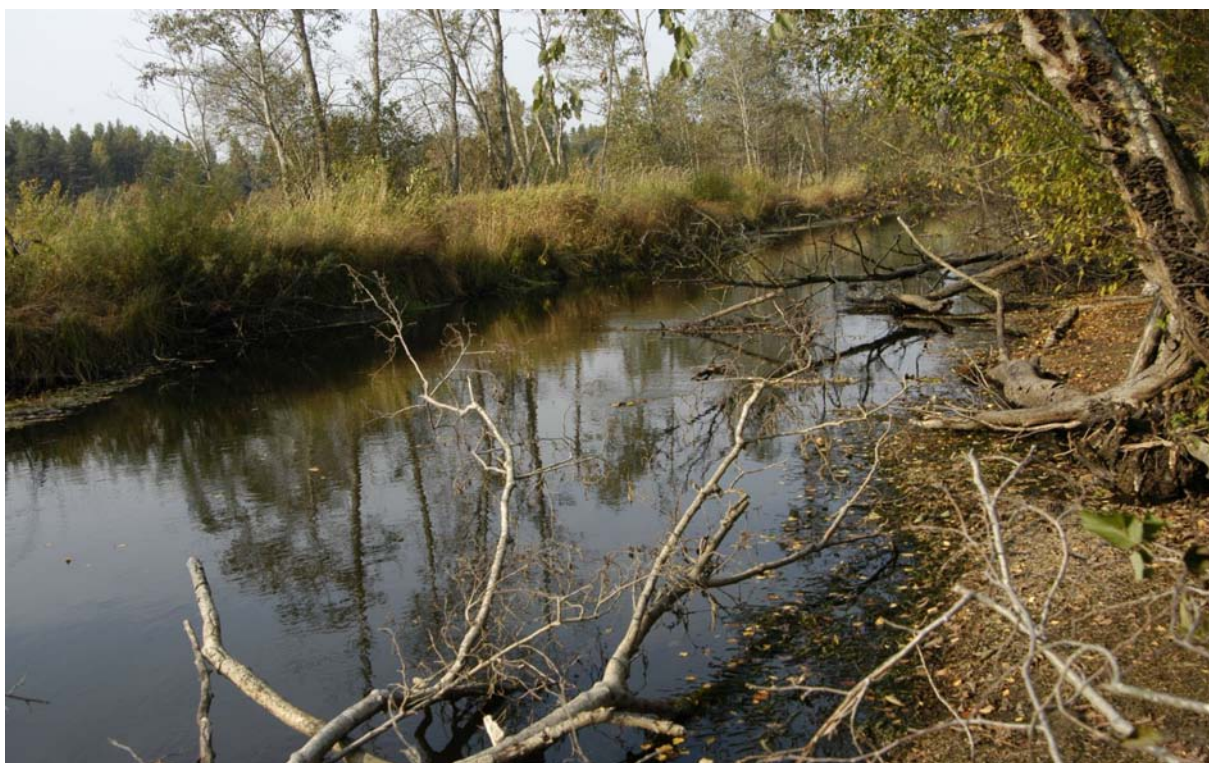


Foto 17. Kunda jõgi Rahkla langatuse kohal.
Photo 17. Kunda River over the Subsidence of Rahkla.



Foto 18. Varangu Veskikants – muinaseestlaste linnus Selja jõe kaldal.
Photo 18. Varangu Veskikants – the fortress of prehistoric Estonians on the bank of Selja River.

1. ALUSPÕHI

Rakvere kaardilehe aluspõhja geoloogilise kaardi (mõõtkavas 1:50 000) puhul on tegu originaalkaardiga, mille koostamisel on kasutatud nii varasemate keskmisemõõtkavalise (Jõgi jt, 1966; Kala jt, 1967; Kõrvel jt, 1963; Puura jt, 1974) ja suuremõõtkavalise (mõõtkavas 1:50 000) geoloogilise kaardistamise (Paap ja Tassa, 1968; Saadre jt, 1984) käigus kogutud materjale kui ka põlevkivi (Jegorov jt, 1955; Sizova jt, 1956; Filatova jt, 1967; Morozov jt, 1982; Basanets jt, 1983; Basanets jt, 1987) ja fosforiidi otsingu- ning uuringutööde (Palo jt, 1961; Raudsep ja Sinisalu, 1972; Eskel jt, 1979; Raudsep jt, 1981; Liivrand jt, 1983; Raudsep jt, 1984; Raudsep jt, 1989) käigus kogutud informatsiooni. Oluline osa oli ka kontrollmarsruutide käigus kogutud ligi tuhandel vaatluspunktil, millega püüti leida lahendust eelnevate kaardistamiste käigus väljaselgitamata jäänud probleemidele. Võimalust mööda kasutati ka mitmesuguste rakenduslike tööde (kaevude puurimine, ehitusgeoloogilised uuringud, kraavide ja vundamentide kaevamine) käigus saadud andmestikku.

Kaardi koostamisel oli autoreil kasutada 1034 aluspõhja avava puuraugu, millistest 18 avavad ka kristalset aluskorda, materjal. Lisaks puursüdamiku kirjeldustest ammutatud külluslikule informatsioonile kasutati ka mitmetest paljanditest (Kandle, Varangu, Toolse jõe org, Kunda jõe org jne) ja karjääridest (Kunda, Kunda-Aru, Ubja, Aluvere, Rägavere jne) saadud teavet. Aluspõhja uuritus ala piires on hea ja suhteliselt ühtlane.

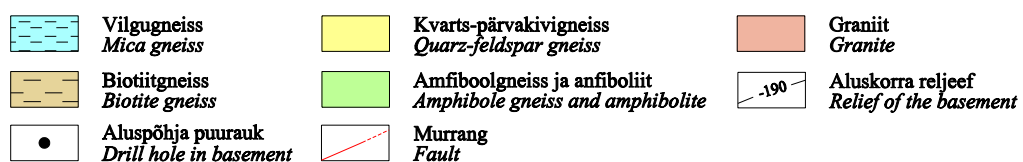
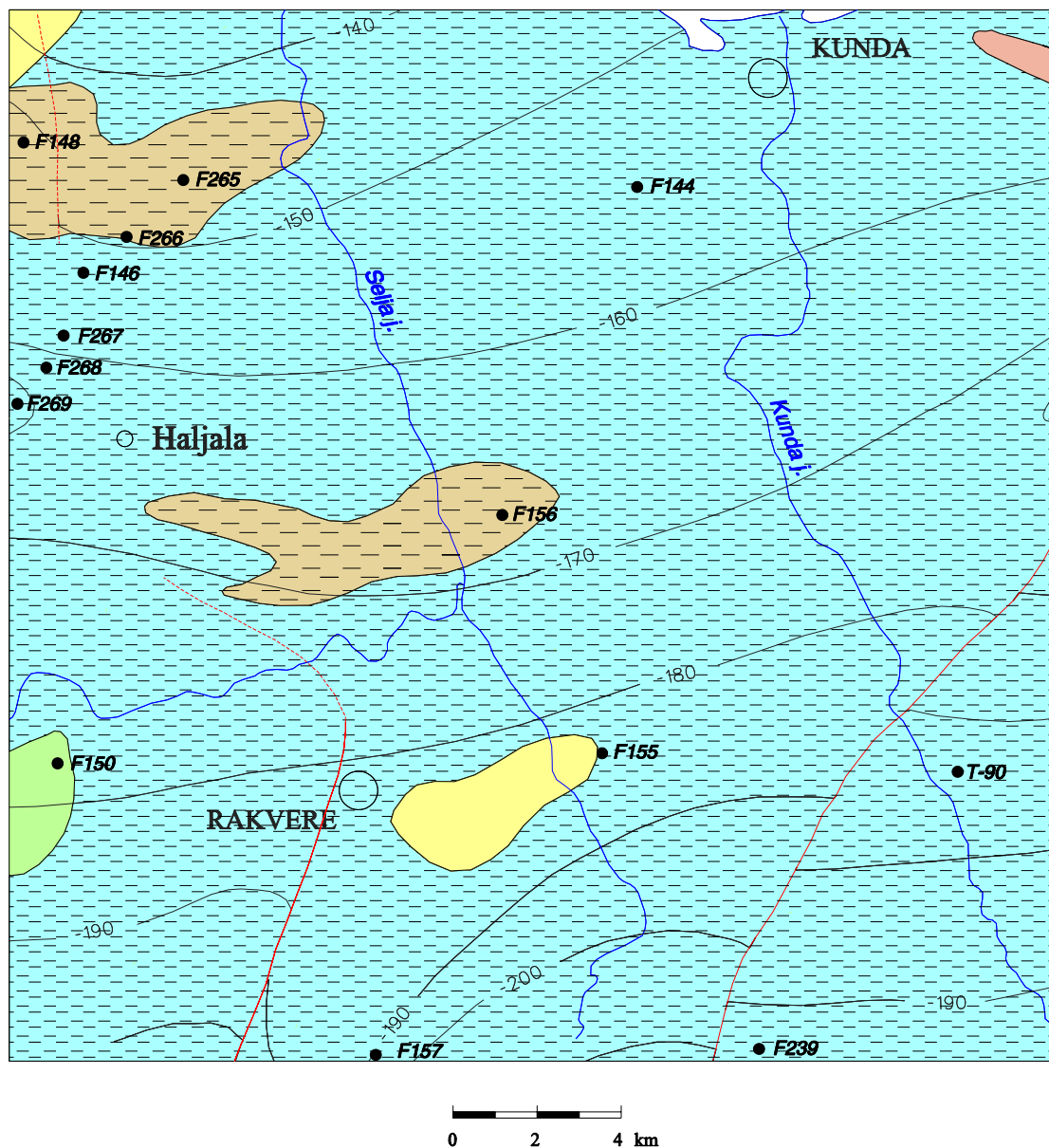
Litostratigraafiliste üksuste avamusalad on saadud graafilisel meetodil, st kujutatava litostratigraafilise üksuse piirpindade ja aluspõhja reljeefi pealispinna lõikejoonena. Kaardi aluseks oli põhiliselt Rakvere fosforiidirajooni järeluuringute käigus (Saadre jt, 1984) koostatud 1:50 000 mõõtkavas kaardid, millelt võetud avamusjooned viidi vastavusse eelmainitud tööle järgnenud aja jooksul laekunud fosforiidi (Liivrand jt, 1983; Raudsep jt, 1984; Raudsep jt, 1989) ja põlevkivi uuringute (Basanets jt, 1983; Basanets jt, 1987) tööde ning kontrollmarsruutidega omandatud informatsiooniga. Tektoonilisi rikkeid eristati geoloogiliste kriteeriumide alusel, st rike eraldati välja vaid puurimisega kindlakstehtud rikketsooni või märkimisväärse (üle 5 m) vertikaalse amplituudi ilmnedes. Kivimkomplekside litostratigraafiline liigestus põhineb geoloogilise kaardistamise juhendis (Juhend..., 2006) ettenähtul.

Geostruktuursetl jääb kaardistatav ala Ida-Euroopa kraatoni (platvormi) loodeossa, Vene lava loodepiirile Fennoskandia kilbi lõunanõlvale. Aluspõhjas eristuvad sellel alal selgelt kaks eriilmelist struktuurset korrust: alumine – tard- ja moondekivimeist koosnev kurrutatud **kristalne aluskord** ja ülemine – eelmisel monoklinaalselt lasuv **settekivimiline pealiskord**. Kristalne aluskord alal ei avane.

1.1. KRISTALNE ALUSKORD

Teave kristalse aluskorra kivimite kohta pärineb põhiliselt 18-st kaardistataval alal olevast ja aluskorda avavast puuraugust, mis kõik on puuritud geoloogilise süvakaardistamise (Puura jt, 1974; Puura jt, 1977; Koppelmaa jt, 1979) käigus. Kristalse aluskorra kivimkomplekside leviku jälgimisel on olnud abi ka geofüüsikaliste mõõdistamiste (magneto- ja gravimeetriliste) käigus hangitud teabest (Gromov ja Gromova, 1977; Gromov jt, 1995; Metlitskaja ja Papko, 1992). Kristalse aluskorra kivimkompleksid on piiritletud gravi- ja magnetanomaaliade interpreteerimisest ja kivimkomplekse avavate puuraukude südameike alusel tehtud kivimmääratlustest lähtuvalt. Kuna vaheldusrikka koostise ja keerulise struktuuriga (lauskurrutatud) sügavalt mattunud kivimlasundi koostis on fikseeritud vaid 18 punktis, siis lisatud (joonis 2) aluskorra skeemi puhul on tegu vaid ühe, kuid küllaltki tõenäoise tõlgendusega. Joonise aluseks on olnud H. Koppelmaa poolt (2002) koostatud kaart.

Kristalne aluskord lasub alal tasemel 140 m amp (kaardilehe põhjapiiril) kuni 210 m amp (kaardilehe lõunapiiril) ja sügavneb üsnagi väljapeetult (2–3 m km kohta) lõuna suunas (joonis 2). Suuremad, kuni 20 m kõrvalekalded sellest ilmnevad Aseri ja Rakvere rikke piirkonnas.



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

Tabel 1. Rakvere (6434) kaardilehe mõningate kristalse aluskorra kivimite keemiline koostis (kaalu %).
Table 1. Chemical composition of the crystalline basement rocks of Rakvere (6434) mapping area (wt %).

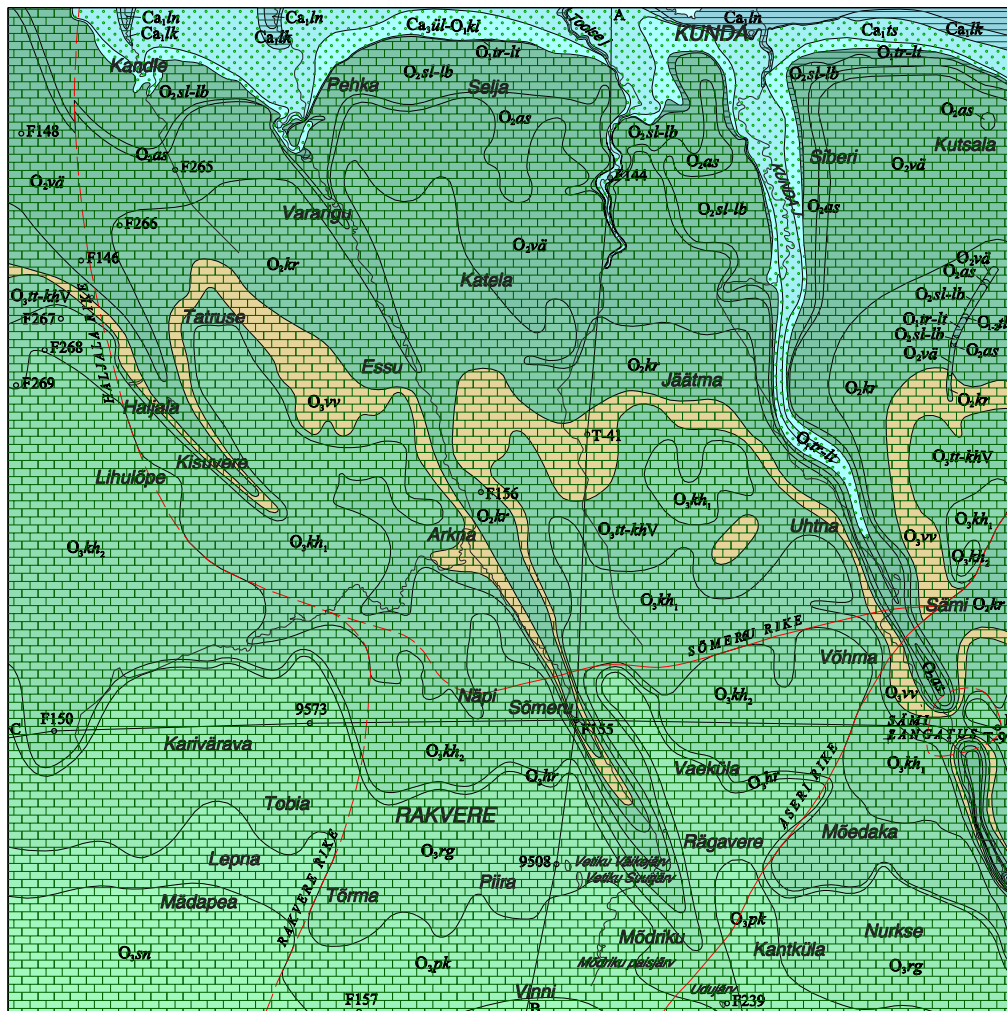
Kivim	GNGC	GNGC	GNGG	GDMG	GNBI	GRSY	GNBP	GR	AMPX
Puurauk	F-144	F-239	F-146	F-268	F-148	F-157	F-155	F-267	F-265
Proovi süg.	255.0	388.5	320.3	343.5	264.2	306.1	288.2	342.5	334.0
SiO ₂	65.84	61.60	68.76	75.18	68.10	67.84	68.30	71.74	48.52
TiO ₂	0.52	0.60	0.60	0.32	0.53	0.07	0.76	0.43	1.31
Al ₂ O ₃	15.74	16.92	12.65	11.93	13.94	16.12	13.31	14.30	13.41
Fe ₂ O ₃	1.13	2.47	1.32	0.66	2.76	1.68	1.12	0.90	3.08
FeO	4.99	3.95	5.19	2.12	2.67	0.43	3.74	1.22	8.44
MnO	0.04	0.05	0.07	0.03	0.06	0.02	0.08	0.02	0.19
MgO	1.87	3.02	1.99	1.01	2.05	0.17	1.83	0.97	10.60
CaO	1.93	1.17	2.83	3.54	3.31	0.79	1.64	3.05	8.40
Na ₂ O	2.50	1.44	1.45	2.29	2.50	1.00	1.77	2.00	2.00
K ₂ O	3.35	4.33	2.00	1.13	3.18	10.00	4.85	4.92	1.63
P ₂ O ₅	0.05	0.09	0.05	0.02	0.18	0.08	0.17	0.03	0.37
S _{total}	0.37	<0.1	1.04	0.48	<0.1	0.10	0.13	<0.1	0.18
L.O.I.	1.33	3.58	1.71	1.27	0.83	1.02	1.81	0.71	1.24
Summa	99.66	99.22	99.66	99.98	100.11	99.32	99.51	100.29	99.37
Fe ₂ O _{3total}	6.67	6.86	7.09	3.02	5.73	2.16	5.28	2.26	12.46

AMPX – pürokseen-amfiboliit (*püroxene amphibolite*); GDMG – granodioriit (migmatiit) (*granodiorite migmatite*); GNBI – biotiitgneiss (*biotite gneiss*); GNBP – biotiit-plagioklassgneiss (*biotite plagioclase gneiss*); GNGC – granaat-kordieriitgneiss (*garnet-cordierite gneiss*); GNGG – granaatgneiss (*garnet gneiss*); GRSY – süeniitgraniit (*syenogranite*); GR – graniit (*granite*).

Struktuurselt jääb ala täielikult Alutaguse struktuursesse vööndisse, kus valdavaks on erineva koostisega alumiiniumirikkaid mineraale (kordieriiti, sillimaniiti, andalusiti, granaati) sisaldavad vilgugneisid. Tabelis 1 on toodud mõningate, nii ühte kui teise kivimkompleksi kuuluvate moondekivimite keemiline koostis (Kivisilla jt, 1999).

Kristalset aluskorda moodustava gneisilasundi paksus ei ole teada, kuid oletuste kohaselt võib see küündida 10 ja enamagi kilomeetrini.

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



0 2 4 km



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

1.2. SETTEKIVIMILINE PEALISKORD

Põhiliselt mitmesugustest settekivimitest koosneva pealiskorra formeerumine algas kaardistataval alal Neoproterosoikumis, Ediacara ajastu teisel poolel, st umbes 600 miljoni aasta eest, kui idakaarest pealetungi alustanud meri alani jõudis. Neoproterosoilistest ja paleosoilistest settekivimeist pealiskord lasub kristalsel aluskorral suure (u 800 miljonit aastat) ajalise lünga ja põiksusega. Pealiskorra paksus suureneb umbes 140 meetrist ala põhjaosas kuni 310 meetrini selle lõunapiiril. Settekivimilise pealiskorra struktuurid jälgivad suures osas kristalse aluskorra pealispinna reljeefi ja suurimateks kõrvalekalleteks sellel foonil on kaardilehe lõunaosa läbivate Aseri, Sõmeru ja Rakvere rikkevööndite piirkonnas aset leidnud plokilised liikumised. Näiteks, Aseri rikkevööndi läänetiib on võrreldes idapoolsega kohati kuni 20 m vajunud.

1.2.1. Vendi kompleks (Ediacara ladestu)

Vendi kompleksi (Ediacara ladestu) Kotlini lademe purdkivimid (savid, aluroliidid, liivakivid) kaardilehel küll ei avane, vaid lasuvad transgressiivselt, kirdesse түseneva 70–90 m paksuse lasundina kristalse aluskorra murenemiskoorikul. Selles eristuvad üsna selgepiirilisel kolm kihistut (alt üles, st vanemalt nooremale): Gdovi, Kotlini ja Voronka. Esimeses ja viimases neist on valdavaks nõrgalt tsementeerunud peeneteralised liivakivid, keskmises aleuriitsed savid.

Gdovi kihistus (V_2gd), eriti selle paarikümne meetrises alaosas (**Meriküla kihistu**), on valdavaks pisi- kuni keskterine, nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud kollakashall liivakivi. Kihistu 20–30 meetrises ülaosas (**Uusküla kihistu**) on selles tasemeti kirjuvärvilise (punakaspruun, kollakate ja rohekashallide laikudega) savika aleuroliidi vahekihte. Kihistu paksus on 40–50 m ja see suureneb edelast kirdesse. Kihistu alumisel piiril on kohati 1–2 m paksune kiht erierist liivakivi, graveliiti, peenkonglomeraati või mikstoliiti – **Oru kihistik**.

Kotlini kihistu (V_2kt) eristub kompleksi keskosas savikamate kivimite lasundina ja koosneb kirjuvärvilisest (ookerkollasest kuni punakaspruunini) õhukesekihilisest aleuriitsavist või savikast aleuroliidist, milles võib olla kollakaspruuni liivakivi või aleuroliidi õhukesi (alla 10 cm) vahekihte. Neist võib omakorda leida kollakaspruuni sideriidi väikeseid (kuni 1 cm läbimõõdus) mugulaid ja läätsi. Puuraukude andmeil on kihistu paksus 2–15 m, kusjuures see suureneb edelast kirdesse.

Voronka kihistu (V_2vr) on Vendi kompleksi ülaosaks ja selle üldjoontes itta suurenev paksus on 25–35 m. Kihistus eristub kaks eriilmelist kihistikku: all (vanem) – Sirgala (V_2vrS) ja ülal (noorem) – Kannuka (V_2vrK). Põhiosa kihistust (20–30 m) kuulub alumisele, st Sirgala kihistikule. **Sirgala kihistik** koosneb kirjuvärvilisest (kollakashall kuni punakaspruun) aleuroliidi ja aleuriitsavi vahekihte sisaldavast, nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud, pisi- kuni peenterisest helehallist kvartsliaivakivist. **Kannuka kihistik** on paksuselt väljapeetum (5–8 m) ja koosneb valdavalt nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud, pisi- kuni peenterisest valkjashallist kvartsliaivakivist.

1.2.2. Kambriumi ladestu

Põhiliselt Alam-Kambriumi ladestiku purdkivimitega (savi, aleuroliit, liivakivi) esindatud Kambriumi ladestu avamusala lõunapiir kulgeb kaardilehe põhjapiiril Balti klindi Ordoviitsiumi astangu jalamil. Kaugemale lõunasse jõuab nende avamus peamiselt Kunda jõe ürgoruga, vähemal määral Toolse oruga. Ladestu paksus on 95–110 m. **Alam-Kambriumi ladestik** hõlmab sellest valdava (90–105 m) osa. Ladestiku piires on eristatud omakorda kolme kihistikku (alt üles): Lontova, Lükati ja Tiskre.

Vanuseliselt kuulub Lontova kihistu samanimelisse lademesse, Lükati ja Tiskre kihistu aga Dominopoli lademesse.

Lontova kihistu (Ca_1ln), mis on tuntud sinisavi lasundina, on oma 65–75 meetriga tüsedaim kihistu alal. Selle avamusala jääb, kui välja arvata Kunda jõe suudmeala, ala põhjapiiri taha. Kihistu on esindatud rohekashalli kuni kirjuvärvilise (rohekashall, violetsete ja punakaspruunide laikudega), vähesel määral aleuriiti sisaldava argilliidilaadse saviga. Kihistus eristuvad, ja seda põhiliselt liiva sisalduse järgi, 3 kihistikku (alt üles): Sämi, Mahu ja Kestla. Kihistu piiritlemisel on põhilisteks diagnostilisteks tunnusteks olnud rõngasussid (*Platysolenites*) ja püriidistunud ussikäigud. Kaardipildis ja läbilõigetel ei ole kihistikke välja eraldatud. Lehe põhjapiiril Kundas Lontova uues savikarjääris, kus paljanduvad selle litostratigraafilise ühiku ülemised kihid kuni 10 m ulatuses, on nii Lontova lademe kui kihistu stratotüüp. Esialgne stratotüüp jäi veidi (ca 1 km) ida poole vanasse Lontova karjääri, mis on nüüdseks prahi alla maetud.

Lükati kihistu (Ca_1lk), mis levib alal 10–14 m paksuse lasundina, avamusala jääb sarnaselt Lontova kihistuga enamjaolt kaardilehe põhjapiiri taha, kuid avaneb ka Kunda ümbruses Kambriumi terrassi jalamil ja Kunda ning Toolse jõe orus. Kihistus on valdavaks rohekashall aleuriitsavi (60–70 %), milles on nii aleuroliidi kui pisiterise, glaukoniiti sisaldava kvartsliaakivi vahekihid. Kihistu diagnostiliseks tunnuseks on kivimiliste iseärasuste (liivakivi vahekihid) kõrval problemaatilise (foraminifeer?) *Volborthella tenuis* koonusjad kujud. Alumisel piiril on kohati õhuke (5–10 cm), fosfaatse liivakivi veeristest basaalkonglomeraat. Sinisavilasund (Lontova ja Lükati kihistu) on Eesti põhjaosa kindlaim veepide.

Tiskre kihistu (Ca_1ts), mille paksus on 12–18 m ja mis väheneb lõuna suunas, avaneb kitsa ribana Kambriumi terrassi lael ja vähemal määral Kunda ürgoru nõlvadel ning Toila orus. Kihistu koosneb suhteliselt ühetaolisest helehallist jāmeterisest kvartsaleuroliidist või pisiterisest kvartsliaakivist, milles kohati (eriti kihistu alaosas) on rohekashalli, glaukoniiti sisaldava savika aleuroliidi vahekihte. Kihistu on oluline põhjavett kandva kihina. Selle koostises olev üsnagi puhas (SiO_2 üle 90 %) pisiterine liivakivi ei ole senini veel tööstuslikku kasutamist leidnud. Stratotüüpele alale, st Tallinna ümbrusele omast jagunemist alumiseks (Kakumäe) ja ülemiseks (Rannamõisa) kihistikuks, kaardistataval alal ei esine.

Ülem-Kambriumi ladestik on Kambriumi ladestu ülaosas välja eraldatud biostratigraafiliste kriteeriumite alusel. Varemalt Alam-Ordoviitsiumisse kuulunud, lukuta brahhiopoodide (ooboluste) purdu sisaldava liivakivilasundi alaosa (Kallavere kihistu alaosa) on loetud mikrofauna (akritarhide ja konodontide) mõningate leidude põhjal Ülem-Kambriumis kuuluvaks. Ladestik koosneb peeneteralisest nõrgalt tsementeerunud ja vähesel määral peent puudulukuliste brahhiopoodide purdu sisaldavast kvartsliaakivist. Kuna suur osa ooboluste detriiti sisaldavast lasundist (2–5 m) kuulub Alam-Ordoviitsiumi Kallavere kihistusse, siis sellest Ülem-Kambriumis kuuluvaks on rannalähedases regioonis loetud kuni 1 m paksune kiht lasundi alaosast, mis kuulub osaliselt Kallavere, kuid valdavalt ikkagi **Tsitre kihistusse**.

1.2.3. Ordoviitsiumi ladestu

Kaardilehe aluspõhja kivimite avamustes on valdavaks Ordoviitsiumi ladestu karbonaatkivimid, mille paksus suureneb ala põhjaosa vähem kui 20 meetrilt 105 ja enam meetrini ala lõunapiiril. Ladestu on esindatud põhiliselt lubjakiviga ja üksnes ladestu alaosa kümmekond meetrit kuulub glaukoniit- ja oobolusliivakivile ning diktüoneemakildale.

Alam-Ordoviitsiumi ladestiku, mille täispaksus alal on 8–12 m, koosseisu kuuluva 3 lademe (Pakerordi, Varangu ja Hunnebergi) piires eristub 4 kihistut – Kallavere, Türisalu, Varangu ja Leetse. Ladestik on kivimiliselt mitmekesine, siin leidub nii ooboluste detriiti kui kojapoolmeid sisaldavat

liivakivi (fosforiiti) (Kallavere kihistu), kerogeenset argilliiti ehk diktüoneemakilta (Türisalu kihistu), glaukoniitliivakivi ja bentoniitsavi (Varangu kihistu) kui ka glaukoniitliivakivi (Leetse kihistu). Ladestiku avamus piirdub väga kitsa vööndiga ala põhjaosas Ordoviitsiumi astangu jalamil ja sellesse lõikunud jõeorgude kallastel.

Kallavere kihistu ($\text{Ca}_3\text{O}_1\text{kl}$), paksusega 2–12 m, koosneb puudulukuliste brahhiopoodide (ooboluste) kojapoolmeid ja nende purdu sisaldavast, nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud peenterisest kvartslivakivist. See lasund on tuntud ka **fosforiidilasundi** nime all. Kihistu ülemisel piiril, kontaktil Türisalu kihistuga, on liivakivi kohati tugevasti püriidistunud (nn "püriidikiht"). Kihistu alumine piir on selgelt fikseeritav üksnes läbilõigetes, kus selle lamamiks on ooboluskonglomeraat, st rohkesti ooboluste kojapoolmeid sisaldav liivakivi. Kihistus eristub 2 kihistikku (alt üles): Maardu ja Suurejõe kihistik. **Maardu kihistik** hõlmab suurema osa kihistust ja on esindatud ooboluste kojapoolmete purdu (detriiti) sisaldava nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud peenterise kvartslivakiviga. Detriidi sisaldus (1–50 %) ja suurus varieeruvad suurel määral, ja seda nii tasemeti kui pindalaliselt. Kollakas kuni tumehall liivakivis leidub pruuni kerogeense argilliidi õhukesti vahekihte ja kelmeid. **Suurejõe kihistik** koosneb keskmise- kuni eriterisest, keskmiselt tsementeerunud detriitist liivakivist (fosforiidist), paksus on 0,3–6,0 m.

Kallavere kihistu levialal on siin välja eraldatud kaks suurt leiukohta – Toolse (Tallinn–Narva maanteest ja Sõmeru rikketsoonist põhja pool) ja Rakvere (Rakvere linnast ja Sõmeru rikketsoonist lõuna pool) leiukoht. Nende vahele jääb mõne kilomeetri laiune ida-läänesuunaline vöönd, kus arvestamisväärseid varusid ei ole. **Rakvere leiukohta** piires on tootuskihi paksus 2–12 m (Raudsep, 1982; 1994; 1997), selle lasumissügavus 42–210 m, arvestatav varu 700 milj t P_2O_5 ja viimase sisaldus 4–20 %, keskmiselt 7–15 % P_2O_5 . Kaardilehe piiresse jäävad selle leiukohta põhjaosa, st Rägavere ja Kabala uuringuväljad. **Toolse leiukoht**, mis hõlmab ca 90 km², jääb tervenisti kaardilehe piiresse. Fosforiidilasundi paksus on siin 1,5–8,0 m (keskmiselt 4,5 m) ja tootuskihi (Raudsep, 1982; 1997) paksus 1,5–5,1 m (keskmiselt 2,9 m), selle lasumissügavus 5–55 m, arvestatav varu 27 milj t P_2O_5 ja selle sisaldus maagis keskmiselt 10,6 % P_2O_5 .

Türisalu kihistu (O_1tr), paksusega 1,0–2,0 m, koosneb tumepruunist kerogeensest argilliidist ehk diküoneemakildast. Kihistu paksus suureneb lõunast põhja.

Varangu kihistu (O_1vr), mis levib kogu kaardilehe alal 0,5–3 m paksuse, üldjoontes põhja suunas pakseneva kihina. Kihistus on eristatavad kuni 3 kihti: 1) peeneteraline savikas kuni aleuriidikas rohekashall glaukoniitliivakivi, 2) hall kuni kreemikas tihe savi ja 3) pruun kuni pruunikashall savikas bituminoosne argilliit. Siinsetes läbilõigetes on valdavaks aleuriidi ja savi vähese lisandiga rohekashall glaukoniitliivakivi. Varangu klindioru läänekaldal asub nii Varangu lademe kui kihistu stratotüüp.

Leetse kihistu (O_1lt) kuulub Hunnebergi lademesse ja selle mõneti itta suurenev paksus on 0,5–1,4 m. Kihistu koosneb tavapäraselt rohelisest peeneteralisest glaukoniitliivakivist, mis on kohati nõrgalt savikas ja ka nõrgalt tsementeerunud. Lisaks glaukoniidile, mida on tavaliselt üle 60 %, on glaukoniitliivakivis veel kvartsi (10–20 %), vilke (10–20 %) ning ka lubi- või dolomiitset tsementi. Kihistus on eristatavad 2 kihistikku (alt üles): Iru ja Mäeküla. Valdav osa kihistust (kuni 80 %) kuulub alumisse, glaukoniitliivakivist koosnevasse **Iru kihistikku**. Kihistu ülaosas on õhuke (0,1–0,3 m) **Mäeküla kihistik**, mis erineb eelmisest eelkõige karbonaatse tsemendi ja sellest tuleneva suurema kõvaduse poolest. Kihistike vaheline piir on üleminekuline.

Kesk-Ordoviitsiumi ladestik on erinevalt eelmistest esindatud karbonaatkivimitega. Ladestiku 6 ladet (Billingeni, Volhovi, Kunda, Aseri, Lasnamäe ja Uhaku) avanevad ka uuritaval alal ja seda vonkleva 6–8 km laiuse vööndina Kukruse astangust põhja pool. 30–40 m paksuses ladestikus on eristatud (alt üles): Toila, Sillaoru, Loobu, Aseri, Vao ja Kõrgekaldal kihistut.

Toila kihistu (O_2tl) on esindatud rohekashalli glaukoniiti sisaldava lubjakivi 1,5–2,4 m paksuse lasundiga ja selged suundumused paksuste muutustes puuduvad. Kihistus on eristatavad 4 kihistikku (alt üles): Päite (0,2–0,4 m), Saka (0,6–0,8 m), Telinõmme (0,6–0,8 m) ja Kalvi (0,3–0,6 m). Alumine, Billingeni lademesse kuuluv **Päite kihistik** koosneb enamjaolt rohekashallist kuni kirjuvärvilisest peen- kuni keskkristalsest keskmise- kuni paksukihilisest glaukoniiti sisaldavast lubjakivist. Kihistiku alaosas on kohati 1–2 õhemat glaukoniitse savimergli kihti. **Saka kihistik** koosneb tugevalt dolomiidistunud rohekashallist peene- kuni keskmisekristalsest keskmise- kuni paksukihilisest eriternalist glaukoniiti sisaldavast lubjakivist. Alumisel piiril on amfora-laadsete süvenditega, tugeva limoniitse impregnatsiooniga kahekordne katkestuspind – nn püstakkiht. **Telinõmme kihistik** koosneb rohekashallist, õhukese- kuni keskmisekihilisest, tasemeti peent glaukoniiti sisaldavast lubjakivist, mis võib kohati olla ka dolomiidistunud. Kihistu ülemine, **Kalvi kihistik** koosneb rohekashallist nõrgalt savikast keskmise- kuni paksukihilisest, peenterist glaukoniiti sisaldavast lubjakivist, mis võib kohati olla ka dolomiidistunud.

Sillaoru kihistu (O_2sl), mille lõunasse suurenev paksus on 0,2–0,5 m, koosneb rohekashallist, keskmiselt kuni tugevalt savikast, õhukese- kuni paksukihilisest detriidikast raudoiide sisaldavast lubjakivist. Kivimis, mis on paiguti dolomiidistunud, on ka limoniitse impregnatsiooniga lainjaid katkestuspindu. Kihistu alumist piiri markeerib limoniitne katkestuspind.

Loobu kihistu (O_2lb) kuulub Kunda lademesse ja selle mõneti lõunasse suurenev paksus on 5–8 m. Kihistu eristub raudoiide sisaldavate komplekside (Aseri ja Sillaoru kihistu) vahelise puhtama, helehalli lubjakivilasundina. Loobu kihistule on iseloomulik peajalgsete limuste (nautiloidide ehk laevuklaste) kodade valatised, mida on seal kohati massiliselt. Loobu kihistu jagamine glaukoniidi sisalduse järgi omakorda alumiseks Nõmmeveski (sisaldab glaukoniiti) ja ülemiseks Valgejõe (ei sisalda glaukoniiti) kihistikuks on praktiliselt teostamatu ja seda ei ole ka rakenduslike tööde puhul tehtud. Kivimis on rohkesti pruunikaid, lainjad või konarpindseid fosfaatse impregnatsiooniga katkestuspindu.

Aseri kihistu (O_2kn), mis vastab Aseri lademele ja mida on käsitletud ka Kandle kihistuna, түsedus alal on 1,0–2,2 m. Aseri kihistu on esindatud halli nõrgalt kuni keskmiselt savika, keskmise- kuni paksukihilise pisi- kuni mikrokristalse lubjakiviga, mis sisaldab raudoiide. Kihistu alumisel piiril on kahekordne, tugeva fosfaatse impregnatsiooniga ja 5–7 cm sügavuste taskutega katkestuspind. Kihistu paljandub mitmetes kraavides-ojades Toolse ja Kunda klindioru kaldail ning Malla klindiplatoo ääres. Ojaküla ja Malla lähistel asuvad ka Aseri lademes eristatud **Ojaküla** (ülemine) ja **Malla kihistiku** (alumine) stratotüübid. Üldjuhul peaks Ojaküla kihistikus olema raudoiide rohkem kui alumises Malla kihistikus.

Väo kihistu ($O_2v\ddot{a}$) kuulub suures osas Lasnamäe lademesse ja selle paksus on 7–9 m. Kihistu on valdavalt esindatud valkjashalli detriitja kuni detriitse, pisi- kuni mikrokristalse, keskmise- kuni paksukihilise, harvu merglikelmeid ja stüloliitpindu sisaldava lubjakiviga, mida enamjaolt tuntakse kui Lasnamäe ehituslubjakivi. Kihistule on iseloomulikud rohked (20 ja enam) nõrga fosfaatse impregnatsiooniga lainjad katkestuspinnad. Suurema osa kihistust hõlmab kuni 7 m paksune keskmise- kuni paksukihilise helehalli detriitja lubjakiviga esindatud **Kostivere kihistik**. Kihistikule on iseloomulikud vertikaalsed lainjad ussikäigud, mis porsunult on punakaspruunid ja porsumata kujul tumehallid. Väo kihistu alumises osas (1,5–2 m alumisest piirist) on 0,3–0,4 m paksune tumehalli tugevalt dolomiidistunud lubjakivi kiht – **Pae kihistik**. Viimasest allapoole, st kuni kihistu alumise piirini jääv 1,5–2 m paksune helehalli lubjakivi kiht, mis õige sageli on küll dolomiidistunud, kannab **Rebala kihistiku** nime. Kihistu alumise piiri lähistel võib kohata väikeseid valgeid (frankoliitseid) oiide.

Kõrgekalda kihistu (O_2kr), mis kuulub täies ulatuses Uhaku lademesse, paksus suureneb ala piires üsna seaduspäraselt edelast (7 m) kirdesse (12 m). Kihistu lubjakivid eristuvad nii lamamist kui lasumist eelkõige suurema savikuse poolest. Lisaks sellele võib kihistu ülaosas olla savika kukersiidi vahekihte.

Kihistu jaguneb kolmeks (alt üles): Koljala, Pärtlioru ja Erra kihistikuks. **Koljala kihistiku**, mille savikas sagedaste merglikelmetega lubjakivi vaheldub puhtama lubjakiviga, paksus on 1,5–3 m. **Pärtlioru kihistik**, mille paksus 3–4 m, on eelmisega võrreldes oluliselt savikam ja sisaldab savika kukersiidi ja kukersiitse mergli kuni 10 cm paksusi vahekihte. Kukersiitsete kihtide summaarne paksus on 0,2–0,6 m. Kihistu kõige ülemise, **Erra kihistiku** paksus on alal 3–4 m. Kukersiitsed kihid (c, d, g, h, k, l, m₁₋₂, n) on siin vähem savikad ja nende summaarne paksus suurem, tõustes ala loodenurga 0,2 meetrilt kuni 0,6 meetrini kirdes. Kihistu alumiseks piiriks peetakse reeglina ülalt esimest katkestuspinda, millest allpool mergli kihte enam ei ole. Kuna Koljala kihistiku alumine 0,5 m on üldilmelt küllaltki Vao kihistu sarnane, siis on piiri määratlemine paljuski subjektiivne, millele viitavad ka suured erinevused kihistu paksuses.

Ülem-Ordoviitsiumi ladestik on täies ulatuses esindatud karbonaatkivimitega. Kuue lademe (Kukruse, Haljala, Keila, Oandu, Rakvere, Nabala) piires on eristatavad järgmised kihistud (alt üles): Viivikonna, Tatruse, Vasavere, Jõhvi, Keila, Hirmuse, Rägavere, Paekna ja Saunja kihistu. Ladestiku avamusala hõlmab pea kogu lehe Peterburi maanteest lõuna poole jääva osa. Ladestiku mittetäielik paksus lehe lõunapiiril on üle 70 meetri.

Viivikonna kihistu (O_{3vv}), millega on alal esindatud Kukruse lade, avamus kulgeb kitsa (0,5–3 km) vonkleva vööndina üle kaardilehe keskosa enam-vähem Peterburi maantee (üldjuhul sellest põhja pool) joonel. Kihistu paksus suureneb seaduspäraselt ala lääneosa 10 meetrilt kuni 13 meetrini idas. Viivikonna kihistu on tuntud eelkõige põlevkivi (kukersiiti) sisaldava lasundina, kus vahelduvad põlevkivi (kukersiiti) sisaldavad kihid lubjakivi ja mergliga. Antud alal on kihistu esindatud vaid 2 alumise, st Kiviõli ja Maidla kihistikuga. **Kiviõli kihistiku** paksus on 3–4 m, suurenedes ida suunas. Kihistikus eristatavad kukersiidikihid A, A', B, C, D, E, F₁₋₄, G, H, J, K₁₋₂ moodustavad kihistiku mahust ligikaudu kolmandiku. Kivimi tekstuur on üldjuhul muguljas kuni lainjaskihiline, väljendudes põhiliselt põlevkivi ja roosa pae (kukersiitse lubjakivi) vaheldumises. Kui põlevkivi kihid A–F₂ moodustavad Eesti põlevkivimaardla tootsa kihindi Ida-Eestis, siis siinsel alal, mille piiresse jääb Kohala ja osa Kabala, Haljala ja Rakvere kaeveväljadest, on perspektiivsemad kaksikpae pealsed põlevkivikihid D–F₁, mille paksus on kuni 1,7 m. **Maidla kihistiku** paksus suureneb ala keskosa 3 meetrilt 6 meetrini selle lõunaosas. Paksuse suurenemine tuleneb peamiselt stratigraafilise mahu juurdekasvust: kui ala keskosas on kihistik esindatud vaid alumise osaga (kihid L, M, N), siis lõunaosas on kihistik juba oma täies stratigraafilises mahus – lisandunud on põlevkivikihid O, P, I, II ja nende vahekihid. Põlevkivikihtidele on omane eelkõige võrkjas (poolmuguljas) tekstuur ja vaid kõige kõrgemad kihid (I, II) on mugulja või lainjaskihilise tekstuuriga.

