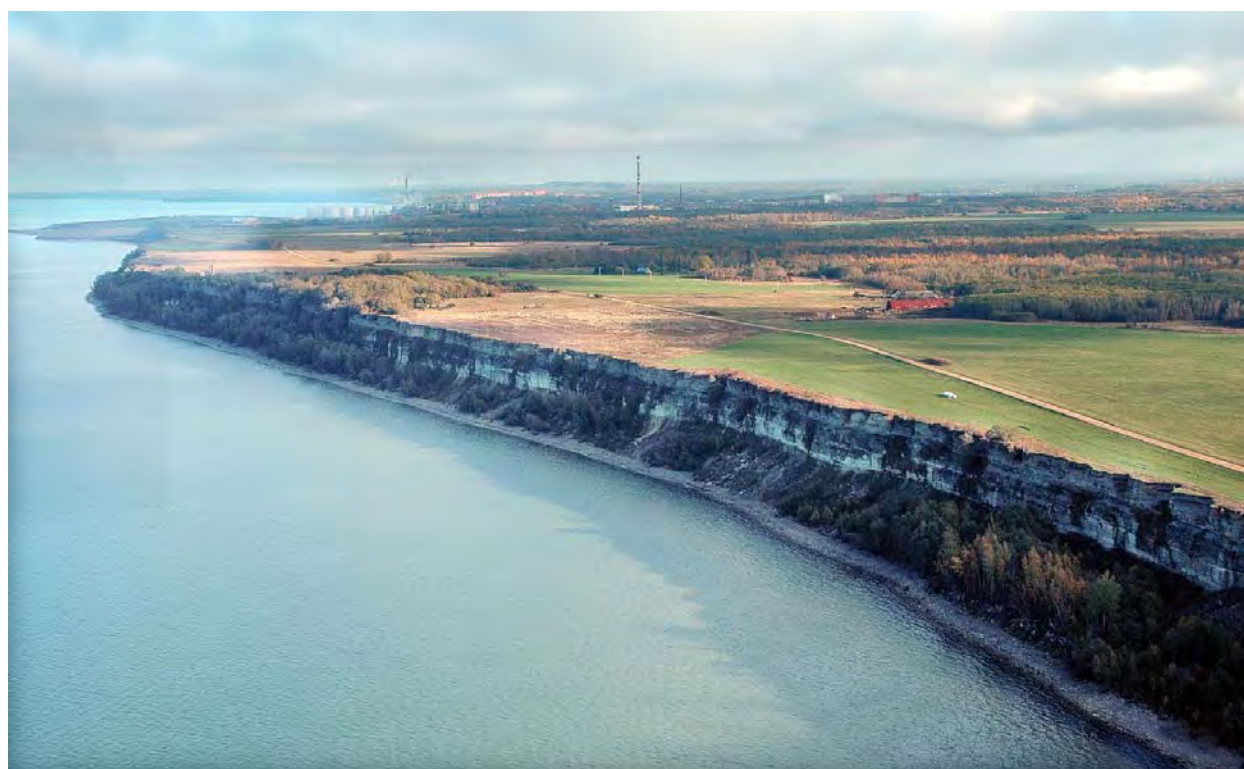


**EESTI GEOLOOGILINE BAASKAART
GEOLOGICAL BASE MAP OF ESTONIA**

**6533
SILLAMÄE**

**SELETUSKIRI
EXPLANATION TO THE MAPS**



**EESTI GEOLOOGIAKESKUS
TALLINN 2009**

EESTI GEOLOOGIAKESKUS
GEOLOGICAL SURVEY OF ESTONIA

EESTI GEOLOOGILINE BAASKAART
GEOLOGICAL BASE MAP OF ESTONIA

Mõõtkava 1:50 000
Scale

6533
SILLAMÄE

SELETUSKIRI
EXPLANATION TO THE MAPS

Tallinn, 2009



Esikaanel:

Päite pank ja Sillamäe.

The Päite Cliff and the Sillamäe town.

Eesti Geoloogiakeskus, 2009

Kadaka tee 82

Tallinn 12618

EESTI GEOLOOGIAKESKUS

Kaardistamise osakond

Eesti Geoloogiakeskuse Juhatusel liige

Aivar Pajupuu

2009. a.

Kalle Suuroja, Tiit Mardim, Kuldev Ploom, Tarmo All, Maarika Kõiv, Merle Otsmaa

BAASKAARDI SILLAMÄE (6533) LEHE GEOLOOGILISE

KAARDIKOMPLEKTI KOOSTAMINE JA DIGITAALSE ANDMEBAASI LOOMINE

ARUANNE

Programmitalituse nõunik

Jaan Kivisilla

Tallinn, 2009

Annotatsioon

K. Suuroja, T. Mardim, K. Ploom, T. All, M. Kõiv, M. Otsmaa. Eesti geoloogilise baaskaardi Sillamäe (6533) leht. Seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus. Kaardistamise osakond, Tallinn, 2009. Tekst 139 lk, 95 fotot, 25 joonist, 1 teksti lisa. (OÜ Eesti Geoloogiakeskuse geoloogiafond, Maa-amet).

Eesti baaskaardi (mõõtkavas 1:50 000) Sillamäe (6533) 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 lisa ära toodud kaardilehe põhjaosas asuva Sinimäe (Nr 314) puuraugu südamekirjeldus. Nii kaardid kui seletuskiri on koostatud digitaalseina ning nende aluseks olnud faktiline ja analüütiline materjal on koondatud digitaalsetesse andmebaasidesse.

K. Suuroja, T. Mardim, K. Ploom, T. All, M. Kõiv, M. Otsmaa. The explanatory note to the geological maps of Sillamäe (6533) 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 Sinimäe (314) 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, Sillamäe, Ida-Viru maakond, Balti klint, aluskord, aluspõhi, pinnakate, aluspõhja reljeef, pinnakatte paksus, maavarad, põlevkivi, hüdrogeoloogia, põhjavee kaitstus, aeromagnetilised anomaaliad, raskusjõuvälja anomaaliad, raskusjõuvälja jääkanomaaliad, puurauk.

SISUKORD

SISSEJUHATUS (K. Suuroja, A. Veski)	4
1. ALUSPÕHI (K. Suuroja, M. Kõiv)	22
1.1. KRISTALNE ALUSKORD	22
1.2. SETTEKIVIMILINE PEALISKORD	25
1.2.1. Vendi kompleks	25
1.2.2. Kambriumi ladestu	25
1.2.3. Ordoviitsiumi ladestu	26
1.2.4. Devoni ladestu	31
1.3. ALUSPÕHJA RELJEEFIST JA STRUKTUURIDEST	31
2. PINNAKATE JA PINNAMOOD (K. Ploom)	53
2.1. PLEISTOTSEEN	58
2.2. HOLOTSEEN	69
2.3. PINNAKATTE PAKSUS	74
3. HÜDROGEOLOOGIA JA PÕHJAVEE KAITSTUS (T. Mardim)	89
3.1. KVATERNAARI VEEKOMPLEKS	91
3.2. ALUSPÕHJA JA ALUSKORRA VETTANDVAD JA -PIDAVAD KIHID	92
3.3. PÕHJAVEE TARBEVARU JA SELLE KASUTAMINE	96
3.4. PÕHJAVEE RIIKLIK VAATLUSVÕRK JA PÕHJAVEE TASEME MUUTUMINE	98
3.5. PÕHJAVEE KAITSTUS	99
3.6. PÕHJAVEE KOOSTIS	100
3.7. KARST JA ALLIKAD	105
3.8. KAEVEALAD	106
4. MAAVARAD (M. Otsmaa, K. Suuroja)	110
4.1. ALUSPÕHJA MAAVARAD	110
4.2. PINNAKATTE MAAVARAD	111
4.3. MAAVARAILMINGUD	114
5. GEOFÜÜSIKALISED VÄLJAD (T. All)	118
KASUTATUD MATERJALID	125
Teksti lisad: TUGIPUURAUUGU 314 (SINIMÄE) SÜDAMIKU GEOLOOGILINE KIRJELDUS (K. Suuroja)	136

Komplekti kuuluvad kaardid:

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

SISSEJUHATUS

Seletuskiri peaks aitama paremini mõista Eesti Geoloogilise Baaskaardi (mõõtkavas 1:50 000) Sillamäe (6533) 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