Tatruse ja Vasavere kihistikku, mis kuuluvad juhendi (Juhend..., 2006) kohaselt Kahula kihistu Haljala lademe Idavere vöösse, ei ole kaardil ega läbilõigetel eristatud, seda eelkõige tulenevalt nende suhteliselt väikesest (1,5–3 m) paksusest. **Tatruse kihistu** (O_{3tt}) on esindatud halli, puhta kuni nõrgalt savika detriidika kuni detriitja mikro- kuni pisikristalse, keskmise- kuni paksukihilise lubjakiviga. Kihistu paksus on kogu alal alla 1 meetri. Detriit on valdavalt peen ja osaliselt püriidistunud. Kihistu alumist piiri markeerib tavaliselt kahekordne püriidistunud katkestuspind. Tatruse kihistu stratotüüp asub Haljalast kirdes, Idavere paekõviku nõlval. **Vasavere kihistu** (O_{3vsv}), mille paksus väheneb levila põhjaosa 2,5 meetrilt 1 meetrini lõunas, jaguneb kivimiliselt kaheks: ülaosa on esindatud rohekashalli, tugevalt kuni keskmiselt savika lubjakiviga, milles on kuni 5 K-bentoniidi vahekihti, ja alaosa halli, puhta kuni nõrgalt savika mikrokristalse lubjakiviga, milles esineb tugevalt savika lubjakivi või lubimergli 1–2 cm paksusi vahekihte.

Jõhvi kihistu (O_{3jh} või O_{3kh₁}), mis kuulub Haljala lademe Jõhvi vöösse, keerulise konfiguratsiooniga avamusala kulgeb Lilli–Raudoja–Sigula–Paukjärve joonel 0,4–4 km laiuse vööndina.

Kihistu paksus suureneb kiiresti ala põhjaosa 8 meetrilt kuni ligi 13 meetrini lõunas (joonis 3). Jõhvi kihistu on ülalt ja alt K-bentoniidi kihtidega piiritletud valdavalt savikas kivimkeha, mille keskosas valdab tugevalt savikas lubjakivi ja mergel, ala- ja ülaosas aga nõrgalt savikas lubjakivi. Kivim on valdavalt detriitjas või detriidikas. Kihistus eristuvad, ja seda põhiliselt savikuse alusel, 3 kihistikku (alt üles): Aluvere, Pagari ja Madise. **Aluvere kihistik**, paksusega 3–4 m, on valdavaks helehall nõrgalt savikas keskmise- kuni paksukihiline pisikristalne lubjakivi. Savikam osa koosneb massiivsest või muguljast, tugevalt savikast lubjakivist. Mõlemad erimid on detriidikad kuni detriitjad. Aluvere kihistu stratotüübiks on Tallinn–Narva maantee ääres Aluveres asuva paemurru läbilõige. **Pagari kihistik**, paksusega 4,5–5,5 m, koosneb rohekashallist, keskmiselt kuni tugevalt savikast muguljast detriitjast lubjakivist. **Madise kihistik**, paksusega 1,5–2,5 m, koosneb helehallist nõrgalt savikast mikrokristalsest õhukese- kuni paksukihilisest lubjakivist, milles on roheka, tugevalt kuni keskmiselt savika lubjakivi vahekihte.

Keila kihistu (O_3kh_2), mis hõlmab samanimelise lademe, 3–7 km laiuse ja keerulise konfiguratsiooniga avamusala kulgeb kaardilehe lõunapiiril (joonis 3). Mõningal määral lõunasse tüsenevas, 11–13 m paksuses kihistus on valdavaks savikas, pool- kuni täismuguljas lubjakivi. Kihistu ülaosas, **Pääsküla kihistik** esineb savika lubjakivi ja lubimergli kõrval ka puhta või nõrgalt savika mikrokristalse lubjakivi vahekihte. Kivim sisaldab rohkesti nii detriiti kui ka hästi säilinud biomorfset materjali. Kihistu alumiseks piiriks on tüsedaime K-bentoniidi kihi (Kinnekulle) lamam. Pääsküla kihistu lubjakivi on nii mõnelgi juhul leidnud kasutamist ehituskivina.

Hirmuse kihistu (O_3hr), mis kuulub Oandu lademesse ja mille paksus on 3–4 m, avamus levib kitsa, kuni mõnesaja meetri laiuse vööndina ala lõunapiiril (joonis 3). Kihistu koosneb tumerohelisest savi- kuni lubimerglist, milles on tasemeti tugevalt savika ja biomorfse lubjakivi vahekihte ja mugulaid. Alumisel piiril on tugeva püritse impregnatsiooni ja sügavate uretega katkestuspind.

Rägavere kihistu (O_3rg), mis kuulub valdavalt Rakvere lademesse, levib ala lõunaosas (Rakvere–Vaeküla joonest lõunas) 13–20 m paksuse lasundina. Kihistu eristub puhtama peit- kuni mikrokristalse lubjakivi kompleksina savikamate erimite vahel. Siin, Rakvere linna lõunapiiril Rägavere maantee äärsetes vanades paemurdudes asuvad nii Rakvere lademe kui Rägavere kihistu stratotüübid. Rägavere kihistus on eristatavad 3 kihistikku (alt üles): Tõrremäe, Piilse ja Tudu. **Tõrremäe kihistiku**, mis kuulub Oandu lademesse, paksus on 0,5–1,0 m ja see erineb ülalpoolseist nii tekstuurilt kui struktuurilt, aga ka ainelise koostise poolest. Kihistik koosneb hele- kuni kreemikashallist, kohati nõrgalt savikast, keskmise- kuni õhukesekihilisest mikro- kuni peitkristalsest lubjakivist ja sellele on iseloomulikud püritse impregnatsiooniga lainjad katkestuspinnad (kuni 5 tk). Alumine piir on kivimiliselt terav ja markeeritud püritse katkestuspinnaga. Kihistiku stratotüüp jääb Rakvere põhjapiirile, oru, milles voolab Soolika oja, veerule. **Piilse kihistik**, paksusega 12–14 m, koosneb hele- kuni kreemikashallist peit- kuni mikrokristalsest keskmisekihilisest lubjakivist. Kihistiku üla- ja keskosas on rohkesti peeni sinakashalle püriidikirju. Lubjakivis olevad merglikelmed on hallid ja enamasti lainjad. Kohati on kihistu keskosas püritne katkestuspind. Kihistiku alumine piir on kivimiliselt terav ja seda markeerib tugev püritne katkestuspind. **Tudu kihistiku** paksus on kuni 6 m ja see koosneb helehallist mikro- kuni peitkristalsest õhukese- kuni keskmisekihilisest lubjakivist. Mergli kelmed on pruunikashallid, teravapiirilised, nõrgalt lainjad. Kihistiku keskosas on 4–5 püritse impregnatsiooniga katkestuspinda ja sama on ka alumisel piiril.

Paekna kihistu (O_3pk) levib vaid üksikute laikudena ala lõunaosas (Rakverest lõunas ja edelas) ja selle täielik paksus on 14–15 m. Kihistu koosneb hallist kuni rohekashallist lainjalt õhukese- kuni keskmisekihilisest, merglikihikesi sisaldavast savikast lubjakivist. Kihistu ülaosas on 3–4 m kiht helehalli mikrokristalset lainjaskihilist lubjakivi – nn Paekna kihistu Tudu kihistik.

Saunja kihistu (O_3 sn) levib ala äärmises edelaosas (Rakverest edelas) ja sellega piirdub ka tema avamus. Kihistu, mis siin on esindatud sellele tüüpilise helehalli peitkristalse lubjakiviga, mittetäielik paksus on vaid 5–6 m.

1.3. ALUSPÕHJA RELJEEFIST JA STRUKTUURIDEST

Aluspõhja reljeefi iseärasustest lähtuvalt on võimalik Rakvere lehel, mis valdavalt jääb Viru lavamaa piiresse, eristada kaht struktuuri:

1) Kambriumi terrass, mis kulgeb ala põhjapiiril 1–3 km laiuse vööndina tasemetel 35–50 m ümp ja mida ääristab umbes 10 km ulatuses (Toolse–Iidla vahemikus) kuni 35 m kõrgune Kambriumi (põhiliselt liivakivi) osaliselt mattunud astang.

2) Põhja-Eesti klindiplatoo, mis kulgeb kaardilehe põhjapiiril Kandle–Haaviku–Kaliküla–Korismäe–Malla joonel enam-vähem 60 m ümp tasemel kuni 10 km laiuse paeplatooana. Sellel eristuvad läänest itta: Kandle klindiplatoo, Varangu klindilaht, Selja–Kaliküla klindiplatoo, Toolse klindilaht, Korismäe klindineemik, Kunda klindilaht ja Malla klindiplatoo.

Kandle klindiplatoo on ligi 5 km lõik Põhja-Eesti klindi paeplatoost Noonu ja Aaviku vahemikus, kus merekaug (mereni on Ordoviitsiumi astangu äärest üle 6 km), osaliselt mattunud klindias tang kulgeb üsna sirgjooneliselt. Ka Kambriumi terrassi laius on siin suurim, mida Põhja-Eesti klindil välja pakkuda – üle 5 km. Kandle mõisa juures laskub Vainupea jõgi paeplatoolt kümnekond meetrit lühikeses järsuveerulises orus. Siinsamas oja kaldal on ka Kesk-Ordoviitsiumi oiidlubjakivilasundi Kandle kihistu tüüppaljand.

Varangu klindilaht on seal, kus Selja jõgi lõikub Varangu mõisast põhja pool klindi paeplatoosse ligi 3 km laiuse ja pea niisama sügava klindilahena. Lõunas on selle jätkuks kuni 2 km pikkune Selja kanjonorg. Karulõpe–Pehka joonel on org tammistatud Kunda Hiimäe sarnaste jädepurdsete jäävooluvete setetega. Pehka kruusaaugus on neis ka konglomeraadi läätsi. Pehka tammist möödapääsu otsides on Selja jõgi paeplatoo serva murrutanud veel teisegi enam kui 20 m sügavuse oru. Pehka linnamäe kohal ja sellest üles- ning allavoolu voolab Selja jõgi ligi 20 m sügavuses kanjonorus. Siin on jõel ka 4 kuni 0,5 m kõrgust paeastangut. Kaldapaljand Varangu Veskikantsi lähistel on Alam-Ordoviitsiumi Varangu lademe ja ka samanimelise kihistu tüüppaljandiks. Varangu ehk Pehka linnamäe või ka Veskikantsi nime all tuntud muinaslinnus, mille oletatav dateering langeb 11.–13. saj, asus Selja jõe idakaldal, jökke põhja poolt suubuva Pehka oja äärsel kuni 20 m kõrgusel kaldaneemikul.

Selja–Kaliküla klindiplatoo tase on valdavalt enam kui 60 m ümp ja see hõlmab kuni 7 kilomeetrise lõigu Põhja-Eesti klindiplatoost Varangu ja Toolse klindilahe vahemikus. Klindiplatood ääristavad põhjakaarest ligi 15 m kõrgune Ordoviitsiumi astang ja sellest sadakond meetrit põhja poole jääv Alam-Ordoviitsiumi (fosforiidilasundi) laugenõlvaline astang.

Toolse klindilaht ja -org jäävad Selja–Kaliküla klindiplatoo ja Korismäe klindineemiku vahelisele alale. Klindioru kallastel paljandub kohati nii fosforiidilasund kui ka Kambriumi (Tiskre) liivakivi. Klindioru kallastel on ka kaks linnamäge: esimene neist jääb üsna oru suudme lähistele jõe parema kalda väikesele neemikule ja teine, nn Ussimäe linnus (oli kasutusel I a-tuh. teisest poolest kuni II a-tuh. alguseni) eelmisest 1,5 km ülesvoolu ja lõuna poole, paeplatoo seljandiku lääneotsa.

Korismäe klindineemik (ligi 2 km²) eristub Toolse ja Kunda klindilahe vahelisel alal ja selle paelava lasub tasemel umbes 55 m ümp. Klindineemikut ääristab põhjakaarest kuni 10 m kõrgune lauge ja osaliselt mattunud Ordoviitsiumi astang, mis kulgeb enam-vähem piki Koidu tänavat. Kambriumi terrassis Korismäe klindineemik ei eristu. Klindineemiku teeb tähelepanuväärseks eelkõige see, et seal asub Kunda kõige uuem linnaosa – Korismäe.

Kunda klindilaht, mis suudmes on ligi 2 km laiune, kitseneb Linnuse küla kohalt kiiresti kuni 25 m pikkuseks Kunda ürgoruks. Klindilahe põhi, mille piires Kambriumi liivakivi on tasemel ca 40 m ümp, on kujunenud pärast jääaega nagu teisedki Kambriumi terrassi mittelõikuvad klindilahed Põhja-Eesti klindi idaosas. Kunda Hiiemäe kohal tammistab klindilahte poolkaarjalt kuni 15 m kõrgune vall. Valdavalt põimjaskihilisest jämepurdsest materjalist (liivast kuni pangasteni) koosnev vall lasub Alam-Ordoviitsiumi Pakerordi lademe kivimitel. Vall on pealt laudsile ja selle lagi jääb ümbritseva paelavaga samale tasemele (umbes 60 m ümp) ning kannab Hiiemäe nime. Linnuse asula ja Hiiemäe vaheliselt alalt lõikub tänapäevane Kunda jõgi Kambriumi terrassi. Sellest on maha jäänud kuni 35 m sügavune ja ligi 3 km pikkune kanjonorg. Kanjonis asub Eesti ja Baltimaade vanim hüdroelektrijaam (ehitatud 1893). Hiiemäest lõunas, kunagi selle loodusliku tammi taga asunud Kunda järve väikesel (sadakond meetrit läbimõõdus) saarel, mida kutsuti Lammasmäeks ja mis oma olemuselt on rändpangas, on avastatud Eesti ühe vanima (7000 aastat eKr) inimasustuse jäljed.

Linnuse asulasse, umbes sinna, kus Kunda järv teda ülal hoidnud tammi läbi murdis, jäävad Kunda mõisa tootmishooned (vesiveski, saeveski, viinavabrik, meierei jne). Need on Eesti tööstusliku paearhitektuuri parimad näidised. Kambriumi astangu alusel terrassil kaevandatakse sinisavi ja Ordoviitsiumi platool Lõuna-Arus murtakse lubjakivi tsemendi tootmiseks.

Malla klindiplatoo oma kergelt kagusse kaarduva astangujoonega hõlmab umbes 10 kilomeetrise lõigu paeplatoo-äärsest alast, mis jääb Kunda klindilahest itta. Umbes tasemel 60 m ümp asuval paeplatool avanevad õhukese (valdavalt alla 0,5 m) pinnasekihi all Ordoviitsiumi (Lasnamäe lademe) lubjakivid. Põhjakaarest ääristab klindiplatood Kunda tüüpi astang. Astanguist lõunapoolseim on 5–10 m kõrgune, osaliselt mattunud Ordoviitsiumi ehk paeastang. Viimasest paarsada meetrit põhja pool eristub kohati umbes 5 m kõrgune laugenõlvaline Alam-Ordoviitsiumi ehk nn fosforiidilasundi astang. Ordoviitsiumi astangust umbes 1 km põhja pool kulgeb 30–35 m kõrgune Kambriumi terrassi ääristav Kambriumi astang.

Kukruse astang – see on Kukruse lademe kivimite avamusel ligikaudu Kavastu–Tatruse–Essu–Ubja–Kohala–Varudi joonel tasemel 65–80 m ümp kagu suunas vonklevalt kulgev umbes 10 m kõrgune lauge aluspõhjaline astang. Seda struktuuri võib käsitleda ka Pandivere kõrgustiku nõlvaala algusena. Kukruse astangu foonil eristuvad kümnekonna meetri kõrgused lamedanõlvalised (läänest itta) Kavastu, Idavere, Essu, Ubja, Aresi, Kohala–Uhtna, Pikaristi ja Varudi paekõvikud.

Aluspõhjalised orundid. Viru lavamaasse lõikuvad 10–90 m sügavuselt ja enam-vähem loode–kagusuunaliselt **Haljala** (ca 6 km pikkuselt ja kuni 1 km laiuselt), **Selja–Sõmeru** (enam kui 20 km pikkuselt ja kuni 1,5 km laiuselt) ja **Kunda** (enam kui 25 km pikkuselt ja kuni 2 km laiuselt) üsna laugekaldalised ürgorud. Lõikumine on intensiivsem just lubjakivilasundi piires, kusjuures Kambriumi terrassi läbivad need kitsaste (kuni 200 m) ja vaevu kümnekonna meetri ulatuses Kambriumi liivakividesse-savidesse lõikunud tänapäevaste, st pärastjääaegsete orgudega. Tänapäevaste orgude hulka kuuluvad ka omapärased **Toolse ja Varudi orud**. Juba G. Vilbaste (1934), uurides Kunda ja Toolse jõe kulgu, tegi oletuse, et kunagi moodustasid need ühtse süsteemi, mille kulgu markeerib paeplatool hingitsev oruta Põldarumäe oja. Toolse jõe täisnurkse pöördumise edelasse Andja kohal ja Kunda jõe veelgi järsema pöördumise edelasse Kunda soost kagus, nii et see väljub isegi jõge senini suunanud ürgoru piirest – selle fenomeni tagant tuleks otsida ilmselt neis kohtades kulgevaid tektoonilisi rikkeid. Mõneti seletamatu on ka Pikaristi ja Varudi kõvikute vaheliselt alalt alguse saava kuni 5 km pikkuse ja sajakonna meetri laiuse ning kuni 28 m sügavuse Varudi oru kulg, mis enne Padaoru–Kunda maanteeeni jõudmist järsult välja kiildub, et põhja pool teed Kanguristi lähistel end uuesti klindiplateosse ja Kambriumi terrassi kuni 25 m sügavuselt ja sajakonna meetri laiuselt ning 4 km pikkuselt lõikunud Kongla kanjonoruna ilmutada. Vahepealsed 2,5 km kulgeb jõgi maa-aluse karstijõena.

Rahkla langatus, mida ka Sämi või Kabala “mustaks auguks” nimetatud, asub Kunda jõe keskjooksul jõeorus, Rahkla külast vahetult itta jääval alal (Puura ja Vaher, 1997). Siin langevad lubjakivilasundi struktuuri hästi markeerivad põlevkivi tootsad kihid umbes 2 kilomeetrisel lõigul laineliselt ligi 50 meetrit ja orgu täitvate kvaternaarisetete paksus suureneb 50 ja enam meetrini. Samas näitas selles tsoonis rajatud süvapuuraudude (Saadre jt, 1984) läbilõigete uurimine, et kristalse aluskorra pind on siin normaalsel tasemel ja lasuvate kihtide languse põhjustajaks on olnud enamjaolt Kambriumi sinisavi lasundi pealse liivakivilasundi paksuse vähenemine kuni selle puudumiseni välja. Selle põhjustajaks võis omakorda olla tektooniliselt rikutud (läheduses on Aseri rike) liivakivide erosioon liustikualuste vooluvete toimel. Aluspõhja tase Kunda ürgorus on üldse väga omapärane ega vasta üldtunnustatud skeemile, et orgude süvenemine toimub põhja suunas nii nagu neis kunagi voolanud jõgedelgi. Näiteks, Põlula lähistel on see kohati tasemel kuni 20 m amp, samas ligi 25 km põhja pool Kundas tõuseb see kuni tasemeni 40 m ümp. Taseme muutustega käib reeglipäraselt kaasas ka ürgoru suhtelise sügavuse muutus ja seda põhimõttel, et mida madalam on aluspõhja tase, seda sügavam on org.

Sama kehtib ka Selja–Sõmeru (Sõmerust kagus 35 m ümp ja 15 km loode pool Varangu lähistel 57 m ümp) ja Haljala ürgoru (Haljala kohal 45 m ümp ja 10 km loode pool Annikvere lähistel 60 m ümp) kohta. Ükski eelmainitud ürgorgudest ei oma ka lõunasuunalist väljavoolu.

Tektoonilised rikkevööndid. Aluspõhja sette kivimite kompleksid lasuvad üsna väljapeetult väikese (2–4 m km kohta) lõunasuunalise kallakusega. Lasumust häirivad mõnevõrra kaardilehe ala läbivad Rakvere, Haljala, Sõmeru ja Aseri rikkevööndid. Väljapeetuim neist on kaardilehe kaguosa kuni 15 km ulatuses edela–kirdesuunaliselt läbiv **Aseri rike**. Puurimisega on fikseeritud selle kuni 20 meetrine vertikaalne nihe, kusjuures tõusnud tiivaks on idapoolne. Ida–läänesuunaliselt kulgev ja Aseri ning Haljala–Rakvere rikkevööndit ühendava kuni 15 km pikkuse **Sõmeru rikke**, mis on põhiliselt välja eraldatud geofüüsikaliste uuringute põhjal (Gromov ja Gromova, 1974; Puura jt, 1974; Raudsep jt, 1989), olemus ei ole sedavõrd selge, kuid seda saadab siiski purustusvöönd ja kohati kuni 10 meetrine vertikaalne nihe. Ala lääneosas moodustab Rakvere–Haljala–Kandle joonel ligi 30 km pikkuselt vonklevalt kulgev tektooniline rike ühtse **Rakvere–Haljala rikkevööndi**. See on välja eraldatud põhiliselt geofüüsikaliste andmete ja rikkevööndi põhjal, kuigi olulist vertikaalset nihet selle piires ei ole registreeritud.

Aluspõhjalised rändpangased. Alal on leitud mitmeid, põhiliselt lubjakivist koosnevaid rändpangaseid (Orviku, 1930). Tuntuimaks neist on muidugi umbes sajakonna meetrise läbimõõduga ovaalse kujuga Kunda Lammasmägi, mis jääb Kunda mõisast (Linnuse asulast) umbes 3 km lõuna poole Kunda klindioru keskossa. Üks veelgi suurem pangas asub Kunda mõisast umbes 1 km kagus Kunda ürgoru kaldal ja seda markeerib mõnesaja meetrise läbimõõduga ja kuni 5 m kõrgune laugenõlvaline küngas, üle mille kulgeb Linnuselt Kohalasse viiv maantee. Väiksemaid pangaseid leiduvat (T. Moora suulised andmed) ka Toolse oru nõlvadel.



Foto 19. Kandle kihistu lubjakivipaljand Kandles.

Photo 19. The outcrop of limestone of Kandle Formation at Kandle.



Foto 20. Korismäe klindipoolsaart ääristav lauge klindiastang Kundas.

Photo 20. The gentle escarpment bounding Korismäe Klint Peninsula at Kunda.



Foto 21. Osaliselt mattunud lubjakiviastang Kaliküla lähistel.
Photo 21. Partly buried limestone escarpment near Kaliküla.



Foto 22. Osaliselt mattunud lubjakiviastang Malla klindiplatool Iidlas.
Photo 22. Partly buried limestone escarpment on Malla Klint Plateau in the surroundings of Iidla.



Foto 23. Osaliselt mattunud lubjakiviastang Kandle lähistel.

Photo 23. Partly buried limestone escarpment in the surroundings of Kandle.



Foto 24. Aluspõhja lubjakivi paljandub kraavis õhukese pinnasekihi all Pehka lähistel.

Photo 24. Bedrock limestone exposure in trench under the thin soil layer near Pehka.



Foto 25. Glaukonitliivakivi avamus Kaliküla klindiplateo nõlval.

Photo 25. Glaukonite sandstone cropped out on the slope of Kaliküla Klint Plateau.



Foto 26. Alam-Ordoviitsiumi Kallavere kihistu oobolusliivakivi paljand Selja küla lähistel ojasängis.

Photo 26. An outcrop of Obolus sandstone of Kallavere Formation (Lower-Ordovician) in the streambed in the surroundings of Selja Village.

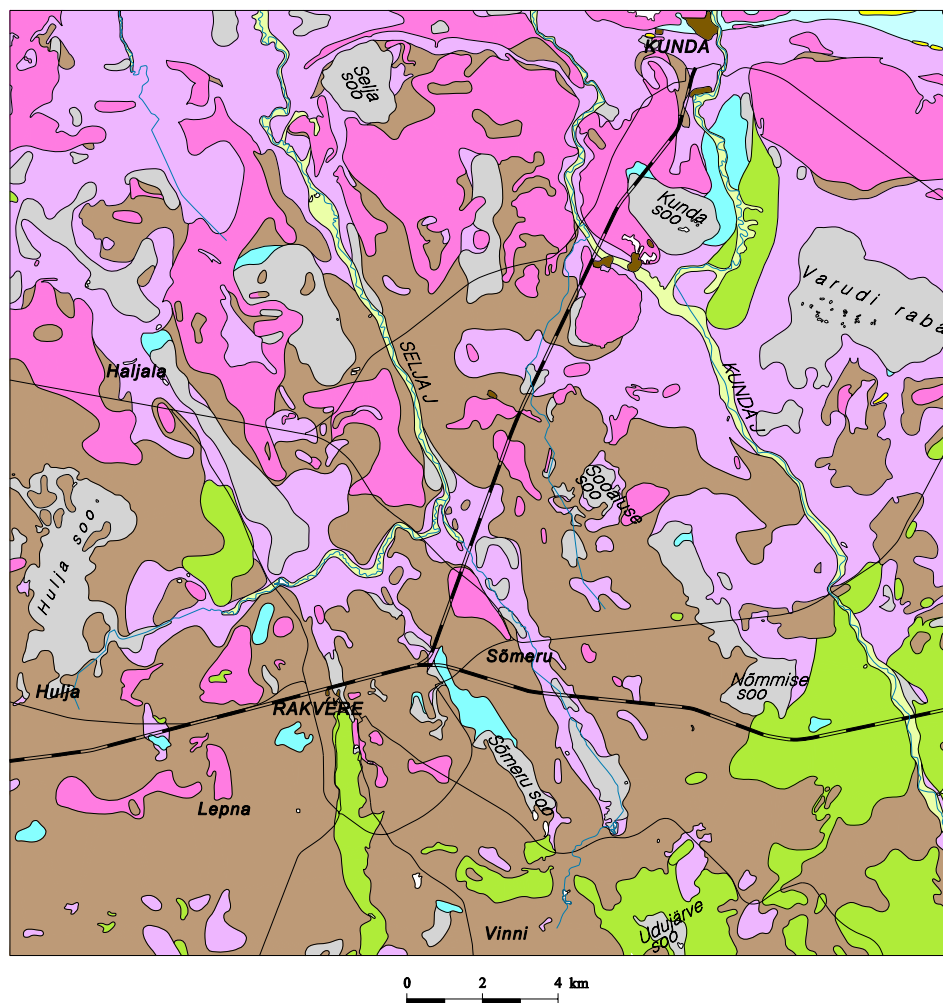
2. PINNAKATE JA PINNAMOOD

Pinnakatte geoloogiline kaart põhineb kontrollmarsruutide andmetega täiendatud varasematel käsikirjalistel suure- ja keskmisemõõtkavalistel geoloogilistel kaartidel. 1959–1961. a kaardistati (Stumbur jt, 1963) 1:50 000 mõõtkavas kogu ala ligikaudu Rakvere–Ulvi jooneni. Kaardilehe lõunaosa uuriti Tapa–Viru–Roela melioratiivse kaardistamise (Perens jt, 1978) käigus. Käesoleva kaardikomplekti ja seletuskirja põhiallikaks oli varasemaid töid kokkuvõttev nn Rakvere fosforiidiala järeluuring (Saadre jt, 1984). Headeks üldistusteks on ka 1:200 000 mõõtkavas kaardikomplektid ja seletuskirjad (Jõgi ja Kala, 1966; Kõrvel ja Kõrvel, 1963) ning R. Karukäpa artiklid kogumikus “Rakvere fosforiidiala geoloogia ja maavarad” (Puura (toim), 1987). Kasutatud on nii pinnakatte (turvas, järvelubi, liiv, kruus) kui aluspõhjaliste maavarade (lubjakivi, põlevkivi, fosforiit) otsingu- ja uuringutööde andmeid (Allikvee ja Orru, 1978; Saarelaid, 1963; Pikner, 1976; Rakvere..., 1985; Miljukova ja Švedtšikova, 1952; Raudsep ja Sinisalu, 1972; Raudsep jt, 1981, 1984) ning Eesti Geoloogiakeskuse andmebaasi ”Põhjavesi–puurkaev” (http://www.egk.ee/egk/?r=r8&ra=r8_2_4_2) materjale. Territooriumi pinnakatte setteid, pinnamoodi ja selle kujunemise probleeme on kokkuvõtlikult iseloomustanud A. Raukas, E. Rähni ja A. Miidel (Raukas, 1978; Raukas jt, 1971, jpt), klindilähedase ala pinnakatet ja selle arengulugu on väga põhjalikult käsitlenud T. Moora (1998).

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

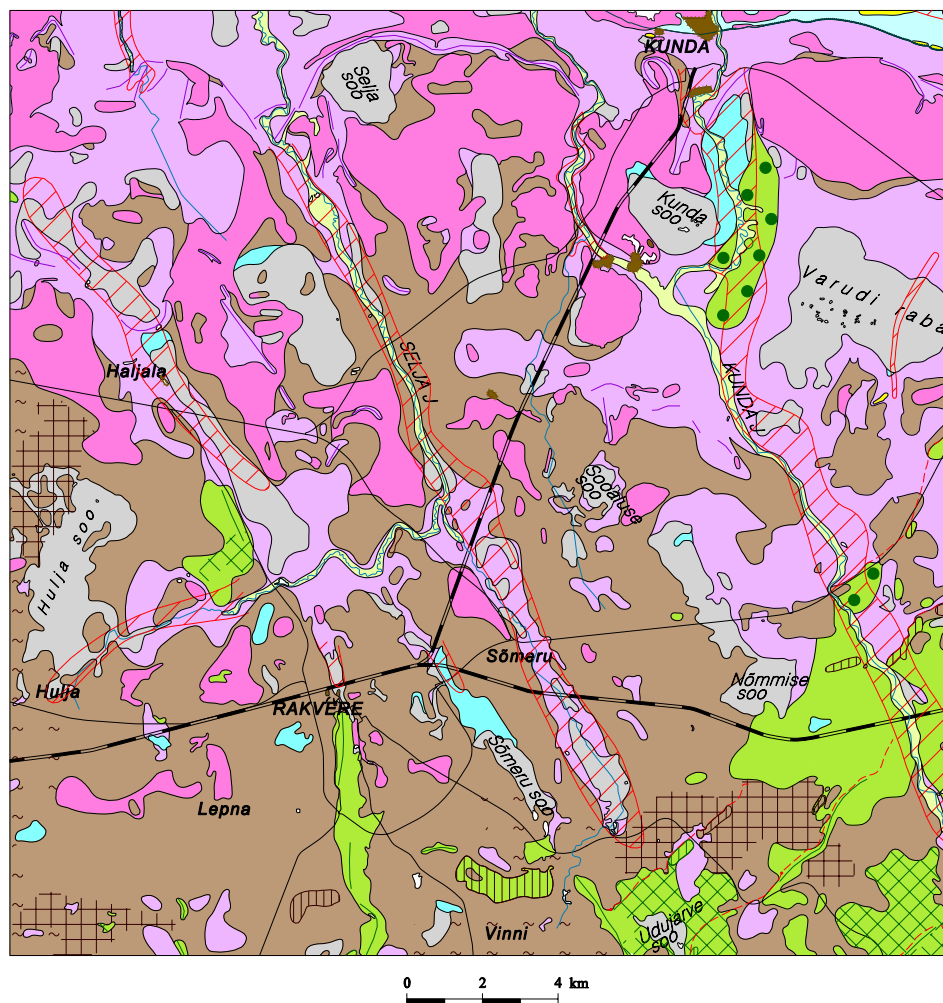
Stratigraafiliste ja geneetiliste ühikute väljaeraldamisel ja kirjeldamisel oli aluseks peamiselt varasematel skeemidel ja tugilegendidel (Raukas ja Kajak, 1995; Kajak jt, 1992; Raukas jt, 1995 jpt) põhinev “Juhend Eesti geoloogiliseks digitaalkaardistamiseks mõõtkavas 1:50 000 (versioon 1.2) (http://www.maaamet.ee/docs/geoloogia/Geoloogilise_kaardistamise_juhen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

Pinnavorme vaadeldakse koos neid moodustavate setete või kujundanud protsessiga. Eelkõige aluspõhjaliste kivimitega seotud pinnavorme nagu Pandivere kõrgustik, Põhja-Eesti paelava, klindiesine madalik ning viimaseid eraldav Balti klint käsitletakse lähemalt aluspõhja reljeefiga seoses (peatükk 1.3.). Autori arvates pole õige vaadelda Põhja-Eesti paelava ette jäävat 30–40 m üle merepinna asetsevat 0,6–6 km laiust, lõunas pae- ja põhjas liivakiviastanguga piiritletud, peamiselt Alam-Ordoviitsiumi ja Kambriumi liivakividest koosneva aluspõhja ning Balti jääjärve liivadest pinnakattega ala Põhja-Eesti rannikumadaliku koosseisus, nagu seda tavaliselt tehakse (Varep, 1984; Linkrus, 1998). Seda võiks K. Suuroja eeskujul nimetada Kambriumi terrassiks või siis E. Linkruse (1989) suupärase, ehkki mitte kõige täpsema nimega, klindiesiseks terrassiks, ja käsitleda iseseisvana nagu paelavagi.



	Tehnogeensed setted <i>Technogeneous deposits</i>		Tuulesetted <i>Aeolian deposits</i>
	Soosetted <i>Peat deposits</i>		Jääjärvelised setted <i>Glaciolacustrine deposits</i>
	Järvesetted <i>Lacustrine deposits</i>		Glatsiofluviaalsed setted <i>Glaciofluvial deposits</i>
	Jõesetted <i>Alluvial deposits</i>		Moreen <i>Till</i>
	Balti mere setted <i>Deposits of the Baltic Sea</i>		Õhukese pinnakattega ala <i>Thin Quaternary cover</i>

Joonis 5. Pinnakatte skemaatiline kaart.
Figure 5. Schematic map of the Quaternary deposits.



	Tehisreljeef <i>Technogeneous relief</i>		Glatsiofluviaalne reljeef <i>Glaciofluvial relief</i>
	Sootasandik <i>Peatland</i>		Oos <i>Esker</i>
	Järvetasandik <i>Lacustrine plain</i>		Moreentasandik <i>Moraine plain</i>
	Jõeorg <i>River valley</i>		Põikmoreen <i>Transverse moraine</i>
	Balti mere akumulatiivne terras <i>Accumulative terrace of the Baltic Sea</i>		Lainjas moreentasandik <i>Undulating moraine</i>
	Antsülusjärve kaldajoon <i>Shoreline of the Ancylus Lake</i>		Künklik moreenreljeef <i>Hummocky moraine</i>
	Luide ja luiteahelik <i>Dune and dune ridge</i>		Liustiku staadiumi piir <i>Ice marginal position</i>
	Jääjärveline tasandik <i>Plain of ice lakes</i>		Õhukese pinnakattega ala <i>Thin Quaternary cover</i>
	Jääjärvelised rannamoodustised <i>Coastal deposits of ice lakes</i>		Mattunud org <i>Buried valley</i>

Joonis 6. Geomorfoloogia skemaatiline kaart.

Figure 6. Schematic geomorphological map.

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

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

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

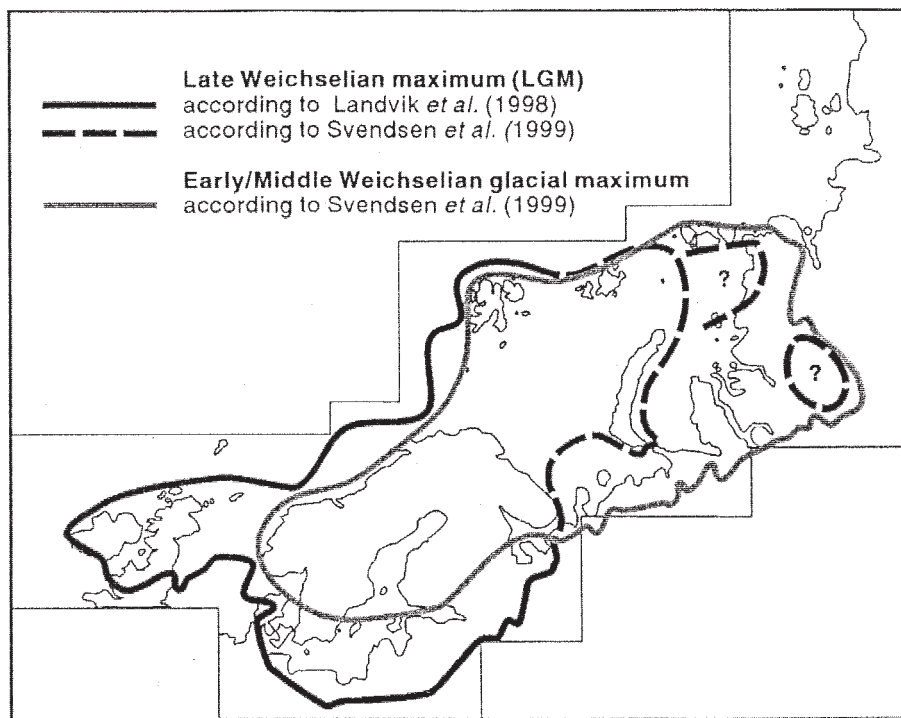
2.1. PLEISTOTSEEN

Ülem-Pleistotseen. Rõngu (Prangli) kihistu (QIIIn). Viimase (Eemi, Prangli) jäävaheaja setteid pole alalt leitud. Meretase oli siis umbes 50 m tänapäevasest madalamal, sestap võiks vaid Selja oru alamjooksul, samuti Kunda ürgoru sügavamates osades oodata vähegi soodsamaid tingimusi selleaegsete kontinentaalsete setete kuhjumiseks/säilimiseks.

Ülem-Pleistotseen. Järva kihistu. Traditsiooniliselt (Raukas, 1978; Kajak, 1999) on Eestis viimase jäätumise (Järva, Weichsel, Valdai, Würm) setteid jagatud kaheks: peamiselt liustikuliste setetega esindatud Alam- (Valgjärve) ja Ülem-Järva (Võrtsjärve) alamkihistuks ning neid eraldavaks interstadiaalse iseloomuga Kesk-Järva (Savala) alamkihistuks.

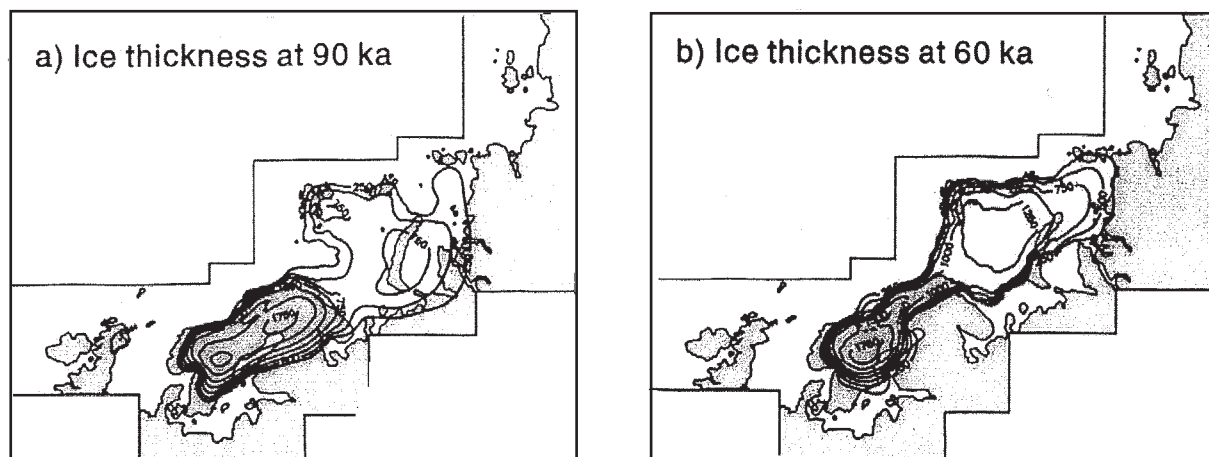
Viimase aja uuringud nii Skandinaavias kui Loode-Venemaal, samuti modellerimiste tulemused (vt jooniseid 7 ja 8 ning ülevaadet Kalm, 2006) on seadnud sellise liigestuse kahtluse alla. On põhjust arvata, et Soome lõuna- ja lääneosa oli jäävaba kogu Vara-Weichselis, ning, kui üldse, võis mandriliustik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

Kesk-Järva alamkihistusse peaksid kuuluma Pehka karjääri põhjas avanevad liivad. Üksiku OSL-analüüsi tulemus $26\,800 \pm 3500$ aastat (Kadastik, 2004) jääb selle seisukoha lõplikuks põhjendamiseks küll väheks, kuid kergitab hulgaliselt uusi küsimusi, millele peavad samuti vastama (juba alanud) edasised uuringud. Kas ligikaudu sama vanad on ka karjääri ülaosa kaldkihilised, kohati tugevasti tsementeerunud kruusad ja veerised (Fotod 32, 33), mida praegu loeme Balti jääjärve maasääreks? Aga viimastega ära vahetamiseni sarnased Kunda Hiimäe (Foto 34) setted? Savala-ealised võiksid lasuvuse järgi olla ka setted Varudi soo all kulgeva kitsa ja katkendliku Varudi orundi põhjas, vahetult alumise moreenikihi peal (läbilõige A–B pinnakatte kaardil), nende olemasolu võib eeldada ka Selja ja Kunda ürgorus.