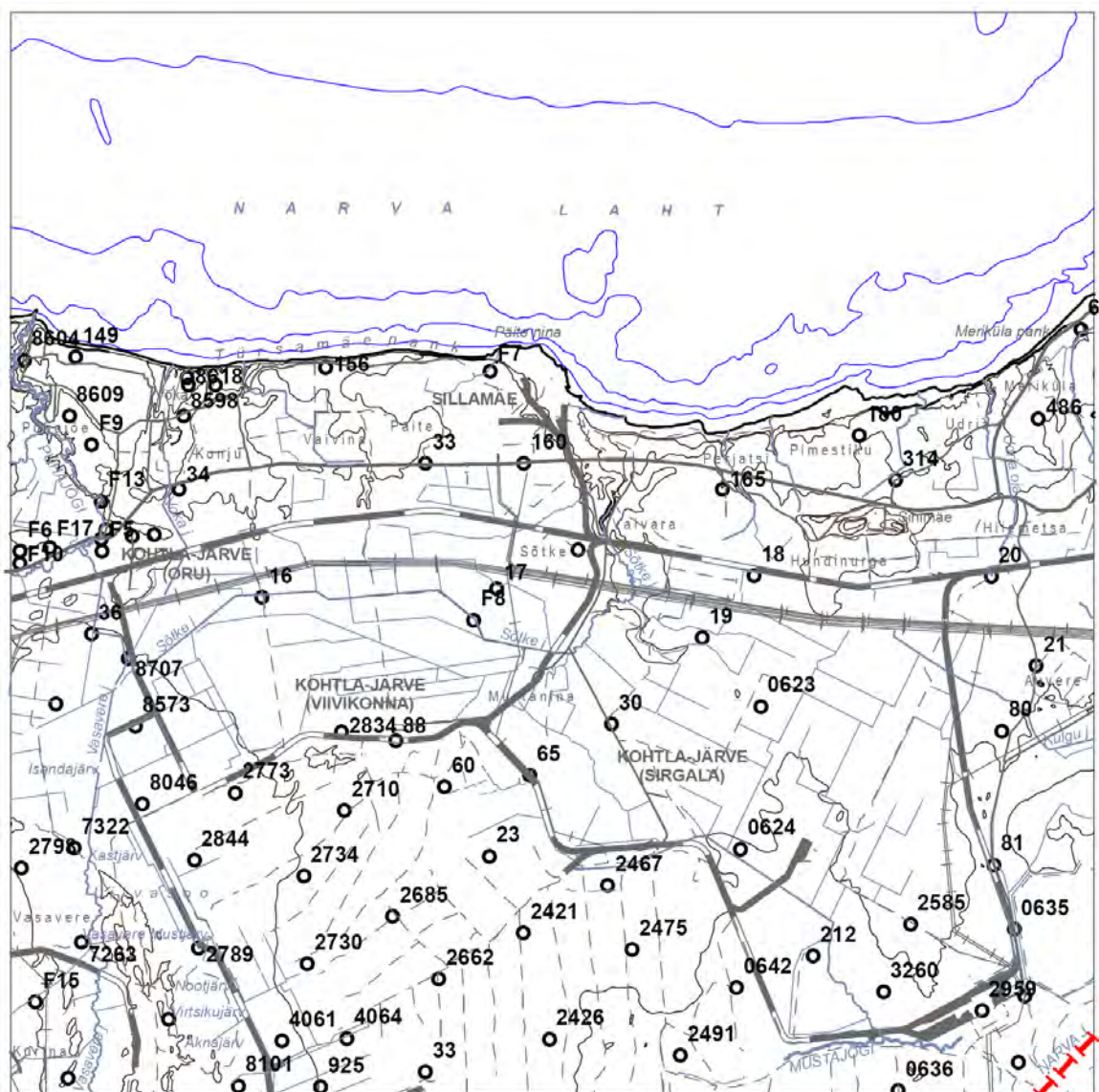
Nii kaardistamisel kui kaartide koostamisel on lähtutud Maa-ameti digitaalsesse andmebaasi viidavate geoloogiliste kaartide koostamise juhendist (Juhend..., 2008) ja sellega kaasnevaist lisanõudeist. Lühikäikvaade konkreetse teemakaardi koostamise metoodikast on toodud konkreetsele kaardilehele pühendatud 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 Balti 1977 süsteemis. Kaardilehe nurgakoordinaadid on: NW 6600 000 ja 700 000; NE 6600 000 ja 725 000; SW 6575 000 ja 700 000; SE 6575 000 ja 725 000. Geoloogilise suunitlusega teabe paremaks esiletoomiseks on aluskaardina kasutatava kaardi topograafilist koormatust mõnevõrra vähendatud.

Kaartide koostamiseks koguti kokku ja sisestati digitaalsesse andmebaasi kogu aluspõhja ja pinnakatte puuraukude kohta käiv olemasolev ja autoritele kättesaadavaks osutunud faktiline materjal. Uuritava piirkonna kohta käivad 1:50 000 mõõtkavalised aluspõhja geoloogilised ja reljeefi kaardid (Stumbur jt, 1960; Erisalu ja Tassa, 1965) kopeeriti digitaalselt. Saadud kaardile trükiti faktilise materjali andmebaasist kogu aluspõhja reljeefi kohta käiv andmestik ja probleemsetes regioonides ka pinnakatte puuraukude andmestik. Seejärel kontrolliti puuraukude asukohta õigsust ja vastuolude ilmnedes üritati leida moonutuste põhjus ja sisse viia vajalikud parandused. Kui moonutuse põhjust ei õnnestunud tuvastada (puurangu asukohta määrata), siis võeti alati aluseks graafiliselt kujutatud andmepunkti asukoht algallikaks oleval faktilise materjali kaardil. Seejuures selgitati välja ka piirkonnad, kus uuringuvõrk vajab tihendamist, samuti kontrollmarsruutidega lahendamist vajavad probleemid ning alad. Tihendamise ja kontrollmarsruutide käigus lisandus 500 aluspõhja vaatluspunkti. Vaatluspunktide koordinaadid määrati GPS-iga ja nende absoluutne kõrgus võeti Eesti Põhikaardilt mõõtkavas 1:20 000.

Pärast tihendamise- ja kontrollmarsruutidega hangitud lisaandmestiku kaartidele kandmist korregeeriti autori poolt veelkord töökaarte, mille tulemusel tehti muutusi enam kui 50% joonte juures. Pärast samakõrgusjoonte esimest väljatrukki kanti kaardile erinevad astangud, orundite piirid ja suuremad rikketsoonid.

Kaartide korregeerimine ja kujundamine tehti programmiga ArcView.



0 1 2 3 4
km

- | | |
|-----|--|
| 33 | Aluspõhja puurauk
Drill hole in bedrock |
| F15 | Tugipuurauk F15
Drill hole F15 |

Joonis 1. Sillamäe (6533) kaardilehe ülevaatekaart.
Figure 1. Schematic map of Sillamäe (6533) sheet.

ÜLDISELOOMUSTUS

Sillamäe (6533) kaardileht hõlmab 416 km² maismaad ja 209 km² akvatooriumi. Kaardilehe piiresse jäävad Jõhvi, Toila ja Illuka vald ning Eesti kõige idapoolsem – Vaivara vald. Kaardilehel asub Sillamäe linn ja kolm Kohtla-Järve linnaosa – Oru, Viivikonna ja Sirgala. Asulatest veel Voka ja Sinimäe alevik.

Ala põhiosa jääb Kirde-Eesti (Viru) lavamaale ja seda ääristavad põhjast Põhja-Eesti klindi astangud. Ala metsasus (u 55%) on pisut üle Eesti keskmise (u 52%). Ala absoluutsed kõrgused varieeruvad 69 meetrist üle merepinna (kaardilehe edelaosas Iisaku–Illuka oosistikul) kuni 25 meetrini ümp Narva ja Mustajõe madalikul, Kirde-Eesti lavamaa keskmisest kerkivad kuni 50 m kõrgemale Vaivara Sinimägede kõrgemad tipud – Pargimägi 84,6 m; Põrguhauamägi 83,2 ja Tornimägi 70,0 m.

Kaardilehe edelaossa (Illuka mõhnastiku taha) jääb Liivasoo ja ala idaossa Kõrgesoo. Iisaku–Illuka oosistiku põhjaosas asuvas Illuka mõhnastikus paikneb Eesti järvederikkaim ala –Kurtina järvestik, kus umbes 30 km²-sel alal paikneb ligikaudu 40 järve ja järvekest pindalaga 0,2 kuni 136 ha. Jõgedest on mainimisväärsed kaardilehe kaguserva läbivad Narva jõgi ja Mustajõgi. Toila asula kohal suubub Soome lahte Pühajõgi ja ala lääneosas voolab Vasavere jõgi. Sillamäe linna läbi Sõtke jõgi sellel oleva paisjärvega. Tagasihoidliku vooluhulgaga Sõtke jõgi, mis laskub paeplatoolt kuni 4 km pikkuse Sõtke oruga, on tähelepanuväärne selle poolest, et voolab loodest kagusse, mitte lõunast põhja, nagu Põhja-Eesti paeplatoo jõed tavaliselt.

Kaardilehe lõunaosa hõlmavad Sirgala, Viivikonna ja Narva karjääri väljatöötatud ja enamasti rekultiveeritud alad.