Joonis 7. Weichseli jäätumisulatus (Siegert jt, 2001)

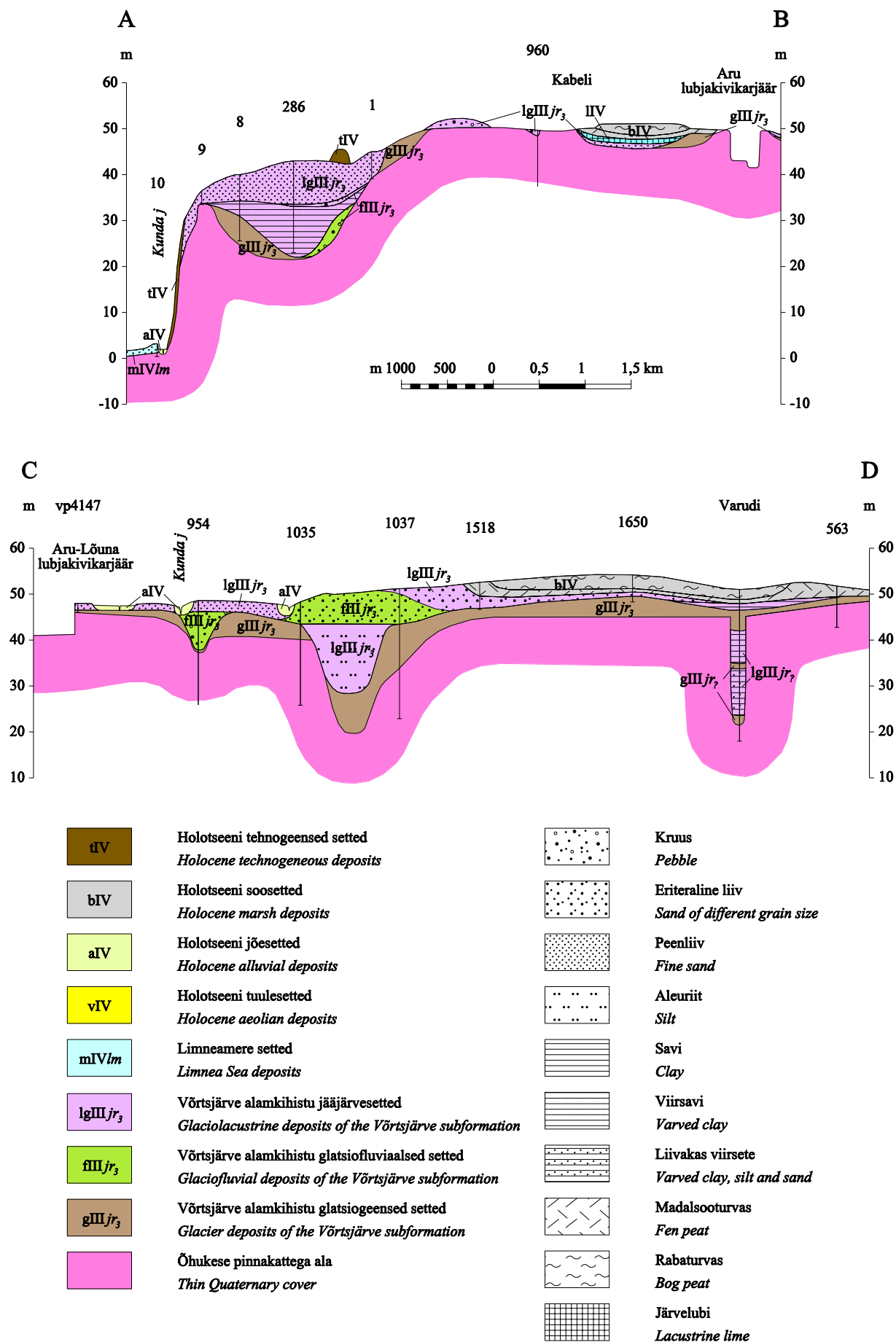
Figure 7. The maximum extent of Weichselian ice sheets (Siegert et al, 2001)



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

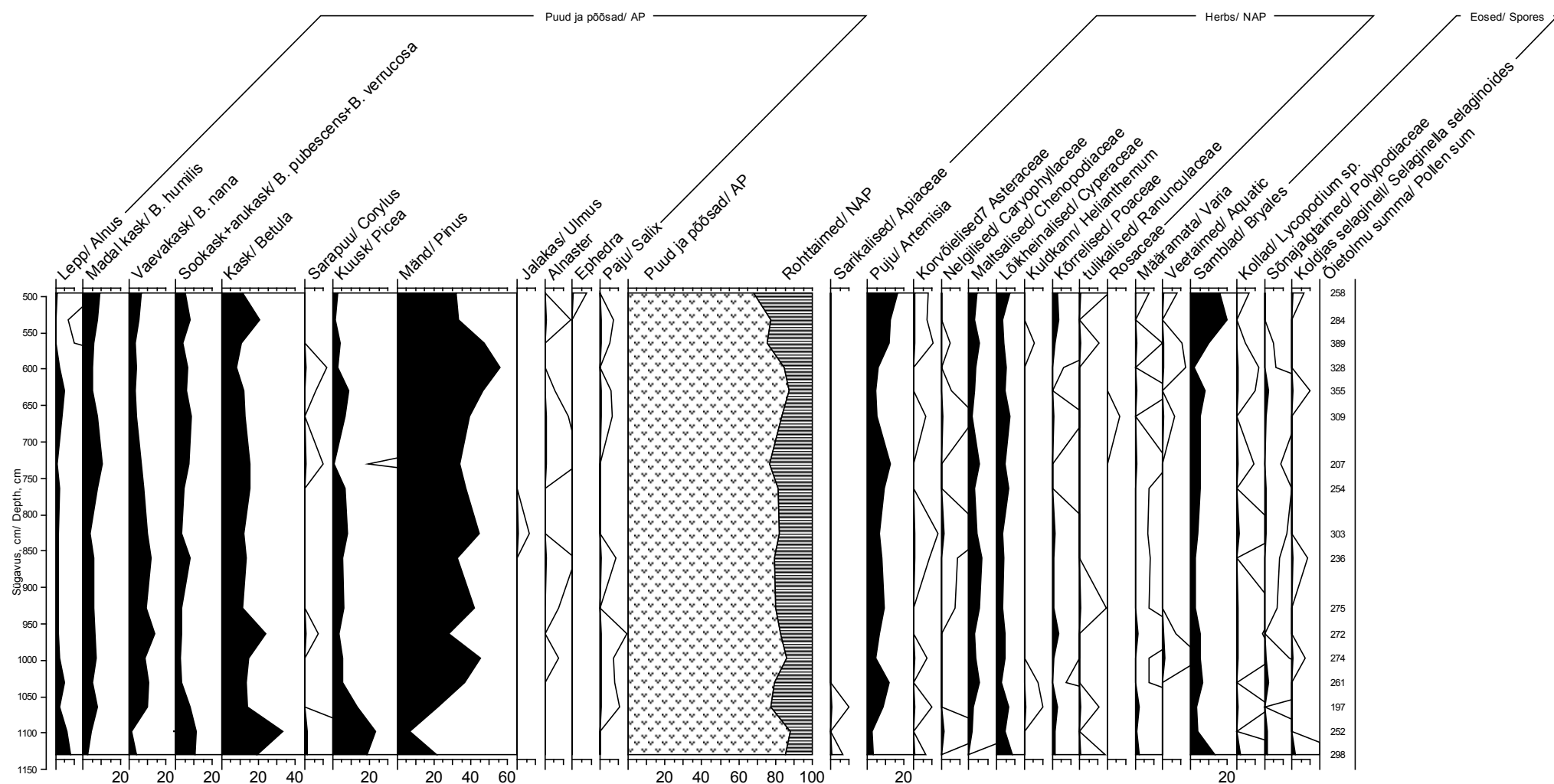
- a) 90 000 a.t (Vara-Weichsel)
- b) 60 000 a.t (Kesk-Weichsel)

Figure 8. Ice-sheet thickness for the “maximum” model (Siegert et al, 2001) reconstruction at
a) 90 000 years ago (Early-Weichsel)
b) 60 000 years ago (Middle-Weichsel).



Joonis 9. Pinnakatte läblõiked: A-B Kunda - Kunda-Aru karjäär, B-C Aru-Lõuna lubjakivikarjäär - Varudi soo .

Figure 9. Cross-sections of the Quaternary deposits: A-B Kunda - Kunda-Aru quarry, C-D Aru-Lõuna limestone quarry - Varudi mire.



Joonis 10. Haljala II hilisglatsiaalsete setete õietolmudiagramm (R. Männili avaldamata andmetel A. Poska).

Figure 10. Pollen diagram from Late-Glacial deposits at the Haljala II site (A. Poska after unpublished data of R. Männil).

Ülem-Järva alamkihistusse kuuluvad kõik viimase, Hilis-Weichseli jäätumise ajal kujunenud setted, eelkõige liustiku ja selle sulamisvete omad. Nende paksus muutub nullist paepealsetel 15–25 (40) meetrini oosides ja mõhnades. Mattunud orgudes võib see ulatuda 25–30, maksimaalselt ligi 90 meetrini. Pandivere kõrgustikul on enam levinud moreen, kõrgustiku kirdeservas, vastu Alutaguset omandavad järjest suurema tähtsuse mandrijää erinevate servmoodustistega seotud glatsiofluviaalsed liivad-kruusad. Kildema (1967) on seda ala nimetanud ka Põhja-Pandivere ooside ja karstivormiderikkaks põhimoreentasandikuks. Viru lava tasastel aladel ning ürgorgudes levivad laialdaselt ka jääjärvelised setted.

Moreenidega esindatud viimase jäätumise **glatsiaalsed setted (gIIIjr₃)** on uuritaval alal enamlevinud settegrupp, hõlmates peaaegu 40 % kaardipildist. Nad puuduvad eelkõige liustiku eksaratsioonialadel, kuid mõnikord ka liustiku vooluvete, Balti jääjärve, Balti mere või jõgede kulutuse tõttu. Seega võib moreen puududa mitte ainult alvaritel, vaid näiteks ka mitmete rannavallide, ooside ja laiguti isegi mõnede soode (Selja, Arusoo) all. Pandivere kõrgustikul avaneb moreen enamasti 2–5 m paksuse, Viru lavamaal tavaliselt õhemagi moreentasandikuna.

Moreenile on iseloomulik lõimise ja koostise väga suur muutlikkus, mis sõltub paljuski aluspõhja iseloomust. Karbonaatkivimite levialal on moreenis jämeperdu 20–60 %, liiva keskmiselt 25–30 %, savi ja aleuriiti 15–30 %. Seejuures on vahetult aluspõhjal lasuvas moreenis peenese sisaldus väike ja ümardumata karbonaatkivimite tükid moodustavad siin lokaal- ehk rähkmoreeni (lõimise järgi enamasti aleuriidikas kruusmoreen). Ülespoole jämeperdu sisaldus, ja ühtlasi ka karbonaatkivimite osakaal selles, tavaliselt väheneb, väljendades moreeni kujunemist kõrgemal liustiku sees, aga ka hilisemate karstumis- ja murenemisprotsesside teiselaadset mõju. Lõimise poolest on tegu aleuriidikate liivmoreenide kuni savikate aleuriitmoreenidega, harvem aleuriidikate savimoreenidega.

Moreeni paksus suureneb märgatavalt kaardilehe lääne- (Auküla–Lihulõpe) ja lõunaosa (Vandu–Uduküla, Vetiku–Mõedaka) künklikul moreenmaastikul või (põik)moreenvallides (Võlumägi, Hiimäe jpt), kuid saavutab oma maksimaalpaksuse – ligi 5 m – hoopis (kohati) Kunda mattunud orus.

Neerutist Uljasteni ulatub üle kaardilehe lõunaserva ulatuslik liustiku servamoodustiste vöönd, mille sees on E. Rähni välja eraldanud 5 rohkem või vähem selget servamoodustiste rida, mis mõnikord on kahekordsed, “topeldatud”, väljendades nii liustiku vastumeelset, aste-astmelist taandumist. Taandumine oli siin kindlasti aeglasem, kui V. Kalmu (2006) arvutatud keskmine kiirus meetrit aastas, vaheldudes väiksemate pealetungidega. Selge seaduspärana väheneb (kaardilehe piires) servamoodustiste vööndis läänest itta, ja vähem selgelt ka põhjast lõunasse, moreenist moodustiste osatähtsus ning kasvab liiva-kruusa osakaal.

Glatsiofluviaalsed ehk liustikujõelised setted (fIIIjr₃) avanevad ligi 8 %-l kaardilehest ja on eelkõige seotud mandrijää taandumise nn Pandivere staadiumi erinevate servamoodustistega, kuid neid esineb ka mattunud orgudes, samuti ebamääraste liiva-kruusa väljadena. Glatsiofluviaalsed setted lasuvad viimase jäätumise moreenidel või vahetult aluspõhjal. Nende paksus kõigub suurtes piirides, tavaliselt 5–15 m, kuid võib ulatuda isegi 40 meetrini (nn Kantküla mägedes). Glatsiofluviaalsete setete koostis ja lõimis on vägagi varieeruv, sõltudes settelasundi geneesist, asukohast ja lokaalsetest settimistingimustest. Setted on enamasti küll suhteliselt hästi sorteeritud, kuid väga muutlikud nii pindalaliselt kui vertikaalis, sagedased on toetava jääserva sulamisel tekkinud lasuvusrikked.

Tähelepanuväärsematest **radiaalsetest oosidest** jäävad kaardilehe piiresse Koeravere–Rakvere–Pahnimäe (vt fotod 1 ja 27) ja Paasvere–Mõdriku oossüsteemi ehk oosistu põhjapoolsed osad (Raukas jt, 1971). Radiaalsed oosid moodustasid aktiivse mandriliustiku serva lähedal liustiku pikilõhedes. Nii nagu terve oosistu, on ka üksikud oosid oma proksimaalses, liustikupoelses osas tavaliselt kõrgemad, laiemad ja koosnevad jämedamast materjalist. Seejuures on jämeperdu valdavalt karbonaatne, liustikuvete poolt kohale kantud kuni 16–20 km kauguselt (Raukas jt, 1971).

Marginaalsed oosid tekkisid liustiku serva ees, surnud jääs või ristilõheded surnud ja aktiivse jää piiril. Saueaugu–Võlumäe marginaalsed oosid moodustavad ühe markantsema osa juba eespool mainitud liustiku servamoodustiste vööndist. Kohati esineb siin kaks ooside rida vahemaaga umbes 400 m. Esineb nii sümmeetrilise kui ebasümmeetrilise ristiprofiiliga üksikvorme, nende kõrgus ulatub 25 meetrini, nõlvade kallakus on kuni 30°. Settematerjalis valdab veeriselis-liivakas kruus, milles kohati on palju rahne. Jäme purrus valdab selgelt kohalik, karbonaatne materjal, samas võib aheliku äärmises kirdeosas, polügeneetilisel Võlumäel kristalse materjali osakaal tõusta 50 %-ni.

Mõhnastikud on levinud ala kaguosas, mandrijää servamoodustistega seotuna või liituvad nad hoopis radiaalsete ooside külge (näiteks Pahnimäel). Mõhnad on moodustunud eriteralisest liivast ja kruusliivast, millede mineraalses koostises on valdavaks kvarts. Setetes esinevad veerised ja kruusmaterjal on valdavalt kristalse koostisega ja suhteliselt hästi ümardunud ning setted ise on tavaliselt horisontaal- või kaldkihilised.

Hästi väljakujunenud **glatsiofluviaalseks deltaks** on alal vaid väike (läbimõõduga 1,5 km), kuid korrapäraselt poolkaarekujuline Sämi delta, mille proksimaalse nõlva kõrgus on ligikaudu 63 m ümp.

Jääjärvelised (glatsiolakustrilised ehk limnoglatsiaalsed) **setted (lgIIIj_{r3})**. Eestis puudub senini üldtunnustatud arusaam jääjärvede arengust taanduva liustikuserva ees. Unustamata klassikuid (Pärna, 1960; Raukas jt, 1971, jpt), annavad heale lugejale ülevaate uuematest seisukohtadest Hang (2001), Vassiljev jt (2005), Rosentau jt (2006). Väga lühidalt võib öelda, et Balti jääjärv sai alguse umbes 12 600 või isegi 13 000 a.t, kui tänapäevase Balti mere lõunaosa lahtedes hakkasid settima viirsavid, ning lõpetas eksistentsi 10 300 a.t, kui mandriliustiku serva taandumisel Billingeni mäest Kesk-Rootsis põhja poole alanen jääjärve veetase kiiresti ligikaudu 25 m, maailmamere tasemeni (Björck, 1995), seejuures võis jääjärve vete analoogne läbimurre toimuda ka ligikaudu 11 300 a.t. Katastroofilisele lõpule vaatamata ei ole Balti jääjärve setteid noorematest, Joldiamere setetest kerge pindalaliselt eristada, kuna väliselt sarnastena ei ole kummagi rannikusetted faunistiliselt iseloomustatud. Seetõttu ei ole ka meie Balti jääjärve ja Joldiamere setteid kaardipildis eristanud.

Liigestamata Balti jääjärve ning Joldiamere setted (lgIIIj_{r3}) hõlmavad 23 % pinnakatte avamustest kaardilehel, eelkõige Viru laval ja Kambriumi terrassil. Setted on väga eriilmelised ja muutlikud, koosnedes nii sügavaveelistest, madalaveelistest kui rannikusetetest. Sügavaveelisem, eelkõige orgude ja nõgude piires leviv faatsies on esindatud savide ja aleuriitidega, milles on tihti jälgitav viirkihilisus. Kunda jõe orus Põlulas on E. Rähni (1963) 7,3 m paksuses viirsavilasundis kokku lugenud 211 (keskmiselt seega 3,5 cm paksust) aastakihti – varvi. Neist, 111-ndat, 25 cm paksust peamiselt aleuriidist koosnevat varvi pidas ta ülevoolu- ehk dreanaaživarviks. T. Hangu (2001) arvates on paksu dreanaaživarvi asemel siiski tegu grupi halvasti väljakujunenud õhukeste varvidega. Kunda ürgoru sügavamas osas võib viir(savide) paksus mõningatel ebakindlatel andmetel ulatuda 35 meetrini.

Jääjärvede madalaveelise faatsiese moodustavad peeneteralised liivade ja aleuriidid paksuega 2–5(10) m. Harvem esineb rannamoodustiste liivasegust kruusa või veeristikku (Fotod 28, 29). Viimastest eristuvad selgemalt Balti jääjärve staadiumile BIII vastavad rannamoodustised jalami kõrgusega 50–58 m üle merepinna (vastavalt kaardilehe ida- ja lääneservas). Aga samas pole mitme sellise pinnavormi genees kaugeltki selge. Nii on Kunda Hiiemäge (Fotod 14, 34) peetud oosiks, aga ka polügeneetiliseks, kuid peamiselt liustiku ristilõhes mitmes järgus tekkinud pinnavormiks (vt Moora, 1998; Moora ja Moora, 1995). Meie vaatleme seda Balti jääjärve maasäärena, kuid, nagu eespool juba mainitud, on ka sellisena Hiiemäe vanus veel lahtine.

Tuulesetted (vIIIj_{r3}). Äratuntavaid hilisglatsiaalseid luiteid ja luidestikke on alal vähe. Suurim neist on ligi 500 m pikkune ja 100 m laiune ning kuni 5 m kõrge ebasümmeetriliste laugete nõlvadega luitevall Varudi-Altküläs, kust on peenliiva ka kaevandatud. Üksikud väiksemad luited asetsevad hajusalt kaardilehe kirdenurgas Kambriumi astangul.

2.2. HOLOTSEEN

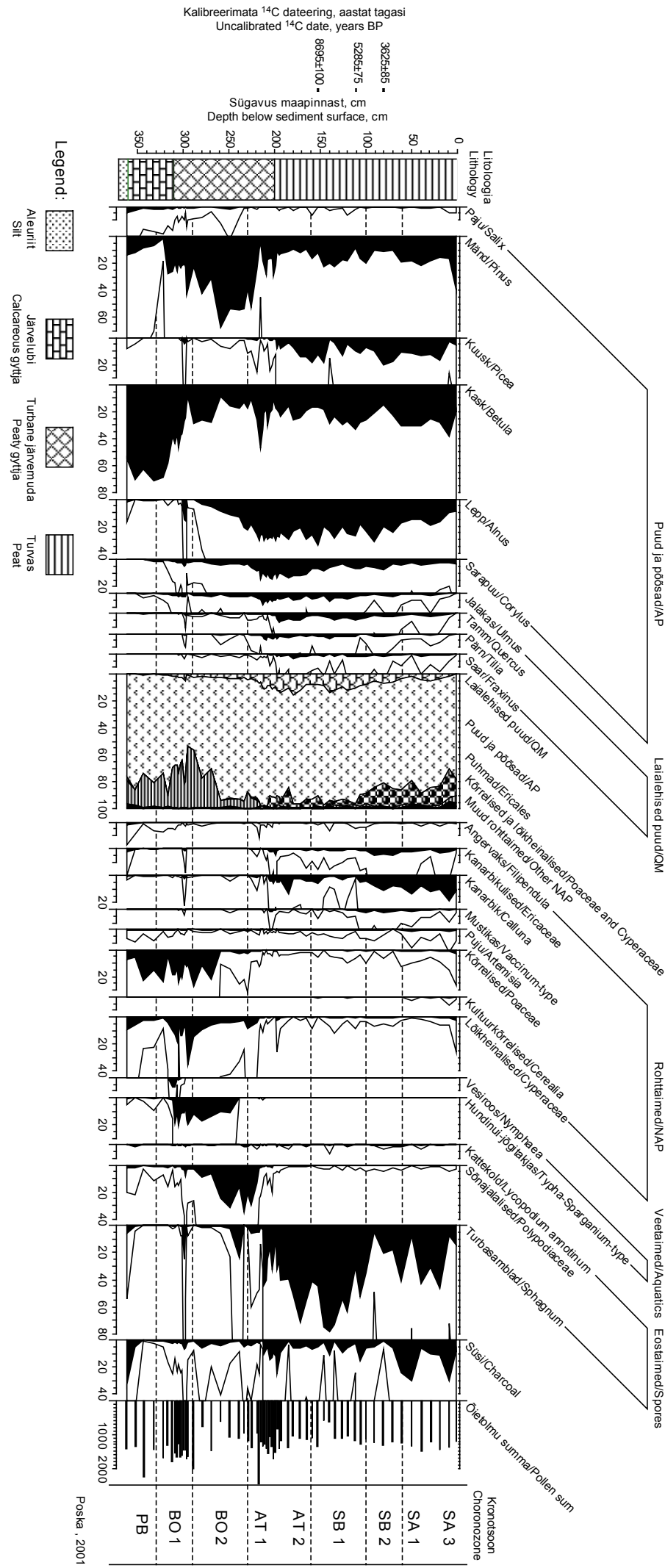
Holotseeni (pärastjääaegsed) setted on alal esindatud kontinentaalsete – järve- (IIV), jõe- (aIV) ja soosetetega (bIV), mille moodustavad kruus, liiv, aleuriit, savi, turvas ja järvemuda. Vaid ala äärmises kirdeservas, kaardilehte vaevalt riivava Kunda lahe ning Kambriumi astangu vahel, klindiasangu jalamil ja nõlval tihti kaardistamatus laiuses ja/või nõlvasetetega segunenult esineb ka Balti mere **Antsülusjärve (IIVan)**, **Litoriinamere (mIVlt)** ja **Limneamere setteid (mIVlm)** ning Antsülusjärve **tuulesetteid (vIV)**. Holotseeni setete stratigraafiline liigestus on toodud tabelis 2, tüüpiline õietolmudiagramm Kunda Arusoost joonisel 11. Läbilõike hilisglatsiaalne osa kaardilehe piires kõige paremini iseloomustatud Haljala puuraugus (Männil ja Pirrus, 1963). Vahetult selle kõrval puuritud korduspuuraugu hilisglatsiaalse osa õietolmudiagramm on toodud joonisel 10.

Tabel 3. Hilisglatsiaali ja Holotseeni setete stratigraafiline liigestus (Raukas jt, 1995; Walker jt, 1999, muudatustega).

Table 3. Stratigraphy of the late-glacial and Holocene deposits (modified after Raukas et al., 1995; Walker et al., 1999).

Ladestik		Ladejärk		Kronotoon	Indeks	Indeks	Piiridefinitsoon (aastat t.)	Õietolmuvöö (PAZ)	Indeks	Indeks (von Post)	Balti mere staadiumid	Alumine piir (aastat tagasi)	Alumine piir (kalendriaastat tagasi)	GRIP indeks			
Holotseen		Ülem-	Kesk-	Sub-Atlantikum	SA	SA3	1 000	<i>Pinus-Betula</i>	<i>P-B</i>	I	Limneameri	4 000	5 000				
				Sub-Boreaal <th>SB</th> <th>SA2</th> <td>2 000</td> <td><i>Betula-Pinus-Picea</i></td> <td><i>B-P-Pc</i></td> <td>IIa</td> <td></td>	SB	SA2	2 000	<i>Betula-Pinus-Picea</i>	<i>B-P-Pc</i>	IIa							
					SA1	2 500	<i>Betula-Alnus</i>	<i>B-A</i>	IIb								
					SB2	4 000	<i>Picea</i>	<i>Pc</i>	III		Litoriinameri				8 000	9 000	
					SB1	5 000	<i>Quercus</i>	<i>Q</i>	IV								
				Atlantikum <th>AT</th> <th>AT2</th> <td>6 500</td> <td><i>Tilia-Ulmus-Fraxinus</i></td> <td><i>T-U-Fr</i></td> <td>V</td> <td></td>	AT	AT2	6 500	<i>Tilia-Ulmus-Fraxinus</i>	<i>T-U-Fr</i>	V							
					AT1	8 000	<i>Ulmus-Corylus</i>	<i>U-Co</i>	VI		Antsüla s-järv	9 500	10 700				
		Alam-	Boreaal <th>BO</th> <th>BO2</th> <td>8 500</td> <td><i>Pinus-Alnus</i></td> <td><i>P-A</i></td> <td>VII</td> <td></td>	BO	BO2	8 500	<i>Pinus-Alnus</i>	<i>P-A</i>	VII								
			Pre-Boreaal <th>PB</th> <th>BO1</th> <td>9 000</td> <td><i>Pinus - Betula - Corylus</i></td> <td><i>P-B-Co</i></td> <td>VIII</td> <td></td>	PB	BO1	9 000	<i>Pinus - Betula - Corylus</i>	<i>P-B-Co</i>	VIII								
				PB2	9 500	<i>Pinus - Betula</i>	<i>P-B</i>	IXa		Joldia-meri	10 300				11 600		
				PB1	10 000	<i>Betula</i>	<i>B</i>	IXb									
Pleistotseen	Ülem-	Sub-Arktikum	Hilis-Dryas	DR3	DR3	10 800	<i>Artemisia-Betula nana</i>	<i>Ar-Bn</i>	X	Balti jääjärv			11 600	12 650			GS-1
		Allerod	AL	ALb	11 300	<i>Pinus</i>	<i>P</i>	XIa									
			ALa	11 800	<i>Pinus-Betula</i>	<i>P-B</i>	XIb										
		Kesk-Dryas <th>DR2</th> <td>12 200</td> <td><i>Artemisia-Chenopodiaceae</i></td> <td><i>Ar-Ch</i></td> <td>XIIa</td> <td></td> <td></td>	DR2	12 200	<i>Artemisia-Chenopodiaceae</i>	<i>Ar-Ch</i>	XIIa										

Joonis 11. Kunda Arusoo õietolmudigramm (Poska, 2001)
 Figure 11. Pollen diagram from Kunda Arusoo (Poska, 2001)



Järvesetted (IIV). Kaardilehe vähesed ja väikesed järved on valdavalt inimtekkelised, kujunenud enamasti jõgede ja allikate paisutamisel, näiteks **Mõdriku paisjärved** ja Eesti ainsa riikliku kalakasvatuse, saja-aastase ajalooga **Põlula** Kalakasvanduse allikaveelised **tiigid**. Suurimad, kohalike seas heade kalajärvedena tuntud, tehiskärved asuvad aga hoopis mahajäetud **Kunda Aru-Põhja** lubjakivikarjääris. Looduslikest järvedest võib mainida **Vetiku Suur-** ja **Väikejärve** (pindalaga vastavalt 4,2 ja 2,7 ha), aga ka Kunda ja Varudi raba laukaid. Omapärane on Rakverest lõunasse jääv nn **Saueaugu meri** – karstinõgu, milles karstiaukude ummistumise tõttu esineb vett (enamasti) aastaringselt. Mõdrikust kagus, Udujärve soo ja mõhnastiku piiril asub väike (1,7 ha) kinnikasvav (sügavus alla 1 m) **Udujärv** (ka Kaanjärv, Kaarjärv).

Ülalmainitu aga ei tähenda, et järvelised setted oleks alal vähe levinud. Mõneti üllatavalt on järvelisi setteid kaardipildis rohkem kui 1%, nende leviala on aga kordi suurem, kuna ka enamus soid on tekkinud järvede kinnikasvamisel. Hilis-Glatsiaalis kujunesid Viru lavamaal laguunide-lahtede eraldumisel jääjärvest mitmed suured järved, mille järveline areng jätkus mõnel juhul praktiliselt tänase päevani. Väiksemaid oma eksistentsi lõpetanud järvi leidub aga Pandivere kõrgustikulgi.

Haljala “järv” kujunes, kui Balti jääjärve põiksäär eraldas lõunapoolse osa piklikust lahest. Järvelise tekkega on ilmselt juba aluspõhjalise nõo sügavamas, kanjoni-laadses osas leviv hilis-dryase ealine lehtsambla jäänuseid sisaldav rohekashall aleuriitne savi (3,8-5,98 m Haljala puuraugus; Männil ja Pirrus, 1963). Seda katab keskmiselt meetripaksune Borealis kuhjunud järvelubja lasund. Lubi ise on madalaveelise tekkega ja pole eriti kvaliteetne, kuna sisaldab tihti taimejäänuseid (lehtsamblaturvast). Põhjaveetoitelisust näitab märgatav allikalubja lisand. Järveline areng lõppes lubjase turbamuda settimisega Vara-Borealist Hilis-Boreali alguseni.

Hulja “järve” nõolist tüüpi setted levivad (Männil, 1964) samanimelise soo piires. Hilis-Dryases asus siin suurem järv, kus settis savi, millest R. Männil on leidnud ka mõned subfossiilsed teod (*Radix peregra* ja *Valvata piscinalis*). Holotseeni algusest vähenes järve pindala pidevalt, nii et Vara-Boreali alguseks säilisid järv (ja järvelubja settimine) vaid selle lõunaosas. Vara-Boreali keskel järve veepind kerkis, ulatumata siiski endise tasemeni, ning alanes uuesti sama staadiumi lõpus. Vaatamata veetaseme uuele tõusule Hilis-Borealis, kasvas järv sama staadiumi lõpuks lõplikult kinni. Kontakt järvelubja ja turba vahel on enamasti üleminekuline nii läbilõikes kui pindalaliselt. Ulatuslikum ja püsivam (maksimaalselt kuni 2,5 m paks) on järvelubja lasund soo lõunaosas, kunagise järve sügavamas osas. Tüüpilisena on lasund siin kolmeosaline ning kahte lubjakihti eraldab muutliku paksusega (keskmiselt 0,5 m) pillirooturba kiil.

Kunda “järv” on muistsetest järvedest huvipakkuvaim Selle geoloogilise uurimise lugu ulatub XIX sajandi 70-sse aastatesse, kui Kunda tsemenditööstuses hakati toorainena kasutama järvepõhjust ammutatud ”kriiti” ning samast tulid päevavalgele esimesed kiviaegsed leiud. (Grewingk, 1882). Huvi tõstis veelgi asula-/peatuskoha avastamine Kunda Lammasmäel – omaaegsel järvesaarel. Kunda muinasleiukoha geoloogiliste arengut on paljude teiste uurijate seas kõige põhjalikumalt käsitlenud K. Orviku (1949) ja T. Moora (1998; vt ka viited seal).

Umbes kahe meetri sügavune **Pehka “järv”** kujunes Balti jääjärve rannavalli taha (allapoole 58 m ümp taset) aluspõhjalisse nõkku, osalt jääjärvelisele liivale, osalt aga otse aluspõhjale. Hilis-jääajast Borealini tekkinud (Moora, 1998 T. Koff’i järgi). järvesetted on esindatud (alt üles) vähem kui meetrise kogupaksusega lubjaka savika aleuriidi, järvelubja ja järvemudaga.

Sõmeru “järve” setted lasuvad Vetiku turbamaardla all ning sellest loodes, ulatudes Tallinn–Narva raudteeni. Tüüpiline orulise tekkega järv moodustus aluspõhjalise nõo (allikalisel) täisvalgumisel, kuna selle lamamiks on kõikjal turvas, orundi keskosas madalsoo lehtsambla-, äärealadel puiduturvas. Turvas on (Männil, 1964) valdavalt Preboreali-ealine, aga selle ülemine, lubjasegune osa settis juba Borealis. Boreali alguses kujunes nõkku ka järv ning algas järvelubja settimine. Järve veepind alanes

mõnevõrra Hilis-Boreaalist Vara-Atlantikumi, mil selle lõunaosa kaldaalal hakkas paiguti arenema isegi raba. Hilis-Atlantikumis järgnes suurim veetaseme tõus, kuid veetaseme järsk alanemine Vara-Subboreaali algul katkestas järvelubja settimise järve lõuna- ja põhjaotsas. Veetase tõusis veel Hilis-Subboreaali alguses, kahanedes aga järsult sama staadiumi lõpul. Siitpeale säilis ala põhjaosas vaid väike jäänukjärveke, kus settis juba järvemuda. Sellise erakordselt pika aja vältel Vara-Boreaalist Hilis-Subboreaali kuhjus suhteliselt püsivates piirides Sõmeru järve järvelubja kohati kuni 6 m paksuselt, mis on teadaolevalt järvelubja maksimaalne võimalik paksus üldse.

Tobia-Risu “järv” on uuritaval alal (Kunda järve kõrval) teine, kust järvelubja on ka tööstuslikult toodetud (Palmre, 1946). Meetripaksune, alumises osas savikas järvelubi lasub vahetult moreenil või on nende vahel kümnekonna sentimeetri paksune jääjärvelise (aleuriidi?) kiht. Väikesele paksusele vaatamata on siinset väheste lisanditega lubja kaevandatud veel 1960ndatel aastatel. Subfossiilse molluskifauna järgi on R. Männil (1964) oletanud, et järve arengu algstaadiumi suhteliselt kõrgele veeseisule järgnes veetaseme alanemine, siis pidev tõus, mis lõppes kiire alanemisega (järve tühjaksjooksmisega).

Balti jääjärve veetaseme alanedes hakkasid järvelised settled settima ka on **Varudi “järves”**, aluspõhjalises nõos tänapäevase Varudi soo lääneosas. Hilis-Dryases moodustus mõnekümne sentimeetri paksune lubjaka aleuriidi ning järvelubja kiht, Holotseenis aga asendus järvelubja settimine sujuvalt järvemuda kuhjumisega, mis lõppes Atlantikumi keskel (Moora, 1998 R. Pirruse järgi). Kokku ei ületa järvesetete paksus siin teadaolevalt 1 meetrit.

Soosetteid (bIV) on uuritud Eesti Geoloogiakeskuse poolt läbiviidud arvukate uuringu- ja otsingutööde käigus, millest on hea ülevaate andnud M. Orru (1995). Turba leiukohti vaadeldakse ka käesoleva aruande maavarade peatükis. Sood, mis katavad kaardilehest veidi üle 10 %, on enam levinud Viru lavamaal, hõlmates ulatusliku ida – lääne suunalise riba kaardilehe keskel, absoluutsete kõrgustega enamasti 50–60 m. Suurimad neist kujunesid Balti jääjärvest eraldunud lahtedest-laguunidest tekkinud järvede kinnikasvamisel, aga mitmed madal-sooalad on seotud ka Pandivere kõrgustiku jalamil aluspõhjalistesse nõgudesse avanevate (karsti)allikatega, soodustavaks tingimuseks vete halb äravool. Kõrgustiku enese vähesed sood kujunesid väiksemate järvede kinnikasvamisel või/ja mõhnade-ooside vahelistes nõgudes (Udujärve soo). Klindiesised õhukesed madal-, harvem siirdesoolasundid on taas eelkõige seotud klindi jalami lähedal väljuvate allikatega.

Haljala soo tekkis Haljala orundis asunud ulatusliku pikliku järve aeglasel kinnikasvamisel. Soo keskosas toimus see alates Hilis-Boreaalist (Männil ja Pirrus, 1963), serva-aladel ilmselt märgatavalt varem. 450 ha suurune madal-soolasund koosneb erinevas vahekorras pilliroo-, tarna- ja, vähem, puuturbast, ning selle paksus ei ületa 2,5(2,0) m.

Hulja soo on samuti tekkinud järvenõo kinnikasvamisel, kusjuures oma loodeosas täidab soo künkliku moreenmaastiku lohkusid. Põhjaseteteks on jääjärveline savi, mida laiguti katab järveline muda ja lubi. Soo pindala on 1500 ha, millest kolm neljandikku moodustab (suures osas kultuuristatud) hästilagunenud metsa- ja madal-soo-märe- ja pillirooturbast madal-soo. Kunagise turbatootmise tõttu on soo keskosas rabalasundi halvastilagunenud ülemine tänaseks praktiliselt ammendatud (ja freesturba-ala kattunud kasevõsaga). Raba-sega lasund koosneb nüüd siirdesoo puu- ja madal-soo pilliroo-tarnaturbal lasuvast keskmiselt lagunenud villpea- ja kanarbikuturbast. Raba-ala ümbritseb laiguti kanarbiku- ja lehsamblaturbast siirdesoo. Turba paksus ulatub 3,5 meetrini, kunagisel tootmisalal on see 1,5–3 m. Madal-sooturvas tekkis (Männi, 1964) pika aja vältel Atlantikumist Sub-Boreaali, rabastumine algas aga suhteliselt hilja, Sub-Atlantikumis.

Kunda soo (Arusoo) pindala on 375 ha. Turba paksus soos on keskmiselt 3,5 m, ulatudes kohati 5 meetrini. Selle lamamiks on tavaliselt õhukese järvemuda kattega järvelubi, aga soo lääne- ja loodeosas võib turvas lasuda ka otse aluspõhjal.. Peamiselt sfagnumiturbast koosnev rabalasund (hästilagunenud

puidu- ja villpeat urba vahekihtidega) ning rohu- ja fuskumiturbast koosnev raba-märe lasund hõlmavad kolm viiendikku soos keskosast, seda ümbritseb aga puuturba-madalsoolasund. Et 1937–1941 ja 1944–1961 toodeti siin Kunda tsemenditööstusele kütteturvast, on raba ülekuivendatud ja ka rida rabaturba-alasid on kaetud siirde- või isegi madalsoopuistuga. Soo tekkis suuremast järvest (nn Kunda blekejärv) veetaseme alanemisel eraldunud osa kinnikasvamisel. Boreaali algul hakkas (Moora, 1998 R. Pirruse järgi; vt ka joonis 10) järve kaldavööndis (veel järvelistes tingimustes) moodustuma pillirooturvas, rabastumine algas aga Vara- ja Hilis-Atlantikumi piiril.

Selja soo (Pehka raba) moodustus madalaveelise järve Atlantikumis (T. Koff'i andmetel Moora, 1998; 14C dateeringu 4026±60 (Tln-1930) järgi küll pigem SB1/SB2 piiril) alanud kinnikasvamisel. Soo pindala on 311 ha, selle keskne osa jääb vanade freesväljakute alla. Soo äärealadel leviv madalsoolasund koosneb hästilagunenud puu-tarna- puu-pilliroo- ja puuturbast, raba- ja raba-segalasund aga keskmiselt lagunenud puu-sfagnumi- või meediumiturbast. 1978. a lõppenud turbatootmise tõttu on halvastilagunenud rabaturba lasund praktiliselt ammendatud. Turba suurim paksus tootmisalal on 2 meetrit, väljaspool seda aga võib ulatuda 3 meetrini.

Sooaluse soo tekkis jääjärveliste setetega kaetud lohu soostumisel. Kuivendatud soo põhiosa on kaetud madalsoometsaga, lõunaosas levib ka kultuur-rohumaa. Hästilagunenud tarna-, puu-tarna- ja puu-pillirooturbast madalsoolasund hõlmab kolm neljandikku 215 ha suurusest soost. Ülejäänud neljandiku moodustab villpea- ja männi-villpeaturbast raba-segalasund. Turbakihi paksus ulatub 2,5 meetrini.

1259 ha suuruses **Varudi soos** levivad kõik turbalasundid: raba-, raba-sega-, siirdesoo- ja madalsoolasund, millest viimane hõlmab alla neljandiku. Kaardilehelt ulatub välja vaid soo äärmine idaserv. Turba paksus ulatub teadaolevalt 3,75 meetrini (mis võib lamavate järveliste setete arvel olla veidi ülepakutud). Lasundi ülaosa moodustab vähelagunenud fuskumi- ja villpea-sfagnumiturvas, kesk- ja alumise osa keskmiselt lagunenud männi-sfagnumi ja männi-villpea- ja puu-pillirooturvas. Atlantikumi keskel moodustuma hakanud (Moora, 1998 R. Pirruse järgi) turba lamamiks on jääjärveline (järveline?) liiv ja aleuriit, mida soo lääneosas katab (lubjaka) turbase järvemuda kiht. Raba põhjaosas asub ligi 250 ha suurune freesturbaväli

Loode-kagusuunaliselt väljavenitatud **Vaeküla (Nõmmise) sood** (580 ha) poolitab Tallinn–Peterburi maantee. Enamik soost on põllustatud, siin levib 1,2 meetri paksune hästilagunenud puu-pillirooturbast madalsoolasund. Vaid äärmises kaguosas, kus ligi 90 hektaril levib raba-segalasund, suureneb turba paksus 4,2 meetrini, kusjuures vähelagunenud fuskumiturvast on kuni 1,7 meetrit.

Eelmisega aluspõhjalises nōos asuva **Vetiku (Sõmeru) soo** (pindala 167 ha) taimkattes esineb nii puis-rohusood, madalsoometsa kui kanarbikulisterohket puisraba. Ligi 40 % soost hõlmav madalsoolasund koosneb peamiselt puu-tarnaturbast Raba-sega- ja rabalasund koosneb siirdesoo rohuturbal lasuvast sfagnumiturbast. Turba paksus on Allikvee ja Orru (1978) andmetel soo põhjaosas kuni 5.8 m, kusjuures rabaturba paksus ulatub 3 meetrini. Turba selline paksus on aga mõnevõrra üle hinnatud ja siia on ilmselt osalt sisse loetud ka läbilõike kesk- (ja/või all-) osas leviv järvelubi (Männil, 1964).

Jõesetted (aIV). Ehkki geoloogilises mõttes noored ja levikult piiratud setetega, on jõed olulisel määral kujundanud maastiku ilmet uuritaval alal. Seda läbib üldiselt põhjaloode suunaliselt kaks suuremat jõge, **Selja** ja **Kunda jõgi** koos oma lisajõgedega. Viimasega moodustab geneetiliselt ühtse süsteemi ka kunagi selle ülemjooksuks olnud **Toolse jõgi**. Kaardilehe piiresse jäävad veel **Vainupea jõe** ja **Kongla oja** ülemjooks. Kasutades oma vooluteedena vanu mattunud orge, jälgivad jõed eelkõige kunagise liustiku ja selle vooluvete liikumist. Selget ja Eestile nii tavalist seost jõgede ning aluspõhja rike suuna vahel (Miidel, 1971) me siin ei tähelda. Küll on aga hästi märgatav Põhja-Eesti jõgedele iseloomulik kumer, aluspõhja reljeefi suurvorme jälgiv pikiprofiil (Miidel, 1963). Alluuviumi paksus on jõgede ülemjooksul tavaliselt alla kahe meetri, kasvades keskjooksul lammisetete (ka lammisoode)

osakaalu suurenedes kolme, harvem kuni viie meetrini. Suure languga alamjooksul (Kunda jõel ligi 8 m/km ja Toolse jõel ligi 5 m/km; Miidel, 1966), klindiservast läbi murdes, väheneb jõesetete paksus taas, ning selles suureneb sängialluuviumi osakaal. Eriti suurejooneline on Kunda jõe kuni 30 m sügavuselt Kambriumi liivakividesse ja savidesse lõikunud kanjoni laadne org (Foto 8), võib-olla Eesti sügavaim, aga ka mõnevõrra madalam Toolse jõe org ei jää sellele palju alla. Erinevalt eelmistest on Selja jõgi oma alamjooksul, paelavalt laskununa lõikunud küll erinevatesse pinnakatte setetesse jääjärvelistest liivadest ja savidest moreenini, ning ka jõe langus on mõnevõrra väiksem, kuid ligi kümnekonna meetri sügavune kaitsealune org pole mitte vähem maaliline.

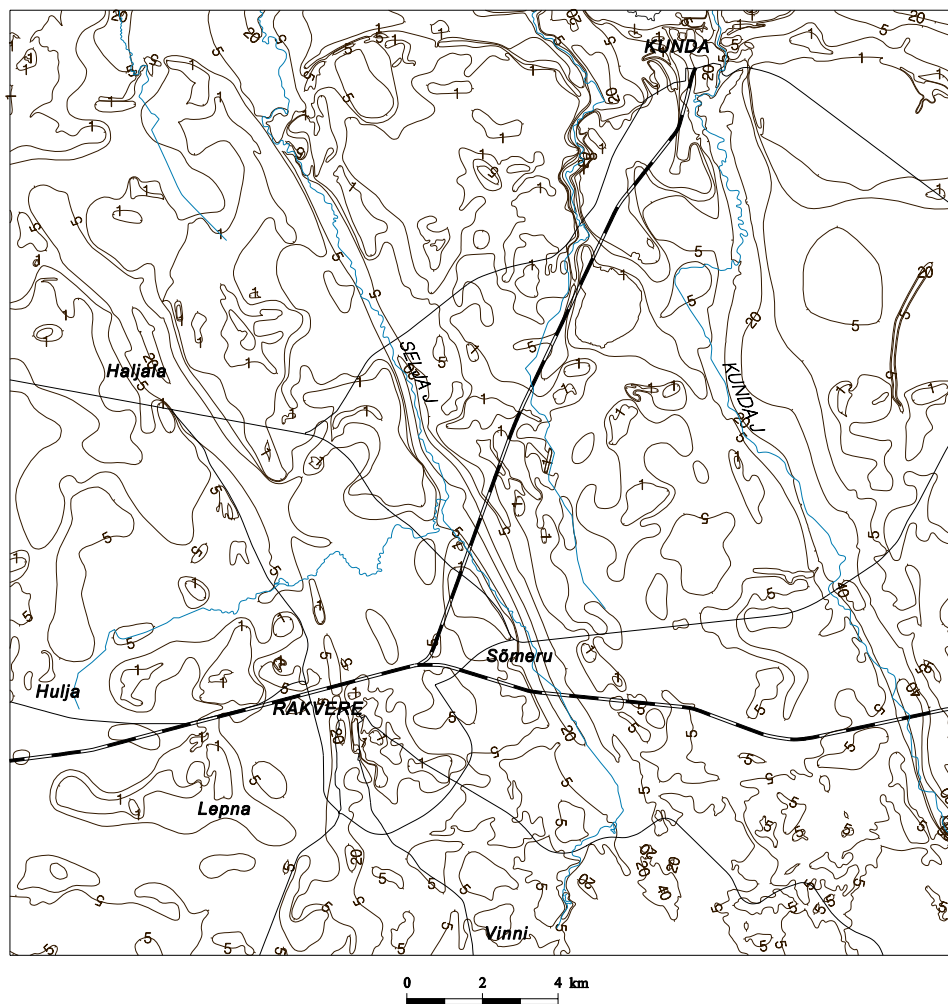
Tehnogeensed setted (IV). Märgatavamad inimtekkelised pinnavormid ja setted on kõik seotud tsemenditootmisega ning asuvad Kunda ümbruses. Suurimaiks tehispinnavormideks on kahtlemata oma lõunaosas kuni 15 m sügavune **Kunda Aru-Lõuna ja Aru-Põhja** lubjakivikarjäär koos nende vahele kuhjatud kattepinnasest, paetükkidest ja -sõelmetest kuni 10 m kõrguste küngastega. Kunda linnas asuvad tsemenditootmise jääkidest (tänapäeval eelkõige põlevkivituhast) “tuhamäed”, samuti vanasse sinisavikarjääri rajatud, tänaseks juba likvideeritud prügila. Vanad reovee settebasseinid asuvad Haljalas ja Ubja vanas karjääris. Suurem katendi, nii pinnakatte kui lubjakivi, kuhjeala töötab kujuneda uude, kaevandamise algusjärgus olevasse Ubja põlevkivikarjääri.