Siinsetel veevooludel on kohtades, kus need klindiplatoolt laskuvad, mitmeid jugasid-joastikke. **Aluoja joastiku** ja sellega kaasneva lühikese (umbes 200 m) Aluoja kanjonoruga laskub Mägara oja kümmekond meetrit viie enam kui meetri kõrguse astanguga Pühajõe orgu. **Langevoja juga** asub Sillamäe idapiiril, kus Langevoja laskub paeplatoolt umbes 5,5 m kõrguse astangu ja lühikese (u 250 m) ning kuni 15 m sügavuse Langevoja kanjoniga Sõtke orgu. **Ukuoru juga**, mis asus Sillamäe linna läänepiiril Türsamäe panga veerel Ukuorus, on omapärase saatusega. Esmasest, kuni 4 m kõrgusest Ukuoru joast ei ole säilinud ühtegi fotot ega täpsemat kirjeldust. 1960-ndatel aastatel hakati Ukuorgu Sillamäe olmeprügi vedama. Ukuojast vabanemiseks suunati selle vesi paeplatoolt kraavi ja umbes 6 meetri kõrguse Ukuoru joa ning ligi 15 m kõrguse kosega klindias tangust alla. 2006. aastal jäi juga laienevale Sillamäe vabakaubandustsoonile jalgu ja joast umbes 500 m lääne pool murti paesse kuni 3 m sügavune kraav ning sellega suunati umbes 6 m kõrgune Ukuoru juga (arvult kolmas) klindias tangust alla. Ukuoru III eksisteeris lühikest aega ja ka temast ei ole ühtegi pilti. 2008. aastal süvendati vabakaubandustsooni lääneosa ja jällegi pidi Ukuoru juga kolima. Seekord klindias tangust sadakond meetrit sisemaa poole. Uus, järjekorras juba neljas juga sai eksisteerida vaid vaevu aasta, siis tuli tal jällegi sadakond meetrit sisemaa poole kolida – kõike seda üheskoos vabakaubandustsooni süvendi nihkumisega.

Kaardilehele jäävad Kurtina, Vaivara ning Oru pargi maastikukaitsealad. **Kurtina MKA** loodi 1987. aastal, kaitsmaks ning säilitamiseks Kurtina järvederikka mõhnastiku unikaalseid järveökosüsteeme (liiva-alade vähetoitelised järved, vähe- kuni kesktoitelised mõõdukalt kareda veega järved ning vähe- kuni kesktoitelised kalgiveelised järved) ja kooslusi, looduslikke elupaiku ning looduslikku taimestikku ja loomastikku. Algselt olid Kurtina järved vähe- ja huumustoitelised, tänaseks on nende ökoloogiline seisund tänu mäetööstusele oluliselt muutunud.

Vaivara MKA moodustati 1959. aastal ja selle eesmärgiks on geoloogilise ehituse ning tekkeolude poolest iseäralike pinnavormide, Vaivara Sinimägede, kaitse. **Vaivara Sinimäed** on kuni 3 km pikkune ja kuni 300 m laiune kolmest pangaskerkest tuumikuga künkast koosnev ahelik. See ahelik, mis kõrgub kuni 50 m (keskmiselt 40 m) üle ümbrisala, ääristab lõuna poolt (u 2,5 km kaugusel mererannast) kerkinud sinisavide poolt tõstetud hiidsuurtest paekattelitest pangastest koosnevat ahelikku. Selle

koosseisu kuuluvad (läänest itta): Tornimägi (70,0 m), Põrguhauamägi (ka Grenaderimägi, Põrguaugumägi) (83,2 m) ja Pargimägi (ka Lastekodumägi) (84,6 m). Vaivara Sinimäed on olnud kindlustusvöönditeks mitmes sõjas. Tornimäele laskis juba Peeter I ehitada 1704. aastal valvetorni ja mererannast ümber mägede kulgeva muldkindlustuste vööndi ehk nn Rootsi kantsi. See oli määratud kaitsma Narvat piiravat vene väge rootslaste võimaliku vasturünnaku eest. Oma jälje Sinimägedesse on jätnud ka I ja II maailmasõja aegsed kaitseehitised. Lastekodumäe nõlvadel on näha 1916. aastal Austria sõjavangide poolt ehitatud ja Petrogradi eelkindlustusvööndi osa etendama pidanud kasemattide suudmed. Siitsamast kulges mere suunas aastatel 1943–1944. sakslaste poolt rajatud Tannenbergi kaitseliin (Panterliini varuliin). Sinimägede all toimusid 1944. aasta suvel verised lahingud, milles võis hukkuda kuni 100 000 meest mõlemalt vaenupoolelt.

Oru park, mis ümbritses tollast Eesti presidendi suveresidentsi, võeti kaitse alla juba 1936. aastal. 1897. aastal hakkas klindi äärde Pühajõe suudmeala paremkaldale lossi rajama Peterburi kaubamajade suuromanik Grigori Jelissejev. Lossikompleks koos selle juurde kuuluva pargiga valmis 1899. aastaks. Revolutsioonimöllus põgenes G. Jelissejev vara maha jättes välismaale. Eesti Vabariik võõrandas 1919. aastal küll Pühajärve mõisa maad, kuid loss ja park jäid Jelissejevi omandusse. 1934. aastal ostis grupp Eesti tööstureid Oru lossi ja pargi ning kinkis need Eesti Vabariigile riigipea suveresidentsiks. 1936. aastal võttis president Konstantin Päts põhjalikult remonditud lossikompleksis esimesena vastu Soome presidenti. 1940. aasta 16. juunil lahkus president Konstantin Päts Oru lossist, ja seda igaveseks. 13. augustil põletasid taganevad nõukogulased lossi maha. Sakslased paigutasid lossi veel säilinud keldrikorrusele laskemoonalao, mille nad omakorda 1944. aastal taganedes õhkisid. 1958. aastal hakati parki, mis oli jõudnud juba metsistuda, korrastama. 1960. aastal lükati viimased varemehid buldooseriga kokku ja lossi asemele rajati muruplats.

Sillamäe linna mainitakse esmakordselt 1502. aastal seoses siin olnud rootslase Tor Bruggeni kõrtsiga. Asula asus Sõtke jõe ja Narva maantee, Eesti ühe elavama liiklusega tee, ristumiskohas. 1700. aasta 28. novembril peatus Sillamäe kohal pärast Sõtke jõe ületamist ja enne kuulsusrikast Narva lahingut “mudalaagris” noorukese Karl XII poolt juhitud Rootsi vägi. Mõned päevad enne seda sai Sillamäe lähistel Pühajõe väljadel rootslaste käest lüüa venelaste ratsavägi, kelle Peeter I oli saatnud vürst Šeremetjeviga eesotsas Rakvere alla luurele. I maailmasõja ajal rajati Merikülla Petrogradi esimese kaitseliini osana rannapatarei. 1919. aasta jaanuaris Vabadussõja aegu maabus patarei lähistel Udria rannal eesti-soome dessant, kes mängis olulist osa punavägede purustamisel Narva all. 1944. aasta jaanuaris saadeti siinsamas maale, ja seda mitte just kõige edukamalt (peaaegu kõik selles osalenud 500–600 sõdurit langesid), nõukogulaste meredessant. Tööstus tuli Sillamäele 1920-ndate aastate lõpus, kui Tüksamäe nõlvale rajati Eesti-Rootsi kapitalil tuginev põlevkiviõli tehas ja selle juurde elektrijaam ning sadam. Pärast sõda (1946. aastal) hakati Sillamäele rajama uraanimaagi ümbertöötlemise tehast. Selle ettevõtte, mis mitukümmend aastat töötles uraani ning hiljem haruldasi ja muldmetalle, töö jätkajaks on AS Silmet. Silmet on üks juhtivaid tantaali ja nioobiumi tootjaid maailmas. Tehase toorainest 99% tuuakse väljastpoolt Eestit ja ka toodangust 99% eksporditakse. 1968. aastal kasvas linna elanikkond hüppeliselt pärast seda, kui siia hakati ehitama elamuid Eesti Põlevkivi töötajatele, st kaevuritele.

Alguses tegeles Sillamäe tehas kohaliku diktüoneemaargilliidi kaevandamisega ja sellest uraanoksiidi tootmisega ning selle rikastamisega. Sillamäel toodetud uraanikogus moodustas üle 25% Nõukogude Liidu tollasest uraanitoodangust. Uraanimaagi töötlemine lõpetati Sillamäel aastal 1989.