2.3. PINNAKATTE PAKSUS

Pinnakatte paksuse kaart (joonis 12) on kaardikomplekti suure praktilise tähtsusega lisakaart, mis on saadud tänapäevasest reljeefist aluspõhja reljeefi (joonis 4) lahutamisel. Marsruutide käigus kogutud andmepunktide (kaevud, paljandid jms), geofüüsikaliste andmete ning kaudse info kõrval tuleb eraldi mainida geoloogiliste puuraukude andmebaasis sisalduva 1018 aluspõhja avava puuraugu, ning puurkaevude andmebaasi 629 puurkaevu, millest 529-l fikseeriti aluspõhi, tähtsust pinnakatte paksuste kaardi koostamisel.

Väiksemad on pinnakatte paksused Viru laval, eriti selle põhjaosas, kus Iilast Noonuni kulgeb ulatuslik alvarite vöönd. Iseloomulik on õhukese pinnakattega esinemine klindiasangu, nii Kambriumi kui Ordoviitsiumi, jalamil, Balti mere erinevate staadiumide kulutuse piirkonnas. Kaardilehe äärmises põhjaservas, Kambriumi sinisavi avamusalal võiks isegi rääkida omapärasest sinisavialvarist. Aluspõhi avaneb veel Kunda ja Toolse jõe kanjonilaadsetes lõikudes. Pinnakatte nullilähedasi paksusi esineb laiguti samuti Pandivere kõrgustikul; tihti on need (vastastikku) seotud karstiga. Unustada ei saa ka tehislikke aluspõhja avamusi, lubjakivi ja sinisavi karjääre. Üldse on õhukese, vähem kui meetripaksuse pinnakattega alasid kaardilehel üle 15 %.

Pinnakatte suurimad paksused on seotud ala kagust loodesse läbivate Kunda, Selja ja Haljala mattunud orgudega. Maksimaalpaksus 91 m on fikseeritud puuraugus P-2232 kaardilehe äärmisel kaguserval, Ulvi lähedal, kus Kunda org ulatub Lükati savidesse. Pinnakatte paksus ületab 10 ja kohati isegi 20 m ka peamiselt kaardilehe kaguossa jääval ooside-mõhnade alal.



Joonis 12. Pinnakatte paksus.

Figure 12. Thickness of the Quaternary deposits.



Foto 27. Rakvere linnuse varemed Rakvere oosi lael.

Photo 27. The ruins of Rakvere stronghold on the Rakvere Esker.



Foto 28. Noonu kruusakarjääri põhjas paljandub lubjakivi nagu lagelool.

Photo 28. The bottom of gravel pit in Noonu.



Foto 29. Kivine põld Kandle lähistel.

Photo 29. The stony field in the surroundings of Kandle Village.



Foto 30. Kunda jõgi lõikumas glatsiofluviaalse delta liiva.

Photo 30. Kunda River is cutting to the sands of glaciofluvial delta.



Foto 31. Selja jõe vana org Pehka lähistel.

Photo 31. The former valley of Selja River in the surroundings of Pehka.



Foto 32. Pehka kruusauk, kus läätseti paljandub ka konglomeraati.

Photo 32. Pehka Gravel Pit where lenses of conglomerate crop out.



Foto 33. Pehka konglomeraat.
Photo 33. The conglomerate of Pehka.



Foto 34. Kunda Hiimägi idast vaadatuna.
Photo 34. The view to Kunda Hiimägi from east.



Foto 35. Jämepeurdsetest setetest vall Selja–Kaliküla klindiplatood ääristava astangu äärel.
Photo 35. The wall of coarse-grained deposit in the edge of Selja–Kaliküla Klint Plateau.

3. HÜDROGEOLOOGIA JA PÕHJAVEE KAITSTUS

Hüdrogeoloogiline ja põhjavee kaitstuse kaart on koostatud, nii nagu teisedki, suures osas varasemate keskmise- ja suuremõõtkavalise geoloogilise kaardistamise ning otsingu- ja uuringutööde materjalide põhjal. Kasutatud on veel Kunda ümbruses toimunud põhjaveeseire töid (Kink, 1993–2004) ning suuremates asulates läbiviidud põhjavee keemilise koostise uuringute (Savitskaja jt, 1987; Tennokesse jt, 1991) materjale, lisaks ka põhjaveevarude kinnitamise aruandeid (Vatalin, 2000, 2001; Vatalin jt, 1997). Puuraukudest on hüdrogeoloogiline andmestik 20 puurangu kohta fosforiidiuuringult (Raudsep jt, 1984), lisaks veel 6 kaardistamise (Saadre jt, 1984) ja 6 põlevkivi-uuringute (Morozov jt, 1975) puurauku. Valdav andmestik pärineb aga üle 600 andmebaasi “Põhjavesi–Puurkaev” kantud tarbepuurkaevust ja vaatluspuurkaevust. Veepunktide keskmine tihedus on 1 puurkaev 1 km² kohta, kuid põhiline osa neist paikneb territooriumi tihedama asustusega lõuna- ja kirdeosas. Lisaks kasutati ka ligi 40 nii seirevõrku kuuluva kui ka välitöödel uuritud allika andmestikku.

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

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

Kvaternaari (pinnakatte) setetes esinevad nii surveta vett sisaldavad ja vahetult meteoroloogilistele mõjuritele alluvad poorsed põhjaveekihid kui ka surveallikad põhjaveekihid. Mattunud orgude iseloom on erinev läänepoolseist Kadrina kaardilehe veerikkaist orgudest. Mattunud orud on valdavalt täitunud saviga ja on kaardil näidatud orgudena, kus vaid kohati (Selja mattunud ürgorg) võib alla 10 m tusedusega glatsiofluviaalsetes liivades paiknev veekiht olla alternatiiviks aluspõhja veekihile. Pinnakattes tungib kogu infiltratsioon ja seda läbib suurem osa põhjavee äravoolust.

Pinnakatte ülemine osa või kohati kogu pinnakatte kuulub aeratsioonivöösse, kus peale filtratsioonivoolude liigub hulk vett auruna või kapillaarjõudude toimele (Perens, 1998). Suuremal osal alast esineb maapinnalt esimene aluspõhjaline veekiht Ordoviitsiumi lõhelistes ja karstunud karbonaatseis kivimeis, kus põhjavee liikumise kiirus on suur lõhedes ja maapinnalähedastes karstiõõnsustes. Ala põhjaosas moodustavad esimese maapinnalähedase aluspõhjalise veekihi poorsed terrigeensed kivimid ja mõnevõrra kõrgendatud mineraalsusega vee liikumiskiirus on väike. Aluskorra lõhedes esinev kõrgendatud mineraalsusega vesi on praktiliselt liikumatu.

Veepidemetena eristatakse kihte, mille transversaalne filtratsioonikoefitsient (K) on väiksem kui 10⁻² m/d. Tegelikult veevarustuse seisukohalt eristatakse piisavalt vettandvaid veekihte ning veekomplekse (kaevude valdav erideebit $q > 0,1 \text{ l/(s·m)}$ ehk $> 10 \text{ m}^3/\text{d}$, $K > 1 \text{ m/d}$) ning nõrgalt vettandvaid veekihte ja veekomplekse ($q < 0,1 \text{ l/(s·m)}$, $K < 1 \text{ m/d}$). Erideebitina tähistatakse kaevu tootlikkust (l/s) veetaseme alandamisel 1 meetri võrra pumpamise käigus (tootlikkuse jagatis üldise taseme alanemisega). Filtratsioonikoefitsiendina (K) mõistetakse kivimi või sette omadust lasta endast läbi gravitatsioonivett. Filtratsioonikoefitsient võib olla erinev (tavaliselt karbonaatses kompleksis) kihipindadega ristuv

(transversaalses) suunas ning nendega paralleelses (lateraalses) suunas ja ta mõõtühikuks on m/ööpäevas (m/d). Tootlikkuse mõõtühikuna kasutatakse veetarbimises lisaks l/s ka m³/ööpäevas (m³/d).

Tabel 4. Hüdrosratigraafiline liigestus (Perens, Vallner, 1997; Perens, 1998, muudatustega).

Table 4. Hydrostratigraphical units.

Regio- naalne strat. skeem	Koha- likud ühikud	Hüdrokeoloogilised stratonid			Val- dav pak- sus, m	Vee- tase maa- pin- nast, m	Deebit, l/s	Alan- dus, m	Eri- deebit, l/s*m
Ladestu	Kihistu	Vee- kompleks	Veekiht	Veepide					
	Järva		soosetted (bQ _{IV})	järvesetted (lQ _{IV})	1–3	0,2–1			
			jõesetted (aQ _{IV}), järvesetted (lQ _{IV})		1–2	0,5–1			
					1–2				
			merelised setted (mQ _{IV})		1–2	1	0,01–0,3	1	0,01– 0,1
			jääjärve setted (lgQ _{III})		1–3	0,5–2	0,02– 0,05	0,5–2	< 0,1
				jääjärveline savi (lgQ _{III})	2–5				
			glatsiofluviaalsed (liustikujõe) setted (fQ _{III})		2–15	1–10	0,1–0,5	1–10	0,05– 0,5
Ordoviit- sium O ₂		Ordoviit- siumi (O)	Ordoviitsiumi liigestamata		5–100	1–15	0,5–5	0,5–10	0,1–5
				Ordoviit- siumi veepide (O)	5–6				
Kambrium Ca ₁	Kalla- vere Tiskre	Ordoviit- siumi– Kamb- riumi (O– Ca)	Ordoviitsiumi– Kambriumi (O– Ca)		15–25	2–35	1–3	3–10	0,1–0,8
	Lükati Lon- tova			regionaalne veepide (Ca ₁ lk– Ca ₁ ln)	75–85				
		Kamb- riumi– Vendi (Ca–V)							
Neoprote- rosoikum V ₂			Voronka (V ₂ vr)		20–30	45–95	1–10	2–15	1–3
				Kotlini	15–25				
			Gdovi (V ₂ gd)		35–45	45–95	1–5	1–2	> 1
Protero- soikum (PP)			Aluskorra murene- miskooriku ja lõhelise vööndi põhjavesi (PP _{1–2})		10–25				< 0,1
				lõhedeta aluskind (PP ₁)					

3.1. KVATERNAARI VEEKOMPLEKS

Kvaternaari veekompleksi suurimaks puuduseks on selle väike reostustaluvus. Kaardipildis ei ole veekompleks eristatud, kuid tingmäärgiga on antud mattunud orud, milledes võivad kohati olla alternatiivseks veevarustuse allikaks glatsiofluviaalsed setted. Enamik allpool kirjeldamist leidvaid veekihte on olulise põhjaveevaruta ja setete levikut võib jälgida kaardikomplekti pinnakatte kaardil ja läbilõigetel.

Tuulesetetest kuuluvad vaid kirdeosas esinevad üksikud luited aeratsioonivöösse (on veetud).

Tehnogeensed setted levivad Kunda suletud prügilas ja Nordic Tsemendi prügila piires, Rakveres ligi 5 ha täidetud prügilas, Aru-Põhja lubjakivikarjääris ja Ubja suletud põlevkivikaevanduse ning Vanamõisa kunagise väikese põlevkivikarjääri põhjaservadel. Kuni 5 m paksused setted on kõikjal veetud (seejuures Kunda klinkritolmu mägi on suhteline veepide).

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

Järvesetete (IQ_{IV}) esineb kaardilehe piires vaid laiguti. Liivaste setete tusedus ei ületa tavaliselt 1 m ja vesi on omadustelt lähedane jõesetete veele. Oluline on vettpidava iseloomuga järvelubi, mille paksus on valdavalt 1 m, kuid Sõmeru mattunud orus ulatub 6 meetrini. Sageli esineb järvelubi turba all ning nende vahelihiks võib olla samuti vettpidav järvemuda (alla 1 m).

Soosetete (bQ_{IV}) veekiht levib kaardi lääne- ja kirdeosas. Veetaseme sügavus looduslikus seisundis soodes ei ületa poolt meetrit ja veekihi tusedus, olenevalt turbalasundi paksusest, on 1–3 m. Filtratsioonikoefitsient (K) oleneb turba lagunemisastmest ja ulatub keskmiselt 0,05–0,1 m/d (suurem K on iseloomulik turbale Pandivere nõlva karstivetest toituvates soodes, kus võib ulatuda üle 1 m/d).

Turvas on suure veemahtuvusega, kuid kogu sademete filtratsioon ja äravool ning aurumine rabades on seotud umbes 0,5 m tuseduse ülemise turbakihi ehk akrotelmiga. Looduslik rabavesi on happelise reaktsiooniga (pH kuni 4), rikas lämmastikühenditest ning mineraalainevaene (alla 0,05 g/l). Mineraalainete üldsisaldus põhjaveelise toitumisega madalsoodes on 0,1–0,5 g/l. Põhjaveetoitega Hulja soos oli 1993. aastal ärajuhitav vesi nõrgalt aluselise reaktsiooniga (pH 7,1–7,3) ning soovet kohta ülikõrge sulfaadisaldusega – 13 kuni 30,5 mg/l (Kink jt, 1998). Varudi soo kuivenduskraavi vesi oli sama töö põhjal 1995. aastal nõrgalt aluselise reaktsiooniga (pH 7,0–7,7) ja kõrgenenud mineraalainete sisaldusega (SO_4 23,5 mg/l, Ca 80 mg/l). Humiinaineist on põhjustatud soovete kõrge orgaanikasisaldus. Praktiliselt kasutust soosetete veekiht ei ole leidnud.

Meresetete (mQ_{IV}) veekiht levib vaid kitsas kaardilehe kirdenurgas. Liivade filtratsioonikoefitsient on vahemikus 1–10 m/d. Veekihi üldine mineraalainete sisaldus on 0,3–0,5 g/l (klindiesisel alal kõrgem) ning sageli on vees suur üldraua sisaldus. Praktiliselt kasutust leiab paari salvkaevuga Kuura külas.

Jääjärve setete (IgQ_{III}) veekiht levib ala põhjaosas ja laiguti kogu lehe ulatuses. Eritelistest liivadest rannavallid on peamiselt veetud. Vettsisaldavaks on peenliivad (ka aleuriidid) filtratsioonikoefitsendiga 0,1–1 m/d (suuremaid väärtusi on määratud Varudi ümbruses, Veltsil ja kaardilehe põhjaosas). Rannavallides ulatub K 35 m/d Tartuse maasäärel (Saadre jt, 1984). Vesi on survetu või läätsedena moreenis nõrgalt surveiline. Põhjavesi on väga muutliku keemilise koostisega, valdab HCO_3 - SO_4 -Na-Ca- tüüpi vesi mineraalsusega kuni 0,5 g/l ja kõrge rauasisaldusega (valdavalt esineb raud Fe^{2+} kujul). Tarbitakse väga üksikute salvkaevudega, peamiselt Balti jääjärve liivades. Jääjärvelised **viirsavid (IgQ_{III})** eraldatakse traditsiooniliselt välja veepidemena ($K < 10^{-4}$ m/d) ning vettpidavate setete tusedus ulatub 20 m-ni mattunud orgudes.

Glatsiofluviaalsete (fQ_{III}) setete veekiht leiab kasutamist väheste üksiktarbijate salvkaevudega. Kuigi liivade filtratsioonikoefitsient on 2–5 m/d, ulatudes kruusliivade puhul 25–50 m/d, Pahnimäel 59 m/d (Saadre jt, 1984). Suuremal osal alast on veekiht survetu iseloomuga ja erideebitid ei ületa tavaliselt 0,1 l/s×m. Mattunud orgudes on veekiht samuti survetu, kuigi Selja ja Kunda ürgorus ulatub setete paksus 10 m. Survelise iseloomuga on veekiht vaid ürgorgude õhukestes liivaläätsedes. Vesi on $HCO_3-SO_4-Ca-Mg$ - või reostununa $HCO_3-Cl-Mg-Ca$ - tüüpi, mage, kohati suure rauasisaldusega.

Moreeni (glatsiogeensete setete – gQ_{III}) veekihti eksploateeritakse väheste salvkaevudega. Veekiht on survetu, levib praktiliselt kogu kaardialal ning üksnes maetud orgude liivakates läätsedes võib olla surveline. Valdavalt on vettsisaldavaks vaid alumine, lokaalmoreeni (<2 m) osa või üksikud moreenis esinevad liivaläätsed. Vesi on $HCO_3-Ca-Mg$ - tüüpi, kare, kõrge rauasisalduse ja mineraalsusega 0,3–0,8 g/l. Tavaliselt on moreenid veevaesed ($K=0,1-1$ m/d) ja nendes olevad kaevud võivad suviti kuivada.

Mattunud orgudes ja klindiesisel alal võib moreeni käsitleda **suhtelise (nõrga) veepidemena** kuni väga väikese läbilaskvusega veekihina ja filtratsioonikoefitsient küünib liivsavimoreenidel 10^{-3} m/d ja valdavatel saviliivmoreenidel $10^{-2}-10^{-1}$ m/d.

3.2. ALUSPÕHJA JA ALUSKORRA VETTANDVAD JA VETTPIDAVAD KIHID

Ordoviitsiumi veekompleks levib kogu alal, välja arvatud mattunud orud kaardilehe põhjaservas, hõlmates kogu karbonaatkivimite lasundi. Veekompleks on praktiliselt kõikjal survetu. Aeratsioonivöö paksus ületab sageli 5 meetrit. Peamine surve tekkeala – Pandivere kõrgustik – jääb kaardilehe lõunapiirile, kuid aluspõhjakõrgendike jalameil esineb ka lokaalseid survealasid.

Ordoviitsiumi veekompleksis on loobutud vettpidavate ja veekihtide eristamisest ja vaadatakse Ordoviitsiumi veekihte liigestamata kompleksina. Põhiargumendiks oli, et avamusalal sõltub karbonaatkivimite veeandvus peamiselt lõhelisusest, aga mitte nende litoloogiast.

Lubjakivilasundi enim karstunud ja murenenud ülemise osa – murenemisvöö – paksus on enamasti 1–3 m. Eesti karbonaatkivimite kompleksi avavatest (ca 300) puuraukudest tehtud vooluhulga karotaažid näitavad (Perens, 1998), et ülemine 15 meetrit annab ligi poole kogu puurauku tungivast veest ning 75 meetrist sügavust võib pidada kogu veekompleksi vettandva osa alumiseks piiriks. Murenemisvööst allpool hakkab juba ka kivimite litoloogia mõjuma ning eelmainitud töös on väikseima veeandvusega lademetena toodud Idavere ja Uhaku lade (vastavalt 0,3 ja 0,7 m/d) ja neile lähedaste väärtustega Volhovi ja Oandu lademed (1,2 ja 1,5 m/d), kusjuures karbonaatkivimite veekompleksi keskmine lateraalne filtratsioonikoefitsient on 8,1 m/d. Suurima veeandvusega lademenä on antud kaardialal esinevaist toodud Rakvere lade.

Kaardilehe piires tehtud varasemad vooluhulga karotaažid (Perens jt, 1978; Perens, Lang, 1979; Raudsep jt, 1989) näitasid kaardilehe lõunaosas põhilisi vettandvaid intervalle Rägavere kihistust Piilse ja Tudu kihistike piiril (puuraugud P1545, P1558 ja kõik Rakvere linna uuringupuuraugud). Fosforiitide detailuuringul (Raudsep jt, 1989) kaardilehe kaguosas uuritud puuraukudes erines 50 % üldisest keskmisest vooluhulgast Rakvere lademest, 19 % Keila lademest ning Nabala, Jõhvi ja Kukruse lademest kõigist 7 %. Puuraugust 610 (Saadre jt, 1984) täheldati vettandvaid intervalle Keila lademest (Pääsküla kihistiku alumisel piiril), kaks intervalli Kukruse lademest ning Kukruse–Uhaku piirilt ja Aseri lademe piirilt Kunda lademega. Kaardilehe põhjaosas (Perens, Lang, 1979) olid puuraukudes 3698–3703 ning 4444 vettandvad intervallid Kukruse lademest kõigis proovitud puuraukudes ning Lasnamäe lademest 17-st puuraugust 14-s. Seejuures paiknesid need 14 puurauku aga Lasnamäe lademe avamusel. Uhaku lademest täheldati siin vettandvaid intervalle 25 % puuraukudest.

Tuginedes ka Pandivere riiklikus seirepiirkonnas jälgitavate põhjavee kvaliteedi ja kvantiteedi seire andmeile, võib siin veekompleksi ülemise kuni 100 m paksuse meteoroloogiliste tegurite aktiivse mõjuvöö jagada kaheks alamvööks. Ülemine, tugevalt karstunud kivimitega alamvöö haarab maapinnalähedased veekihi kuni sügavuseni 30 m, mis reeglina toituvad kurisute ja karstilõhede kaudu (Perens jt, 2004). Sellest sügavamal, alumises alamvöös, saab juba eristada tavapäraseid Nabala–Rakvere, Keila–Kukruse ja Lasnamäe–Kunda veekihte, milliste tasemetes võivad erinevused küündida 2–3 meetrini. Tektooniliste rikete kohal ei avaldu suhteliselt vettpidavate vahekihtide mõju isegi 75 m sügavuseni (vt hüdrogeoloogilise kaardi läbilõike). Käesolevas töös juhend (Juhend..., 2006) veekompleksi liigestamist ei nõua.

Puurkaevude erideebit kõigub vahemikus 0,05–10,0 l/s meetri alanduse kohta, olles keskmiselt aga 0,1–5,0 l/sxm. Ala kagunurgas esines ülevoolu põlevkivi uuringute paaris puuraugus ning jõeorgudes on arvukalt väiksemaid allikaid. Karbonaatses kompleksis on vesi mage, $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-}$ tüüpi, mineraalainete üldsisaldusega 0,3–0,5 g/l. Suurem on põhjavee mineraalsus paekõvikuil ja reostusest tingituna väikeasulate piirkonnas, kus muutub ka vee tüüp ($\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg-}$) ja vesi on kare või väga kare ning sageli kõrge rauasisaldusega (üle 1 mg/l).

Ordoviitsiumi veekompleks on alal põhiliseks eratarbijate veevarustuse allikaks, aga kuna elanikkond on koondunud peamiselt ala lõuna- ja kirdeossa, reostuse eest vähem kaitstud kivimite levialale, siis on leidnud enam kasutamist sügavamal asuv Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleks. Ordoviitsiumi veekompleksis on kaitsmata aladel sageli manteldatud vähemalt 30 m vettandvam ülaosa ja sellistes, kohati anaeroobsetes tingimustes põhjaveega puurkaevudes, on suurem mineraalainete sisaldus ja vee karedus, väiksem veeandvus ja sageli sisaldub vees lubamatult rauda ning mikrokomponentidest kohati Mn^{2+} .

Ordoviitsiumi veepideme moodustavad Varangu kihistu savid ja Türisalu kihistu diktüoneemakilt ja traditsiooniliselt ka Toila kihistu glaukoniitlubjakivid koos lamamiks oleva glaukoniitliivakiviga tusedusega 5–6 m. Vaid ala edela- ja kagunurgas, kus karbonaatse kompleksi tusedus ületab 100 m, kuuluvad veepidemesse ka Sillaoru ja Loobu kihistu lubjakivid. Veepideme läbilaskvus on teravalt anisotroopne. Kui lateraalne (külgsuunaline) filtratsioonikoefitsient võib muutuda 0,001–1,0 m/d, siis transversaalne on enamasti suurusjärgus 10^{-6} – 10^{-5} m/d või isegi 10^{-7} m/d (Vallner, 1980).

Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleks (O–C) levib enamikul alast, olles maapinnalt esimeseks aluspõhjaliseks vaid põhjapiiri klindiesises ja mattunud orgudes. Kallavere (Ordoviitsium) ja Tsite ning Tiskre kihistu (Kambrium) peeneterisest liivakivist ja jämeterisest aleuroliidist koosneva kompleksi paksus on 15–25 m. Veekompleks toitub nii Pandivere kõrgustikult, mille põhjanõlv haarab kaardilehe lõunaosa, kui ka läbi Ordoviitsiumi veepideme. Viimast tektooniliste rikete ja mattunud orgude piirkonnas. Veekompleks on surveiline, muutudes survetuks vaid avamusalal. Filtratsiooniomadused on välja peetud: $K=1\text{--}10$ m/d, $q=0,1\text{--}0,5$ l/s meetri alanduse kohta, kusjuures erideebitid alla 0,1 l/s esinevad vaid ala põhjaosas.

Keemiliselt koostiselt on põhjavesi $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-}$ tüüpi lahustunud mineraalainete üldsisaldusega 0,3–0,5 g/l ja ala lõunapiiril hakkab mineralisatsiooni kasvamata valdama katioonidest Na-ioon ja anioonidest Cl-ioon. Samuti muutub vee tüüp ja võib kasvada mineraalsus intensiivse tarbimise piirkondades ja reostuse mõjul. Veekompleks on peamiseks ühisveevarustuse allikaks ala suuremates asustatud punktides, v.a Kunda linn.

Lükati–Lontova regionaalne veepide levib kogu alal ja on esindatud eelnimetatud kihistute argilliidilaadse saviga (Lontova kihistu Sämi kihistiku ülemise osa eriteriseid liivakivisid võib vaadelda Kambriumi–Vendi veekompleksi kuuluvana). See on läbilõike tusedaim (75–85 m) ja suurima isolatsioonivõimega veepide – transversaalne filtratsioonikoefitsient on enamasti 10^{-7} – 10^{-5} m/d (Vallner, 1980).

Kambriumi–Vendi veekompleksi (C–V) kandjaks on eelnimetatud ladestute liivakivid ja aleuroliidid. Kuni 15 m paksused Kotlini kihistu savid jaotavad veekompleksi kaheks: ülemiseks – Voronka ja alumiseks – Gdovi veekihtiks. Lisaks loetakse Kotlini veepidemesse selles töös ka 5–10 m tusedust Sirgala kihistu alumist savikat osa. Voronka veekiht on väiksema veeandvusega kui seda on Gdovi veekiht. Voronka veekihi filtratsioonikoefitsient (K) on keskmiselt 1–5 m/d, puurkaevude erideebitid (q) on 0,05–0,75 l/s meetri alanduse kohta. Gdovi veekihi aga vastavalt $K=5–10$ m/d ja $q=1–5$ l/s meetri alanduse kohta.

Veekompleksi vesi on mäge (üldmineralisatsioon 0,3–0,45 g/l), kusjuures veidi suurem on see alumise, Gdovi veekihi puhul. Vesi on $\text{HCO}_3\text{-Cl-Ca-Na-}$ või $\text{HCO}_3\text{-Ca-Na-}$ tüüpi. Gdovi veekihi on probleemiks suur kloriidide ja raua sisaldus põhjavees, samuti radionukliidide sisaldus. Kaardilehe piiresse jääb ulatusliku survepinna alanduslehtri lääneserv ning veekompleksi survepind on 1–5 m alla merepinna, v.a Rakvere linn. Veekompleks on peamiseks ühisveevarustuse allikaks Rakvere ja Kunda linnas. Kunda linn kasutab nüüdseks ühisveevarustuses vaid Voronka veekihi põhjavett, Rakvere linna ühisveevärgi puurkaevud avavad kogu C–V veekompleksi.

Aluskorra murenemiskooriku ja lõhelise vööndi põhjavesi on kõrgsurveline, kuid kaardilehe piires uurimata. Analoogia põhjal kõrvalaladega on põhjavesi suure mineraalsusega ja lisaks väga väikese veeandvuse tõttu ei oma tähtsust veevarustuses.

Puurimise käigus saadi süvapuuraugust F149 $\text{ClHCO}_3\text{-}$ tüüpi vett mineraalsusega 2,2 g/l. Tavaliselt on aluskorra põhjavesi veelgi suurema mineraalainete sisaldusega ja vahetult kaardilehest idas Kanguristil oli puuraugu F182 põhjavesi kloriidset tüüpi mineraalsusega 10 g/l.

3.3. PÕHJAVEE TARBEVARU JA SELLE KASUTAMINE

Kaardilehe piires on kinnitatud põhjaveevaru Rakvere linnale (koos lähiümbrusega), Kunda linnale, Haljala alevikule ja Andja külale (Virukivi veehaare). Varud on kinnitatud valdavalt tähtjaga (kasutusaeg kuni 2020. a). Keskkonnaministri 2006. (6.04.2006) aasta käskkirjaga on kehtivad varud esitatud tabelis 5.

Hüdrogeoloogilisel kaardil on toodud veetarbimine 2005. a lõpu seisuga ja arvestatud on vaid puurkaeve veetarbimisega üle 5 m³/d.

Kvaternaari veekompleksi vett tarvivad hajaasustuses vähesed väiketarbijad salvkaevudega peamiselt kaardilehe lõunaosas.

Ordoviitsiumi veekompleks leiab kasutamist üksiktarbijate (talud) arvukate salvkaevude ja puurkaevudega. Põhiliselt on puurkaevud alla 30 m sügavad ning riiklikku veearvestust nende tarbimise hulga kohta ei peeta. Ühisveevarustuses kasutatakse veekompleksi vett kohati Rakveres (metsamajand, keskkatlamaja ja Arkna elamud), enamuses aga Haljala alevikus, Kaarli külas, Lepnas, Essus ja Kohalas. Suurimad tarbijad on aga vett tehnoloogiliseks otstarbeks kasutavad Rakvere Lihakombinaat ja AS Aeroc Virukivi veehaardel. Märgatav veetaseme langus on toimunud vaid Ubja–Andja piirkonnas, kus toimub eraldi allpeatükis käsitlemist leidev põhjavee ärajuhtimine karjääriviisilisel kaevandamisel. Ühisveevarustuse tarbepuurkaevudes on ülemine osa karbonaatsest kompleksist manteldatud ja tarbitakse vaid veekompleksi alumise osa enamkaitstud põhjavett.

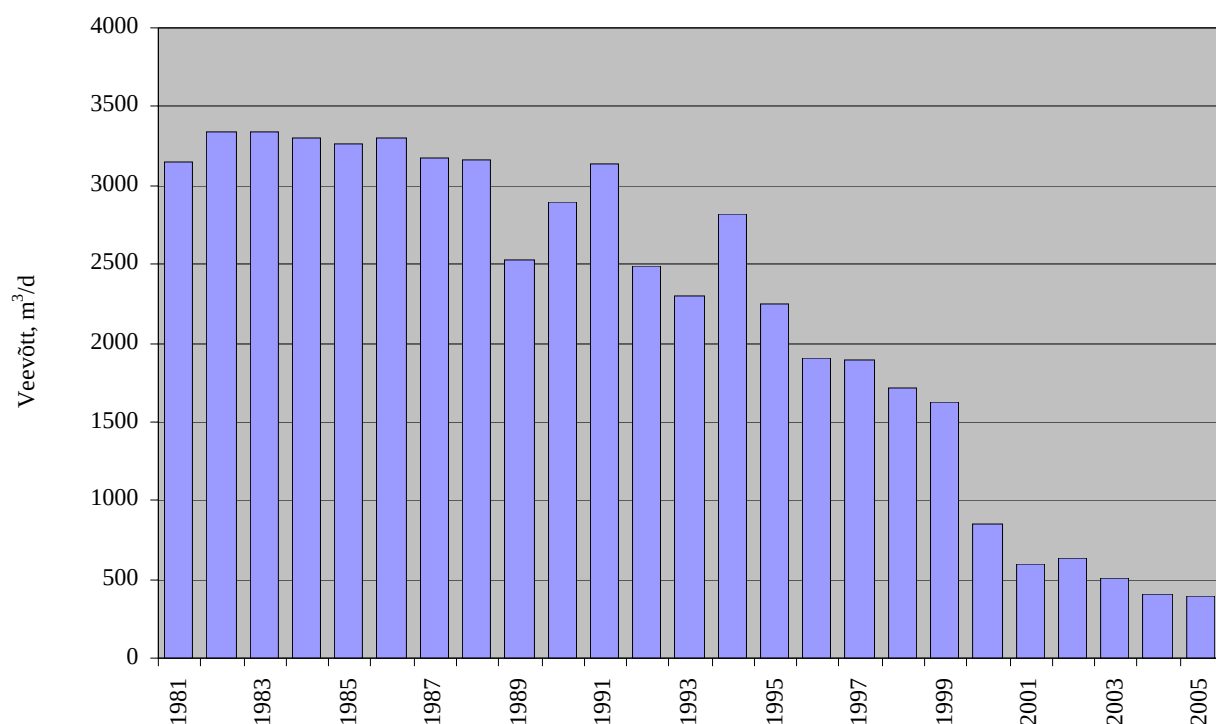
Tabel 5. Lääne-Viru maakonna põhjaveevarud.
Table 5. Groundwater approved reserves.

Maardla	Maardla piirkond	Veekihi indeks	Põhjaveevaru, m ³ /d	Kategooria ja otstarve	Kasutusaeg
Haljala	Viru Õlu AS	€-V	600	T ₁ , joogivesi	kuni 2024
Kunda	Kunda	V ₂ vr	720	T ₁ , joogivesi	kuni 2025
	Kunda	V ₂ gd	1290	T ₁ , joogivesi	kuni 2025
Rakvere	Arkna	O (Lasnamäe–Kunda)	1400	T ₁ , joogivesi	kuni 2020
	Rakvere Lihakombinaadi (Arkna)	O (Keila–Kukruse)	1000	T ₁ , tootmisvesi	kuni 2020
	Rakvere linn	O-€	800	T ₁ , joogivesi	kuni 2020
	Rakvere Lihakombinaat	O-€	500	T ₁ , joogivesi	kuni 2020
	Arkna veehaare	O-€	500	T ₁ , joogivesi	kuni 2020
	Rakvere ümbrus	O-€	1760	T ₁ , joogivesi	kuni 2020
	Rakvere linn	€-V	500	T ₁ , joogivesi	kuni 2020
	Piira veehaare	€-V	6000	T ₁ , joogivesi	kuni 2020
	Arkna veehaare	€-V	2000	T ₁ , joogivesi	kuni 2020
	Rakvere ümbrus	€-V	1660	T ₁ , joogivesi	kuni 2020
Virukivi	Virukivi	O	450	T ₁ , tootmisvesi	kuni 2013
	Virukivi	V ₂ vr	50	T ₁ , joogivesi	kuni 2013

Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleks leiab ühistarbimises kasutamist Ubjal (üle 50 m³/d), Huljal (100 m³/d) ja kuni 30 m³/d Lepnal, Vaekülas, Veltsil, Ulvis, Essul ja Uhtnal. Tootmises kasutavad veekompleksi vett Vetiku Suurfarm (54 m³/d) ja Näpi Saeveskid (11 m³/d). Suurimad veetarbijad on aga Rakvere linnas piiritusetehas (234 m³/d), AS Maag (67 m³/d), haigla (53 m³/d), AS Rakvere Vesi joogiveega põhivarustajana (46 m³/d) ja linnast põhja pool Rakvere Lihakombinaat (summaarselt üle 650 m³/d). Veekompleksi veetase (survepind) on algselt 62 m (1960. a) langenud tasemeni 40 m ümp Rakvere linnas. Viimastel aastatel on veetarbimine kompleksist püsinud stabiilsena, kuid lokaalse alanduslehtri kese on nihkunud Rakvere linnast Arkna poole.

Peamine põhjavee tarbimine ühisveevarustuses toimub C–V veekompleksist. Suurim veetarbija on Rakvere linna joogiveega varustaja AS Rakvere Vesi. Veetarbimine on püsinud stabiilsena paaril viimasel aastal, ületamata linnas 2000 m³/d. Küll on aga viimastel aastatel pidevalt vähenedes lõppenud 2005. aastaks veetarbimine veekompleksist Arkna veehaardel. Sellega seoses on Rakvere linna lokaalse alanduslehtri pindala pidevalt vähenemas linna kaguosa suunas. Veekompleksi survepind on algselt 7 m ümp 1945. a (ja 0,5 m 1962. a) langenud nüüdseks 10–12 meetrini allpool merepinda. Teistest tarbijatest on suuremad Haljala Viru Ölu (330 m³/d), Sõmeru (samuti omanikuks Rakvere Vesi AS – 198 m³/d) ja Vinni keskuse III puurkaev (159 m³/d). Kunda linna veetarbimine moodustas 2005. aastal 394 m³/d ja on viimastel aastatel pidevalt vähenenud.

Ühisveetarbimine on nüüdseks koondunud Kunda linna loodeossa ja samas suunas väheneb lokaalse alanduslehtri pindala. Seoses vee hinna tõusuga, ja seda eriti sügavama C–V veekompleksi osas, on AS Nordic Tsement suurendanud veevõttu Kunda jõest. Koos uue haavapuitmassi tehasega (Kunda Estonian Cell) moodustab nende veevõtt Kunda jõest 2005. a seisuga 840 m³/d.



Joonis 13. Veevõtt Kambriumi–Vendi veekompleksist Kunda linnas.

Figure 13. Groundwater consumption from Cambrian–Vendian aquifer system in Kunda.

3.4. PÕHJAVEE RIIKLIK VAATLUSVÕRK JA PÕHJAVEETASEME MUUTUMINE

Põhjavee riikliku tugivõrgu seirega on kaardilehe piires haaratud Kvaternaari, Ordoviitsiumi ja Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleks ning vaatlusväljakud paiknevad looduslikes ja looduslähedastes tingimustes. Vaatluskaevud paiknevad suuremate gruppidega, kus puurkaevud avavad erinevaid veekomplekse ja Ordoviitsiumi veekompleksi eri sügavustel paiknevaid veekihte. Suuremad seirejaamad on Kandles, Aru karjääri ümbruses, Sämil, Vaekülas, Arknas, Karitsas ja Tõrmal. Praegu tegutsevad

seirejaamad Tõrmal, Kandles ja Sämil ning kõigis puurkaevudes toimub nii kvantitatiivne kui kvalitatiivne seire.

Survetu põhjavee vabapinna kõikumine sõltub peamiselt sademeist ja ala looduslikust drenitusest ning on jälgitavad kevadine ja hilissügisene taseme maksimum ja talvine ning suvelõpu miinimumtase. Suurimad vabapinna sesoonsete kõikumiste amplituudid (ligi 3 m) on seotud karstialadega. Sügavamate aluspõhjakihtide vee survepinna kõikumine järgib maapinnalt esimese veekihi oma väikese hilinemisega ning taseme sesoonsete kõikumiste amplituudid vähenevad vastavalt kihi sügavuse suurenemisele ega ületa Kambriumi–Vendi veekompleksis mõnikümnet cm (vaid Rakvere linna puurkaevudes kuni 1 m).

Praegu tegutsevais vaatluspuurkaevudes on aastane veetaseme amplituud 3–4 m (maksimaalselt 5 m aastail 2003 ja 2005 vaatluskaevus 3675, mis avab maapinnalähedase veekihi karstipiirkonnas) ja ei ületa maksimaalsena 2,5 m ilmastikutingimuste aeglates vöös (puurkaev 3676). Samuti on nendes puurkaevudes karsti mõjul väga kõikuv vee keemiline koostis aasta lõikes ilmastikutingimuste mõju aktiivses vöös. Mineraalsus ulatub sageli üle 1 g/l puurkaevus 3675, kuid püsib stabiilsena 0,3–0,35 g/l puurkaevus 3676. Kandle seirejaamas on Ordoviitsiumi veetaseme aastane kõikumine 2–3,5 m (puurkaev 3693) isegi põhjavee väljealal ja mineraalsuse kõikumine 0,4–0,55 g/l.

Kvaternaari veekomplaksi seiret praegu ei toimu ja arvukad vaatlusaugud Kandles ja Sämil on reservis. Kambriumi–Vendi veekomplaksi survetaseme kõikumist uuriti Rakvere linnas aastail 1968–1977 (katastri puurkaev 2689) ja 1988–1999 (katastri puurkaev 3601). Toimus survepinna langus algselt 4 m amp kuni 8 m amp 1977. a ning aeglane tõus üldise veetarbimise vähenemise tingimustes 14 m amp (1988. a) kuni 9 m amp (1999. a). Kunda linna ümbruses toimus survepinna langus 3 m amp 1963. a kuni 5 m amp 1994. a (puurkaev 3297). Aastail 1978–1999 toimus põhjavee kvalitatiivne seire Kunda puurkaevust 2773.

Ordoviitsiumi–Kambriumi veekomplaksi kvantitatiivsel seirel langes veepinna survetase Rakvere linnas 48,5 m ümp (1963. a) kuni 38 m ümp 1990. a (puurkaev 2702). Arkna veehaardel toimus aeglane veetaseme tõus samas veekompleksis absoluutväärtustes 46 m 1988. a kuni 51 m 2003. a (puurkaev 7294). Põhjavee taseme sesoonse muutumise amplituud on väljaspool intensiivse veevõtu tingimusi 0,5–1,5 m (maksimaalsena puurkaevus 3688 2,3 m 2005. aastal).

Aru karjääri ümbruse vaatluspuurkaevudes toimus nii Ordoviitsiumi kui O–C veetaseme jälgimine aastast 1983 kuni tasemete stabiliseerumiseni 1993. aastal. Praegu toimuvad läbirääkimised AS Nordic Tsement puurkaevudes seire taasalustamiseks seoses Ubja põlevkivikarjääri töösserakendamiseiga.

Kaardilehe kaguosas paiknevad seirejaamad (puurkaevud avavad kõiki veekomplekse) on rajatud kuulsa fosforiidisõja eel ja püsivad reservis.

Lisaks puurkaevudele kuulub põhjavee seire riiklikku tugivõrku ka mitmeid allikaid (Külmaveski, Lavi ja Rägavere). Varasemal aastail (1980–1992) kuulusid tugivõrku ka Ulvi, Vetiku, Mõdriku ja Luiga allikad ning kvalitatiivsel seirel määrati peamisena lämmastikühendite sisaldust allikavees. Lisaks sellele teostab AS Maves Pandivere nitraaditundliku ala põhjavee kvaliteedi seiret Säminaveski, Rahkla ja Tõrma allikate vees ja karstiveest Muru karstialal ja Saueaugul. Pindalalise reostuse hindamisel on olulised sama organistatsiooni kontrollseire käigus võetavad veeproovid erakaevudest (2003. a Kadrina vallas, 2004. a Rägavere ja Sõmeru vallas). Peale lämmastikühendite sisalduste pidevat vähenemist põhjavees 1991. aastast toimub 1997. aastast nende sisalduste stabiliseerumine. Viimaste aastate põhjaveeseire andmestik on jälgitav elektrooniliselt Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskuse keskkonnaseire lehelt.

Kunda ümbruses on juba 1993. aastast (esimesed seire käivitamise mõõtmised 1988. aastast) teostanud pidevat põhjavee kvaliteedi seiret (sh karjäärivete koostis ja vooluhulk) TA GI (1998. aastast TTÜ GI).

3.5. PÕHJAVEE KAITSTUS

Põhjavee kaitstuse kaardi koostamise aluseks olid antud kaardikomplekti kuuluvad pinnakatte ja aluspõhja geoloogiline kaart ning ka Riikliku Põhjaveekatastri andmestik. Värviga on kaardil kujutatud maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi põhjavee looduslikku kaitstust. Alad, kus põhjavee tase on pidevalt kõrgem pinnasevee tasemest, on võrdsustatud põhjavee ülevoolu piirkondadega. Legendi koostamisel on eeskujuks võetud Eesti põhjavee kaitstuse kaardi mõõtkavas 1:400 000 legend (Perens, 2001), milline üksikute täpsustustega põhineb Eesti põhjavee kaitstuse ja antropogeense koormuse kaardi mõõtkavas 1:50 000 tugilegendile (Kajak jt, 1992). Kaart on käsitletav vaid põhjavee kaitstuse kaardina ja seetõttu puuduvad seal antropogeense koormuse elemendid (reostuskoormus). Erandina on toodud vaid veehaarded kui põhjavee survepinna alandajad.

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

Eristatavad on järgmised alad (vt legendi):

1. Kaitsmata (väga reostusohklikud) alad. Põhjavesi on kaitsmata nii orgaaniliste kui ka mineraalsete reoainete suhtes. Saviliivmoreeni paksus ei ületa 2 meetrit. Siia alla kuuluvad kõik alvarid ja karstialad, lisaks ka rannavallidega kaetud aluspõhjalised kõvikud.

2. Nõrgalt kaitstud (reostusohklikud) alad. Saviliivpinnakatte (moreen, aleuriit) paksus on valdavalt 2–10 m või savipinnas (savi, liivsavi) paksusega kuni 2 m. Toolse jõe alguse (Nurme) kitsas saviala on kujutatud kaitsmata alana, kuna juhendi kohaselt alla 100 m laiusi alasid kaardil ei kujutata.

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 ja Ordoviitsiumi veepide viimase avamusalal. Survelise põhjavee esinemise korral jääb survepind püsivalt maapinna lähedale. Aladeks on valdavalt savika lamamiga Kunda ja Varudi soo, samuti soostunud Selja–Sõmeru ja Haljala ürgorud.

4. Suhteliselt kaitstud (vähe reostusohklikud) alad. Saviliivmoreenist pinnakatte paksus on 20–50 m, savi või liivsavi lasund paksusega 5–10 m ja alad, kus survelise põhjavee survepind on üle maapinna. Alad hõlmavad põhjavee ülevoolu piirkondi, Kunda mattunud ürgorgu ja Selja–Sõmeru ürgoru lõunaosa.

5. Kaitstud (reostuskindlad) alad. Saviliivmoreenist pinnakatte paksus on üle 50 m või savi paksus üle 10 m. Hõlmab kaardilehe põhjaosa – Lükati–Lontova regionaalse veepideme avamusala.

Põhjavee kaitstus oleneb sadevetega kantavate reoainete infiltreerumise kiirusest antud piirkonnas. Tuleb aga arvestada, et põhjaveekihti sattununa sõltub reoainete levik külgsuunalistest (lateraalsetest) filtratsiooniomadustest ja on eriti kiire hüdrogeoloogilisel kaardil suurema erideebitiga eristatud aladel ning karstialadel, eriti suurveeperioodil.

Kaardilehe piires on moreenidele iseloomulik suur jämefraktsiooni sisaldus ja pindalaline ebahütlus, seetõttu ei ole väljaspool mattunud orge võimalik keskmiselt kaitstuna välja eraldada moreenialasid üle 10 m pinnakatte paksusega. Samuti eraldatakse nõrgalt kaitstuna ooside levikuala ja ligi 20 m paksusega Toolse liivamaardla ja perspektiivala.

Maa-aluseid ojasid (jõgesid) pole kaardilehel esile toodud, kuigi varasemates töödes (Heinsalu jt, 1978) on kirjeldatud üle kilomeetri pikkusi Jupri, Tõrma ja Kuivajõe salajõgesid. Nende

voolutee on jälgitav peale maa alla neeldumist, kuid väljavool toimub ilmselt mitmete allikatena ega ole geofüüsikaliste meetoditega jälgitud. Nende põhjalikum kirjeldus on alapeatükis 3.7.

Enamus kaardialast on kaitsmata või nõrgalt kaitstud. Kogu kaardilehe lõunaosa jääb Pandivere nitraaditundliku ala piiresse. Viimase levik kattub Pandivere põhjavee alamvesikonnaga (leviku piir vt hüdrogeoloogilisel kaardil).

Kvaternaari veekompleksi kaitstust ning allikate ja pinnaveekogude kaitsetsoone antud kaart ei kajasta.

3.6. PÕHJAVEE KOOSTIS

Põhjavee looduslik kaitstus peaks peegelduma ka lämmastikühendite sisalduses põhjavees. Joonistel 15–17 on kujutatud lämmastikühendite sisaldust peamiselt tarbepuurkaevude vees, maapinnalt esimeses aluspõhjalises veekompleksis. Joogiveele lubatavaid piirsisaldusi ületavad lämmastikusisaldused on joonistel toodud allakriipsutatult.

Nitraate üle 3 mg/l on tuvastatud enamikus puurkaevudes, kus põhjavee kaitstus on nõrk või puudub. Suurimad sisaldused on seotud Rakvere linna ja selle ümbrusega. Üle joogiveele lubatud sisalduse 78 mg/l on nitraate määratud vaid Koovälja pullilauda puurkaevu vees 2003. a märtsis. 50 mg/l nitraate sisaldus ka sama kuu veeproovis Rakveres Aia tänava erakaevus. Üksikuid sisaldusi üle 50 mg/l on esinenud Tõrma karstiaala seirepuurkaevu 3675 vees, ning lubatud sisaldusele lähedasi 20–40 mg/l kohati Tõrma, Vetiku, Mõdriku ja Külmaeski allikate vees. Seirepuurkaevus 3676, mis paikneb pk 3675 kõrval, on torukolonniga manteldatud ülemine 32 m osa ja NO_3^- sisaldused ei ületa viimasel 15 aastal kordagi 3 mg/l.

Nitritite sisaldus on puurkaevudes alla 0,05 mg/l ja see ületab 0,1 mg/l vaid Tõrma, Vetiku ja Kisuveres allikais ning paaris erapuuraevus. NH_4^+ sisaldus on valdavalt suurusjärgus 0,1 mg/l, kuid Sõmeru rikkele jäävais madalais puurkaevudes ulatuvad värskete reostusele viitavad sisaldused üle 1 mg/l. Vaid põhjapoolseimas veepunktis (pk 2758) on põhjavesi anaeroobseis tingimustes, kus on joogiveele lubatav NH_4^+ sisaldus kuni 1,5 mg/l.

Nitraaditundliku ala kontrollseire (Valdmaa, 2001–2004) käigus võetud veeproovides ei ületa erakaevude vee keskmine nitraatide sisaldus 26,3 mg/l (seda Sõmeru vallas), ulatudes 22,8 mg/l Kadrina vallas. Samuti ei ületa see 20 mg/l Vinni, Rakvere ja Rägavere vallas. Võrreldes 1987.–1992. a analüüsidega on märgatav nitraatide sisalduse vähenemine toimunud vaid Rakvere vallas, teistes valdades ei ületa vähenemine 3 mg/l. Erinevate põhjavee kvaliteediseire andmete põhjal on lämmastikühendite sisaldus põhjavees pidevalt vähenenud 1995.–1996. aastani, millele järgneb siiani suhteliselt stabiilsete sisaldustega periood. Lämmastikühendite sisaldus maapinnalähedases põhjavees pole veel siiski tõusnud 1991. aastale eelnenud sisaldusteni.

1989. a Pandivere Veekaitseala piires võetud veeproovides (Tennokesse jt, 1991) ulatusid lämmastikühendite sisaldused sügisest 4,5 mg/l NO_3^- kuni kevadise suurveeaegse 111 mg/l NO_3^- (NO_2^- 2,0 mg/l) Tammispea farmi kaevus (pk 5628) ja Põdruse farmi kaevudes (pk 5635 ja 3087) kuni 38 mg/l NO_3^- ning 41–47 mg/l NO_3^- vastavalt. Kaarli farmi puurkaevus oli siis aastane kõikumine nitraatide sisalduses 45–63,2 mg/l NO_3^- ja NO_2^- 0,03–19 mg/l.

Kloriidide sisaldus Ordoviitsiumi veekompleksis on valdavalt alla 20 mg/l ja sulfaatide sisaldus alla 50 mg/l. Erandina ulatub sulfaatide sisaldus põhjavees üle 100 mg/l Aru ja Ubja tegutsevate karjäärade ümbruses.

Raua, nagu ka H_2S sisaldus ei sõltu tavaliselt põhjavee looduslikust kaitstusest, vaid piirkonna hüdrogeoloogilistest tingimustest. Tavaliselt on üle 1 mg/l rauasisaldused põhjavees seotud rikkevööndite esinemisega.

Tektooniliste rikete ja lõhevööndite piires on põhjavee liikumine väga kiire ja lisaks lämmastikühendele liiguvad kaugemale ka põhjavette sattuvad haigusttekitavad bakterid. 1993. a esines suur viirushepatiidi puhang Sõmerul (575 haigestumist). Järgnenud põhjavee uuring (Vatalin, 1993) näitas, et erakaevudes oli nitraatide sisaldus stabiilsena 20 mg/l ega võinud olla haigestumise peapõhjuseks. Kuna Rakvere ümbruse põhjavesi on suures osas kaitsmata, toimub ühisveevärgi ja kanalisatsioonitrasside rajamine juba Sõmerust kaugemalegi – Kohala ja Vaeküla suunas. 1970-ndate aastate lõppu meenutavad autorile üksikud Rakvere ümbruse (Tamsalu alevis juba arvukad) puurkaevud, mis olid varustatud kloraatoritega haigusohu vältimiseks.

Rakvere linna loodeosas esineb aastakümneid õlireostust (Moonakülas) üle 20 ha alal (väiksemad õlireostuskolded ka Sõmeru helikopterite lennuväljal). Jääkreostuse täpsemaks kaardistamiseks ja likvideerimiseks alustab kokkuleppel Rakvere linnavalitsusega töid AS Maves.

3.7. KARST JA ALLIKAD

Pandivere piirkond on Eesti kõige karstunum piirkond. Arvukad karstivormid Pandivere põhjavee alamvesikonna piires on kaardile kantud põhiliselt töö “Karst ja allikad Pandiveres” (2002) põhjal. Töö on elektrooniliselt kättesaadav ja kõigi allikate ja karstivormide lühikirjeldused on seal toodud. Lisaks täpsustati välitöödel karstivormide asukohti ja võeti 9 veeproovi väljapoole Pandivere alamvesikonda jäävaist allikaist. 2006. a suvi oli anomaalselt kuiv ja kuna on tegemist karstiallikatega, on mõnedki neist kaardile kantud harjumatult väikese miinimumvooluhulga järgi. Kaardile ei kantud Haljala alevi keskuse tuntud allikatiiki, mis on eutrofeerunud ja põhiline allikaline sissevool sinna toimub alevi lääneserva Veskitiigist ning miinimumtaseme juures raskelt määratletavaist kõrvaloja alguse lätetest. Samuti ei kantud allikaina kaardile mitmeid Kunda linnas salvkaevudeks kapteeritud kunagisi allikakohti (Võidu t 11, Koidu t 9 ja Metsa tänava alguse).

Klindiesisel on kunagised arvukad allikad sageli kuivendatud astanguga paralleelsete kraavidega, samuti on kuivendatud Varudi-Altküla lääneserva ja Soosaluse soo põhjaserva allikad. Varangu ümbruses, Kandles, Mallal ja Seljal on allikaile rajatud väikeseid paistiike. Suured allikajärvikud on aga Vetikul, Mõdrikul, Haljalas, Ulvis ja Põlulas. Kunda jõe kanjonis Kunda linnas on jälgitav, et Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleks on siin praktiliselt veetu (dreenitud) ja ajutisi kevadisi väljavoolu liivakivist märgivad vaid roostepruunid laigud. Selja jõe kanjonorus on Varangu–Pehka vahelisel lõigul allikate tegevusel kujunenud mitmeid sügavaid salkorgusid. Uuritud allikate vesi oli reostustunnusteta, vaid Malla allika sulfaatide sisaldus 86 mg/l näitab nende kõrgemat sisaldust kogu Kunda tööstuspiirkonnas.

Pandivere piirkonna riiklikul seirel saadi Kunda jõe vesikonna allikate vooluhulga mõõtmisel 1986. a sügisel Lavi ja Külmaeski allikaist nende jaoks rekordilised (kirjanduses märkimata) deebitid 586 ja 296 l/s. Kantküla fosforiidiuuringul (Raudsep jt, 1989) mõõdeti ka Kunda jõe vooluhulki ning selgitati vooluhulkade vähenemine Rahkla e Sämi langatuse piirkonna lõunapiiril.

Nii kaardilehe piires paiknevais Jupri kui Muru karstiorus voolab oja suveperioodil maa all ja väljub maapinnale vastavalt Rakvere linnas (võimalik, et ka Tõrma allikais ja Piira allikajärvikus) ning Kunda ürgoru läänenõlval. Kaardi kaguosa Kuivajõe maa-aluse oja karstiorg ei ole alana toodud, kuid põhjavee kaitstuse kaardil on see tähistatud kagupoolseima kaitsmata vööndina. Maanteest vahetult kirdes maa alla neelduv oja väljub allikaina Põlula ümbruses, peamiselt 2,5 km NNO Jõhvika allikais.

Rahkla (Sämi) langatusest läänes paiknev väike karstiaala (Nõmmise) on kaardile kantud varasemaile uuringuile tuginedes (Miljukova, 1952). Nüüdseks on tollased kurisud kohati ummistunud. Samas tuleb arvestada, et mattunud karstivormide osa on oluline põhjavee kiires filtreerumises (tavaliste kurisute valgala palju väiksem ja toitumine lühiajalisem). Kantküla–Nurkse–Mõedaku piirkonnas esineb vaid kaetud karst (Heinsalu jt, 1988) ja on registreeritud 45 karstivormi. Kohala lõunaosa karstipiirkonnas, Lambasaba külas, saab täpsed neeldumise kohad kraavides kaardistada vaid suurveeperioodil.

3.8. KAEVEALAD

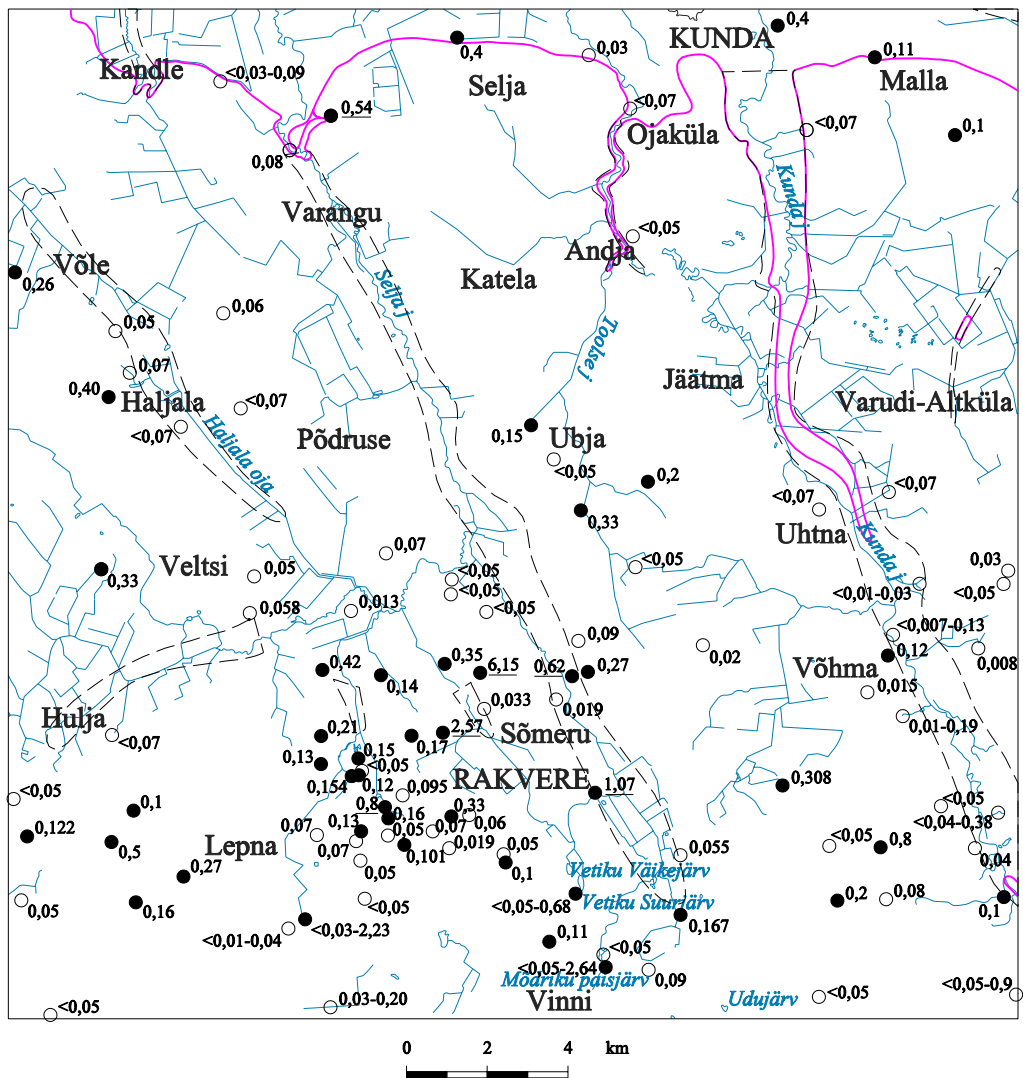
Maavarade kaevandamine pinnakattest toimub kõikjal põhjavee tasemest kõrgemal. Põhjavee taseme alandamisega kaevandatakse aluspõhja maavaradest paekivi Aru-Lõuna karjäärist ja põlevkivi Ubja karjäärist. Mõlemad karjäärid on hüdrogeoloogilisele kaardile kantud mäeeraldiste piirides. Kaardile ei kantud Kunda Mereäärse savikarjääri (enamuses Karepa kaardilehe piires) lõunaserva, kus toimub vaid sadevete ärajuhtimine. AS Nordic Tsement andmeil oli siin 2006. a varakevadel ärajuhitud veekogus 8000 m³, suveperioodil vett ära ei juhitud. Endisteks kaevealadeks on Kunda-Aru (Aru-Põhja) paekarjäär, Aluvere merglikarjäär, 1926–1959 aastail tegutsenud Ubja põlevkivikaevandus (algaastail ka selle põhjaserva põlevkivikarjäär) ja 1923–1930 tegutsenud Vanamõisa (Aresi) põlevkivikarjäär ning vana Lontova savikarjäär.

Aru-Lõuna (Andja) paekarjääris on veetase võrreldes algse loodusliku tasemega alanenud 15 m ja moodustunud ulatuslik alanduslehter. Piirile Aru-Põhja vana karjääriga jääb Vanajõe karstiaala. Depressioonipiirkonnas toimub neeldumine karjääri ka Kunda jõest. Karjäärist väljapumbatud veest moodustab põhjavesi 75 %. Seega pumbati läbi paekihtide vett Toolse jõkke ca 50 l/s (Kink, 1995).

Kaardile on Aru-Lõuna karjääri veekõrvaldus märgitud 2004. a seisuga, sest AQUA II ametlik aruandlus 2005. aasta kohta veevõttu Lääne-Virumaal kaevandustest ja karjääridest ei näita. Küll on aga 2005. aastal Sõmeru vallas jõkke heidetud veekogus (10,7 miljonit m³) analoogne 2004. aastal Aru karjäärist pumbatud 10,5 miljoni m³-ga. Karjääri seisundit käsitleb põhjalikumalt T. Metslangi 2002. aasta magistritöö “Keemilise koostise näitajate ja vooluhulkade vahelisest korrelatiivsest seosest Toolse ja Kunda jõe näitel”.

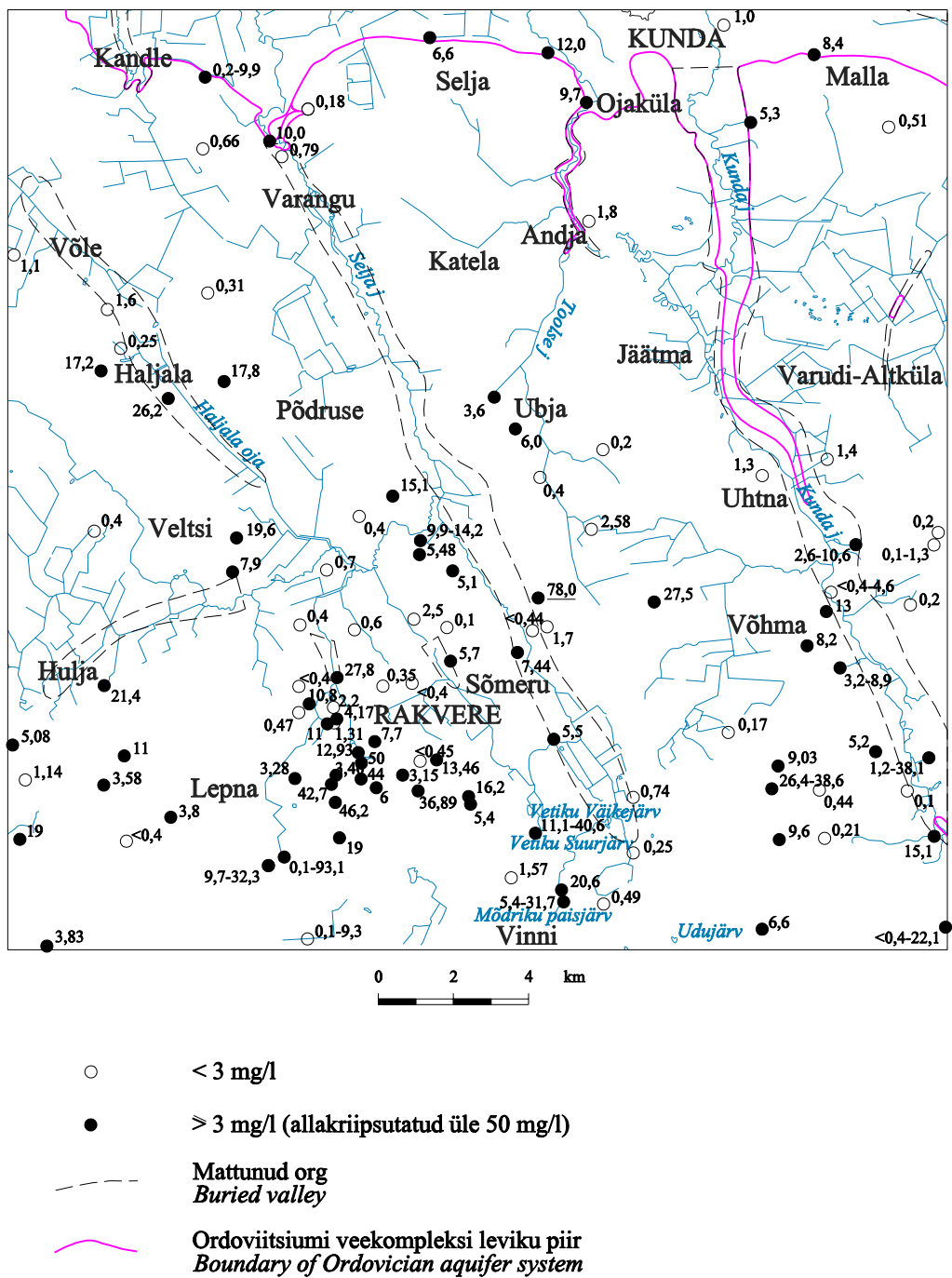
Ubja põlevkivikarjäär rakendati töösse 2005. aasta novembri lõpul. Karjäärist ärajuhitava vee kogused on AS Nordic Tsement andmeil alla aastasel perioodil 10–18 tuhat m³/d. Tootmine toimub vaid karjääri kagunurgas ning alanduslehter Ordoviitsiumi veekompleksis on moodustumisjärgus. Oluline on siin aga piirnemine vana Ubja põlevkivikaevandusega ja selle käikudes esinev kaevandusvesi, mis võib depressioonilehtri arenedes hakata liikuma karjääri suunas. Praegu voolab vesi kaevanduskäikudest välja Ubja allikana, mille vooluhulk ei lange kunagi alla 10 l/s (ega ületa 100 l/s).

Kaevandusveele, nagu ka karjääridest ärajuhitavale veele, on iseloomulik suur sulfaatide sisaldus (130–180 mg/l), ka esineb kohati üldrauda üle 1 mg/l. Ubja karjääris on ärapumbatavast veest ringluses (neeldub karjääri tagasi peale settebasseini) suurem osa kui Aru-Lõuna karjääris ja sekundaarne sissevool võib moodustada üle 50 % pumbatavast veest. See aga soodustab veelgi sulfaatide hulga kasvu põhjavees.



- $< 0,1 \text{ mg/l}$
- $\geq 0,1 \text{ mg/l}$ (allakriipsutatud üle $0,5 \text{ mg/l}$)
- Mattunud org
Buried valley
- Ordoviitsiumi veekompleksi leviku piir
Boundary of Ordovician aquifer system

Joonis 15. NH_4^+ sisaldus Ordoviitsiumi ja Ordoviitsiumi-Kambriumi veekompleksi põhjavees.
Figure 15. NH_4^+ content in the groundwater of the Ordovician and Ordovician-Cambrian aquifer system.



Joonis 16. NO_3^- sisaldus Ordoviitsiumi ja Ordoviitsiumi-Kambriumi veekompleksi põhjavees.
Figure 16. NO_3^- content in the groundwater of the Ordovician and Ordovician-Cambrian aquifer system.

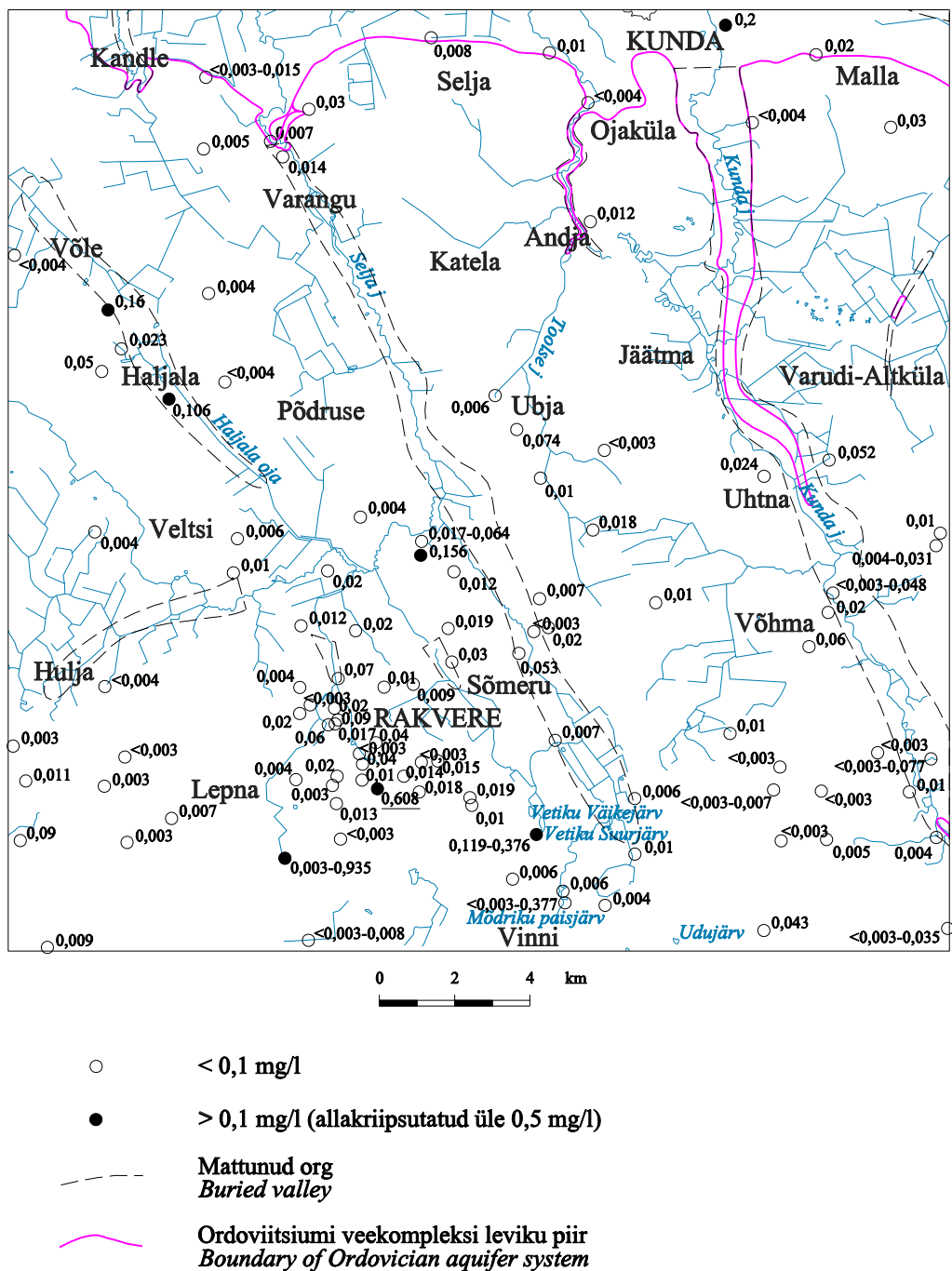




Foto 36. Ulvi allikajärv, tagaplaanil Ulvi mõisahoone.

Photo 36. The spring- lake of Ulvi, on the background Ulvi Manor house.



Foto 37. Ulvi Külmaallikas.

Photo 37. The wellspring of Külmaallikas in Ulvi.

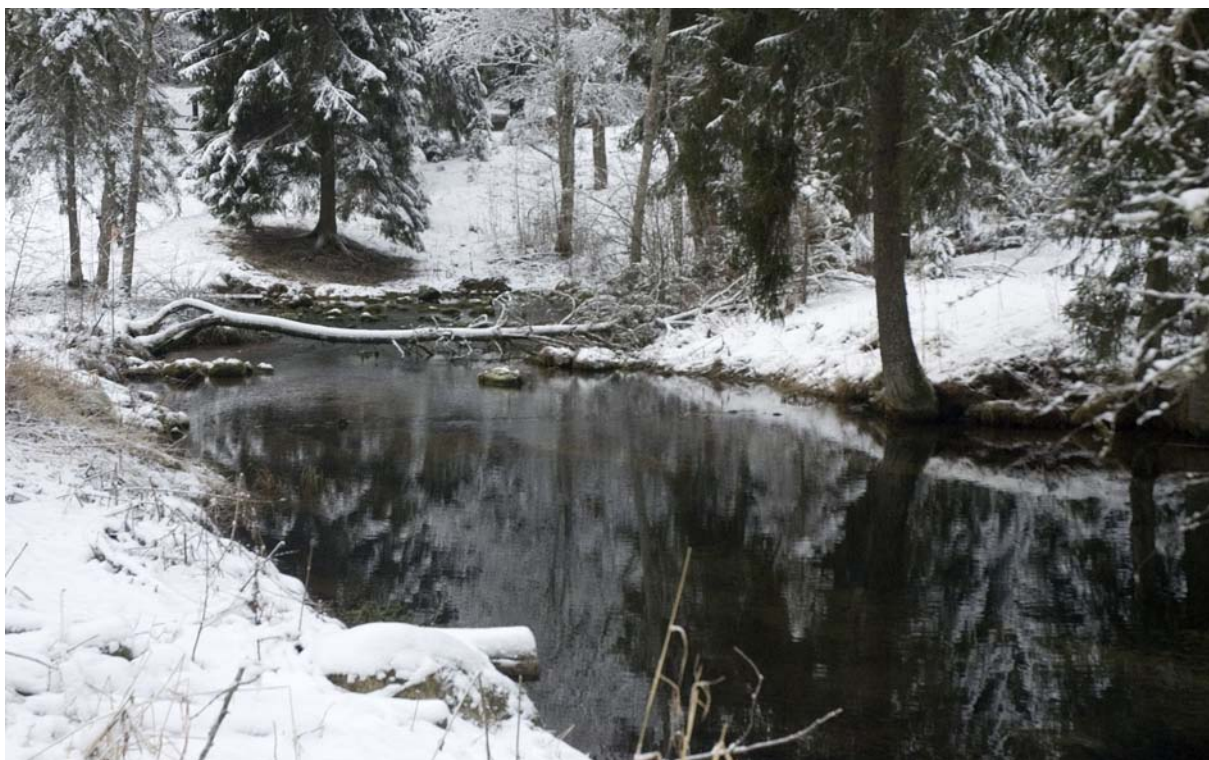


Foto 38. Lavi allikas Põlula lähistel.

Photo 38. The wellspring of Lavi in the surroundings of Põlula.



Foto 39. Sõnnikuholdla varemed Roodeväljal Rakvere lähistel.

Photo 39. The ruins of field manure storage at Roodevälja.

4. MAAVARAD

4.1. ALUSPÕHJA MAAVARAD

Aluspõhja kivimitega seotud maavaru on kaardilehe alal rohkesti. Neist põhilisteks on põlevkivi ja fosforiit.

PÕLEVKIVI leviala hõlmab peaaegu kogu kaardilehe kesk- ja lõunaosa. Rakverest loode, kirde, ida ja lõuna poole jäävad 4 üleriigilise tähtsusega Eesti põlevkivimaardla uuringuvälja, mis kõik on seotud Kukruse lademe Viivikonna kihistu Kohtla kihistiku kihtidekompleksiga. Siinne põlevkivi sobib nii elektrienergia tootmiseks kui keemiatööstuse tarbeks (põlevkiviõli jne).

Haljala uuringuväli (registrikaart 0033, 2001; Basanets, 1987; Kattai jt, 1995; Kattai jt, 1998). Uuringuvälja pindala on 16573,12 ha. Kaevandamist piiravad mitmed kaitsealad: Pahnimägi, Pandivere Riiklik Veekaitseala, Vanamõisa männik, Viitna maastikukaitseala. Maardla tüüpläbilõike järgi on katendi keskmine paksus 33,6 m. Põlevkivi kui maavara põhikriteeriumiks on kinnitatud kihindi F1-A energiatootlus. Kõikides plokkides on selle kihindi kütteväärtus 7,62–8,03 MJ/kg, energiatootlus 29,1–31,7 GJ/m². Tootsa kihindi keskmine paksus on 1,75 m. Seisuga 01.01.2005 oli põlevkivi aktiivne tarbevaru 50964 tuh t, passiivne tarbevaru 266182 tuh t, aktiivne reservvaru 11503 tuh t ja passiivne reservvaru 131904 tuh t.

Kabala uuringuväli (registrikaart 0013, 2001; Miljukova ja Švedtšikova, 1952; Filatova ja Domanova, 1967; Morozov jt, 1975; Basanets jt, 1983; Raudsep jt, 1989; Kattai jt, 1995). Uuringuvälja pindala on 4195,6 ha. 1–4 plokki põlevkivikihi energiatootlus jääb alla 35 GJ/m². Kaevandamist piiravad mitmed kaitsealad: Mõdriku-Roela maastikukaitseala, Pandivere Riiklik Veekaitseala, Völumäe-Linnamäe maastikukaitseala. Maardla tüüpläbilõike järgi on katendi keskmine paksus 42,2 m. Põlevkivi tootsa kihindi (F1-A) varu on arvatud põlevkivikihtide F1, E, D, C, B, A' ja A osas. Tootsa kihindi minimaalne kütteväärtus on 6,1 MJ/kg, keskmine paksus 1,68 m. Seisuga 01.01.2005. oli põlevkivi passiivne tarbevaru 108142 tuh t ja passiivne reservvaru 8208 tuh t.

Pada uuringuväli (registrikaart 0004, 2001; Turovitš jt, 1952; Glazatšev, 1954; Morozov jt, 1975; Kattai jt, 1995; Kattai jt, 1998). Uuringuvälja pindala on 3033,9 ha. Pada välja geoloogiline ehitus on keeruline, selle on põhjustanud Aseri tektooniline rike, kerked, alangud, haruline Pada ja Kunda mattunud ürgorg. 1–6 plokki tootsa kihindi F1-A energiatootlus on 30,7–32,6 GJ/m² ja see vastab passiivse varu nõuetele. Kihindi keskmine paksus on 2,3 m. Pada väljale jääb osaliselt Sämi-Kuristiku maastikukaitseala. Maavara katendi keskmine paksus tüüpläbilõike põhjal on 45 m. Seisuga 01.01.2005. oli põlevkivi passiivne reservvaru 91864 tuh t.

Kohala uuringuväli (registrikaart 0035, 2001; Miljukova ja Švedtšikova, 1952; Raudsep jt, 1989; Kattai jt, 1995; Kattai jt, 1998; Suuroja jt, 1999). Uuringuvälja pindala on 8617,72 ha. Kaevandamist raskendavad Aseri ja Sõmeru tektoonilised rikked ja alangud, kus kivimi hüpsomeetria on keeruline ja kivimid on intensiivselt karstunud. Ürgorgude piirialadel on ebaselged mäenduslikud ja hüdrogeoloogilised tingimused. 1–5 plokki põlevkivikihi energiatootlus on 26,3–34,4 GJ/m², kütteväärtus 7,62–8,03 MJ/kg. Kaevandamist piiravad Mõdriku-Roela maastikukaitseala ja Pandivere Riiklik Veekaitseala. Maavara katendi keskmine paksus tüüpläbilõike järgi on 42,2 m. Tootuskihindi F1-A keskmine paksus on 2,39 m. Seisuga 01.01.2005. oli põlevkivi aktiivne tarbevaru 6542 tuh t ja passiivne reservvaru 273645 tuh t.

FOSFORIIT. Fosforiidi ilmingud kaardistataval alal, nagu mujalgi Eestis, on seotud puudulukuliste brahhiopoodide (oboliidide) kojapoolmeid ja nende purdu sisaldava kvartsliaakiviga, mis kuulub Ülem-Kambriumi ja Alam-Ordoviitsiumi ladestikke ühendavasse Kallavere kihistusse. Fosforiidimaardlate evitamine on seniks peatatud.

Toolse fosforiidimaardla (registrikaart 0193, 2001; Viru ja Raudsep, 1968; Raudsep ja Sinisalu, 1972; Eskel jt, 1975; Eskel jt, 1979; Raudsep jt, 1981) asub vahetult Kunda linnast lõunas ja hõlmab Kunda ning Selja jõgede vahelise ala kuni Rakvereni. Toolse jõgi jagab maardla kaheks osaks. Maardla pindala on 10109,52 ha. Põhimaavaraks on fosforiit, mille paksus ulatub 1,7–7,1 meetrini. Maardlas on soovitatav pealtmaakaevandamine. Püsivate katendikivimite keskmine paksus on u 25 m, mis lõuna suunas suureneb kuni 40 meetrini. Katend paigutatakse puistangutesse. Katendisse kuulub ka Kunda maardla ehituslubjakivi. Vältida tuleb fosforiidikihil lasuva diktüoneema argilliidi isesüttimist. Seisuga 01.01.2005. oli fosforiidi passiivne tarbevaru 386574 tuh t ja passiivne reservvaru 257325 tuh t.

Rakvere fosforiidimaardla (registrikaart 0192, 2001; Eskel jt, 1975; Eskel jt, 1979; Raudsep jt, 1981; Raudsep jt, 1984; Martin, 1988; Raudsep jt, 1989) asub Rakvere linnast lõuna ja ida pool ning ulatub peaaegu Pada jõeni. Maardla pindala on 14234,64 ha. Põhimaavaraks fosforiit, mille paksus ulatub 1,4–9,9 meetrini. Tegemist on kompleksmaardlaga – fosforiidist 30–35 m kõrgemal lasub kukersiit. Maardlat läbib Aseri tektooniline rike, selle idaossa jääb Kunda jõe mattunud org. Maardla asub Pandivere Riiklikul Veekaitsealal. Seisuga 01.01.2005. oli fosforiidi passiivne tarbevaru 839728 tuh t ja passiivne reservvaru 1098605 tuh t.

EHITUS- JA TSEMENDILUBJAKIVI. Alal võib lugeda oma omaduste poolest ehituslikel eesmärkidel kasutatavateks Loobu, Aseri, Vao ja Rägavere kihistu väikese savisisaldusega lubjakive. Tsemenditoormena on kasutamist leidnud Lasnamäe ja Uhaku lademe lubjakivi.

Rakvere lubjakivimaardla (registrikaart 0684, 2000; Kivalkina ja Ilgin, 1950; Lodjak, 1982) on kohaliku tähtsusega ja asub Rakvere linna ja Loobu jõe vahelisel alal kahes osas, Kõrgemäe ja Vandu külade läheduses. Maardla pindala on 345,81 ha, põhimaavaraks tehnoloogiline lubjakivi. Maardla koosneb kolmest plokist. Kattekihi keskmine paksus plokkides on 1,75–3,1 m, kasuliku kihi paksus 12,9–18 m. Maavara saab kasutada tehnoloogilise lubja põletamiseks, tsemendi tootmiseks, ehituskiviks, valikuliselt mineraalseks söödaliseandiks lindudele. Maardla asub Pandivere veekaitsealal. Seisuga 01.01.2005. oli tehnoloogilise lubjakivi aktiivne reservvaru 8834 tuh m³ ja passiivne reservvaru 41992 tuh m³.

Kunda lubjakivimaardla (registrikaart 0018, 1996; Zabalujeva jt, 1957; Saltõkova, 1958; Petersell, 1962; Raudsep ja Sinisalu, 1972; Fomenko jt, 1975; Põllumäe, 1978; Sinisalu, 1993), mis paikneb kahel pool Kunda–Haljala maanteed, on üleriigilise tähtsusega. Maardla pindala on 2381,6 ha, põhimaavaradeks tsemendi- ja ehituslubjakivi. Tegemist on Paekna kihistu lubjakivi ja Rägavere kihistu afaniitse lubjakiviga. Maardla koosneb 4 plokist. Kattekihi keskmine paksus on 1 m, kasuliku kihi paksus 19,4 m. Seisuga 01.01.2005. oli tsemendilubjakivi aktiivne tarbevaru 10065,6 tuh m³, passiivne tarbevaru 1250 tuh m³, aktiivne reservvaru 87946 tuh m³ ja passiivne reservvaru 50036 tuh m³; ehituslubjakivi aktiivne tarbevaru oli 10733,5 tuh m³, passiivne tarbevaru 2538 tuh m³, aktiivne reservvaru 37846 tuh m³ ja passiivne reservvaru 20247 tuh m³.

Aluvere perspektiivala (Zabalujeva jt, 1957) asub 3 km Rakvere linnast kirdes kahel pool Rakvere–Kunda raudteed. Perspektiivala jaguneb lääne- ja idaosaks pindaladega 67 ja 123 ha. Perspektiivala moodustavad kolm kihti karbonaatseid kivimeid. Põhimaavaraks on mergel, mis allpool vaheldub savika lubjakiviga. Maavara sobib kasutamiseks tsemendi tootmisel. Kasuliku kihi keskmine paksus lääneosas on 5,2 ja idaosas 5,4 m. Kattekihi ja kasuliku kihi mahu suhe on 1:2,6. Lääneosa A2+B+C1 varu oli 1957. a andmetel 1273 tuh m³ ja idaosas vastavalt 1019 tuh m³. Lähtuvalt ala geoloogilisest ehitusest võiks soovitada edaspidiseid otsingutöid Sõmeru jõe paremal kaldal, Tallinn–Narva maanteest läänes.

Kangruristi perspektiivala (Saadre jt, 1984) hõlmab Kundast 3 km kagusse jääva 2020 ha-lise maa-ala Liila, Kangruristi, Vasta, Liivaku ja Kure külade vahel. Lõunas ulatub see Varudi rabani. Tegemist on

Kesk-Ordoviitsiumi Vao kihistu detriitse lubjakiviga, mis sobib ehituskiviks ja killustikuks. Prognosvaru on hinnatud 40 000 tuh m³.

Varangu perspektiivala (Stumbur jt, 1963) asub 13 km Rakvere raudteejaamast loodes, 11 km Kundast läänes ja 4 km Tallinn–Peterburi teest kirdes. Perspektiivala pindala on 8,0 km². Ala levib alvaril, kus kattekihi paksus harva ületab 0,5 m. Kasuliku kihi moodustab Uhaku, Lasnamäe, Aseri, Kunda ja Volhovi lade. Orienteeruv ehituskivi ja killustiku varu on 55000 tuh m³. Kaguosas levivat Lasnamäe lademe lubjakivi varuga üle 20000 tuh m³ soovitatakse raudtee täitematerjaliks.

SAVI. Kaardistatavale alale jääb osaliselt ka üleriigilise tähtsusega **Kunda savimaardla** (registrikaart 0021, 2002; Tallinn, 1971; Viru ja Tander, 1993), mis asub Kundast 1 km põhja pool Kunda jõe vasakul kaldal. Maardla pindala on 82,69 ha, põhimaavaraks Alam-Kambriumi Lontova kihistu tsemendisavi. Kattekihi keskmine paksus on 1,4 m, kasuliku kihi paksus 34,1 m. Savi looduslik niiskus on 12,56 %, plastsusarv 30. Seisuga 01.01.2005. oli tsemendisavi aktiivne tarbevaru 16127,1 tuh m³ ja aktiivne reservvaru 11213 tuh m³.

4.2. PINNAKATTE MAAVARAD

LIIV. Sämi liivamaardla (registrikaart 0412, 1999; Barankina, 1961; Tallinn, 1977) asub 13 km Rakverest ida pool Kunda jõest 0,5 km kaugusel. Edelas külgneb see Uhtna–Kiviõli maantee. Maardla pindala on 12,83 ha. Põhimaavaraks on ehitusliiv keskmise paksusega 5,4 m. Kattekihi paksus on 0,3 m. Liiva peensusmoodul on 1,3, savi- ja tolmuosakesi 1,6 %, kruusa 3,2 %. Seisuga 01.01.2005 oli liiva aktiivne reservvaru 692,8 tuh m³.

Männikvälja liivamaardla (registrikaart 0411, 1999; Tallinn, 1977) asub 3 km Kantkülast kagu pool Rakvere–Tudu maantee ääres. Maardla pindala on 23,02 ha. Põhimaavaraks on ehitusliiv keskmise paksusega 8,4 m. Kattekihi paksus on 0,8 m. Liiva peensusmoodul on 1,7, savi- ja tolmuosakesi 7,9 %. Kruusasisaldus on 9,7 %. Ehitussegudes sobib maardla liiva kasutada sõelutult. Seisuga 01.01.2005. oli liiva aktiivne reservvaru 1933 tuh m³.