Sillamäel on rajamisel suur sadam, naftaterminal ja nende juures 600 hektarilisel maa-alal majanduslik vabatsoon. Need kompleksid on planeeritud arvestusega, et Sillamäest saab Euroopa Liidu kõige idapoolsem “merevärav” – siit jääb Vene piirini vaid 25 kilomeetrit. Kolmandaks “sajandi projektiks” on Sillamäel jäätmeheidla katmine ja saneerimine. 1998. aastal alustatud ja 2008. aastal lõppenud projekti kogumaksumus on üle 300 miljoni krooni ehk umbes 20 miljonit eurot. Projekti

rahastasid Eesti, Põhjamaad ja teised Läänemere äärsed Euroopa Liidu maad. Sillamäe jäätmehooldla oli selles Euroopa regioonis esimene ohtlik reostusobjekt, mis on lõplikult korrastatud. Tööle on antud 1000 aastane garantii. 2003. aastal avati Sillamäel uus kaasaegne akude ümbertöötlemise tehas “Ecometall”. Mitmed Sillamäe ettevõtted on viimastel aastatel tõestanud oma töö kõrget kvaliteeti rahvusvahelise ISO sertifikaadiga. Nende seas plasttaara tootja “Polyform”, metallitöötleva “Norwes Metal” ja ka “Silmet”. Sillamäe rahvaarv on täna umbes 16 000. Linnas on säilinud ja kaitse alla võetud 1950-ndate aastate stalinlikus stiilis töölisasula arhitektuuriansambel. Siin on uhke kultuurimaja ette ehitatud lõunapoolsete linnade eeskujul klindiasangu nõlvalt mere äärde viiv kaunis trepistik, marksismi klassikute bareljeefid ja hoonete paiknemise range rütmilisus, linnavalitsuse hoone on kentsakas näide nõukogude ja gooti stiili ühendamiskatsetest.

Voka alevik moodustati 1975. aastal Voka asundusest ja asundist. Voka küla (*Kirivere*) mainitakse esmakordselt 1426. aastal seoses Emajõe-äärsele Kärkna kloostrile kuulunud valduste üleminekuga Narva foogtkonnale. Voka mõisa mainitakse esmakordselt *Kollota* nime all 1586. aastal. Raehärra Johann Fock (sellest ka mõisa saksakeelne nimi *Fockenhof*) ostis Voka mõisa 1626. aastal. Põhjasõja algul sai Voka ümbrus tugevasti kannatada ja 1710. aasta katk tegi asula pea inimtühjaks. 1781. aastal ostis Voka ja Toila mõisa koos Oru karjamõisaga Kingstoni hertsoginna, Dorchesteri markkrahvinna, paruness Elisabeth Chudleigh’t (1720–1788). Hertsoginna asutas Voka viinavabriku ja apteegi ning tema ajal ehitati mõisa ka esinduslik puithoonestus. Mõisa järgmine omanik Peter von Wilcken ehitas mõisa kivihooned. Vene keiser Nikolai I ja tema abikaasa Charlotte peatusid teekonnal Preisimaalt Peterburi Voka mõisas 1817. aastal. Kukruse mõisast pärit loodusteadlane parun Eduard von Toll, kes oli abielus von Wilckeni tütreaga, oli oma polaarekspeditsioonide vaheaegadel sagedaseks külaliseks Voka mõisas. Pärast tema hukkumist 1902. aastal Põhja-Jäämerel viirastusliku Sannikovi maa otsingul elas siin pikka aega (kuni aastani 1916) tema perekond.

Viivikonna asula on üks Kohtla-Järve linnaosadest, mis asub Järve linnaosast umbes 40 km ida pool. Viivikonna linnaosa hõlmab ka 4 km kagu pool asuva Sirgala asula. Viivikonna küla on mainitud Ludwig August Mellini aastatel 1798–1810 ilmunud Liivimaa atlases. Aastatel 1935–1936 rajati külast edelasse põlevkivikaevandus. Aastal 1950 nimetati Viivikonna aleviks, mis aastatel 1950–1960 oli Narva linna halduses, 1960 liideti Kohtla-Järvega. Tänapäevaks on Viivikonna asula praktiliselt lakanud olemast.

Toila alevik (u 800 elanikku), kus asub Toila valla keskus, paikneb Pühajõe suudmes. Toila nimi tulenevat soomekeelsest sõnast “toive”, mis tähendab soovi või lootust. Asula on tekkinud kolmest külast: Toila-Altküla (esmamainimine 1426, Kärilõpe); Toila ehk Männiku küla (esmamainimine Toila küla ja mõisana aastast 1547) ja Tulise küla (esmamainimine 1426). Seoses Peterburi–Tallinna raudtee käikulaskmisega suurenes 19. saj. lõpus suvitajate arv Toilas ja selle ümbruses ning algas vilgas suvilate ehitamine. Kaluritele ja talupidajatele lisandusid kaupmehed ja teised elanikud. Tänapäeval on suuremad tööandjad Viru Kalatööstus ja Toila SPA ning vallavalitsus ja gümnaasium. Toilas asub ka Eesti üks liigirikkamaid parke – Oru park.

Pühajõe küla, mõis ja kirik on kõik iidse ja auväärse ajalooaga. 32 adramaa suurune Pühajõe küla leiab esmamainimist 1241. aastal Taani hindamisraamatus *Podot*’i nime all. Pühajõe mõisa (*Pühhajökki*) esmamainimine jääb 17. sajandi algusse. Jõhvi abikirikuna ehitati puukirik Pühajõe juba 1497. aastal, kivikirik kerkis sellele kohale mõnevõrra hiljem (1836–1838). Põhjasõja aegu 1700. aasta sügisel paigaldasid venelased Pühajõe küla lähistele oru nõlvale oma suurtükid. 16. detsembril sai vürst Šeremetjevi ratsavägi siinsetel väljadel rootslaste käest lüüa ja põgenes Narva, et seal siis uuesti ajaloolises Narva lahingus lüüa saada.

Viivikonna, Sirgala ja Narva karjäärid – põlevkivi pealmaakaevandamine. Käesoleval ajal toimub põlevkivi pealmaakaevandamine Narva karjääris. Kaitsejõud on juba aastaid kasutanud Sirgala karjääri kergerelvastuse harjutuspolügoonina.

UURITUSEST

Ajalooliselt kippus Toila ja Laagna vaheline klindiaärne ala, st Sillamäe kaardilehe ala, reisimeestest ja geoloogidest uurijate, kelle peatähelepanu oli pööratud kas Jõhvi ümbruse põlevkivile või Narva joale, huviorbiidist välja jääma. Vaivara Sinimägedest ja selle ümbruse struktuuririketest. tegi esimesena juttu vene mineraloog V. Severgin (1803), kui ta oma 1802. aastal Vene riigi lääneprovintssidesse tehtud reisil neile küngastele osutab, mida ta ekslikult pinnasega kaetud graniidiküngasteks pidas. Teise vene rännumehe G. Razoumovsky (1819) tähelepanu äratavad Vaivara Sinimäed eeskätt kivistite leiukohana. Inglise diplomaat W. Strangways (1821) osutab oma kirjutises Peterburist üle Eesti põhjaranniku kuni Ölandi ja Gotlandini kulgeva kivimkompleksi ühtekuuluvust ja sarnasust. Põhjuse selleks sai ta siinsele alale tehtud reisilt. E. Russov (1887) kirjeldab klindiastringuid Toila ja Kalvi vahemikus. Ta jagab Põhja-Eesti klindi üldjoontes kaheks osaks: sirgjooneliselt kulgevaks Narva–Kalvi lõiguks ja paljude poolsaarte ning käänakutega Kalvi–Paldiski lõiguks.

A. Tammekann (1926) kirjeldab põhiliselt Balti klindile pühendatud uurimuses teiste seas nii Päite panka kui ka Sõtke orgu. K. Jaansoon-Orviku (1926) mainib oma rändpangaste alases uurimuses Vaivara Sinimägesid ning sama teevad ka C. Teichert (1927) ja A. Öpik ning Thamm (1933). Uuesti käsitleb K. Orviku (1930, 1936) Sinimägesid oma rändpangastele pühendatud artiklites. B. Asatkin (1937) oma Leningradi oblasti lääneosa tektoonikat käsitlevas uurimuses toob Gdovi dislokatsioonide ja Duderhofi ja kõrgustike kõrval võrdlusmaterjalina esile ka Vaivara Sinimägesid.

Kuigi aastatel 1937–1938 puuritud ja kaua aega Eesti sügavaima puuraugud tiitlit kandnud Jõhvi II (721 m) puurauk jääb Kohtla-Järve kaardilehe idapiirile, hõlmab suure osa Jõhvi magnetanomaaliast (Differt 1936) siiski Sillamäe kaardilehe loodeosa. Hiljem on Jõhvi magnetanomaaliat uurinud Vagapova-Kadõrova (1948) ja Vardanants jt (1960). N. Popkov (1955) koostas detailse Toila ja Voka vahelise ala magnetvälja kaardi. Savidiapiiride tekkemehhanismi uurinud H. Lebedeva (1958) nimetab ka Vaivara Sinimägesid savidiapiirideks. V. Maasik ja E. Pobul (1961) viisid läbi Sinimägede ja nende ümbrisala gravimeetrilise kaardistamise. Seejuures selgus, et magnet- ja gravianomaaliade tsentrid ei lange kokku. Sellise kõrvalekalde põhjuseks pidasid nad suurema koguse sekundaarse mittemagnetilise rauamaagi, st hematidi, esinemist. Suuremõõtkavalise geoloogilise kaardistamise (Stumbur jt, 1963) käigus puuritud uuringuotstarbeline puurauk 315 ei kinnitanud selle oletuse õigsust, nii nagu ka järgnevad selleteemalised kaardistamis- ja uuringutööd (Erisalu jt, 1963; Erisalu ja Tassa, 1965; Puura jt, 1966; Erisalu ja Arvisto, 1969). Geoloogilist süvakaardistamist ettevalmistavate tööde käigus kaardistati Jõhvi magnetanomaalia ja selle ümbrisala gravimeetriliselt (Gromov ja Gromova, 1974).

Kirde-Eestis rannäärses osas läbi viidud suuremõõtkavalise geoloogilise kaardistamise käigus annavad K. Stumbur jt (1960) omapoolse interpreteeringu Vaivara Sinimägede ja nende ümbrisala tekkeloole, üritades seda ära seletada arvukate tektooniliste rikete ja tõusnud ning vajunud plokkidega.

Aastail 1957–1960 M. Palo jt (1961) poolt Tallinna ja Narva vahelise alal läbi viidud fosforiidi otsingutööde käigus puuritud mitmed uuringupuuraugud andsid olulist teavet kaardilehe idaosa hõlmava Vaivara dislokatsioonide vööndi olemuse mõistmiseks. Ka aastail 1962–1965 Narva fosforiidimaardla uuringute käigus lisandunud uuringupuuraugud ja läbi viidud elektromeerilised uuringud (Lugus ja Gulova, 1966) lisasid sellesse oma kaaluka osa. Vaivara Sinimägedest põhja pool sinisavi avamuslalal puuritud puurauk 314 avas tavalise, umbes 80 m paksuse sinisavilasundi asemel kuni 120 m paksuse tugevasti deformeeritud sinisavilasundi. Kristalse aluskorra kivimite, mis olid samuti rikkumata, pealispind jäi seejuures piirkonnale iseloomulikule (ca –205 m) tasemele. Ka Ediacara (Ülem-Vendi) ajastu terrigeensete kivimite lasundi paksus (ca 120 m) oli alale iseloomulikul tasemel ja rikkumata.

A. Miidel jt (1969) põhjalikus uurimuses käsitletakse Vaivara Sinimägesid eelkõige rändpangastena. V. Lomtadze (1970) uurib Leningradi ümbruse sinisavi füüsikalisi-mehaanilisi omadusi, ja seda eeskätt eesmärgiga välja selgitada nende võimalikku osalust savidiapiiride moodustumisel.

A. Volin (1974) kirjeldab Leningradi ümbruse kerkestruktuure ja leiab need analoogsed olevat Vaivara Sinimägedega. I. Lobanov (1976) kirjeldab Duderhofi kõrgustiku dislokatsioone ja seondab nende päritolu, nii nagu ka Vaivara Sinimägede oma, savidiapirismiga. E. Greiser jt (1980) uurimus käsitleb Duderhofi kõrgustike ehitust ja päritolu ning nemadki leiavad neil ühiseid jooni Vaivara Sinimägedega. Nii nagu paljud teisedki, toovad ka D. Malahovsky ja E. Sammet (1982) oma Vene tasandiku loodeosa liustikupangastele ja glatsiodislokatsioonidele pühendatud uurimuses esile ühiseid jooni Leningradi ümbruse struktuuride ja Vaivara Sinimägede vahel.

V. Puura ja R. Vaher (1997) käsitlevad Vaivara Sinimägede ahelikku küll otsmoreeninina ja sealseid pankasid rändpangastena, sellelt alalt itta jääva ala kitsaid joonelisi struktuure aga savidiapiiridena. R. Vaher ja A. Mardla (1969) ning A. Raukas (1995) näevad Vaivara Sinimägedes eelkõige rändpangaseid.

K. Suuroja (2005, 2006, 2008) püstitas hüpoteesi, milles ta põhjendab Sillamäelt Narvani ulatuvas Vaivara dislokatsioonide vööndis toimunud purustust, kurrutust ja kerkeliikumisi eelkõige sinisavi voolamisega ulatuslikuma Vaivara tektoonilise rikkevööndi piires. Voolama (diapiiristuma) hakkas sinisavi mandriliustiku surve tõttu eelnevalt tektooniliste liikumiste poolt purustatud (tihelõhelise) settekivimite lasundi all. Hiiglaslikud (kuni 1 km läbimõõdus) pae- ja liivakivi pangased on sellel alal kerkinud kuni 50 m. Alalt hiljem üle käinud mandriliustikud kulutasid juba purustatud ja tugevalt lõhelisi paekattelisi pangaseid, surusid neid kurdudesse ning kandsid väiksemaid neist lahti rebitud tükke lõuna poole.

Aastail 2007–2009 Sillamäe ja Narva kaardilehe täiendava suuremõõtkavalise (1:50 000) geoloogilise kaardistamise (Suuroja jt, 2008) käigus uuriti Vaivara dislokatsioonide vööndit ja selle ümbrisala detailsemalt umbes 300 kaevandi ning vaatluspunkti ja 10 madalama (kuni 20 m) uuringupuurauguga. Ala uuriti täiendavalt (All jt, 2008) kuni 100 km elektromeetrilise mõõdistamise profiilidega. 2007. aastal Sillamäe vabakaubandustsooni süvendi rajamisel tehtud ulatuslike kaevetöödega avati üks Sõtke orgu (klindilahte) kujundatavatest riketest ja sellega ilmselt seonduv teadaolevaist suurim (umbes 500 m pikk ja ligi 4 m paks) merglist ja tugevalt savikast lubjakivist “küür” (vene keeles ‘gorb’) Volhovi lademe alaosas.



Foto 1. Rekultiveeritud Viivikonna karjäär.
Photo 1. The reclaimed Viivikonna Quarry.



Foto 2. Viivikonna karjääri peahoone varemed.
Photo 2. The ruins of the main building of the Viivikonna Quarry.



Foto 3. Ukuoru IV joastik.
Photo 3. Ukuoru IV Cascade.

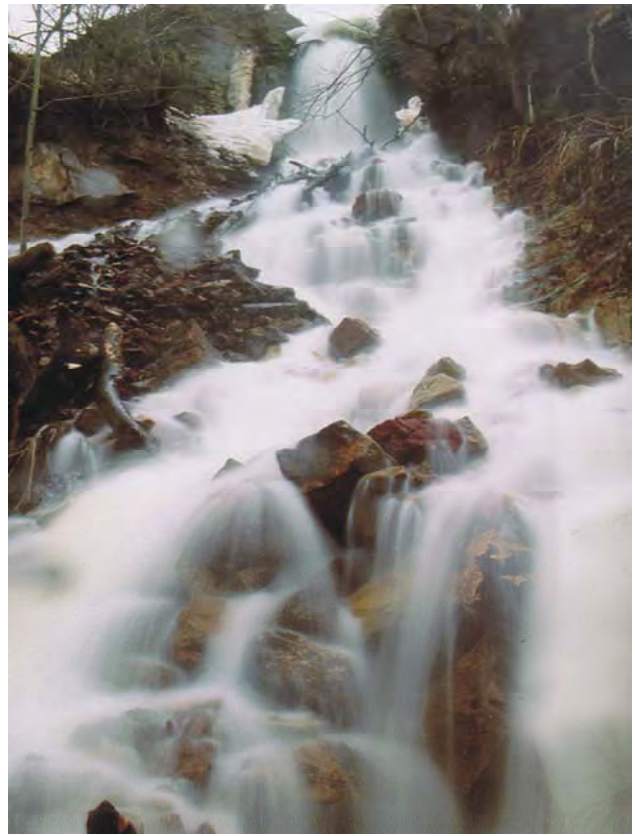


Foto 4. Ukuoru II joastik.
Photo 4. Ukuoru II Cascade.



Foto 5. Mustajõgi alamjooksul.
Photo 5. Mustajõgi River on the lower reaches.



Foto 6. Aluoja joastiku ülaosa.
Photo 6. Upper part of the Aluoja Cascade.



Foto 7. Aluoja joastiku alaosa ja Pühajõgi (esiplaanil) suurveega.
Photo 7. Lower part of the Aluoja Cascade and Pühajõgi River (in the foreground).



Foto 8. Langevoja juga.
Photo 8. Langevoja Waterfall.



Foto 9. Udria pank.
Photo 9. Udria Cliff.



Foto 10. Pühajõe org Oru pargi kohal.
Photo 10. Pühajõe Valley in Oru Park.



Foto 11. Oru loss 1936. aastal.
Photo 11. Oru Castle in 1936.



Foto 12. Oru pargi hiidrahn.
Photo 12. The gigantic erratic boulder in the Oru Park.



Foto 13. Vaade Sillamäe sadamale 2008. aastal.
Photo 13. View to the Sillamäe Harbor in 2008.



Foto 14. Vaade Sillamäe sadamale 2009. aastal.
Photo 14. View to the Sillamäe Harbor in 2009.