Lavi liivamaardla (registrikaart 0410, 1999; Tallinn, 1977) piirneb lõunas Rakvere–Tudu maantee ja idas Voore ojaga. Maardla pindala on 245,42 ha. Põhimaavaraks on ehitusliiv keskmise paksusega 16,3 m. Kattekihi paksus on 0,3 m. Maardla on jaotatud 5 plokiks. Liiva peensusmoodul on 1,2–1,6, savi- ja tolmuosakesi 6,1–10,1 %. Kruusasisaldus on kõige suurem 3. plokis: 19,7 % ja kõige väiksem 1. plokis: 1,8 %. Seisuga 01.01.2005. oli liiva aktiivne reservvaru 23319 tuh m³.

Veltsi liivamaardla (registrikaart 0371, 2004; Maantoa, 1962, 1965, 1970; Pikner, 1976; Raudsepp ja Sarapik, 1979; Jürgenson, 2004) asub Rakvere raudteejaamast 5,5 km loodes, Rakvere–Haljala maantee ääres. Maardlast vahetult põhja pool asuva endise Pahnimäe karjääri ala (1,05 ha) ja lõuna pool asuva endise Veltsi karjääri ala (1,41 ha) on rekultiveeritud. Maardla pindala on 8,02 ha. Põhimaavaraks on ehitusliiv keskmise paksusega 9 m. Kattekihi paksus on 2,3 m, millest 2 m on saviliivmoreen. Maardla jaguneb kaheks plokiks. Liiva peensusmoodul on 2,4, savi- ja tolmuosakesi 3,6 %. Kruusasisalduseks on 4–5 %. Ehitusliiv sobib fraktsioneeritult ehitussegude valmistamiseks ja teedehituseks. Seisuga 01.01.2005 oli liiva aktiivne tarbevaru 96 tuh m³ ja aktiivne reservvaru 610 tuh m³.

Järni perspektiivala (Roosve jt, 1984) asub endise “Energia” kolhoosi maade keskosas, Tõrma–Levala tee ääres. Tegemist on väikese liivaseljangikuga, kus kohati on vähesel hulgal liiva kaevandatud. Kasulikuks materjaliks on väga peen liiv kihipaksustega 5,5–6,5 m. Loodeosas esineb liivade all savikas veeriseline kruus 0,9 meetrise kihipaksusega. Lamamiks on aleuriit ja selle all liivsavimareen. Püsiv pinnasevee tase asub liivade alumistes kihtides. Materjal sobib põhiliselt täitepinnaseks, valikulisel

kaevandamisel saab võib-olla ka mördiliiva. Varu moodustab 7,2 ha-l liiva osas 216 tuh m³ ja kruusa osas 28 tuh m³. Allapoole veetaset jääb 36 tuh m³ liiva. Kuna materjal on madalakvaliteediline ja tegemist on hoonete naabruses asuva ilusa männitukaga, on soovitatav karjääri avada ainult äärmisel vajadusel.

Kandle perspektiivala (Rahumäe, 1975; Roosve jt, 1984; Grünberg jt, 1985; Kadastik ja Morgen, 1999) paikneb Haljala–Vainupea teest idas ja Kandle külast läänes metsamaal. Tegemist on tasase pinnareljeefiga limnoglatsiaalse liivikuga. Kasuliku kihi moodustab peenliiv, milles esineb karbonaatse kruusa vahekihte. Liiva peensusmoodul on 1,13–1,23, savi- ja tolmusisaldus 3,0–4,8 %. Materjal sobib kasutamiseks nii teedehitusel kui mördiliivana. Kasuliku kihi paksus on 3,8–6,5 m, keskmiselt 4,4 m. Kattekihi paksus on kuni 0,2 m. Pinnaseveetase on u 1,9–4,2 m sügavusel maapinnast. Põhjapoolse, 32 ha suuruse ala C2-kategooria varu oli 1984. a 1440 tuh m³, lõunapoolse 4,4 ha varu 190 tuh m³. Seisuga 01.01.1985.a. oli varu 150 tuh m³. Leiukohta ei kasutata.

Karivärava perspektiivala (Härmat, 1965; Roosve jt, 1984; Kadastik ja Morgen, 1999) asub endiste Kullaaru ja Hulja sovhooside piiril, Rakvere–Kadrina maantee ääres. Siinsel põllumaal esineb laiguti karbonaatset veeriselist kruusa kihipaksusega 0,5–1,3 m või väga peent liiva kihipaksusega 0,6–2,1 m. Eraldatava leiukoha pindala on 3,6 ha, kus kasulikuks materjaliks on väga peen liiv, mis sobib täitepinnaseks ja võib-olla ka mördiks. Lamamiks on liivsavimoreen ja selle all lubjakivirähk. Pinnasevesi jääb lamamisse. Varu on 1,05 meetrise keskmise paksuse juures 37 tuh m³. Arvestades materjali madala kvaliteedi, väikese mahu ning ebasoodsa asukohaga (põllumaa) ei ole karjääri avamine siin otstarbekas.

Kunda-Jõe perspektiivala (Roosve jt, 1984) asub Rakvere raudteest 1,5 km põhja pool Kunda jõe paremal kaldal metsamaal. Tegemist on kirde–edelasuunalise seljandikuga, mis koosneb peenest ja väga peenest liivast. Kiht suidub seljandiku servadel, keskosas aga ületab 8 m. Ülemine väga peen liiv sobib mördiliivaks, alumine ülipeen liiv täitepinnaseks. Pinnasevesi asub seljandiku harjal 5,0–5,5 m sügavusel maapinnast, jalamil tõuseb praktiliselt maapinnale. Varu on 4,8 ha-l 197 tuh m³. Sellest jääb allapoole pinnasevee taset 84 tuh m³. Karjääri avamist võib siin soovitada. Uuritud seljandikust kagus asub teine sarnane seljandik, kus võib eeldada samasugust materjali.

Metsaniidu perspektiivala (Petrov, 1958; Viru ja Tander, 1993; Sinisalu, 2003) paikneb Kunda linnast 4 km loodes Balti jääpaisjärve rannavallil, tema suurus on 8,71 ha. Liiva peensusmoodul on 1,3 ja enam, savi- ja tolmuosakesi esineb mitte üle 10 %. Pinnasevee tase on 1,2–3,3 m sügavusel maapinnast. Kattekihi paksus on 0,8 m, maht 69 tuh m³. Kasuliku kihi keskmine paksus on 3,5 m, varu 306 tuh m³.

Mõedaku I perspektiivala (Saarelaid, 1963) asub Vaekülalt 3,5 km kagu pool Vaeküla–Kabala maanteest 30–50 m vasakul. Perspektiivala kujutab endast loode–kagusuunalist ovaalset metsaga kaetud oosi. Liiv on jämedateraline, horisontaalselt kihitatud või kallakihilise tekstuuriga, sisaldab üksikuid kruusateri. Kohati esineb liivas saviliiva kihte. Liivakihi paksus on oosi südamikus 16,5 m, kattekihi keskmine paksus 0,7 m. Saviosakeste sisaldus on 2,4 %, liiva täisjääk sõelal 0,63 mm 17,8 %. Liiva saab kasutada maanteedel aluskihi ja muldkeha ehitamiseks ning muudeks ehitustöödeks. Kontuuritud maa-ala pindala oli 1,9 ha, C2-kategooria varu 1963. a seisuga 77 tuh m³, kattekihi maht 9,8 tuh m³. Varude laiendamisvõimalused puuduvad.

Mõedaku II perspektiivala (Saadre jt, 1978) asub 1 km Rakverest idas kahel pool raudteed. Tegemist on limnoglatsiaalse liivaga, mis levib 229,6 ha-l ja moodustab ligikaudu 4100 tuh m³-se varu.

Mägide perspektiivala (Roosve jt, 1984) asub Rägavere ja Mõedaku vahel põllumaal võsastunud seljandikul. Seljandiku kaguosas esineb väga peen liiv kihipaksusega 3,8 m. Looeosas esineb 1,0 m paksuse saviliivast kattekihi all väga peen liiv 1,0 m paksuse kihina ja kerge saviliivmoreen ning savikas karbonaatne kruus 2,0 m paksuselt. Leiukoha materjal on madalakvaliteediline ja sobib ainult täitepinnaseks. Varu moodustab 2,4 hektaril 36 tuh m³. Arvestades materjali madala kvaliteediga,

leiukoha väiksusega ning asukohaga põldude keskel, on karjääri avamine siin otstarbekas ainult äärmisel vajadusel.

Pikametsa perspektiivala (Rahumäe, 1979; Sinisalu jt, 1984; Saadre jt, 1984; Morgen ja Suuroja, 2002) asub Rakvere–Tudu maantee 12. km-l metsaga kaetud mõhnastikul, kus absoluutsed kõrgused ulatuvad 85–110 meetrini. Kasulik kiht koosneb segateralisest, kohati savikast liivast. Liivalasundi keskel on rohkesti põlevkiviveeriseid ja kruusa vahekihte. Liiva peensusmoodul on 1,7 ning tolmu- ja saviosakeste sisaldus 8,0 %. Kasuliku kihi keskmine paksus ülalpool pinnasevee taset on 10 m. Kattekihiks on saviliivmoreen, mille paksus on valdavalt üle 2 m. Kasuliku kihi lamamiks on samuti saviliivmoreen. Kvaliteedilt sobib liiv looduslikul kujul teede muldkeha ehitamiseks. 1979. a. tehtud 9,1 ha suurusel mäeeraldisel oli liiva jääkvaru seisuga 01.01.1984. a 516,9 tuh m³. Üle 2 m paksuse moreenilasundi tõttu esitati 1984. a arvatud varu 4400 tuh m³ prognoosvaruna. Prognoosala pindala on 44 ha.

Toolse II perspektiivala (Petrov, 1958; Saadre jt, 1977; Soa jt, 1990; Viru ja Tander, 1993; Kadastik ja Morgen, 1999) asub Kundast 4 km loodes Toolse jõe paremal kaldal. Kasuliku kihiks on peene- kuni ülipeeneteraline liiv paksusega 2,1–9,6 m, kattekihi paksus 0,1–2,6 m. Valdab fraktsioon 0,3–0,15 mm (61,7 %), liiva peensusmoodul on 0,98 %. Materjal leiab kasutamist tsemendi tootmisel. Leiukoha varuks kinnitati 1993. a 57,8 ha-l 1111 tuh m³, millest 178 tuh m³ jääb Kunda–Karepa kaitsetervikusse.

Vaeküla–Liiva perspektiivala (Maantoa, 1968; Soa jt, 1990) asub Rakvere linnast 11 km ida-kagus, Rakvere–Kabala maanteest (Vilgu teeristist) ca 1 km lõunas. Maa- ja mäeeralduse pindala on 1,69 ha. Leiukoht asub nõrgalt künkliku moreenmaastiku piires. Liivakihti šurfidega kogupaksuses läbitud pole, kuid kogupaksus võib ulatuda 5 meetrini. Kasuliku kihi levik leiukohas on väike ning on põhiliselt haaratud käesoleva mäeeralduse piiridega. Karjääri edaspidised laiendusvõimalused puuduvad. Liiv sobib kasutamiseks ehitustöödel, betooniks on see liiga peeneteraline. Seisuga 01.01.90. a oli varu 4,9 tuh m³.

Valgesoo perspektiivala (Brutus jt, 1986; Sinisalu ja Räägel, 1997) asub Rägavere vallas Rakverest 15 km kagus, Rakvere–Tudu maanteest 1,5 km läänes. Perspektiivala paikneb fluviomõhnastikul, mille piires suhtelised kõrgused ulatuvad 5–6 m-ni. Kasuliku kihiks on vähese kruusasisaldusega liiv paksusega 5,5 m. Kattekihi paksus on 0,5 m. Savi- ja tolmuosakesi on 14,3 %, liiva peensusmooduliks 1,8. Plokk I piires olevat liiva sobib peale kruusaterade (keskmiselt 6,8 %) väljasõelumist kasutada ehitustöödel segude valmistamiseks. Plokk II piires on materjali kvaliteet halvem, kuid valikkaevandamisel võib sealgi leida ehitustöödeks sobivat liiva. Üldjuhul sobib liiv kohalike teede remondiks ja täitepinnaseks. 1997. a andmetel oli I ploki pindala 3 ha ja varu 162 tuh m³, II ploki pindala 14 ha ja varu 770 tuh m³.

Vana-Kunda e. Siberiküla perspektiivala (Petrov, 1958; Saarelaid, 1963; Maantoa, 1970c, 1971d; Sinisalu jt, 1982; Saadre jt, 1984; Soa jt, 1990; Kadastik ja Morgen, 1999) asub Kundast 3 km lõuna pool Kunda jõe paremal kaldal Liiva küla idaserval. Liiv on keskmise- kuni jämedateraline, horisontaalselt kihitatud tekstuuriga, sisaldab üksikuid kruusateri läbimõõduga kuni 2 cm. Liiva ülemine osa on orgaaniliste ühendite poolt rikutud ja seda vaadeldakse kui kattekihti, mille paksus võib ulatuda kuni 4,4 m-ni. Saviosakeste sisaldus liivas on keskmiselt 0,2 %, liiva täisjääk sõelal 0,63 mm 31,53 %. Liiv sobib ehitusliivaks. Seisuga 01.01.90. a oli varu kolmel mäeeraldisel kokku 834,7 tuh m³. Perspektiivala üldpindala on 31,58 ha.

Vanamõisa perspektiivala (Roosve jt, 1984) asub Haljalast 3 km loodes, kaitsealusest Vanamõisa männikust idas. Tegemist on tasase männimetsaga kaetud liivikuga, mille põhjapoolset osa on minevikus kaevandatud. Kasulikuks materjaliks on vähese kruusaga jämeliiv, mis oma põhinäitajate osas sobib betooniliivaks. Mõnevõrra suurem on savi ja tolmu sisaldus. Pinnasevett välitöödel puuraukudesse ei ilmunud. Ka liigniiskuserioodidel võib oletada valdava osa materjali jäämist ülespoole veetaset. Varu on arvatud 8,5 ha-l aritmeetilise keskmise (1,9 m) teel ja moodustab 161,5 tuh m³. Karjääri avamist võib siin soovitada. Arvestada tuleb ainult liigse tolmu ja savi eemaldamisega.

Hiiemäe leviala (Kadastik ja Morgen, 1999). Hiiemägi asub vahetult Kunda linnast idas ja hõlmab 33,7 ha-lise ala. Maavaraks on liiv. Täpsemad andmed puuduvad.

Matsu leviala (Tallinn, 1977) asub Kandle külast 1 km edelas, pindalaks hinnatakse 42,3 ha. Maavaraks on peeneteraline kvartspäevakivi liiv paksusega 4–5 m. Sisaldab vähesel määral kruusa ja veeriseid.

KRUUS. Päide kruusamaardla (registrikaart 0782, 2003; Jürgenson, 2003) paikneb Koeravere–Rakvere–Pahnimäe oosideaheliku põhjaosas. Maardlast põhja pool asub Pahnimäe rekultiveeritud karjäär ja vahetult ida pool Rakvere–Haljala maantee. Maardla pindala on 3,07 ha. Põhimaavaraks on ehituskruus keskmise paksusega 1,1 m ja lõunaosas kaasmaavaraks ehitusliiv keskmise paksusega 1,2 m. Kattekihi paksus on 0,5 m. Maardla on jagatud 7 plokki, millest 1. ja 2. sisaldavad liiva, 3., 4. ja 5. kruusa ning 7. maa-ainest. Liiva peensusmoodul on 1,2–2, savi- ja tolmuosakesi 4,5–7,8 %. Kruusasisaldus maa-ainese plokis on 4 %, liivaplokis 14,7 % ja kruusaplokis 42,1 %. Kruus sobib sõelutult asfaltbetoonsegudesse ja ehitusbetooni valmistamiseks, kruusateede katendiks ja alusteks, liiv sõelutult ehitussegudesse. Seisuga 01.01.2005 oli kruusa aktiivne tarbevaru 45,8 tuh m³ ja passiivne tarbevaru 1 tuh m³.

Haava kruusamaardla (registrikaart 0781, 2003; Jalakas, 1962; Maantoa, 1963; Härmat, 1965; Maantoa, 1971; Jürgenson, 2003) paikneb ca 5 km pikkusel ja 100–500 m laiusel oosil, Rakvere raudteejaamast 6,5 km kaugusel. Maardlast 200 m läände jääb Rakvere–Koeravere maantee. Maardla pindala on 45,3 ha. Põhimaavaraks on ehituskruus keskmise paksusega 3,1 m. Kattekihi paksus on 0,7 m, sellest 0,4 m paksuselt on kasvukihi all liiva. Maavara peensusmoodul on 2,5, savi- ja tolmuosakesi 3 %. Kruusasisaldus on 48,1 %, veeriseid ja munakaid 19,5 %. Kruus sobib purustatult ja fraktsioneeritult kasutamiseks ehitussegudes. Maardlas on kuldkinga kasvupaigad ning kesk- ja lõunaosas metsa vääriselupaigad. Seisuga 01.01.2005. oli kruusa aktiivne tarbevaru 109,6 tuh m³ ja aktiivne reservvaru 2219 tuh m³.

Annikvere perspektiivala (Roosve jt, 1984) paikneb Viitna–Võsu maantee äärde jääval põllumaal, Vanamõisa leiukohast 1,2 km kagus. Tegemist on loode–kagusuunalise seljandikuga, mille harjal asub ka Võsu maantee. Seljandiku piires on välja eraldatud mitmeid leiukohti. Piirkond on tihedasti asustatud, mis piirab leiukohtade eraldamist. Materjaliks on tolmlüüva vahetäitega karbonaatne (kohati veeriseline) kruus. Kihi paksus on 2,8–4,4 m, lamamiks saviliiv või liivsavimoreen. Pinnaseveetase oli 2,5–3,8 m sügavusel maapinnast. Leiukoht hõlmab Võsu teest itta jääva ca 7,5 ha suuruse pindala. Kruusa mahuks on arvestatud 150 tuh m³, millest jääb allapoole veetaset 85 tuh m³. Materjal sobib kasutamiseks teedeehituses nii kattekonstruktsioonides kui ka mulletes, samuti täitepinnaena. Osa materjalist vajab purustamist. Karjääri avamine soovitav äärmisel vajadusel.

Kakumäe perspektiivala (Maantoa, 1961; Saarelaid, 1963) asub Haljalast 2 km põhja pool, Haljala–Varangu maantee ääres Haljala kalmistu vastas. Leiukoha moodustab kirde–edelasuunaline glatsifluviaalsest kruusast ja liivast koosnev marginaalne oos. Põhilise maavara moodustab keskmise-kuni jämedateraline kruus. Kruus on kohati sorteeritud, horisontaalselt kihitatud või kallakkihilise tekstuoriga, sisaldab munakaid 10–25 %, mille läbimõõt ulatub 30 cm-ni. Liiva esineb vähesel määral leiukoha idaservas 0,6 m paksuse kruusakihi all. Kattekihi moodustab kruusateri ja munakaid sisaldav huumus, mille keskmine paksus 0,3 m. Kasuliku kihi paksus on 4,2 m. Tolmu- ja saviosakesi on 2,5 %. Kruusa kasutamine ehitustöödel eeldab savi- ja tolmuosakeste sisalduse vähendamist ja jämeda fraktsiooni (üle 70 mm) purustamist. C2-kategooria varu 3,4 ha-l oli 142,8 tuh m³, kattekihi maht 8,5 tuh m³.

Kunda perspektiivala (Saarelaid, 1963; Räägel, 1971; Kadastik ja Morgen, 1999) asub Kundast 1,1 km lõuna pool Linnuse–Viru-Nigula maantee ääres Kunda jõe paremal kaldal. Ala kujutab endast kirde–edelasuunalist marginaalset oosi. Oosi materjali moodustab kollakashall jämedateraline munakaid

ja üksikuid rahne sisaldav savikas kruus. Kruus on horisontaalselt kihitatud tekstuuriga ja sorteeritud: jämedateralised munakaid sisaldava kruusa kihid vahelduvad õhukeste keskmiseteralise kruusa kihtidega. Oosi südamikus on kruus peeneteralisem, samuti on seal munakaid vähem. Munakate sisaldus kruusas on ebaühtlane (10–45 %). Munakate läbimõõt ulatub 70 cm-ni. Kruus koosneb põhiliselt karbonaatseist kivimeist (78–99 %). Savi- ja tolmuosakeste sisaldus on keskmiselt 3,8 %, kasuliku kihi paksus 6,0 m. Kruusa saab kasutada vaid maanteede muldkeha ehitamiseks. Hüdrogeoloogilised tingimused soodsad. Varu 1963. a andmetel C2-kategoorias oli 8,8 ha-l 523,6 tuh m³. Algne varu on ammendatud ja karjäär maha jäetud. Praeguseks on kunagine karjäär nii kinni kasvanud, et ei ole maastikul jälgitav. Seisuga 01.01.71. oli üldvaru 424 tuh m³. Karjääri laiendamine ei ole soovitatav, kuna varud asuvad Kunda linnamäe piirkonnas.

Noonu perspektiivala (Rahumäe, 1975b; Grünberg jt, 1985; Kadastik ja Morgen, 1999) asub Vihula vallas Haljala–Vainupea tee 7,4 km-lt lõunas. Ala asub madalal kirde–edelasuunalisel seljandikul, mille kaguosas asub vana kruusakarjäär. Käesoleval ajal on maa-ala kasutusel põlluna. Kasuliku materjali moodustab valdavalt liiv ja kruus veeriste, munakate ja rahnudega. Läänepoolsel alal leidub ka keskterist liiva. Kasuliku kihi paksus on kuni 1,7 m, kattekihi keskmine paksus 0,3 m. Lääneosas kiht suidub. Kasuliku kihi lamamiks on lubjakivi. Materjali saab kasutada maanteede aluste ja peale jämedama fraktsiooni peenendamist ka katte ehitamiseks. Seisuga 01.01.85 oli varu 10,65 ha-l 203 tuh m³. Karjäär jäi avamata.

Nurkse perspektiivala (Maantoa, 1971; Rahumäe, 1975; Morgen ja Suuroja, 2002) asub Rakverest 13 km kagu pool Nurkse–Põlula tee ääres. Ala kujutab endast loode–kagusuunaliste järskude nõlvadega kuni 10 m kõrgust seljandikku. Karjääri materjal on muutliku koostisega. Seljandiku südamik koosneb kruusa ja veeriste sisaldusega savikast peenliivast ja kruusast. Liiv ja kruus on kaetud plastse 10–35 % jämepurdu sisaldava saviliivmoreeni kihiga. Pinnase jämedamad fraktsioonid veeristest kuni rahnudeni koosnevad valdavalt lubjakivist ja on vähe või keskmiselt ümardunud. Moreenis esineb ka tardkivirahne läbimõõduga kuni 1500 mm. Liiva ja kruusa kihipaksus ületab 6 m. Moreenkatte paksus on 1–5 m, vähenedes servaaladel. Kasuliku kihi hulka on arvatud saviliivmoreen ja peenliiv ning kruus kuni lamamiks oleva rahnuderikka lubjakivirähani (lokaalmoreen). Kasuliku kihi keskmine paksus on ca 8 m, mullakatte paksus 0,3 m. Looduslikul kujul sobib karjääri materjal ainult tätepinnaseks ja teede muldkehaks. Valikulisel kaevandamisel on võimalik kruusa kasutada ka teede ja platside kruusakatte valmistamiseks. Prognoosvaru on 100 tuh m³.

Oti perspektiivala (Maantoa, 1970; Saadre jt, 1977; Morgen ja Suuroja, 2002) asub Rakvere raudteejaamast 6 km edelas, Rakvere–Saksi tee 5. km kohalt 1,3 km lõunas künklikul moreentasandikul. Kasuliku materjali moodustab mitmesuguse terajämedusega kruusliiva segu, milles on ülekaalus jämedad fraktsioonid. Esineb ka munakaid ja rahne. Kruus ja munakad on keskmiselt kulutatud, valdavalt karbonaatse koostisega (90–95 %). Kruusa vahetäiteks olev liiv on kvarts-päevakivi koostisega, milles on rohkesti karbonaatset tolmsset materjali. Kattekihi keskmine paksus on 0,2 m ja kasuliku kihi paksus 4 m. Suure savi- ja tolmuosakeste sisalduse tõttu sobib materjal vaid teede muldkeha ehitamiseks. 1970. a andmetel oli 1,3 ha suuruse mäeeraldise piires kruusliiva varu 50 tuh m³. Mäeeraldise piires on varu praktiliselt ammendatud. Materjali viletsa kvaliteedi tõttu pole kruusliiva varu laiendamine perspektiivne.

Pehka perspektiivala (Maantoa, 1964a; Sinisalu jt, 1982; Grünberg jt, 1985; Soa jt, 1990; Kadastik ja Morgen, 1999) asub Rakverest 15 km põhja pool Selja jõe parempoolsel kaldal Balti jääpaisjärve levikuala piiril (10 km Kundast läänes). Kasuliku kihi moodustavad mitmesuguse terajämedusega sorteeritud horisontaal- ja kallakihilised kruusad munakate ja veeristega. Täheledatakse rauaoksiidist rikastunud roostepuune pesi. Ülemistes kihtides esineb kohati rahnude kogumikke. Kohati on materjal tsementeerunud karbonaatse tsemendiga. Nii kruus, munakad kui rahnud on enamasti karbonaatse koostisega ja keskmiselt kulutatud. Kaevandatava kihi keskmine paksus on 4,5 m, kattekihi paksus 0,3 m.

Materjal on sobilik teede muldkeha ehitamiseks, valikkaevandamisel ka kruusakateteks. 1985. a oli jääkvaru 26,2 tuh m³ ja prognoosvaru 100 tuh m³. 1990. a oli jääkvaru mäeeraldisel 4,9 tuh m³.

Peineri perspektiivala (Maantoa, 1963b; Saarelaid, 1963; Saadre jt, 1984; Soa jt, 1990; Morgen ja Suuroja, 2002) asub Rakverest 4 km lõunas, jäädes Rakvere–Koeravere tee 5,5. km kohalt 0,5 km vasakule. Kasulikuks kihiks on glatsiofluviaalne liiv ja kruus. Kruus on keskmise- kuni jämedateraline, kohati kergelt savikas, sisaldab veeriseid ja munakaid. Munakaid esineb 5–25 %, nende läbimõõt ulatub kuni 30 cm-ni. Kruus on horisontaalkihilise, osalt kaldkihilise tekstuuriga ja hästi sorteeritud. Kruus, veerised ja munakad on põhiliselt karbonaatse koostisega. Eritelist horisontaalkihelist liiva esineb uuringuala kaguosas. Kattekihi keskmine paksus on 0,4 m. Kruusa- ja liivakihi paksus on keskmiselt 5,6 m. Savi- ja tolmuosakeste keskmine sisaldus kruusas ja liivas on 1,0 %. Kruus ja liiv on looduslikul kujul kõlblikud teede muldkeha ehitamiseks, valikkaevandamisel ka kruusakateteks. Maantoa andmetel oli 3,19 ha-lise mäeeraldise piires kruusa C2-kategooria varu algselt 105 tuh m³. Seisuga 01.01.90.a. oli varu 7,5 tuh m³.

Saaremäe perspektiivala (Maantoa, 1970b; Sinisalu jt, 1982; Soa jt, 1990; Kadastik ja Morgen, 1999) asub Haljalast 5 km kagus Tallinn–Narva maanteest 400 m paremal. Ala on uuritud seoses 2,5 ha-lise mäeeraldise vormistamisega. Kasuliku kihi moodustab glatsiofluviaalne kruusa ja liiva segu. Kruus on peene- kuni jämedateraline, koosneb valdavalt karbonaatsetest kivimitest. Liiv on segateraline. Kasuliku kihi paksus on 1,5 m, kattekihi paksus 0,15 m. Materjali on kasutatud teede remondiks ja ehitusel. Varu, mis moodustas algselt endises C2-kategoorias 24 tuh m³, on põhiliselt ammendatud. Edasine karjääri laiendamine on takistatud, kuna maa-alal paiknevad hooned ja põllumaad. Seisuga 01.01.90.a. oli varu 3 tuh m³.

Saueaugu perspektiivala (Saadre jt, 1984) hõlmab Mõdrikust 1 km lõuna poole jääva ligikaudu 1150 ha-lise ala Mõdriku, Kehala ja Kantküla vahel. Maavara on seotud oosi- ja mõhnasetetega, kus kasuliku kihi paksus kõigub 7,5 m-st 20 m-ni. Saueaugu perspektiivalal on kasuliku kihi keskmine paksus 12,5 m, kattekihil 0,3 m. Granulomeetiline koostis on muutlik, savi- ja tolmuosakeste sisaldus enamasti alla 10 %, peensusmoodul 0,6–3,53. Saueaugu prognoosvaruks hinnatakse umbes 50 000 tuh m³.

Selja perspektiivala (Rahumäe, 1980; Sinisalu jt, 1982; Soa jt, 1990; Kadastik ja Morgen, 1999) asub Kundast 7 km läänes Karepa oja ääres. Karjäär rajati sinna kunagi omavoliliselt, geoloogiliselt uuriti ala 1980. a seoses mäeeraldise vormistamisega. Kasulikuks materjaliks on rahnuderikas lubjakiviveeristik kruusa vahetäitega. Jämeperd on keskmiseslt ja hästi ümardunud. Kasuliku kihi paksus ulatub 6,5 meetrini (keskmiselt 1,7 m), kattekihi paksus on 0,2 m. Looduslikul kujul sobib materjal teede mulleteks, teekatete puhul vajab materjal peenendamist. Karjääril on vähesel määral laiendamisvõimalus piki seljandikku ida ja lääne suunas. Seisuga 01.01.90. a oli varu suuruseks märgitud 27,5 tuh m³.

Tutimäe pespektiivala (Saarelaid, 1963) asub Mõdrikust 0,8 km loode pool Vinni–Kabala maantee 9/69 km kohal, maanteest 100 m paremal. Leiukoha moodustab väike, reljeefis nõrgalt esilekerkiv kruusast ja liivast koosnev künnis. Põhiliseks maavaraks on kruus. Munakate levik on kruusas ebahühtlane. Kruusa- ja liivakihi paksus on keskmiselt 3,3 m, kattekihi paksus keskmiselt 0,2 m. Savi- ja tolmuosakeste sisaldus on 4,4 %, seega võib kruusa ja liiva kasutada vaid maantee muldkeha ehitamiseks. C1-kategooria varu 0,9 ha-l oli 16,3 tuh m³ ja C2-kategooria varu 1,1 ha-l 35,8 tuh m³. Varu laiendamisvõimalused puuduvad.

Vallimäe perspektiivala (Veksljar, 1946; Soa, 1982) asub Rakvere linna edelapiiril, ca 2,5 km raudteest lõuna pool. Ala pindala on 20 ha. Tegemist on fluvioglatsiaalsete ooside süsteemiga. Perspektiivala on jaotatud 4 ossa. Liiv sobib betooni ja ehitussegude valmistamiseks. Kasuliku kihi keskmine paksus I plokis on 10,5 m, II plokis 10,4 m, III plokis 13,3 m ja IV plokis 2,4 m. Liiva bilansiline A2-kategooria varu oli 1065 tuh m³, kruusa C2-kategooria varu 2261 tuh m³. Kruusa saab kasutada täitematerjalina.

Varud on arvestatud 60 aastat tagasi ning ala, kus maardla paikneb, on praeguseks riikliku looduskaitse all.

Vetiku perspektiivala (Saarelaid, 1963; Morgen ja Suuroja, 2002) asub Rakverest 7 km kagu pool Rakvere–Mõdriku maantee ääres. Leiukoha moodustab loode–kagusuunaline lame künnis. Kasuliku kihi moodustab jämedateraline munakaid sisaldav kruus. Munakaid esineb 15–35 %. Kruus, veerised ja munakad on valdavalt karbonaatse koostisega. Liiva esineb vähesel määral ala kaguosas. Liiv on jämedateraline ja sisaldab üksikuid kruusateri. Kasuliku kihi keskmine paksus on 2,6 m, kattekihi paksus 0,4 m. Kruusa ja liiva saab suure tolmu- ja saviosakeste sisalduse tõttu kasutada vaid maantee muldkeha ehitamiseks. Kruusa ja liiva varu endises C1 kategoorias oli 2,3 ha suurusel alal 59,3 tuh m³ ja C2-kategoorias 2,6 ha-l 67,1 tuh m³. 1963. a antud C1 varu on ammendatud, C2 varu ei ole kasutatud.

TURVAS. Antud alale jääb 9 turbamaardlat, kus põhimaavaradeks on vähelagunenud ja hästilagunenud turvas. Vähelagunenud turvast kasutatakse aiandusturbana ning hästilagunenud turvast kütte- ja väetusturbana.

Hulja turbamaardla (registrikaart 0367, 2001; Allikvee jt, 1978) asub Haljala ja Kadrina vahel Hulja soos. Maardla pindala on 570,73 ha. Põhimaavaraks on hästilagunenud turvas ja kaasmaavaraks järvemuda põlluväetiseks, mille keskmine paksus on vastavalt 2 m ja 0,7 m. Turba looduslik niiskus on 86,9 %, tuhasus 5,8 %, happesus 4,8 ja lagunemisaste 39 %. Seisuga 01.01.2005 oli hästilagunenud turba aktiivne reservvaru 2316 tuh t ja passiivne reservvaru 138 tuh t.

Kabala turbamaardla (registrikaart 0326, 1998; Allikvee jt, 1978) asub Viru-Kabalast põhja pool Kabala rabas. Maardla pindala on 213,57 ha. Vähelagunenud turba keskmine paksus on 1,0 m, looduslik niiskus 91,7 %, tuhasus 1,5 %, lagunemisaste 11 % ja happesus 2,8. Hästilagunenud turbal on need näitajad vastavalt 1,8 m, 91,9 %, 1,1 %, 26 % ja 2,9. Seisuga 01.01.2005 oli hästilagunenud turba aktiivne reservvaru 67 tuh t ja passiivne reservvaru 445 tuh t. Vähelagunenud turba passiivne reservvaru oli 59 tuh t.

Kunda turbamaardla (registrikaart 0356, 2001; Allikvee jt, 1978; Viigand jt, 1978) asub Kunda jõe vasakul kaldal Kunda soos. Maardla pindala on 285,38 ha. Vähelagunenud turba keskmine paksus on 1,3 m, looduslik niiskus 91,2 %, tuhasus 1,4 %, lagunemisaste 16 % ja happesus 3,1. Hästilagunenud turbal on need näitajad vastavalt 2 m, 86,7 %, 4,3 %, 38 % ja 3,4. Kaasmaavaraks on järvelubi keskmise paksusega 0,7 m. Seda kasutatakse põlluväetiseks. Seisuga 01.01.2005 oli hästilagunenud turba aktiivne reservvaru 1200 tuh t. Vähelagunenud turba aktiivne reservvaru oli 254 tuh t.

Selja turbamaardla (registrikaart 0355, 2001; Allikvee jt, 1978; Viigand jt, 1978) asub Selja jõe paremal kaldal Selja soos. Maardla pindala on 200,9 ha. Vähelagunenud turba keskmine paksus on 2 m, looduslik niiskus 91,4 %, tuhasus 2 %, lagunemisaste 12 % ja happesus 2,9. Hästilagunenud turbal on need näitajad vastavalt 2,4 m, 87,7 %, 4,7 %, 39 % ja 4,1. Kaasmaavaraks on järvemuda keskmise paksusega 0,5 m. Seda kasutatakse põlluväetisena. Seisuga 01.01.2005. oli hästilagunenud turba aktiivne reservvaru 494 tuh t. Vähelagunenud turba aktiivne reservvaru oli 65 tuh t.

Sooaluse turbamaardla (registrikaart 0385, 2003; Allikvee jt, 1978) asub Rakverest 8 km kirde pool Soosaluse soos. Maardla pindala on 109,56 ha. Põhimaavaradeks on vähe- ja hästilagunenud turvas, mille keskmine paksus on vastavalt 0,6 ja 1,2 m. Vähelagunenud turba keskmine paksus on 0,6 m, looduslik niiskus 91 %, lagunemisaste 10 %. Hästilagunenud turbal on keskmine paksus 1,2 m, looduslik niiskus 86,4 %, tuhasus 2,6 %, lagunemisaste 38 % ja happesus 3. Seisuga 01.01.2005. oli hästilagunenud turba aktiivne reservvaru 222 tuh t ja passiivne reservvaru 61 tuh t. Vähelagunenud turba aktiivne reservvaru oli 24 tuh t.

Sämi turbamaardla (registrikaart 0415, 1999; Allikvee jt, 1978) asub Pada jõe vasakul kaldal Sämi-Kuristiku sookaitsealal. Maardla pindala on 649,86 ha. Vähelagunenud turba keskmine paksus on

1,6 m, looduslik niiskus 94,9 %, tuhasus 0,5 %, lagunemisaste 13 % ja happesus 3. Hästilagunenud turbal on need näitajad vastavalt 2,5 m, 92,2 %, 1,2 %, 30 % ja 3,1. Seisuga 01.01.2005 oli hästilagunenud turba aktiivne reservvaru 228 tuh t ja passiivne reservvaru 1949 tuh t. Vähelagunenud turba aktiivne reservvaru oli 16 tuh t ja passiivne reservvaru 505 tuh t.

Vaeküla turbamaardla (registrikaart 0387, 2003; Allikvee jt, 1978) hõlmab Nõmmise soo ja ulatub põhja pool kuni Murusepa kraavini. Maardla pindala on 347,23 ha. Vähelagunenud turba keskmine paksus on 0,5 m, looduslik niiskus 88,9 %, tuhasus 1,9 %, lagunemisaste 18 % ja happesus 2,7. Hästilagunenud turbal on need näitajad vastavalt 1,6 m, 85,8 %, 8,4 %, 40 % ja 4,6. Maardla asub Pandivere veekaitsealal. Seisuga 01.01.2005 oli hästilagunenud turba aktiivne reservvaru 1071 tuh t ja passiivne reservvaru 170 tuh t. Vähelagunenud turba aktiivne reservvaru oli 22 tuh t.

Varudi turbamaardla (registrikaart 0258, 2002; Allikvee jt, 1978; Viigand jt, 1978; Veldre, 1994) asub Viru-Nigulast läänes. Maardla pindala on 938,63 ha. Vähelagunenud turba keskmine paksus on 1 m, looduslik niiskus 89,8 %, tuhasus 4,3 %, lagunemisaste 11 % ja happesus 3,6. Hästilagunenud turbal on need näitajad vastavalt 1,3 m, 87,2 %, 4,67 %, 35 % ja 3,9. Kaasmaavaraks on järvemuda keskmise paksusega 0,5 m, mida kasutatakse põlluväetiseks. Seisuga 01.01.2005 oli hästilagunenud turba aktiivne tarbevaru 658 tuh t ja aktiivne reservvaru 1448 tuh t. Vähelagunenud turba aktiivne tarbevaru oli 301,6 tuh t ja aktiivne reservvaru 394 tuh t.

Vetiku turbamaardla (registrikaart 0402, 2001; Allikvee jt, 1978) asub Rakverest 3 km kagu pool Sõmeru soos. Maardla pindala on 123,19 ha. Põhimaavaradeks on vähe- ja hästilagunenud turvas, mille keskmine paksus on vastavalt 1,5 ja 1,9 m. Vähelagunenud turba keskmine paksus on 1,5 m, looduslik niiskus 90,1 %, tuhasus 1,1 %, lagunemisaste 24 % ja happesus 3. Hästilagunenud turbal on need näitajad vastavalt 1,9 m, 89,3 %, 6,2 %, 31 % ja 4,4. Kaasmaavaraks on järvemuda, keskmise paksusega 2,2 m, mida kasutatakse põlluväetiseks. Seisuga 01.01.2005 oli hästilagunenud turba aktiivne reservvaru 364 tuh t ja passiivne reservvaru 51 tuh t. Vähelagunenud turba aktiivne reservvaru oli 151 tuh t ja passiivne reservvaru 13 tuh t.

Haljala perspektiivala (Stumbur jt, 1963) asub Tallinn–Peterburi maanteest 1,5 km põhja pool, 11 km kaugusel Rakvere raudteejaamast. Soo pindala on 219 ha. Tegemist on kraavitud madalsooga, mida ei ekspluateerita.

Katela leviala (Stumbur jt, 1963). Asub 5 km Kundast edelas, 3 km Aru raudteejaamast lääne pool ja 11 km Rakvere raudteejaamast kirdes. Soo pindala on 200 ha. Tegemist on madalsooga, mille lõunaosas on turvast kaevandatud. Turbakihi paksus on puuraugu 9066 põhjal 2,4 m.

Varangu leviala (Stumbur jt, 1963). Asub 10 km Rakvere raudteejaamast põhja pool ja Põdruse–Kunda teest 0,5 km loodes Selja jõe vasakul kaldal. Soo pindala on 800 ha. Tegemist on madalsooga, mida ei ekspluateerita

SAVI. Kvaternaari savivarud on antud kaardilehel väga kesised, kuid näitena olgu toodud siinkohal **Nortsu perspektiivala** (Nõmme, 1961). Asub Rakvere raudteejaamast umbes 1,5 km põhja pool, Selja jõkke suubuva Nortsu oja keskjooksul. Leiukoht on ebakorrapärase kuju ja ehitusega. See kujutab endast oru suunas väljavenitatud läätselist savilasundit, mille paksus on suhteliselt väike (0–1,8 m). Nortsu savi on geneetiliselt glatsilakustriline. Nortsu oja jagab leiukoha kaheks: Vasakkalda ja Paremkalda Nortsu. Vasakkalda Nortsu savilasundi paksus kõigub põhiliselt 1,0 m piirides, Paremkalda Nortsus 0,9 m. Nortsu savi kuulub mõõduka plastilisusega poolhappeliste kergestisulavate savide gruppi. Keskmine looduslik niiskus on seal 21,53 %. Nortsu savist on võimalik valmistada telliseid, katusekive, ahjupotte ja katteplaate. Savi üldvaru 1960. a seisuga oli 74,8 tuh m³, kattekihi maht 33,7 tuh m³. Varude laiendamise võimalused puuduvad.

JÄRVELUBI. Järvelupja on siinmail uuritud pealiskaudselt, siiski on ammustel aegadel välja eraldatud mõned perspektiiv- ja levialad.

Kunda perspektiivala (Orviku, 1948; Männil, 1964) asub Kunda linnast lõunasse jäävas aluspõhjalises nõos, mida põhja poolt piirab kirde–edelasuunaline kaarjas seljak – Hiimäe oos. Järvelubi esineb erineva paksusega lasundina umbes 10 km² suurusel maa-alal. Ligikaudseks varuks on arvestatud 250 tuh m³. Kõige suurem on maavara paksus nõo põhjaosas, Hiimäe läheduses, ulatudes 1,5 meetrini. Ka lõunaosas paikneva Lammasmäe lähemas ümbruses saavutab lasund paiguti 1 m paksuse, väheneb aga lääneosas tugevasti ja kohati esineb vaid laiguti. CaCO₃ hulk on küllaltki kõrge: 89,85–94,36 %.

Sõmeru perspektiivala (Männil, 1964) asub umbes 3 km Rakverest ida pool, Selja jõkke suubuva oja ülemjooksul, madalas loodesse laienevas orus. Lasund on pikliku, keskelt laieneva kujuga, loode–kagusuunaline. Sõmeru lasundi pindala on ligikaudu 220 ha. Järvelubja keskmine paksus on 3,0 m ja maksimaalne paksus 6,0 m. Järvelubja varu on orienteeruvalt 6500 tuh m³. Järvelubja all esineb madalsooturvas. Ka järvelubja peal lasub turbakiht, mis on enamasti 0,2–0,3 m paksune. Lasundi edelaserval ulatub sõmerja struktuuriga lubisetesse kuni 1,4 m paksune turbakeel. Järvelubi sisaldab CaCO₃ ligikaudu 92 %. Järvesetete all lasuvad basseini lõunaosas fluvioglotsiaalsed liivad, mille paksus Orviku järgi on kuni 6 m.

Tobia–Risü perspektiivala (Palmre, 1946; Männil, 1964; Maantoa, 1964) asub Rakverest umbes 0,5 km lääne pool, Tobia ja Risu külade vahetus naabruses, Rakvere oosi ja Tobia küla vahel asuvas lamedas nõos. Lasund on väike, lihtsa ehitusega ja võrdlemisi ühtlase paksusega, mis kõigub 1 m ümber (keskmine paksus 0,7 m) ja ulatub maksimaalselt 1,2 meetrini. Lasundi valdavas osas on CaCO₃ sisaldus 94,88–96,52 %. Lasund on läänes ja idas kontuurimata, kuid tootmiskõlblikku puhast lupja esineb ligikaudu 8 ha suurusel alal. Loodusliku lubja varu on hinnatud 56 tuh m³-le. Maavara lasub lubjarikkal savikal põhimoreenil, mis katab settimisnõo põhja tiheda vett raskelt läbilaskva korrana. Lubjaladet katab üsna õhuke kõdunenud turbakiht paksusega 15–30 cm, mida võib jagada 2 ossa: ülemine kollakashall või peaaegu valge ning alumine hall savine (mergel).

Haljala leviala (Männil, 1964) asub Haljala asulast ida pool kulgevas loode–kagusuunalises vanas orus, mis loodepoolses otsas on suletud Balti jääjärve rannamoodustistega. Peaaegu kogu oru ulatuses esineb järvelubi ligikaudu 4,6 km pikkuse ja keskmiselt 200 m laiuse lasundina. Järvelubja paksus on võrdlemisi väike: keskmiselt 0,8–1,0 m, maksimaalselt 1,9 m. Lasundi all ja sees esineb ulatuslikult lehtsamblaturvast. Järvelupja katab madalsooturvas maksimaalse paksusega 2,3 m.

Hulja leviala (Karma, 1956; Männil, 1964) asub Hulja asundusest vahetult põhja poole jääva Hulja raba piirides. Ulatuslikult esineb järvelupja raba kaguosas, kuna raba põhja- ja lääneosas leidub teda vaid õhukeste laikudena. Järvelubjalasund paikneb ligikaudu 68 ha suurusel maa-alal, järvelubja keskmine paksus on 1,3 m, maksimaalne 2,5 m. Lõunaosas eraldab kaht turbavahekihti paks turbakeel. Kattekihi moodustab vahelduva paksusega (0,5–4,3 m) turvas. 2 kihi keskosast võetud proovi keemilise analüüsi järgi on 1,9–2,0 ja 3,37–3,45 m sügavusel CaCO₃ sisaldus vastavalt 82,5 ja 89,6 %. Tootmiseks pole lasund sobiv, kuna lubi pole kvaliteetne, asetseb enamasti küllaltki paksu turbakihi all ja pole eriti ulatuslik, esinedes paksema kihina vaid piiratud alal.



Foto 40. Kohala mõis, mille ümbruses viidi läbi esimesed põlevkiviuurid Eestis.

Photo 40. In the surroundings of Kohala Manor the first studies of oil shale were carried out in Estonia.



Foto 41. Ubja põlevkivikarjäär on läänepoolseim Eestis.

Photo 41. Ubja oil shale quarry is the westernmost in Estonia.



Foto 42. Ubja põlevkivikarjääri tootuslasund.
Photo 42. The commercial seam of Ubja Oil Shale Quarry.



Foto 43. Kunda-Aru lubjakivikarjääri tootuslasund.
Photo 43. The commercial seam of Kunda-Aru Limestone Quarry.



Foto 44. Lasnamäe lubjakivi kuuriseinas Selja külas.

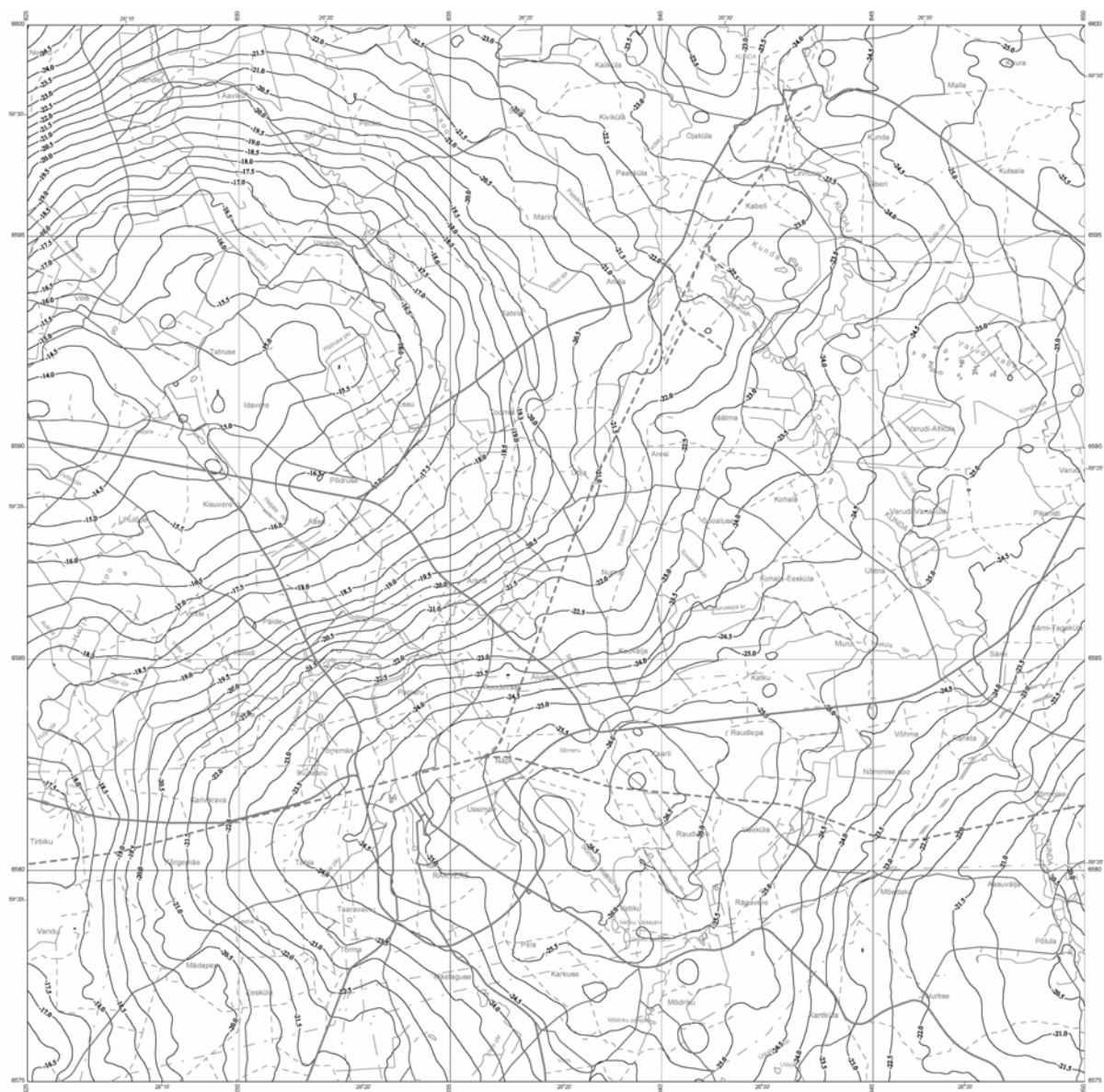
Photo 44. Limestone of Lasnamägi Stage in the wall of shed in the surroundings of Selja Village.

5. GEOFÜÜSIKALISED VÄLJAD

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

Raskusjõu anomaaliate (Δg_a) väärtused kaardilehe piires jäävad vahemikku $-13,5$ mGal kuni $-28,5$ mGal (joonis 18) st territooriumil levib vaid Bouguer' anomaaliate negatiivne väli, mis ongi väga iseloomulik kaardilehe piires levivatele Alutaguse struktuuritsooni Alutaguse kompleksi moondekivimitele. Viimased on kaetud 140–200 m paksuse sette kivimite kompleksiga (Koppelmaa ja Kivisilla, 1997; Puura jt, 1983). Magnetväljas on Alutaguse struktuuritsoon markeeritud valdavalt negatiivse (-350 – -450 nT) magnetväljaga (joonis 19), mida kaardialal loode- ja lääneosas liigestab positiivsete anomaaliate massiiv, mis kitsa ribana jätkub piki kaardilehe lääne- ja lõunaserva ning moodustab suurema massiivi lehe kagunurgas. Magnetvälja väärtus tõuseb selles vööndis kuni tasemele 300 nT. Sama piirkond on markeeritud ka Bouguer' anomaaliate ning raskusjõuvälja jääkanomaaliatega (joonis 20) kaartidel raskusjõu kõrgeenenud väärtuste piirkondadena. Nende anomaaliate põhjustajaks on Haljala anomaalne piirkond läänest, Assamalla anomaalne piirkond lõunast ning Uljaste anomaalne piirkond kagust. Nimetatud piirkondades levivad Alutaguse kompleksile iseloomulike vilgugneisside kõrval küllaltki ulatuslikult grafiit- ja sulfiitgneissid ehk “mustad kildad”. Just “mustade kiltade” magnetiidi ja pürroitiini sisaldus on magnetanomaaliate põhjustajaks. Kõnealustes kompleksides on vilgugneisside kõrval küllaltki suur osakaal amfbool- ja pürokseengneissidel, mis põhjustab raskusjõuvälja taseme tõusu. Ülejäänud kaardialal on nii magnet- kui raskusjõuväli ühtlane ning viitab metasedimentide (vilgugneisside) valdamisele läbilõikes.

Pealiskorra mattunud orgudest on fikseeritud selgelt negatiivsete anomaaliatega ahelikuga vaid Kunda oru lõunaosa Varudi-Varakülalt Põlulani. Põhja pool orgu raskusjõuvälja jälgida ei õnnestu. Ülejäänud kaardilehe piires avastatud orud ei oma nii selget väljendust raskusjõuvälja jääkanomaaliatega näol.



Joonis 18. Rakvere (6434) kaardilehe Bouguer' anomaaliad (IGSN 71 gravimeetriline süsteem, rahvusvaheline normaalvälja valem, isoanomaalide samm 0,5 mGal, vahekihi tihedus 2,3 g/cm³, L-Est 97; 5 km koordinaatvõrk).

Figure 18. Bouguer anomalies of the Rakvere (6434) sheet (IGSN 71 gravity system, International Gravity Formula, isoanomals after 0.5 mGal, Bouguer density 2.3 g/cm³, L-Est 97; 5 km grid).



Joonis 19. Rakvere (6434) kaardilehe aeromagnetilised anomaaliad (IGRF 85, isoanomaalide samm 50 nT, L-Est 97; 5 km koordinaatvõrk).

Figure 19. Aeromagnetic anomalies of the Rakvere (6434) sheet (IGRF 85, isoanomalys after 50 nT, L-Est 97; 5 km grid).



Joonis 20. Rakvere (6434) kaardilehe raskusjõuvälja jääkanomaaliad (keskendusraadius 2 km, isoanomaalide samm 0,2 mGal, L-Est 97; 5 km koordinaatvõrk).

Figure 20. Residual gravity anomalies of the Rakvere (6434) sheet (averaging radius of 2 km, isoanomalys after 0.2 mGal, L-Est 97; 5 km grid).

KASUTATUD MATERJALID

- All, T., Gromov, O., Kivisilla, J., Perens, R., Ploom, K., Põldvere, A., Suuroja, K., 2004. Eesti geoloogilise baaskaardi Võsu (7411), Kadrina (6433), Karepa (7412), Rakvere (6434) ja Tartu (5441) lehe geofüüsikalise ja geoloogilise materjali süstematiseerimine. Tallinn, 36 lk., EGF 7609.
- Allikvee, H., Orru, M., Viigand, A., 1978. Rakvere rajooni turbamaardlate otsingulis-uuringuliste tööde aruanne. Keila, EGF 5178.
- Autorite kollektiiv, 1961–1985. Rakvere rajooni liivakarjääride mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Rakvere rajooni kruusa ja kruusliivakarjääride mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. EGF 6782.
- Barankina, I., 1961. Aruanne liiv-lahjendajate geoloogiliste uuringutööde tulemustest Sämi maardlas Aseri Tellisetehase jaoks (vene keeles). Tallinn, EGF 1505.
- Basanets, J., 1987. Eeluuring Eesti põlevkivimaardla loodeosas (vene keeles). EGF 4294.
- Basanets, E., Taratorina, M., Morozov, O., Uusmaa, A., Radik, E., Morozova, L., Popov, J., 1983. Aruanne eeluuringust Eesti põlevkivimaardla lõunaosas (varud seisuga 01.01.83) (vene keeles). Tallinn, EGF 3970.
- Belkin, V., 1996. Rakvere Lihakombinaadi vähese kloorisisaldusega veevarude hinnang. EGF 6840.
- Björck, S., 1995. A review of the history of the Baltic Sea, 13.0–8.0 ka BP. Quaternary International 27, 19–40.
- Brutus, A., Grünberg, R., Liiber, U., Otsa, A., Soa, K., 1986. Ida-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. Tartu. EGF 4193.
- Eichwald, E., 1854. Die Grauwackenschichten von Liv- und Estland. Bull. Soc. Nat. Moscou, XXVII, I, 3–111.
- Einmann, A., 1980. Rakvere rajooni Uhtna kolhoos, Soaaluse maaparandus, Toolse jõgi ja Kohala peakraav. EGF 6474.
- Einmann, A., 1978. Rakvere rajooni Vinni sovhoos, Sõmeru jõe rekonstrueerimine. Ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6176.
- Einmann, A., 1976. Rakvere rajoon, Viru-Nigula kolhoos, Koila veehoidla. Ehitusgeoloogia aruanne. EGF 5846.
- Einmann, A., 1975. Rakvere rajooni Sämi hüdromeetiline post Kunda jõel. Ehitusgeoloogiline aruanne. EGF 5730.
- Eltermann, G., 1961. Õpime tundma kodulinna loodust. Punane täht, 4. nov, 3.
- Erisalu, E., Tassa, V., 1965. Aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 (vene keeles). EGF 2540.
- Erisalu, E., 1963. Aruanne hüdrogeoloogilisest kaardistamisest Eesti NSV kirdeosa kaldaäärsel alal 1960. a (vene keeles). EGF 1959.
- Eskel, J., Raudsep, R., Liivrand, H., 1979. Aruanne fosforiitide otsingutööde ja prognooshinnangu tulemustest Toolse maardlast lõuna pool (vene keeles). EGF 3567.
- Eskel, J., Liivrand, H., Kivimägi, E., 1975. Aruanne fosforiidisisalduse hinnangust Ida-Eestis 1971.–1974. a (vene keeles). Tallinn, EGF 3348.
- Filatova, A., Domanova, N., 1967. Geoloogiline aruanne eeluuringust Eesti põlevkivimaardla edelaosas 1966.–1967. a (vene keeles). Tallinn, EGF 2915.
- Fischer, J. B., 1778. Versuch einer Naturgeschichte von Livland. Leipzig.
- Fomenko, P., Völõnski, M., Bakalova, I., 1975. Aruanne lubjakivide järeluuringust tsemenditoormemaardla Punane Kunda Aru-Lõuna osas Rakvere rajoonis 1971.–1975. a (varude arvutus seisuga 01.01.1975. a) (vene keeles). Tallinn, EGF 3375.

- Georgi, J., 1791. Von einer feuerfangenden Erde aus der Revalschen Statthalterschaft. In: Auswahl ökonomischer Abhandlungen. St.-Petersb., Bd. 3, 330–331.
- Gibbard, P. and Kolfshoten, T. van, 2004. 22. The Pleistocene and Holocene epochs p. 441–452. edited by Felix M. Gradstein, James G. Ogg, and Alan G. Smith. A geologic time scale 2004. Cambridge, UK ; New York : Cambridge University Press, 2004. 589 p.
- Glazatšev, K., 1954. Eesti põlevkivimaardla kaeveväljade nr. 39–42 detailse aruande täiendus (vene keeles).
- Grewingk, C., 1882. Geologie und Archaeologie des Mergellagers von Kunda in Estland. Arch. Naturk. Liv-, Est- u. Kurl., Ser. 1, 1–72.
- 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.
- Gromov, O., Gromova, G., 1974. Aruanne geofüüsikalistest töödest kristalse aluskorra kaardistamisel Kunda–Kiviõli piirkonnas (vene keeles). Keila, EGF 3279, 185.
- Grünberg, R., Otsa, A., Soa, K., Voika, H., 1985. Eesti NSV liiva ja kruusliiva varude muutused eksploatatsioonilistel andmetel seisuga 1. jaanuar 1985. a (1984. a projekt). Tartu, EGF 4114.
- Hang, T., 2001. Proglacial sedimentary environment, varve chronology and Late Weichselian development of the Lake Peipsi, eastern Estonia. Quaternaria, Series A, No. 11, Stockholm University, 44 pp.
- Hausen, H., 1913. Några supra-akvatiskt bildade åstyper I mellestra Estland (rootsi keeles). Geol. Fören. Stockh. Förh., bd. 35, häft 4, 283–290.
- Heinsalu, Ü., 1988. Kantküla–Nurkse ümbruse pindmise karsti ja tektooniliste rikkevööndite skemaatiline kaart ning seletuskiri. EGF 4468.
- Heinsalu, Ü., Vaher, R., 1988. Kantküla–Nurkse ümbruse pindmise karsti ja tektooniliste rikkevööndite skemaatiline kaart ning seletuskiri. EGF 4318.
- Heinsalu, Ü., Pill, A., Andra, H., 1978. Karst ja karstiveed maa-aluste jõgede aladel Põhja-Eestis ja nende kaitse. Geoloogia Instituut, EGF 3540, 165.
- Heinsalu, Ü., 1977. Karst ja looduskeskkond Eesti NSV-s. Tallinn, 96.
- Georgi, J., 1791. Von einer feuerfangenden Erde aus der Revalschen Statthalterschaft. In: Auswahl ökonomischer Abhandlungen. St.-Petersb., Bd. 3, 330–331.
- Helmersen, G. P., 1838. Aruanne 1838. aastal major Helmerseni poolt Eesti kubermangus tehtud põlevkivi uuringutest kindraladjutant krahv Benkendorfile kuuluva Keila-Joa (Fall) ja parun Wrangelile kuuluva Kohala (Tolks) mõisa lähistel (vene keeles). Gor. Žur. 1838/ III, 258–265.
- Helmersen, G., 1838. Über den Tonschiefer und ein neuendecktes, brennbares Gestein der Übergangsformation Estlands, mit Bemerkungen über einige geologische Erscheinungen neuerer Zeit. Bull. Acad. Sci. St.-Petersb. Nr 100, 101, 56–73.
- Hoffmann, E., 1838. Geognostilised vaatlused, läbiviidud reisi ajal Derptist Abosse (vene keeles). Gornõi ž., I, 64–121.
- Hupel, A.W., 1777. Topographische Nachrichten von Liv- und Estland. Bd. II, Riga.
- Härmat, E., 1972. Selja jõe reguleerimine. Arkna veehoidla geoloogilise uurimise aruanne. Rakvere rajoon. EGF 5567.
- Härmat, E., 1970. P/a Uhtna. Kunda jõe maaparandusobjekti hüdrogeoloogiliste uurimiste aruanne. Rakvere rajoon. EGF 5524.
- Härmat, E., 1970. Kullaaru aiandussovhoosi ERNA II maaparandusobjekti hüdrogeoloogiliste uurimiste aruanne. Rakvere rajoon. EGF 5501.
- Härmat, E., 1969. Ubja sovhoos, Kaliküla maaparandusobjekti hüdrogeoloogiliste uurimiste aruanne. EGF 5467.
- Härmat, E., 1965. Haava karjääri pass. EGF 3623.

- Ilomets, M., 1982.* Sood. Aruandes: Lõuna-Lahemaa pinnakatte ja pinnamoe kujunemine ning jõgede, järvede ja soode areng. ENSV TA GI. Tallinn, 134–164.
- Indreko, R., 1934.* Vorläufige Bemerkungen über die Kunda-Funde. Sitzungsberichte der Gelehrten Estnischen Gesellschaft, 225–298.
- Jaanis, J., 1924.* Virumaa geograafiline ülevaade. Rmt: Virumaa, Rakvere, lk 225–291.
- Jalakas, A., 1962.* Rakvere ja Vaeküla kruusliiva segu ja liiva leiukohtade otsimis- ja esialgse geoloogilise luure tööde aruanne. EGF 1905.
- Jalast, J., 1980.* Rakvere rajooni Öitsengu kolhoosi Kandle maaparandusehitise ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6477.
- Jegorov, G., Mirošnikova, S., Sizova, V., 1955.* Geoloogiline aruanne uuringutest Eesti põlevkivimaardla kaevandusväljadel 47–52 (1952.–1954. a tööd) (vene keeles). Tallinn, EGF 616.
- Juhend Eesti geoloogiliseks digitaalkaardistamiseks mõõtkavas 1:50 000, Versioon 1.2, 2006. Maa-amet, Tartu.
- Jõgar, P., 1987.* Kaart Rakvere fosforiidirajooni nabala-rakvere ja keila-kukruse veehorisondi veejuhtivuse kohta. EGF 4245.
- Jõgi, T., Kala, E., Keerup, O., Pastuhova, A., Petersell, V., Eltermann, G., 1966.* Paide rühma aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest keskmisemõõtkavalisest kaardistamisest Eesti NSV põhjaosas (leht O-35-II) aastail 1963–1966 (vene keeles). Tallinn, EGF 2893.
- Jürgenson, V., 2003.* Aruanne Päide kruusa uuringualal tehtud geoloogiliste tööde kohta (varu seisuga 01.05.2003). Tallinn, EGF 7509.
- Jürgenson, V., 2003.* Aruanne Haava kruusa uuringualal tehtud geoloogiliste tööde kohta (varu seisuga 01.03.2003). Tallinn, EGF 7488.
- Kadastik, E., 2004.* Upper-Pleistocene stratigraphy and deglaciation history in northwestern Estonia. Dissertationes Geologicae Universitatis Tartuensis XV, Ph.D. Dissertation. Tartu University Press, Tartu, 128 pp.
- Kadastik, E., Morgen, E., 1999.* Lääne-Virumaa põhjaosa liiva ja kruusa varu revisjon. Tallinn, EGF 6315.
- Kajak, K., 1999.* Eesti kvaternaarisetete kaart 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus.
- Kajak, K., Kala, E., Koppelmaa, H., Perens, H., Põldvere, A., Raudsep, R., Savitskaja, L., Vingisaar, P., Perens, R., 1992.* Eesti geoloogiliste kaartide (mõõtkava 1:50 000) tugilegendid. Tallinn–Keila, EGF 4615.
- Kajak, K., Perens, H., Põldvere, A., Raudsep, R., Saadre, T., Suuroja, K., Jusupova, K., 1985.* Eesti NSV litoloogilis-paleogeograafilised kaardid mõõtkavas 1:500 000 (vene keeles). Tallinn, EGF 4164.
- Kala, E., Eltermann, G., Jõgi, T., Keerup, O., Pastuhova, A., Petersell, V., 1967.* Paide rühma aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:200 000 ENSV keskosas (leht O-35-VIII) 1963.–1966. a (vene keeles). Tallinn, EGF 2927.
- Kalm, V., 2006.* Pleistocene chronostratigraphy in Estonia, southeastern of the Scandinavian glaciation. Quaternary Science Reviews, 25, 9–10, 960–975.
- Karma, R., 1956.* Hulja sovhoosi turbaraba uurimistööde aruanne. Käsikiri turbafondis.
- Karst ja allikad Pandiveres. 2002, AS Maves, Tallinn, 52.
- Karukäpp, R., Moora, T. & Pirrus, R., 1996.* Geological events determining the Stone Age environment of Kunda. PACT, 51, 219–229.
- Kattai, V., Lokk, U., Kattai, T., 1998.* Eesti põlevkivimaardla varu ümberhindamine (seisuga 01.01.1995. a). Rakvere uuringuväli. EGF 5903.

- Kattai, V., Lokk, U., Kattai, T., Ponomarjova, L., Võssotskaja, V., 1998. Eesti põlevkivimaardla varu ümberhindamine (seisuga 01.01.1995. a) Pada uuringuväli. Eesti põlevkivimaardla Pada uuringuvälja varu hinnang seisuga 01.04.1998. a. EGF 4996.
- Kattai, V., Kattai, T., Lokk, U., Ponomarjova, L., 1998. Eesti põlevkivimaardla varu ümberhindamine. Kõnnu uuringuväli. EGF 5904.
- Kattai, V., 1998. Eesti põlevkivimaardla Kohala uuringuvälja varu hinnang seisuga 01.04.1998. a. EGF 6073.
- Kattai, V., 1995. Eesti põlevkivimaardla varu ümberhindamine (seisuga 01.01.1995. a). Kohala uuringuväli. EGF 5308.
- Kattai, V., Kattai, T., Lokk, U., Ponomarjova, L., Võssotskaja, V., 1995. Eesti põlevkivimaardla varu ümberhindamine (seisuga 01.01.1995. a). Haljala uuringuväli. EGF 4984.
- Kattai, V., Kattai, T., Lokk, U., Võssotskaja, V., 1995. Eesti põlevkivimaardla varu ümberhindamine (seisuga 01.01.1995. a). Kabala uuringuväli. EGF 4982.
- Kattai, V., Savitski, L., Lokk, U., Võssotskaja, V., 1992. Ubja piirkonna põlevkivivarude kasutamise perspektiivi eelhindang. EGF 4599.
- Kattai, V., Dantsenko, V., Domanova, N., Merkulova, L., Uusmaa, A., Mardla, A., Radik, M., 1980. Tektoonilise lõhelisuse uuringutulemused Eesti põlevkivimaardlas (vene keeles). EGF 3723.
- Kildema, K., 1967. Rakvere rajooni maastikulisest liigestusest. Rmt: Rakvere rajoonis kodu-uurijate seminar-kokkutulek 3–7. juulini 1967. a. Tallinn, 45–56.
- Kildjer, L., 1981. Rakvere rajooni Põllumajandustehnika Tootmiskoondise seadmete hoiuväljak. Ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6563.
- Killar, R., 1988. Rakvere rajoon. Aruanne kruusa ja liiva otsingutöödest. EGF 4500.
- Kink, H., Andresmaa E., Orru, M., 1998. Eesti soode hüdrogeoökoloogia. Tallinn, 94–96.
- Kink, H., 1995. Kunda piirkonna tööstusmaastik. TA GI kirjastus, Tallinn.
- Kink, H., 1994. Rakvere linna hüdrogeoökoloogilised uurimistööd. TA GI.
- Kink, H., 1993. Pandivere riiklik veekaitseala (kokkuvõte 1983–1993. a uurimistöödest). EGF 4704.
- Kink, H., Metslang, T., 1990. Vee säilimist tagavatest põllumajanduslikest piirkoormustest Eestis. EGF 4545.
- Kink, H., 1963. Vinni sovhoosi maaparanduse projekti koostamiseks tehtud hüdrogeoloogilised uurimised. Rakvere rajoon. EGF 1911.
- Kivalkina, L., Ilgin, S., 1950. Aruanne otsingu-rekognosüüringutööde tulemustest Eesti NSV kirdeosas 1949. a (vene keeles). EGF 197.
- Kivisilla, J., Niin, M., Koppelmaa, H., 1999. Catalogue of chemical analyses of major elements in the rocks of the crystalline basement of Estonia. Geological Survey of Estonia. Tallinn, 94 p.
- Koppelmaa, H., 2002. Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart. Mõõtkava 1:400 000. Kaart ja seletuskiri. Tallinn, 32.
- Koppelmaa, H., 2000. Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart. Mõõtkava 1:400 000. Seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus.
- Koppelmaa, H., Kivisilla, J., 1998. Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart mõõtkavas 1:200 000. Kaart ja seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn. 4 kaarti, 33.
- Koppelmaa, H., Kivisilla, J., 1997. Kide-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart. Mõõtkava 1:200000. Seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus, 37 lk, 17 tabelit, 3 lisakaarti.
- Koppelmaa, H., Gromov, O., Kivisilla, J., Klein, V., Lodjak, T., Mardla, A., Niin, M., Puura, V., Suuroja, K., 1982. Aruanne süvakaardistamisest Tallinn–Kõrvemaa piirkonnas (Põhja-Eesti) mõõtkavas 1:500 000 1978.–1982. a. Tallinn, EGF 3953.

- 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). EGF 3600.
- Krapiva, A., 1983. Rakvere rajooni Viru kolhoosi Kavastu maaparandusehitis. Ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6715.
- Krapiva, A., 1977. Rakvere rajoon, Vinni sovhoos, Mõdriku–Kaarli–Niidipere maaparandusobjekt. Hüdroteoloogiline aruanne (vene keeles). EGF 6156.
- Krapiva, A., 1976. Rakvere rajoon, Ubja sovhoosi Selja-Keskuse maaparandusehitis. Hüdroteoloogia aruanne (vene keeles). EGF 5855.
- Kupffer, A., 1870. Über die chemische Constitution der baltischen-silurischen Schichten. Arch. Naturk. Liv-, Est- u. Kurl., Ser. 1, 69–196.
- Kupffer, A., 1865. Bericht über eine geologisch Reise längs der Meeresküste Estlands. Balt. Wschr., Nr. 46 & 47, 811–818.
- Kupits, T., 1981. Rakvere rajooni Kullaaru sovhoosi Kullaaru maaparandus. Ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6561.
- Kuznetsov, V., 1947. Struktuur-geoloogiline kaardistamine Kunda–Rakvere–Tapa piirkonnas Eesti NSV-s (vene keeles). EGF 87.
- Kõrvel, V., Kõrvel, N., Rohtlaan, A., Eltermann, G., 1963. Rakvere Rühma aruanne komplekssest geoloogilis-hüdroteoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:200 000 lehel O-35-IX 1960.–1963.a (vene keeles). EGF 2072.
- Lamanski, V.V., 1901. Uuringutest Balti–Laadoga klindi regioonis 1900. a suvel (vene keeles). Izv. Geol. Komiteta, XX, 5, 233–277.
- Lamanski, V.V., 1898. 1896. a suvel Siluri setetes tehtud geoloogiliste uurimiste tulemustest Eestimaa, Peterburi ja Tveri kubermangudes (vene keeles). Tr. S.-Peterb. Ob. Estestv. 113–117.
- Liiber, U., 1981. Rakvere rajooni Tsemenditehase "Punane Kunda" elamurajooni kuivenduse ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6564.
- Liivrand, H., Mardiste, A., Rass, V., Rass, V., Raudsep, R., Eskel, J., 1983. Aruanne fosforiidide otsingust Maardu maardlast lõuna pool (vene keeles). Geoloogia Valitsus, Tallinn, EGF 4002, 155 lk.
- Lodjak, T., 1982. Linnusöödaks kõlblike lubjakivide otsingutööde aruanne. EGF 3925.
- Luha, A., 1946. Eesti NSV maavarad. Tallinn, 192.
- Luha, A., 1924. Virumaa paekallas. Geoloogiline ülevaade. Virumaa, Rakvere, 292–314.
- Luht, H., 2005. Kunda tselluloositehase heitvee torustiku trass. Geotehnika aruanne. IPT Projektijuhtimine OÜ, töö nr. 05-03-0484, Tallinn.
- Madalik, J., 1999. Põhjaveevarude uuring AS Viru Õlu tarbeks. EGF 6302.
- Malkov, B., Kiipli, T., Rennel, G., Tammik, P., Dulin, J., 1986. Balti mere Eesti NSV territooriumiga piirneva šelfiala regionaalne geoloogilis-geofüüsikaline uurimine mõõtkavas 1:200 000 1984.–1985. a (vene keeles). EGF 4188.
- Martin, T., 1988. Fosforiidiotsingute tulemused Rakvere fosforiidirajooni ida- ja lõunaosas 1985.–1988. a. (vene keeles). Tallinn, EGF 4296.
- 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 (vene keeles). Valgevene Geoloogiteenistus, Minsk.
- Mickwitz, A., 1910. Archaikum, Kambrium, Silur. In: Baltische Landeskunde. Herausgegeben von K. R. Kupffer, Riga, 138–174.
- Mickwitz, A., 1907. Die Stratigraphie und Topographie des Bodens des Finnischen Meerbusens. Bull. Acad. Sci. St.-Petersb., Ser. VI, 16, 699–702.

- Mickwitz, A., 1896. Über die Brachiopodengattung *Obolus* Eichwald. Mém. Acad. Sci. St.-Pétersb. Ser. VIII, classe physico-mathématique, 216.
- Miidel, A., 1966. Nüüdisaegsete maakoore liikumiste ja jõgede erosioonilis-akumulatiivse tegevuse seosest Eestis (vene keeles). ENSV TA Toimetised, 1, 121–133.
- Miidel, A., Raukas, A., 1965. Põhja-Eesti alluviaalsete setete litoloogia (vene keeles). Rmt: Eesti kvaternaarisetete litoloogia ja stratigraafia (vene keeles). Tallinn, ENSV TA GI Toim., 113–132.
- Miidel, A., 1961. Holotseensete orgude geoloogilise arenemise seaduspärasusi Põhja-Eestis. ENSV TA Geol. Inst. Uurim. VII, Antropogeeni geoloogia, 147–158.
- Miljukova, N., Švedtšikova, N., 1952. Geoloogiline aruanne detailuuringust Eesti põlevkivimaardla kaevandusväljadel 33–38 (vene keeles). Tallinn, EGF 297.
- Moora, T., 1998. Muistsete loodusolude osast kiviaja asustuse kujunemisel Kunda ümbruses. Muinasaja teadus 5, Loodus, inimene ja tehnoloogia. Interdistsiplinaarseid uurimusi arheoloogias, Ajaloo Instituut, Tallinn, 15–151.
- Moora, T. & Moora, H., 1996. The ridge of Hiemägi as a precondition for the formation of the ancient Lake Kunda. PACT, 51, 231–240.
- Morgen, E., Suuroja, S., 2002. Lääne-Virumaa lõunaosa liiva- ja kruusavarude ülevaade. Tallinn, EGF 7433.
- Morozova, L., 1998. Ubja uuringuväljal teostatud geoloogiliste uuringute aruanne. EGF 6009.
- Morozov, O., Basanets, V., Dantšenko, E., Radik, P., 1982. Aruanne põlevkivide otsingutööde läbiviimisest nende perspektiivsuse hindamiseks Vene platvormi loodeosas (vene keeles). Eesti NSV Geoloogia Valitsus. Tallinn. EGF 3913.
- Morozov, O., Kattai, T., Domanova, N., Kattai, V., Dantšenko, O., Petrovitskaja, R., 1975. Aruanne Eesti põlevkivimaardla kaevevälja nr 13 detailuuringust 1971.–1975. a (varud seisuga 01.01.1975. a) (vene keeles). Tallinn, EGF 3369.
- Murchison, R. I., 1844. Über die allgemeinen Beziehungen zwischen den älteren paleozoischen Sedimenten in Skandinavien und den Baltischen Provinzen Russlands. St. Peterburg. Verh. Russ. Miner. Ges., 190–216.
- Männil, R., 1964. Järvelubjalasundite levik ja stratigraafia Eestis. EGF 2392.
- Männil, R., Pirrus, R., 1963. Haljala ja Võru hilisjääaegsete setete läbilõiked. Materjalid ülemise pleistotseeni ja holotseeni geoloogiast Eestis (vene keeles). ENSV TA GI Toimetised XII, 95–105.
- Nõmme, K., 1961. Nortsu savimaardla detailse geoloogilise luure aruanne. EGF 1558.
- Nõmmsalu, V., Barankina, I., Orru, M., 1990. Viru kolhoosi puurkaevude inventariseerimisest, põhjavetest ja maavarade kasutamisevõimalustest. EGF 4401.
- Orviku, K., 1948. Über die Geologie des Kunda-Sees. Kungl. Vitterhets Historik och antikvitetets Akademien, del.66. Stockholm.
- Orviku, K., 1936. Kihitussiirdeid Eesti aluspõhjast. Eesti Loodus 2, 71–72.
- Orviku, K., 1935. Lõhestunud veerkivid. Eesti Loodus, 2, 57–58.
- Orviku, K., 1930. Rändpangastest. Loodusvaatleja, 3, 78–81.
- Orviku, K., 1930. Die Glazialschollen von Kunda-Lammasmägi und Narva-Kalmistu. Loodusuurijate Seltsi Aruanded, XXXVI, 3–4, 174–179.
- Paap, J., 1974. Järve- ja soosetete lasundite kasvutempo määramine, nende arengu prognoosimine ja soovitusel kompleksseks kasutuseks. EGF 3326, 369.
- Paap, T., Tassa, V., 1968. Geoloogiliste kaartide komplekt mõõtkavas 1:50 000 Eesti põlevkivimaardla territooriumi kohta (vene keeles). Tallinn, EGF 3011.
- Pahlen, A., 1914. Zur Frage der Entwicklung der kambrischen Schichten in Estland. Zbl. Miner., Abt. A, 747–748.

- Palmre, H., 1946.* Varangu ja Tobia-Risu (Rakvere) järvekriidi uurimus. EGF 1579.
- Palo, M., Petersell, L., Moltšanova, A., Smagin, N., 1961.* Aruanne fosforiitide geoloogiliste otsingutööde tulemustest 1957.–1960. a klindieelses vööndis Tallinna ja Narva vahel (vene keeles). EGF 1570.
- Pantin, V., 1982.* Aruanne ehitusgeoloogilistest, insener-hüdrogeoloogilistest ja insener-meteoroloogilistest töödest Püssi–Kiisa trassil (vene keeles). EGF 3964.
- Pastuhova, A., Rjabinkaja, L., 1960.* Aruanne elektrilistest uuringutöödest Eesti põlevkivimaardla Ubja ja Kohtla-Nõmme osal 1958. a (vene keeles). EGF 1269.
- Perens, R., Boldõreva, N., Savitski, L., Savitskaja, L., Kivit, N., Savva, V., Hindrikson, M., Valdmaa T., 2004.* Põhjavee seisund 1999–2003 (käsikiri). EGF 7629.
- Perens, H., 2002.* Paekihtide ehituslike omaduste hindamine. V etapp: Lääne-Virumaa. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn, EGF 7459.
- Perens, R., 2001.* Eesti põhjavee kaitstuse kaart 1:400 000. Tallinn, EGF 7120.
- Perens, R., 1998.* Eesti hüdrogeoloogiline kaart 1:400 000. Seletuskiri. Tallinn, 40.
- Perens, R., Vallner, L., 1997.* Waterbearing formation. In: Raukas, A., Teedumäe, A. (eds.) *Geology and mineral resources of Estonia*. Estonian Academy Publishers. Tallinn, 137–144.
- Perens, R., Lang, T., 1979.* Aruanne ehitusmaterjalimaardlate otsingutest ja uuringutest tammide täitematerjaliks Kunda linna ümbruses ning Toolse fosforiidimaardla kaevandustesse vee juurdevoolu määramine (vene keeles). EGF 3609.
- Perens, R., 1979.* Aruanne järeluuringust mäe-geoloogilistest ja hüdrogeoloogilistest tingimustest Toolse fosforiidimaardlas (vene keeles). EGF 3610.
- Perens, R., Kajak, K., Kajak, H., Lang, T., Laas, L., Norman, A., Solovjova, S., Mardla, A., 1978.* Aruanne hüdrogeoloogilisest ja ehitusgeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 maaparanduse eesmärgil 1976.–1978. a (Tapa–Viru-Roela objekt) (vene keeles). Geoloogia Valitsus, EGF 3508.
- Petersell, V., 1962.* Kunda lubjakivimaardla 1960.–1961. a detailse geoloogilise uurimise aruanne (vene keeles). EGF 1948.
- Petrov, A., 1958.* Aruanne liivade otsingulistest ja geoloogilistest uuringutöödest tsemenditehasele "Punane Kunda" Rakvere rajoonis (vene keeles). EGF 920.
- Pikner, V., 1976.* Rakvere rajoonis asfalt-betooni valmistamiseks sobiva liiva ja kruusliiva otsingute aruanne. EGF 3431.
- Pirrus, E., 2003.* Hiidrahnud loodusmälestistena. Rmt: Pirrus, E. (toim). *Eluta loodusmälestiste uurimine ja kaitse*. Teaduste Akadeemia Kirjastus. 75–88.
- Planer, K., 1840.* 1832. aastast avastatud ja uuritud uutest mineraalidest (vene keeles). Gor. Žur. 1840/VI, 356–391.
- Pogrebov, N., 1919.* Geoloogilised uuringud põlevkivi kukersiitse ladejärgu alamsiluri ladestu leviku piirkonnas Eesti kubermangus (vene keeles). Izv. Geol. Kom. XXVII, 1, 364–365.
- Pralov, W., 1938.* Mikroskopische, röntgenographische und chemische Untersuchung einiger Problem des estländischen Blauen Tons. *Chemie der Erde* 11, 480–497.
- Puura, V. and Vaher, R., 1997.* Tectonics. Cover structure. In: Raukas, A., Teedumäe, A. (eds.), 1997. *Geology and mineral resources of Estonia*. Estonian Academy Publishers, Tallinn. 167–177.
- Puura, V., 1987.* *Geology and mineral resources of the Rakvere phosphorite-bearing area*. Valgus, Tallinn, 81–86.
- Puura, V., Vaher, R., Klein, V., Koppelmaa, H., Niin, M., Vanamb, V., Kirs, J., 1983.* Eesti kristalne aluskord (vene keeles). Moskva, Nauka, 208.

- Puura, V., Klein, V., Koppelmaa, H., Gromov, O., Kala, E., Kivisilla, J., Keerup, O., Niin M., Niin, S., Petersell, V., 1977. Aruanne kristalse aluskorra süvakaardistamisest Kunda–Kiviõli piirkonnas (Põhja-Eesti) mõõtkavas 1:500 000 1974.–1977. a (vene keeles). EGF 3476.
- Puura, V., Petersell, V. jt., 1974. Aruanne kristalse aluskorra geoloogilisest süvakaardistamisest mõõtkavas 1:500000 Tapa–Rakvere piirkonnas (Põhja-Eesti) (vene keeles). Tallinn, EGF 3298.
- Põllumäe, M., 1978. Tehase "Punane Kunda" karbonaatse tooraine kompleksne hinnang. EGF 3528.
- Pärna, K., 1962. Balti jääjärve ja suurte kohalike jääjärvede geoloogiast Eesti territooriumil (vene keeles). Tallinn, 20.
- Pärna, K., 1960. Balti ja kohalikkude suurte jääjärvede geoloogiast Eesti NSV territooriumil (vene keeles). ENSV TA Geoloogia Instituudi Uurimused, V, 269–278.
- Pärnoja, M., 1981. Kunda linna generaalplaan. REI, Ehitusgeoloogia fond 15831.
- Rakvere rajooni liivakarjäärade mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Rakvere rajooni kruusa ja kruusliivakarjäärade mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Autorite kollektiiv, 1985. EGF 6782.
- Ramsay, W., 1929. Niveauverschiebungen, eisgestaute Seen und Rezession des Inlandeises in Estland. Helsingfors, Fennia 52.
- Ramsay, W., 1910. Suomenlahden ja Laatokan syvyskartta. Suomen Kartasto. Karttalehti 11.
- Ramst, R., 1992. Eesti järvemuda varu.
- Raudsep, R., 1997. Phosphorite. In: Raukas, A., Teedumäe, A.(eds). Geology and mineral resources of Estonia. Estonian Academy Publishers, Tallinn. 331–337.
- Raudsep, R., 1994. Phosphorite. In: Estonian mineral resources. Ministry of Environment, Information Centre. Tallinn. 9–24.
- 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 kaeveväljal (vene keeles). EGF 4364.
- Raudsep, R., Belkin, V., Beljajev, G., 1986. Geoloogiline seletuskiri tehnilis-majanduslike nõuete juurde fosforiidide ja põlevkivi püsikonditsioonide jaoks Kabala kaeveväljal (vene keeles). EGF 7317.
- 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). EGF 4082.
- Raudsep, R., 1982. Eesti fosforiit ja selle uued maardlad. Eesti Loodus 8, 517–523.
- Raudsep, R., Eskel, J., Liivrand, H., Mardiste, A., Dantšenko, V., 1981. Aruanne fosforiidide detailotsingute tulemustest Rägavere ja Assamalla alal (vene keeles). EGF 3772.
- Raudsep, R., Sinisalu, R., 1972. Aruanne Toolse fosforiidimaardla detailuuringust 1969.–1971. a (vene keeles). EGF 3200.
- Raudsepp, A., Sarapik, J., 1979. Rakvere rajoonis asfaltbetooni valmistamiseks sobiva liiva ja kruusliiva eeluuringute aruanne. EGF 3593.
- Raukas, A., Teedumäe, A. (eds.), 1997. Geology and mineral resources of Estonia. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 436.
- 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., Kajak, K., 1995. Quaternary stratigraphy in Estonia. Proc. Estonian Acad. Sci. Geol., 44/3, 149–162.
- Raukas, A., 1978. Pleistotseeni setted ENSV-s (vene keeles). Tallinn, Valgus, 310.
- Raukas, A., Rähni, E., Miidel, A., 1971. Liustiku servamoodustised Põhja-Eestis (vene keeles). Tallinn, 228.