Foto 15. Vaade Sillamäe jäätmehoidlale (roheline vasakul) ja elektriijaama tuhabasseinile (ees paremal). Tagaplaanil rajatav vabatsoon.

Photo 15. View to the Sillamäe Dump (green on the left side) and to the ash pool of the Sillamäe Thermal Power Station.



Foto 16. Vaade Sillamäe jäätmehoidlale 2009. aastal

Photo 16. The Sillamäe Dump in 2009.



Foto 17. Üks Kurtna mõhnastiku järvedest – Liivjärv.

Photo 17. One of the lakes of Kurtna Came Field – Liivjärv.

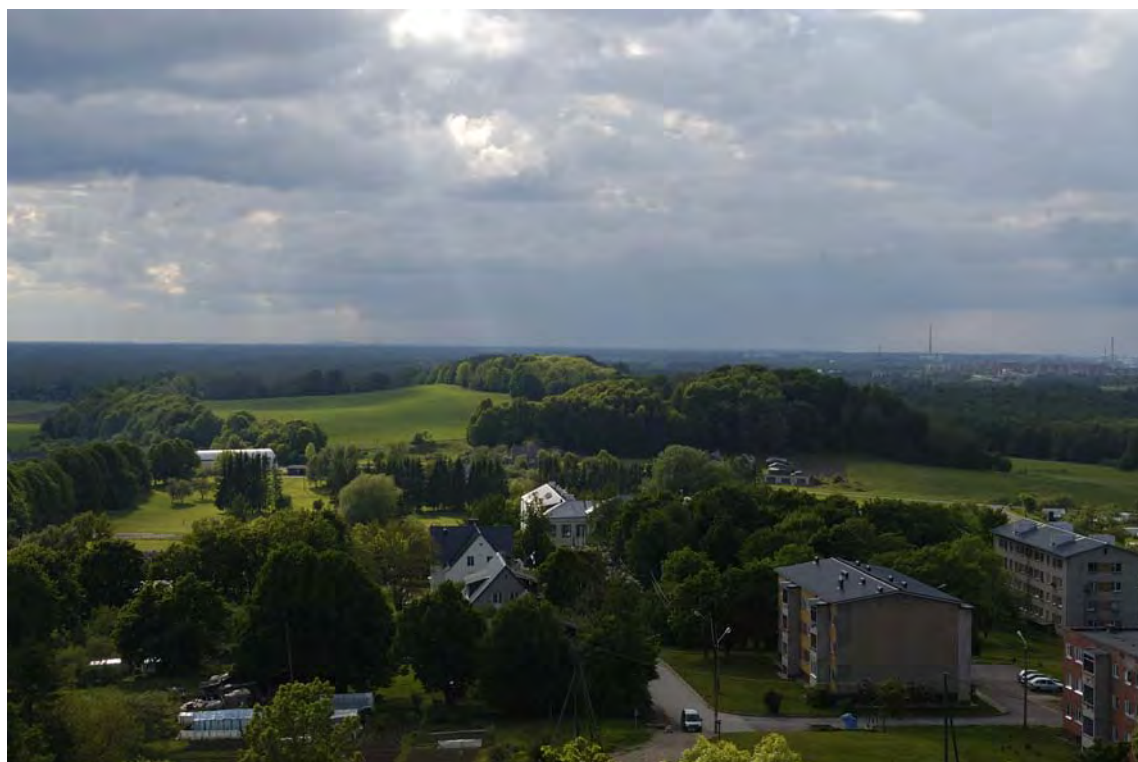


Foto 18. Vaade Põrguhauamäele Pargimäelt.

Photo 18. View to the Põrguhauamägi Hill from the Pargimägi Hill.



Foto 19. Vaade Sillamäe kesklinnale. Tagaplaanil Sõtketähe org.
Photo 19. View to the Sillamäe City. Sõtketähe Valley on the background.

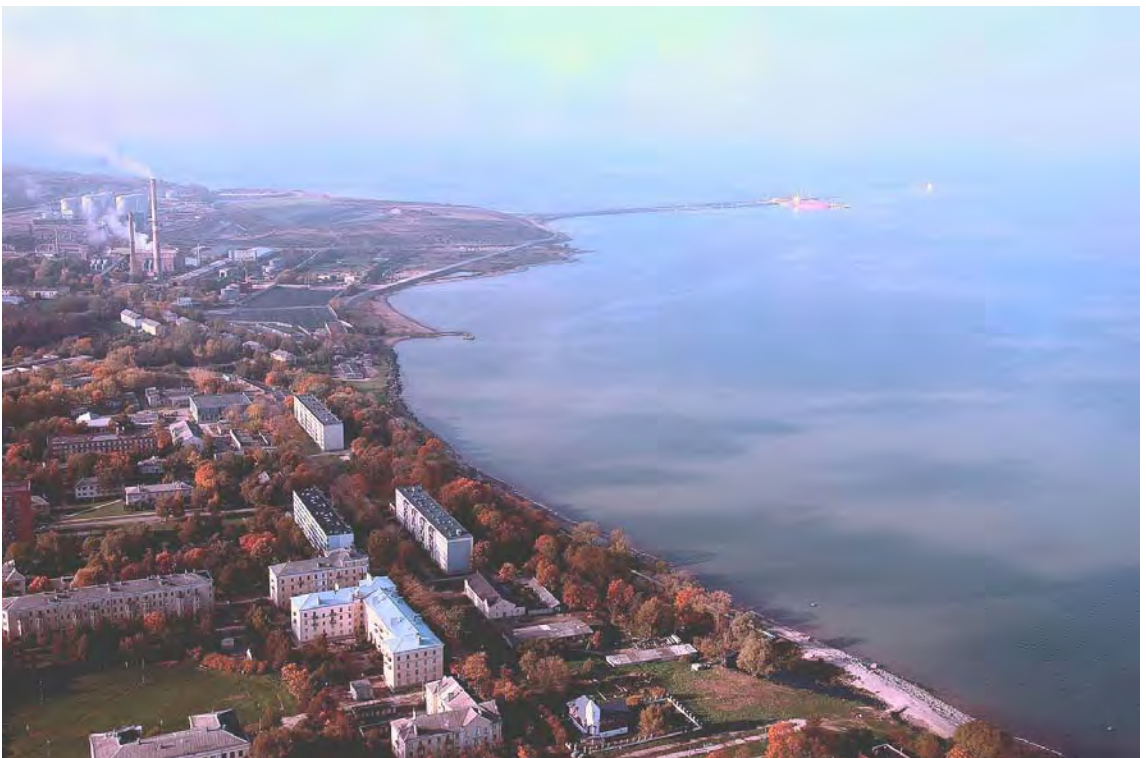


Foto 20. Vaade Sillamäe linnale 2006. aastal. Paremal Sillamäe sadam.
Photo 20. View to the Sillamäe City in 2006. On the right side Sillamäe Harbor.



Foto 21. Sillamäe vabatsiooni piirikraav 2006. aastal.
Photo 21. The border of the Sillamäe Free Zone in 2006.



Foto 22. Vaade Voka orule.
Photo 22. View to the Voka Valley.



Foto 23. Vaade Pühajõe suudmele ja Oru pargile.
Photo 23. View to the mouth of Pühajõgi River and Oru Park.



Foto 24. Pühajõe kirik.
Photo 24. Pühajõgi Church.



Foto 25. Päite pank.
Photo 25. Päite Cliff.

1. ALUSPÕHI

Sillamäe kaardilehe aluspõhja geoloogiline kaart mõõtkavas 1:50 000 on originaalkaart, mille koostamisel on kasutatud nii varasemate suuremõõtkavalise (mõõtkavas 1:50 000) geoloogilise kaardistamise (Stumbur jt, 1960; Erisalu ja Tassa, 1965) käigus kogutud teavet kui ka põlevkivi (Jegorov jt, 1955; Sizova jt, 1960; Filatova jt, 1966; Tšentsov jt, 1978; Morozov jt, 1983) ja fosforiidi otsingu- ning uuringutööde (Palo jt, 1961; Lugus ja Gulova, 1966; Eskel jt, 1975) käigus kogutud informatsiooni. Olulist teavet eelnevale lisasid kontrollmarsruutide käigus tehtud enam kui 500 vaatluspunkti, millega täiendati olemasolevat andmebaasi ja tihendati uuringuvõrku nõrgemalt uuritud aladel. Võimalust mööda kasutati ka teiste senini mainimata rakenduslike tööde (kaevude puurimine, ehitusgeoloogilised uuringud, kraavide ja vundamentide kaevud) käigus kogutud andmestikku.