- Riige, S., 1990. Rakvere rajoon, Kadrina aleviku ja Hulja asula reovee puhastusseadme ehitusgeoloogia aruanne. EGF 7217.
- Riige, S., 1989. Rakvere rajooni Rakvere Lihakombinaadi Sämi veehaarde ehitusgeoloogia aruanne. EGF 7175.
- Roosve, H., Mooser, M., Rahumäe, V., 1984. Aruanne kruusa ja liiva otsingutöödest Rakvere Kolhooside Ehituskontorile. EGF 4104.
- Rosentau, A., Vassiljev, J., Saarse, L. & Miidel, A., 2007. Palaeogeographic reconstruction of proglacial lakes in Estonia. *Boreas*, in print.
- Russov, E., 1887. Über die Boden- und Vegetationsverhältnisse zweier Ortschaften an der Nordküste Estlands. *Sb. Naturf. Ges. Dorpat*, Bd. VIII, H, 1, S. 93–142.
- Rõõmusoks, A., 1983. Eesti aluspõhja geoloogia. Tallinn, Valgus, 223.
- Rähni, E., 1963. Viirsavide geokronoloogia Ida-Eestis. Materjalid ülemise pleistotseeni ja holotseeni geoloogiast Eestis (vene keeles). ENSV TA GI Toimetised XII, 81–94.
- Rähni, E., 1962. Viimase mandrijää servamoodustistest Põhja-Eestis. Tallinn, EGF 1933, 427.
- Räätel, V., 1971. Karjäärimajandus ja kruusliiva ning liiva leiukohad Eesti NSV-s. EGF 3160.
- Rüger, L., 1923. Paläogeographische Untersuchungen im baltischen Cambrium unter Berücksichtigung Schwedens. Ein Beitrag zur Paläogeographie des Baltischen Shieldes und Fennoskandias. *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie in Verbindung* Nr 4, 117–128 und Nr 5, 142–155.
- Saadre, T., Stumbur, H., Martin, T., Mardim, T., Luht, H., Jurjens, E., Kala, E., Suuroja, K., 1989. Eesti põlevkivimaardla varasema uuringuala järeluurimise M 1:50 000 1985.–1989. a (vene keeles). EGF 4311.
- Saadre, T., Mardim, T., Morgen, E., Põldvere, A., Vaher, R., Suuroja, K., Saaremets, V., 1984. Aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 ning järeluurimust varem uuritud aladel Rakvere fosforiidirajoonis (vene keeles). EGF 4068.
- Saadre, T., Sinisalu, R., Noppel, M., 1978. Põhja-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. Keila, EGF 3506.
- Saadre, T., Sinisalu, R., Karu, A., Killar, E., Otsa, A., Leštšinskaja, L., Sarapik, J., 1977. Eesti NSV kruusliiva, liiva ja täitepinnase varude muutused eksploatatsioonilistel andmetel 1. jaanuari 1977. aasta seisuga. EGF 3476.
- Saarelaid, H., 1963. Rakvere tööpiirkonna kruusa, kruusliiva ja liiva leiukohtade otsimis-, inventariseerimis-eelluure töö aruanne. EGF 2050.
- Saltõkova, L., 1958. Aruanne otsingu- ja uuringutöödest Kunda tsemenditoormemaardlas 1957. a (vene keeles). EGF 1036.
- Salu, M., 1991. Lääne-Virumaa "Energia" kolhoosi Lepna I kuivendussüsteemi ehitus. Ehitusgeoloogia aruanne. EGF 7231.
- Salu, M., 1991. Lääne-Virumaa Viru kolhoosi Metsiku I kuivendussüsteemi ehitus. Ehitusgeoloogia aruanne. EGF 7232.
- Salu, M., 1989. Rakvere rajoon, Kullaaru sovhoosi Erna-Nõgu rekonstrueeritava kuivendussüsteemi ehitusgeoloogia aruanne. EGF 7169.
- Salu, M., 1986. Rakvere rajooni Hulja sovhoosi Hulja maaparandusehitise ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6992.
- Salu, M., 1985. Rakvere rajooni Uhtna kolhoosi Vaeküla-Võhma maaparandusehitise ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6878.
- Savitskaja, L., Viigand, A., 1994. Aruanne kambriumi-vendi veekompleksi põhjavee mikrokomponentide ja isotoopkoostise uurimisest joogivee kvaliteedi hindamiseks Põhja-Eestis. EGF 4870.

- Savitskaja, L., Tennokesse, V., Varus, M., 1987.* Aruanne töödest põhjavee kaitstuse kontrollimiseks ENSV territooriumil 1985.–1987. a (vene keeles). EGF 4237.
- Schmidt, F., 1897.* Rakvere lähedal paiknevate ooside vaatlused (vene keeles). Tr. S.-Peterb. Obšč. Estestv., XXVIII/I, 288.
- Schmidt, F., 1897.* Excursion durch Estland. In: Guide des excursions du VII Congrès Géologique international. St. Pétersb., XII, 21.
- Schmidt, F., 1888.* Eine neuentdeckte unterkambrisch Fauna in Estland. Neues Jb. Miner. Geol. Pal., I.
- Stumbur, K., 1962.* Varangu kihistiku stratigraafia. Paleosoikumi geoloogia (vene keeles). ENSV TA GI Toimetised X, 61–65.
- Severgin, V. M., 1808.* Reveli suitsevast mäest (vene keeles). Žur. 1808/5, 157–169.
- Siegert, M. J., Dowdeswell, J. A., Hald, M., Svendsen, J. I., 2001.* Modelling the Eurasian ice sheet through a full (Weichselian) glacial cycle. Global and Planetary Change, 31, 367–385.
- Sinivalu, R., 2005.* Kunda lubjakivimaardla Aru-Lõuna paekarjääri mäeeraldise tsemendi- ja ehituslubjakivi varu ümberhindamine (varu arvutus seisuga 01.01.2005. a). EGF 7669.
- Sinivalu, R., 2003.* Metsaniidu liivakarjääri laienduse uuring Lääne-Virumaal (varu seisuga 01.03.2003. a). EGF 7482.
- Sinivalu, R., Räägel, V., 1997.* Ülevaade savi lahjendamiseks sobiva liiva leiukohtadest Virumaal (Aseri Tellis AS tellimus). EGF 5805.
- Sinivalu, R., 1993.* Kunda lubjakivimaardla kabonaatse toorme varude ümberhindamine (varu arvutus seisuga 01.01.1993. a). EGF 4645.
- Sinivalu, R., Kosk, A., Otsa, A., Grünberg, R., Eichenbaum, A., Jõgi, V., Türk, M., Kajak, M., Soa, K., 1984.* Eesti NSV liiva ja kruusliiva varude muutused ekspluatatsioonilistel andmetel seisuga 1. jaanuar 1984. a. EGF 4058.
- Sinivalu, R., Kukk, M., Kosk, A., Otsa, A., Jõgi, V., Kajak, M., Eichenbaum, A., Grünberg, R., 1982.* Eesti NSV liiva ja kruusliiva varude muutused ekspluatatsioonilistel andmetel seisuga 1. jaanuar 1982. a (1980. a projekt). EGF 3914.
- Sizova, V., Pehov, A., 1956.* Geoloogiline aruanne detailuuringust kaevandusväljadel 53–56 ja struktuurotsingulistest töödest Eesti põlevkivimaardla lääne- ja lõunaosas (vene keeles). EGF 731.
- Slutski, A., Arsenev, J., Liskovits, A., Golovin, I., Golovina, E., Gorodnitskaja, V., Petrova, N., 1962.* Rühma nr. 15 aruanne geofüüsikalistest töödest Eesti NSV põhjaosas ja Moskva lähise pruunsöebasseini läänetiivas 1962. a (vene keeles). Tallinn, EGF 1941.
- Soa, K., Valdna, L., Voika, H., Peikre, R., Sinivalu, R., Kajak, M., Rannet, M., 1990.* Eesti liiva ja kruusliiva varude muutused ekspluatatsioonilistel andmetel seisuga 01.01.1990. a EGF 4402.
- Soa, K., Valdna, L., Haamer, R., Pärn, E., Kajak, M., Peikre, R., Rannat, U., Sinivalu, R., 1990.* Aruanne Eesti liiva ja kruusliivakarjääride geoloogiline teenindamine 1988.–90. aastatel. EGF 4428.
- Soa, K., 1982.* Aruanne revisjonitöödest ehitusmaterjalide maardlate varude riiklikult bilansilt mahakandmiseks (1982. a projekti alusel). EGF 3948.
- Sooäär, I., 1978.* Rakvere rajooni Varudi m/v turbaraba laiendamine. Ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6174.
- Strangways, W. T., 1821.* Geological Sketch of the Environs of Petersburg. Trans. Geol. Soc. London 1821/ V, 392–458.
- Struckmeier, W. F., Margat, J., 1995.* Hydrogeological Maps. A Guide and a Standard Legend. International Association of Hydrogeologists. Hannover, 177.
- Stumbur, K., Jõgi, S., Mardla, E., Mardla, A., Stumbur, H., Erisalu, E., 1963.* Aruanne otsingukaardistamistöödest Kirde-Eesti kaldaäärses osas 1959.–1961. a (vene keeles). Tallinn, EGF 1958.

- Suuroja, K., 2006. Baltic Klint in North-Estonia as a symbol of Estonian nature. Keskkonnaministeerium, Tallinn.
- Suuroja, K., 2005. Põhja-Eesti klint. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.
- Suuroja, K., Kõiv, M., Vahtra, T., 2004. Eesti baaskaardi Kadrina (6433), Rakvere (6434), Võsu (7411) ja Karepa (7412) lehe aluspõhja geoloogilise ja aluspõhja reljeefi kaardistamise (riigihange 014012) aruanne. EGF 7625.
- Suuroja, K., 2003. Balti klint loodusmälestisena. Rmt: E. Pirrus (toim.) Eluta loodusmälestiste uurimine ja kaitse. Tartu–Tallinn. Teaduste Akadeemia Kirjastus, 19–38.
- Suuroja, K., 2003. Eesti joad. Ilo, Tallinn.
- Suuroja, K., Morgen, E., Mardim, T., Ploom, K., Kadastik, E., 1999. Aegviidu–Tapa piirkonna geoloogilis-hüdrogeoloogilise kaardistamise mõõtkavas 1:50 000/1:25 000 aruanne. Tallinn. EGF 6254.
- Suuroja, K., Mardim, T., Ploom, K., Suuroja, S., All, T., 1999. Kohala uuringuvälja Ubja põlevkivi uuringuala täiendavate geoloogiliste uuringute aruanne (varu seisuga 01.01.2000. a). EGF 6369.
- Suuroja, K., 1997. Eesti aluspõhja geoloogiline kaart mõõtkavas 1:400 000. Tallinn, Eesti Geoloogiakeskus. Seletuskiri, 60.
- Zabalujeva, A., Smorodina, Z., Haham, A., 1957. Aruanne uuringust Kureliiva ja Aluvere karbonaatkivimite maardlas tsemenditehasele "Punane Kunda" 1956. a (vene keeles). EGF 792.
- Tallinn, K., 1977. Aruanne Aseri savimaardla ja liivlahjendaja uuringute kohta drenaažitorude ja telliste tootmiseks. EGF 3462.
- Tallinn, K., 1971. Täiendus aruandele: Aruanne geoloogiliste uuringutööde tulemustest Kunda kambriumisavide maardla mereäärses osas 1969. a. EGF 3135.
- Talpas, A., Kivisilla, J., Kõrvel, V., Mardla, A., Petersell, V., Popova, L., Rennel, G., Skitiba, A., Tammik, P., Fokin, A., 1989. Soome lahe regionaalne geoloogilis-geofüüsikaline uuring aastail 1986–1989 mõõtkavas 1:200 000, kaardileht 0-35-III (vene keeles). Tallinn, EGF 4339.
- Tamm, I., 1983. Rakvere rajooni Malla puhkebaas. Ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6713.
- Tammekann, A., 1940. The Baltic Glint. Part I. Morphography of the Glint. Publicationes Instituti Universitatis Tartuensis Geographici. 24, 103.
- Tammekann, A., 1940. Mandrijää viimane retsessioon ja otsmoreenid. Ettekannete kokkuvõtted. 4. Eesti Loodusteadlaste päev 18. ja 19. märtsil Tartus. 30–33.
- Tammekann, A., 1935. Põhja-Eesti paekaldast. Loodusvaatleja 1, 2–5.
- Tammekann, A., 1924. Koillis-Viron rannikkomaa. Eripainos: Suomen Maantietellisen Seuran aikakauskirja, 2–3, 258–268.
- Tassa, V., Erisalu, E., Paap, Ü., Dantšenko, V., 1967. Aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest Eesti põlevkivimaardla keskosas mõõtkavas 1:50 000 aastail 1965–1967 (vene keeles). Tallinn, EGF 2924.
- Tennokesse, V., Viigand, A., Väikmann, S., Lutter, T., Otsmaa, M., Skorohodova, V., Savitskaja, L., Bajev, V., 1991. Põhjavee kaitsealaste tööde aruanne (1989–1991. a). EGF 4478.
- Thomson, P., 1928. Das geologische Alter des Kunda- und Pernaufunde (vorläufige Mitteilung). Beiträge zur Kunde Est-, Liv- und Kurlands, 14, I, 1–11.
- Turovitš, V., Tebenkov, V., Staritskaja, M., 1952. Eesti põlevkivimaardla kaeveväljade 39–42 detailuuringu geoloogiline aruanne 1951. a (vene keeles). EGF 318.
- Vaher, R., 1960. Aruanne liivalahendaja otsimistööde tulemustest Uljastes ja Liimalas. EGF 1503.
- Vaher, R., Kuuspalu, T., Puura, V., Erisalu, E., 1964. Uljaste maagiilmingu geoloogilisest olemusest (vene keeles). ENSV TA GI Toimetised, 33–53.

- Vaher, R., Puura, V., Erisalu, E., 1962. Ida-Eesti tektooniline ehitus. Paleosoikumi geoloogia (vene keeles). ENSV TA GI Toimetised X, 319–335.
- Valdmaa, T., 2004. Pandivere veekaitseala põhjavee kvaliteedi seire. Tallinn.
- Valdmaa, T., 2003. Pandivere veekaitseala põhjavee kvaliteedi seire 2003. aastal. Tallinn, 27.
- Valdmaa, T., 2001. Pandivere veekaitseala põhjavee kvaliteedi seire 2001. aastal. EGF 7338.
- Vallner, L., 1999. Põhjaveevaru arvutus AS Viru Ölu jaoks. EGF 6091.
- Vallner, L., Jõgar, P., Karise, V., 1984. Perspektiivse Lääne-Kabala fosforiidikaevanduse mõju Pandivere kõrgustiku veeressurssidele. EGF 4143.
- Vallner, L., 1980. Geohüdrodünaamiline liigestus ja Eesti põhjavete bilanss (vene keeles). Rmt.: Vallner, L. (toim.). Eesti hüdrogeoloogia probleeme. TA GI, Tallinn, 11–120 (vene keeles).
- Vallner, L., Jõgar, P., 1972. Kunda põhjavee-varustuse perspektiivid. EGF 3234.
- Varep, E., Maavara, V., 1984. Eesti maastikud. Eesti Raamat, 184.
- Vassiljev, J., Saarse, L. and Miidel, A., 2005. Simulation of proglacial lake shore displacement in Estonia. Geological Quaterly, 49: 253–262. Warszawa.
- Vatalin, I., 2001. Põhjaveevaru uuringud ja hindamine Virukivi veehaardel. EGF 7027.
- Vatalin, I., 2000. Kunda veehaarde uuringud ja põhjaveevaru hinnang. EGF 6515.
- Vatalin, I., Savva, V., Vallner, L., Jaštšuk, S., Saaremäe, A., 1997. Rakvere linna ja ümbruse põhjaveevaru hinnang. EGF 5586.
- Vatalin, I., 1993. Sõmeru aleviku keskkeevareustuses kasutatava põhjavee reostuskaitstus ja kvaliteedi vastavuse kontroll joogiveestandardile seoses hepatiidiepidemiaga alevikus. EGF 4669.
- Vatalin, I., Perens, H., Mardim, T., Širokov, V., 1979. Aruanne põhjavee eeluuringust Rakvere linna veevarustuseks (koos eksploatatsiooniliste varude arvutamise seisuga 01.01.1978. a) (vene keeles). EGF 3559.
- Vatalin, I., Mardim, T., Širokov, V., Perens, H., Solovjova, S., Norman, A., 1976. Aruanne põhjavee otsingutest Rakvere, Tapa, Tamsalu ja Kunda linnale (vene keeles). EGF 3404.
- Veksljar, J., 1946. Aruanne liivamaardla uuringust Rakvere linna ümbruses. EGF 27.
- Veldre, M., 1994. Harju-, Lääne-Viru-, Lääne-, Rapla-, Järva-, Jõgeva-, Viljandi-, Hiiu-, Põlva-, Saare-, Valga- ja Võrumaa turbatootmisalade jääkvaru määramine. Lääne-Virumaa Varudi turbamaardla. EGF 4854.
- Veskimets, A., 1989. Rakvere rajoon, Ubja sovhoos, Marino maaparandusehitis. Ehitusgeoloogia aruanne. EGF 7174.
- Viiding, H., 1986. Suurte rändrahnude kirjeldamise juhend. Abiks loodusvaatlejatele. Tartu.
- Viigand, A., Orru, M., Allikvee, H., Kuk, M., 1978. Varudi, Kunda ja Selja turbamaardla eeluuringu aruanne. EGF 5179.
- Vilbaste, G., 1938. Järskranniku moodustisi Põhja-Eestis. Loodusvaatleja 4/5, 114–121.
- Vilbaste, G., 1934. Kunda ja Toolse jõe küsimusest. Loodusvaatleja 6, 169–174.
- Vilu, M., 1986. Rakvere rajooni "Viru" kolhoosi Päide rekonstrueeritav kuivendus. Ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6964.
- Vilu, H., 1979. Rakvere rajooni Kullaaru sovhoosi Vahemetsa vihmutus. Ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6284.
- Vilu, H., 1976. Rakvere rajoon, Rägavere sovhoosi forellikasvatuse I ehitusjärg. Ehitusgeoloogiline aruanne. EGF 5854.
- Viru, J., Tander, M., 1993. Seletuskiri Toolse liivamaardla jääkvaru arvutamise kohta seisuga 01.01.1993. a. EGF 4632.
- Viru, J., Tander, M., 1993. Mere-äärse savimaardla jääkvaru arvutus seisuga 01.01.1993. a. EGF 4631.

- Viru, J., Raudsep, R., 1968. Aruanne eeluuringust Toolse fosforiidimaardlas 1966.–1967. a (vene keeles). EGF 2977.*
- Voolma, E., Kasemets, E., Klamann, A., Kruus, H., Miide, M., 1959. Temaatiline töö. Ülevaade ehitusmaterjalide maardlatest Eestis 1958. a (vene keeles). EGF 1152.*
- Öpik, A., 1938. Settesoontest Aluverre murrus. Eesti Loodus 5, 183–184.*
- Öpik, A., 1926. Über den estländischen Blauen Ton. Loodusuurijate Seltsi Aruanded 33, 39–47.*

TUGIPUURAUGU F-239 (UDUJÄRVE) SÜDAMIKU GEOLOOGILINE KIRJELDUS

Puurauk asub Lääne-Virumaal Kantkülas, Nurkse–Viru-Jaagupi maanteest 370 m lääne pool Udujärve kaldal.

Koordinaadid: 59° 17,512' N ja 26° 30,557' E.

Puuraugu suudme kõrgus: 84,0 m ümp.

Puuraugu sügavus: 437,1 m.

Puuriti 1976. aastal Kunda–Kiviõli piirkonna geoloogilise süvakaardistamise käigus ENSV Geoloogia Valitsuse Keila Geoloogiaekspeditsiooni poolt puurmeister Albert Aarna juhendamisel.

Puuraugu detailse esmakirjelduse on koostanud: Kalle Suuroja (settekivimite kompleks) ja Mati Niin (aluskorra kivimid) 1976. aastal.

Esmakirjeldus aruandest: Puura, V., Klein, V., Koppelmaa, H., Gromov, O., Kala, E., Kivisilla, J., Keerup, O., Niin, M., Niin, S., Petersell, V., Suuroja, K., 1977. Kunda–Kiviõli (Põhja-Eesti) piirkonna kristalse aluskorra süvakaardistamine mõõtkavas 1:500 000 (vene keeles). Eesti Geoloogiafond Nr 3476. Puurauk on likvideeritud ja selle puursüdamik (52 kasti) asub EGK Palkoja (Lääne-Virumaa Kadrina vald) puursüdamikuhoidlas.

PINNAKATE

0,0–15,4 m (15,4/2,0)* Q (Kvaternaar) – tõstetud on üksnes püriidikirjalise peitkristalse lubjakivi tükke ning tard- ja moondekivimite veerised. Ilmselt on tegu moreeniga. Alumine piir gammakarotaaži diagrammi järgi.

ALUSPÕHI

15,4–28,8 m (13,4/9,5) (O_{3rk}) (rg) (Rakvere lademe Rägavere kihistu) – kollane mikro- ja pisikristalne dolomiit, keskmiselt kuni paksult lainjaskihiline, peente katkendlike mergli kelmetega. Südamik lõheline. Lõhed täidetud kaltsiidi ja sulfiididega (püriit, kohati galeniit). Kihilisus 10°. Alumisel piiril konarpindne püriitne katkestuspind.

28,8–29,4 m (0,6/0,5) O_{3on} (rgT) (Oandu lademe Rägavere kihistu Tõrremäe kihistik) – hall dolomiitne lubjakivi (või dolomiit?), mikrokristalne, kohati poolkarpja murruga, peendetriitne. Intervalli alaosas savikas. Arvukad lainjad püriitsed katkestuspinnad. Puursüdamik lõheline, kihilisus 10–15°. Alumisel piiril järsk kivimiline muutus.

29,4–32,0 m (2,6/2,5) O_{3on} (hr) (Oandu lademe Hirmuse kihistu) – rohekashall lubjakas mergel, intervalli ülaosas biomorfne, all – peen- kuni jämedetriitne. Detriit sorteerimata, kohati püriidistunud. Merglis on rohekashalli tugevalt savika lubjakivi mugulaid ja lainjaid vahekihte. Süg. 31,8 ja 32,0 m markantsed püriitse impregnatsiooniga katkestuspinnad.

32,0–43,6 m (11,6/9,6) O_{3kl} (kl) (Keila lademe Keila kihistu) – hall dolomiitne lubjakivi, pisi- kuni peenekristalne, õhukese- kuni keskmisekihiline juusjate merglikelmetega. Intervalli ülaosas (kuni 39,0 m) on lubjakivi rohkem dolomiidistunud ja peenkavernoosne. Süg. 36,0 m on tugeva püriitse impregnatsiooniga kahekordne lainjas taskutega katkestuspind. Kihilisus 10° all kaldu. Kivimis on rohkesti kaltsiidi ja püriiditaitelisi subvertikaalsed lõhesid. Alumine piir K-bentoniidikihi lael.

43,6–53,0 m (9,4/6,2) O_{3jh} (jh) (Jõhvi lademe Jõhvi kihistu) – hall dolomiitne savikas lubjakivi, pisikristalne, õhukese- kuni keskmisekihiline mergli juusjate kelmete ja nende kimpudega, seda eriti intervalli algul. Süg. 48 m ja allpool on lubjakivi rohkem dolomiidistunud, tumehall, peenkavernoosne. Kihitide kallakus 5–10°, rohkesti subvertikaalseid lõhesid, mille seinad on sageli

kaetud kaltsiidi ja püriidi koorikutega. Alumiseks piiriks tihe, tugevalt tsementeerunud K-bentoniidi kihi lagi.

53,0–57,0 m (4,0/3,0) O_3id (tt-vsv) (*Idavere lademe Tatruse ja Vasavere kihistu*) – hall dolomiitne lubjakivi kuni dolomiit, pisikristalne, detriitne, keskmiselt lainjaskihiline, rohekashalli dolomiidistunud mergli vahekihtidega. Kuni süg. 55 m sisaldavad mergli vahekihid valgeid ränistunud spiikulaid. See võiks tinglikult olla ka Vasavere kihistu alumiseks piiriks. Süg. 53,3; 53,4 ja 54,0 m K-bentoniidi vahekihid, millest säilinud ainult jäljed. Süg. 56,5 m u 2 cm pruunika kukersiidi vahekiht. Kihtide kallakus 5–10°. Subvertikaalsetes lõhedes leidub kaltsiiti ja püriiti ning süg. 55,8–56,2 m ka **galeniiti**.

57,0–67,8 m (10,8/9,3) O_3kk (vv) (*Kukruse lademe Viivikonna kihistu*) – hall dolomiitne lubjakivi, pisikristalne, keskmiselt lainjaskihiline kuni muguljas, mergli, kukersiitse mergli ja kukersiidi tugevalt looklevate ja lainjate vahekihtidega. Kukersiiti on rohkem sügavustel: 62,8–62,9 m; 64,0–64,1 m; 64,4–64,6 m; 66,0–67,0 m (arvukate mugulatega); 67,2–67,35 m (C kiht); 67,4–67,6 m (B kiht); 67,7–67,8 m (A kiht). Kaksikpaas (D/C vahekiht) sügavusel 67,0–67,2 m. Sügavusel 58,0 ja 58,6 m on tugeva püriitse impregnatsiooniga ja sügavate (10–15 cm) püstakutega katkestuspinnad. Kivimkompleks kallutatud u 5°. Esinevad subvertikaalsed (70–90°) lõhed, kohati kaltsiidi ja püriidiga. Alumiseks piiriks on A kihi lamam.

67,8–81,0 m (13,2/12,8) – O_2uh (kr) (*Uhaku lademe Kõrgekalda kihistu*) – rohekashall nõrgalt savikas pisikristalne lubjakivi, keskmiselt lainjaskihiline (süg. 78,0–81,0 m paksukihiline) rohekashalli lubimergli 5–15 cm lainjate vahekihtidega. Lubjakivi on mudajas-detriidikas kuni detriitne. Läbilõikes vahelduvad rütmiliselt savikamad (mergel) ja karbonaatsemad (lubjakivi) intervallid. Karbonaatsemas osas (üalpool 77,8 m) leidub kukersiidi ja kukersiitse mergli vahekihte. Süg. 69,7 m on tugeva püriitse impregnatsiooniga katkestuspind. Kihid kallutatud ca 5°. Esineb üksikuid subvertikaalseid (70–90°) lõhesid. Alumisel piiril on kolm lainjat nõrga fosfaatse impregnatsiooniga katkestuspinda.

81,0–88,0 m (7,0/6,0) – O_2ls (vä) (*Lasnamäe lademe Väo kihistu*) – tumehall pisikristalne sekundaarne dolomiit (dolomiidistunud lubjakivi), keskmise- kuni paksukihiline, tumehalli mergli juusjate kelmete ja stüloliitpindadega, peenkavernoosne. Kavernid kujunenud välja leostunud fauna järgi. Kivimit läbivad subvertikaalsed (70–90°) avatud lõhed. Kihtide kallakus 5–10°. Alumisel piiril limoniidistunud katkestuspind, millest allpool ilmuvad raudoiidid.

88,0–90,8 m (2,8/2,5) – O_2as (as) (*Aseri lademe Aseri kihistu*) – hall nõrgalt savikas lubjakivi raudoiididega, mikro- kuni pisikristalne, keskmiselt lainjaskihiline, lubimergli juusjate kelmete ja stüloliitpindadega. Raudoiidid, peened kuni jämedad, on jaotunud intervalli piires ebaühtlaselt. Alumisel piiril tugev lainjas fosfaatne katkestuspind.

90,8–93,0 m (2,2/2,2) – O_2kn (knN) (*Kunda lademe Kandle kihistu Napa kihistik*) – hall pisikristalne lubjakivi raudoiididega, keskmiselt- kuni paksult lainjaskihiline. Intervalli algusest (90,8–91,6 m) on lubjakivi õhukeselt lainjaskihiline. Raudoiidid paiknevad kivimis ebaühtlaselt, olles koondunud põhiliselt savikamatesse vahekihtidesse. Limoniit-püriitse impregnatsiooniga pruunid katkestuspinnad süg.: 90,85; 91,4; 91,6; 91,7 ja 93,0 m. Kihid on kallutatud 5–10°.

93,0–95,5 m (2,5/2,5) – O_2kn (lbV) (*Kunda lademe Loobu kihistu Valgejõe kihistik*) – rohekashall pisikristalne lubjakivi, detriidikas kuni detriitne, lainjalt õhukese- kuni keskmisekihiline tumehalli lubimergli läätsjalt hajusate vahekihtide ja stüloliitsete kelmetega. Sisaldab hajusalt peent glaukoniiti, seda peamiselt just mergli vahekihtides. Fossiilidest on valdavaks peajalgseid (nautiloidid). Alumine piir on seotud kivimilise muutusega, mis aga küllaltki üleminekuline.

95,5–97,6 m (2,1/2,1) – O_2kn (lbN) (*Kunda lademe Loobu kihistu Nõmmeveski kihistik*) – tumehall pisi- kuni peenekristalne dolomiit (dolomiidistunud lubjakivi), lainjalt keskmise- kuni

- paksukihiline tumehalli mergli läätsjalt hajusate vahekihtidega. Sisaldab tasemeti hajusalt peent glaukoniiti, seda eriti just mergli vahekihtides. Alumine piir raudoiidide ilmudes.
- 97,6–98,2 m (0,6/0,6) – O_2kn (slV) (Kunda lademe Sillaoru kihistu Voka kihistik)** – hall savikas oiidlubjakivi, keskmise- kuni õhukesekihiline. Raudoiidid on erineva suurusega (peenest kuni jämedani), sorteerimata, olles koondunud põhiliselt mergli 5–15 cm-tesse vahekihtidesse. Kihid 5° all kaldu. Süg. 98,2 m, st alumisel piiril tugev lainjas limoniitne (pruun) katkestuspind, millest allpool raudoiide enam ei ole.
- 98,2–101,0 m (2,8/1,4) – O_2vl (tl) (Volhovi lademe Toila kihistu)** – rohekashall pisikristalne dolomiit (dolomiidistunud lubjakivi) ebaühtlaselt jaotunud glaukoniidi roheliste teradega, paksukihiline. Arvukalt limoniitseid katkestuspindu. Subvertikaalsed lõhed, kihilisus 5–10°. Sügavuseni 98,9 m on kivim roheka varjundiga, allpool kirjuvärviline (kollakaspruunide laikudega).
- 101,0–102,9 m (1,9/1,9) – O_1lt (lt) (Leetse lademe Leetse kihistu)** – tumeroheline glaukoniitliivakivi, peene- kuni keskmiseteraline, keskmiselt tsementeerunud. Ülal 101,0–101,2 m (0,2 m) on kiht liivakat glaukoniitset dolomiiti (**Mäeküla kihistik**).
- 102,9–103,6 m (0,7/0,7) – O_1pk (tr) (Pakerordi lademe Türisalu kihistu)** – pruun kerogeenne argilliit (diktüoneemakilt), õhukeselt horisontaalkihiline, liivakivi ja püriidistunud liivakivi õhukeste (0,1–1 cm) vahekihtidega.
- 103,6–109,8 m (6,2/6,0) – O_1pk (kl) (Pakerordi lademe Kallavere kihistu)** – nn fosforiidilasund, mille piires on eristatud 6 kihti:
- 103,6–104,2 (0,6 / 0,6) m – helehall oobolusliivakivi, keskmise- kuni jämedateraline, keskmiselt tsementeerunud. Sisaldab puudulukuliste brahhiopoodide kodade halli, helehalli ja pruunikashalli purdu 35–40 %;
 - 104,2–105,2 (1,0 / 0,9) m – helehall oobolusliivakivi, peene- kuni keskmiseteraline, keskmiselt (kohati nõrgalt) tsementeerunud, sisaldab ooboluste halli kuni helehalli erineva jämedusega detriiti 35–40 %;
 - 105,2–105,5 (0,3 / 0,3) m – helehall oobolusliivakivi, jämedateraline, nõrgalt tsementeerunud. Sisaldab hele- kuni pruunikashalli, harva musta detriiti 40–45 %;
 - 105,5–107,2 (1,7 / 1,6) m – helehall oobolusliivakivi, keskmiseteraline, keskmiselt kuni tugevalt tsementeerunud. Sisaldab keskmist kuni jämedat halli kuni pruunikashalli, harvem musta detriiti ja kohati ka terveid karbipoolmeid 40–45 %. Intervalli alaosas on õhukesed kerogeenne argilliidi vahekihid;
 - 107,2–109,2 (2,0 / 2,0) m – helehall oobolusliivakivi, segateraline (peen kuni kesk), nõrgalt tsementeerunud. Sisaldab 20–25 % peent, tumehalli kuni musta detriiti.
 - 109,2–109,8 (0,6 / 0,6) m – hele- kuni pruunikashall oobolusliivakivi, keskmise- kuni jämeteraline, nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud. Allpool 109,5 m hernestsemendiga. Alumisel piiril 5 cm muguljat, tugevalt tsementeerunud liivakivi. Tumehalli kuni musta, keskmist kuni jämedat detriiti 25–30 %.
- 109,8–128,0 m (18,2/6,0) – Ca_1ts (Alam-Kambriumi Tiskre kihistu)** – helehall kvartslivakivi, pisiteraline, nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud, kihilisus õhukeselt horisontaalne kuni massiivne. Sisaldab hajusalt püriidi kristalle ja peeni muskoviidi lehekesi. Süg. 115,0 m kiht (5 cm) limoniidiga läbiimmutatud savikat aleuroliiti.
- 128,0–140,0 m (12,0/1,5) – Ca_1lk (Alam-Kambriumi Lükati kihistu)** – rohekashall aleuriitne savi vaheldumas helehalli pisiteralise kvartslivakivi ja aleuroliidiga. Alumised 2–3 m on esindatud keskmiselt kuni tugevalt tsementeerunud helehalli kvartslivakiviga. Sügavuseni ca 135,0 m on valdavaks pisiteraline kvartslivakivi ja allpool rohekashall aleuriitne savi. Süg. 138,0–140,0 m sisaldab aleuriitne savi pisiteralisi tugevalt tsementeerunud liivakivi vahekihte. Siin sisaldab

liivakivi hajusalt ka peent glaukoniiti. Intervalli alaostast on leitud ka *Volborthella* koonusjaid kivistisi. Savid on kogu intervalli ulatuses läbitud arvukatest subvertikaalsetest (70–90°) lõhedest. Kihid on kallutatud 5–10°.

- 140,0–198,0 m (58,0/33,5) – Ca_1In (Alam-Kambriumi Lontova kihistu)** – hallikasroheline punakaspruunide hajusate laikudega aleuriidikas argilliidilaadne savi (sinisavi). Intervalli algusest (kuni 150,0 m) on punakaspruunid laigud intensiivsed ja alates 186,0 m need puuduvad. Savis palju mudasööjate püriidistunud käike. Esinevad rõngasussi *Platysolenites antiquissimus* kitiinsed kojad. Sügavusel 189,0 m püriidi (markasiidi?) konkretsioonid. Kihilisus 5–10°, näha subvertikaalseid lõhesid ja nihkepeeglit. Sügavusel 193,0–198,0 m palju õhukesi aleuroliidi vahekihte. Sealsamas kohtuvad üksikud pisiteralist glaukoniiti sisaldava liivakivi vahekihid.
- 198,0–213,7 m (15,7/15,7) – Ca_1InS (Alam-Kambriumi Lontova kihistu Sämi kihistik)** – süg. 198,0–198,4 m transgressiivse savika glaukoniiti sisaldava graveliidi kiht. Süg. 189,4–207,0 m valdavalt rohekas aleuroliitne savi harvade suhteliselt õhukeste (1–3) cm eriteralise glaukoniiti sisaldava liivakivi, pisiteralise kvartzliivakivi ja tugevalt tsementeerunud aleuroliidi vahekihtidega. Alaosas (207,0–213,7 m) on valdavaks juba liivakas materjal (~70 %). Esineb mudasööjate püriidistunud käike ja *Platysolenites antiquissimus* torukesi. Kihid kuni 5° all kaldu.
- 213,7–224,0 m (10,3/1,0) – V_2vrK (Ülem-Vend, Voronka kihistu Kannuka kihistik)** – pisikristalne kvartzliivakivi, helehall, nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud, hästi sorteeritud, keskmiselt ümardunud.
- 224,0–239,0 m (15,0/1,5) – V_2vrS (Ülem-Vend, Voronka kihistu Sirgala kihistik)** – liivakivi vaheldumine punakaspruuni savika aleuroliidiga, milles näha helehalle vilku sisaldava aleuriidi täppe.
- 239,0–253,7 m (14,7/9,3) – V_2kt (Ülem-Vend, Kotlini kihistu)** – kihistus on eristuvad 4 kihikompleksi:
239,0–243,0 (4,0 / 1,5) m – kirjuväriline (algul punakaspruun, kollakate ja rohekate läätsedega, hiljem kollakaspruunide ja punakaspruunide vahekihtidega) aleuriitne savi eriteralise K-päevakivi sisaldava kvartzliivakivi ja savika aleuroliidi õhukeste (1–2 cm) vahekihtidega;
243,0–246,0 (3,0 / 2,4) m – laminariitsavi murenemiskoorik – kollakaspruun peenevööline aleuriitne savi (laminariitsavi). Intervalli lõpuosas õhukeste vahekihtidena tugevalt tsementeerunud eriteraline hallikasroosa K-päevakivi sisaldav kvartzliivakivi;
246,0–252,5 (6,5 / 4,4) m – hallikasroheline horisontaalselt õhukesekihiline aleuriitne savi, sideriidiga läbiimmutatud pisiteralise liivakivi harvade õhukeste vahekihtidega. Süg. 251,0 m arvukamalt liivakivi ja aleuroliidi läätsjaid vahekihte;
252,5–253,7 (1,2 / 1,0) m – kirjuväriline savikas horisontaalselt õhukesekihiline aleuroliit, aleuriitse savi (eriti intervalli lõpus sügavusel 253,4–253,7 m) rohekashallide ja eriteralise K-päevakivi sisaldava kvartzliivakivi roosakate vahekihtidega.
- 253,7–270,0 m (16,3/9,0) – V_2gdU (Ülem-Vend, Gdovi kihistu Uusküla kihistik)** – valdavalt punakaspruun savikas aleuroliit, roosa põimkihilise K-päevakivi sisaldava kvartzliivakivi ja peenevöölise halli aleuriitse savi vahekihtide ja läätsedega. Liivakivi on keskmiselt kuni tugevalt tsementeerunud. Terad on nõrgalt sorteeritud, keskmiselt kulutatud.
- 270,0–297,0 m (27,0/ –) – V_2gdM (Ülem-Vend, Gdovi kihistu Moldova kihistik)** – kollakashall pisi- kuni peeneteraline hästi sorteeritud, keskmiselt kulutatud K-päevakivi sisaldav kvartzliivakivi. Südamik on esindatud puurhiivaga.
- 297,0–298,0 m (1,0/0,5) – V_2gdO (Ülem-Vend, Gdovi kihistu Oru kihistik)** – punakaspruun rohekashallide täppide ja läätsedega savikas-liivakas graveliit kruusa ja liiva lisandiga. Ülaosas 0,2 m on horisontaalkihilist punakaspruuni savikat aleuroliiti.

KRISTALNE ALUSKORD

298,0–337,7 m (39,7/?) – **PP** (*Neoproterosoikum* – *Murenemiskoorik*) – murenemise intensiivsuse järgi eristatakse kolme astet:

298,0–313,8 m (15,8 m) – III astme murenemiskoorik – tugevalt murenenud ja rauahüdroksiididest läbiimbunud punakaspruun peenekristalne migmatiidistunud biotiitgneiss. Kõik kivimitmoodustavad mineraalid peale kvartsi on asendunud savimineraalidega ja kivim on suhteliselt pude;

313,8–325,0 m (11,2 m) – II astme murenemiskoorik – keskmiselt murenenud peene- ja pisikristalne punakaspruun granaat-kordieriit-biotiitgneiss. Intervalli alaosas 2,2 m keskmisekristalne varigraniit biotiitgneisi järgi, keskmiselt kuni tugevalt murenenud, punakaspruun, läbitud peentest karbonaatsetest soonekestest;

325,0–337,7 m (12,7 m) – I astme murenemiskoorik – nõrgalt murenenud, peene- ja keskmisekristalne roosakashall migmatiidistunud kordieriit-biotiitgneiss. Sisaldab vähesel määral granaati. Intervalli alaosas 2,5 m nõrgalt murenenud roosakashalli peene- kuni keskmisekristalset kordieriiti sisaldavat biotiitgneissi.

337,7–437,1 m (99,4/?) – **PPal** (*Paleoproterosoikum*, *Alutaguse kompleks*) – 60–80° all kallutatud gneissidega esindatud kivimkompleksis vahelduvad erineva migmatiidistumise astmega alumo- ja biotiitgneissid. Erineva koostisega kivimkihtide paksus on 1–15 m (harilikult 3–10 m). Kivimid on kohati sekundaarselt muutunud ja lõhelised, lõiguti esineb nii kataklassi, kloriidistumist, seritsiidistumist kuni sossüriidistumist. On eristatud järgmisi intervalle:

337,7–341,7 m (4 m) – hall kuni tumehall nõrgalt peenekristalne biotiitgneiss vähesel granaadiga, nõrgalt migmatiidistunud;

341,7–355,5 m (13,8 m) – roosakashall peenekristalne biotiitgneiss peenvöölise tekstuuriga, sisaldab vähesel määral grafiiti, nõrgalt migmatiidistunud. Lõiguti vähesel määral kataklaseerunud;

355,5–358,5 m (3 m) – hallikaspunane keskmisekristalne biotiitgneisi arvel moodustunud mikrokliin-plagioklassne varigraniit, lõiguti mõnevõrra kataklaseerunud;

358,5–362,3 m (3,8 m) – sinakashall peene- kuni keskmisekristalne granaat-kordieriit-gneiss, nõrgalt migmatiidistunud, lõiguti kataklaseerunud;

362,3–365,5 m (3,2 m) roosakashall peene- kuni keskmisekristalne varigraniit kordieriiti ja grafiiti sisaldava biotiitgneisi järgi, lõiguti kataklaseerunud;

365,5–384,1 m (18,6 m) – rohekashall peene- kuni keskmisekristalne kordieriit-biotiitgneiss granaadi ja grafiidiga, keskmiselt migmatiidistunud, lõiguti kataklaseerunud;

384,1–389,3 m (5,2 m) – rohekashall peene- kuni keskmisekristalne granaat-kordieriit-biotiitgneiss grafiidiga, hajusalt vöölise tekstuuriga, keskmiselt migmatiidistunud;

389,3–399,5 m (10,2 m) – hall peenekristalne biotiitgneiss, peenvöölise tekstuuriga, nõrgalt migmatiidistunud, kohati kataklaseerunud;

399,5–407,3 m (7,8 m) – rohekashall peene- ja keskmisekristalne granaat-kordieriit-biotiitgneiss, keskmiselt migmatiidistunud, kohati kataklaseerunud;

407,3–410,5 m (3,2 m) – hall ja rohekashall peenekristalne kvartsirikas kordieriit-biotiitgneiss, nõrgalt migmatiidistunud;

410,5–413,0 m (2,5 m) – rohekashall peenekristalne kvartsirikas granaat-kordieriit-biotiitgneiss, nõrgalt migmatiidistunud, lõiguti kataklaseerunud;

413,0–414,0 m (1 m) – sinakashall peene- kuni keskmisekristalne kvartsirikas kordieriit-biotiitgneiss;

414,0–414,9 m (0,9 m) – rohekashall peenekristalne kvartsirikas granaat-kordieriit-biotiitgneiss;

414,9–421,8 m (6,9 m) – rohekashall peenekristalne granaat-kordieriit-biotiitgneiss sillimaniidiga, nõrgalt migmatidiistunud;

421,8–424,0 m (2,2 m) – rohekashall peenekristalne kvartsirikas kordieriit-biotiitgneiss;

424,0–425,5 m (1,5 m) – rohekashall keskmisekristalne granaat-kordieriit-biotiitgneiss grafiidi ja sillimaniidiga, keskmiselt migmatiidistunud;

425,5–426,5 m (1 m) – peenekristalne kvartsirikas kordieriit-biotiitgneiss;

426,5–432,2 m (5,7 m) – rohekashall keskmisekristalne granaat-kordieriit-biotiitgneiss grafiidiga, migmatiidistunud ja kohati kataklaseerunud;

432,2–435,3 m (3,1 m) – hall kuni rohekashall peenekristalne kvartsirikas biotiitgneiss, kohati lõheline;

435,3–437,1 m (1,8 m) – helehall keskmise- kuni jämekristalne plagiomikrokliinne varigraniit alumogneisi järgi.

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