Kaardipildi korrigeerimisel on kasutatud umbes 500 aluspõhja avava puuraugu, millistest 20 avasid ka kristalset aluskorda, andmestikku. Lisaks sellele kasutati ka looduslike (klindiasangud) ja tehislise paljandite (karjäärid, kraavid, vundamendiaugud) uurimisel saadud teavet. Aluspõhja uuritust kaardilehe piires võib lugeda heaks ja see ületab tunduvalt kaardilehe mõõtkavast ja etteantud juhendist lähtuvaid nõudeid. Kivimkomplekside litostratigraafiline liigestus põhineb geoloogilise kaardistamise juhendis (Juhend... 2009) ja selle täiendustes toodud legendile.

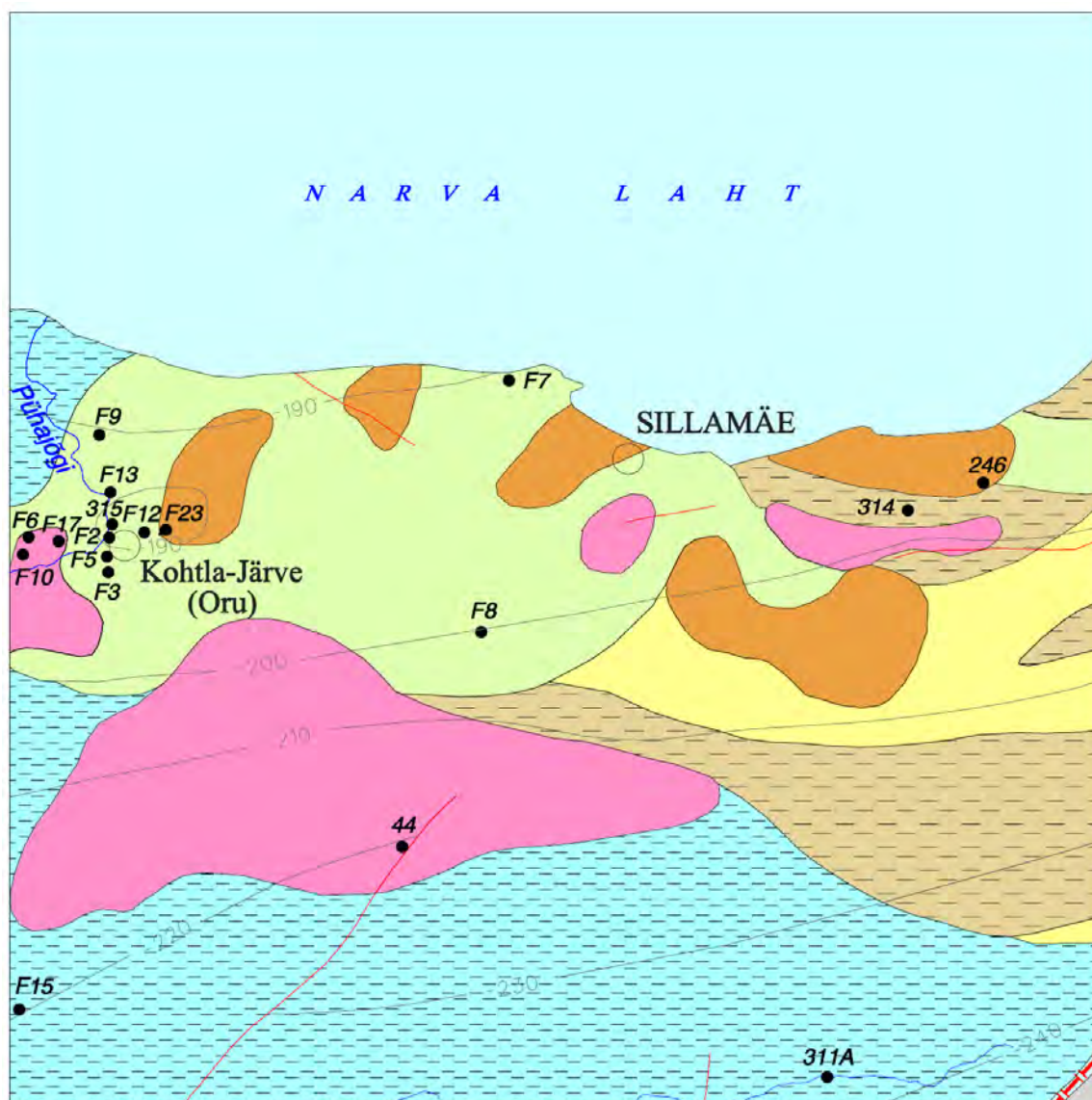
1.1. KRISTALNE ALUSKORD

Kaardilehe piires puuritud 20-st kristalset aluskorda avavast puuraugust on enamik (11) puuritud Jõhvi magnetilise anomaalia alal ja selle ümbruses läbi viidud kristalse aluskorra uuringute käigus (Erisalu ja Arvisto, 1969). Kristalsetest kivimitest aluskord lasub kaardilehe piires tasemel 180 m amp (põhjapiiril) kuni 240 m amp (kagunurgas).

Geostruktuurselt jääb ala Ida-Euroopa kraatoni loodeossa, Ida-Euroopa platvormi loodepiirile Fennoskandia kilbi lõunanõlvale. Platvormile omaselt eristuvad ala geoloogilises ehituses kaks eriilmelist struktuurset korrust: alumine – kurrutatud tard- ja moondekivimeist **kristalne aluskord** ja ülemine – **settekivimiline pealiskord**. Viimane lasub kristalsel aluskorral väikese (1–3 m km kohta) lõunasuunalise kallakusega. Kristalse aluskorra kivimid alal ei avane, küll aga settelise pealiskorra omad.

Kaardilehe põhjaosa kristalse aluskorra moondekivimid kuuluvad Jõhvi struktuursesse vööndisse, milles moondekivimitest on valdavaks Paleoproterosoikumis Orosiri ajastul 1,8–1,9 miljardi aasta eest moodustunud Vaivara kompleksi kuuluvad erineva koostisega pürokseengneisid. Pürokseengneisside kompleks on tugevasti kurrutatud (kihtide kallakus enamasti 45–90°) ja migmatiidistunud. Lisaks gneissidele levivad ala lääneosas Jõhvi magnetanomaalia piires magnetiitkvartsiidid. Neist ida pool esineb sama kompleksi biotiit- ja kvarts-päevakivigneisse. Kaardilehe lõunaosa ja äärmise lääneosa kristalne aluskord kuulub Alutaguse struktuurvööndisse, kus moondekivimitest valdavad Alutaguse kompleksi vilgu- ja alumogneisid.

Moondekivimitele lisaks kohtab kaardilehe piires ka mitmeid graniidimassiive, millistest suuremad on Viivikonna ja Sanniku massiivid. Graniitide kõrval on välja eraldatud samuti mitmeid aluseliste magmakivimite kehasid – Udria, Oru ja mõned teised gabromassiivid.



0 2 4 km

	Vilgugneiss <i>Mica gneiss</i>		Pürokseengneiss <i>Pyroxene gneiss</i>		Graniit <i>Granite</i>
	Biotiitgneiss <i>Biotite gneiss</i>		Kvarts-päevakivigneiss <i>Quartz-feldspar gneiss</i>		Gabro <i>Gabbro</i>
	Aluspõhja puurauk <i>Drill hole in basement</i>		Murrang <i>Fault</i>		Aluskorra reljeef <i>Relief of the basement</i>

Joonis 1.1. Kristalse aluskorra skemaatiline kaart.

Figure 1.1. Schematic map of the crystalline basement.

Tabel 1.1. Sillamäe (6533) kaardilehe mõningate kristalse aluskorra kivimite keemiline koostis (kaalu %).
Table 1.1. Chemical composition of the crystalline basement rocks of the Sillamäe (6533) mapping area (wt %).

Kivim	MQ	MQ	GNAX	GRCECH	GRSY	GNPXGG	MQ	GNGCSM	MQ
Puurauk	F-1	F-2	F-3	F-5	F-7	F-8	F-9	F-12	F-12
Proovi sügavus (m)	408,0	293,4	361,4	236,2	261,0	372,8	288,5	271,3	339,8
SiO ₂	42,80	45,70	52,86	66,80	65,90	63,96	43,64	53,56	46,14
TiO ₂	0,15	0,30	0,37	0,51	0,21	0,75	0,62	0,22	0,38
Al ₂ O ₃	0,89	7,58	10,45	13,69	15,12	16,42	3,04	14,02	6,50
Fe ₂ O ₃	-	23,20	2,35	1,83	-	-	26,68	-	18,82
FeO	-	10,34	7,90	2,63	-	-	14,08	-	10,63
MnO	0,98	0,36	0,32	0,05	0,07	0,07	1,28	0,55	3,74
MgO	2,32	4,25	13,33	1,56	1,46	3,54	3,68	3,28	3,93
CaO	2,37	3,87	7,23	3,59	1,64	4,05	3,46	2,38	5,87
Na ₂ O	0,10	0,60	1,80	2,80	2,30	1,90	0,15	2,30	1,50
K ₂ O	0,49	2,35	1,90	4,80	8,00	2,30	0,20	4,45	1,40
P ₂ O ₅	-	0,18	-	-	-	-	0,25	-	0,19
S _{total}	-	<0,1	-	-	-	-	0,32	-	<0,1
L.O.I.	-	0,68	2,22	2,41	0,92	0,76	2,11	1,04	0,72
Summa	99,76	99,41	100,73	100,67	99,57	100,10	99,51	99,56	99,82
Fe ₂ O _{3total}	49,66	34,69	11,13	4,75	3,95	6,35	42,32	17,76	30,63

MQ – magnetiit-kvartsiit (*magnetite quartzite*); GNAX – amfibool-pürokseengneiss (*amphibole-pyroxene gneiss*); GRCECH – tšarnokiit (*charnockite*); GRSY – süenograniit (*syenogranite*); GNPXGG – pürokseengneiss granaadiga (*pyroxene gneiss with garnet*); GNGCSM – granaat-kordieriitgneiss sillimaniidiga (*garnet-cordierite gneiss with sillimanite*).

1.2. SETTEKIVIMILINE PEALISKORD

Settekivimilise pealiskorra formeerumine kaardistataval alal, nii nagu ülejäänud Eestiski, algas Neoproterosoikumis Ediacara ajastu teisel poolel ehk umbes 580 miljoni aasta eest, kui idast (tänapäevases mõistes) pealetungiv meri siia jõudis. Neoproterosoilistest ja paleosoilistest settekivimeist pealiskord lasub siin kristalse aluskorra kivimitel suure (umbes 800 mln aastat) ajalise lünga ja põiksusega. Settekivimilise pealiskorra paksus suureneb ala põhjaosa umbes 200 meetrilt ligi 280 meetrini ala lõunapiiril. Settekivimilise pealiskorra struktuurid jälgivad suures osas kristalse aluskorra pealispinna reljeefi ja suuri kõrvalekaldeid sellest ei ole.

1.2.1. Vendi kompleks (Ediacara ladestu)

Vendi kompleksi (**Ediacara ladestu**) Kotlini lademe purdkivimid (argilliidid, aleuoliidid, liivakivid) üldjuhul siin maismaal ega merepõhjas ei avane, küll aga kitsa vööna Voka ürgoru põhjas. Nad lasuvad kirde suunas tüseneva 105–115 m paksuse lasundina kristalse aluskorra murenemiskoorikul. Vendi kompleksis on välja eraldatud kolm kihistut (alt üles): Gdovi, Kotlini ja Voronka. Esimeses ja viimases neist on valdavaks nõrgalt tsementeerunud peeneteraliseid liivakivid, keskmises – aleuriitsed argilliidid (Mens, Pirrus, 1997).

Gdovi kihistu (V_{2gd}) paksus alal on 50–60 m ja see suureneb üldjoontes edelast kirdesse. Kihistu alumisel piiril on suhteliselt õhuke kiht (1–2 m) eriternalist liivakivi, graveliiti, peenkonglomeraati või mikstoliiti – **Oru kihistik**. **Moldova kihistik** (15–30 m), mis hõlmab enamuse kihistu alaosast, koosneb pisi- kuni keskteralisest nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud kollakas- kuni pruunikashallist liivakivist. **Uusküla kihistik**, mis hõlmab 25–40 m kihistu ülaosast, koosseisus vahelduvad õhukese kuni keskkihiliselt kollakaspruun liivakivi kirjuvärvilise (punakaspruun, kollakate ja rohekashallide laikudega) aleuoliidi ja peliitse aleuoliidiga.

Kotlini kihistu (V_{2kt}), mis eristub Vendi kompleksi keskosas laminariitsavi lasundina ja on esindatud enamasti Meriküla kihistikuga, paksus alal on 25–40 m. **Meriküla kihistik** koosneb enamasti rohekashallist õhukesekihilisest aleuriitsest argilliidist või peliitsest aleuoliidist, milles on halli kuni kollakaspruuni liivakivi või aleuoliidi õhukesi (alla 10 cm) vahekihte. Viimastes võib olla kollakaspruuni sideriidi väikeseid (kuni 1 cm läbimõõdus) mugulaid ja läätsi ning orgaanilise aine (laminariidi) kilesid. Kihistu alaosas eristub kuni 5 m paksune **Jaama kihistik**, milles halli aleuoliidi kihid vahelduvad õhukesekihiliselt aleuriitse argilliidiga. Kivimis esineb ka nii sideriitseid kui laminariitseid kilesid.

Voronka kihistu (V_{2vr}) paksus alal on 18–26 m ja selles on eristatud kaks eriilmelist kihistikku: alumine – Sirgala (V_{2vrS}) ja ülemine – Kannuka (V_{2vrK}). **Sirgala kihistiku** paksus alal on 8–16 m ja see koosneb nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud pisi- kuni peenteralisest helehallist kvartsliaivakivist. Viimases on rohkesti kirjuvärvilise (kollakashall kuni punakaspruun) aleuoliidi ja aleuriitse argilliidi vahekihte. **Kannuka kihistik** (paksus kuni 10 m), mis koosneb valdavalt nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud pisi- kuni peenteralisest helehallist kvartsliaivakivist, on kivimiliselt väljapeetum.

1.2.2. Kambriumi ladestu

Kambriumi ladestu on alal esindatud põhiliselt Alam-Kambriumi ladestiku purdkivimitega (savi, aleuoliit, liivakivi). Ladestu avamusala hõlmab enamasti kuni 10 km laiuse vööndi ala põhjaosa merepõhjust. Avamusala maismaal on seotud enamasti klindiasangu jalami ja Pühajõe, Voka ning Sõtke klindiorgude põhjadega. Ka ulatusliku Pimestiku–Suurniidu sinisavikerkeala piires ja sellega külgnevatel

aladel on kerkeid moodustava Alam-Kambriumi sinisavi, kohati ka liivakivi, avamus. Ladestu paksus alal on 90–120 m.

Alam-Kambriumi ladestiku paksus alal on 90–120 m. Ladestikus on eristatud kolme kihistikku (alt üles): Lontova, Lükati ja Tiskre. Vanuseliselt kuulub Lontova kihistu samanimelisse lademesse ja Lükati ning Tiskre kihistu Dominopoli lademesse.

Lontova kihistu (Ca_1ln), mis moodustab põhilise osa sinisavilasundist, on alal 75–100 m paksune. Kihistu maksimaalne paksus ei seonu normaalse lasuvusega aladega, vaid Pimestiku–Suurniidu sinisavikerkega. Lontova kihistu avamusala maismaal seondub kitsa ribaga klindiasangu jalamil ja Pühajõe, Voka ning Sõtke oru põhjadega. Merepõhjas hõlmab Lontova kihistu avamusala umbes 10 km laiuse rannaäärse riba. Sinisavi on valdavalt rohekashall, kuid kohati ka kirjuväriline (rohekashall, violetsete ja punakaspruunide laikudega), argilliidilaadne savi, mis sisaldab tasemeti vähesel määral aleuriiti ja pisiteralist kvartslia. Terrigeense materjali sisalduse järgi on kihistus eristatavad kolm kihistikku (alt üles): Sämi, Mahu ja Kestla. **Sämi kihistik** (paksus 12–18 m) on esindatud rohekashalli õhukesekihilise aleuriitse saviga – sinisaviga. Kihistu ülemise piiri läheduses on glaukoniiti sisaldava liivakivi ja mikstoliidi vahekihte. **Mahu kihistikku** (20–25 m) iseloomustab rohekashall kuni kirjuväriline aleuriitne sinisavi, mis sisaldab vähesel määral pisiteralist kvartslia. **Kestla kihistik** (paksus 30–35 m) on esindatud eelkõige selle kõige puhtama sinisaviga, st valdavalt rohekashalli aleuriidika argilliidilaadse saviga. Lontova kihistu stratigraafilisel piiritlemisel on põhiliseks diagnostiliseks tunnuseks rõngasusside (*Platysolenites antiquissimus*) kitiinsete kodade ja organismide püriidistunud roomamisjälgede (püriitsed käigud) esinemine.

Lükati kihistu (Ca_1lk), mis on umbes 10 m paksune, avaneb enamasti kitsa vööna klindiasangu jalamil või veidi laiema (sadakond meetrit) ribana Sillamäest itta jääva ala mererannas. Sarnaselt Lontova sinisaviga osaleb ka Lükati sinisavi Vaivara dislokatsioonide vööndis sinisavikergete koosseisus. Lükati kihistu on esindatud enamasti rohekashalli aleuriidika saviga (sinisavi), milles on kihiti glaukoniiti sisaldava tugevasti tsementeerunud kvartsliaakivi (Lükati liivakivi) vahekihte. Kivimiliste iseärasuste kõrval on kihistu diagnostiliseks tunnuseks foraminifeeri *Volborthella tenuis* koonusjate, mõne millimeetrise läbimõõduga kodade esinemine. Kihistu alumisel piiril on enamasti õhuke (5–10 cm) fosfaatse liivakivi veeristest basaalkonglomeraadi kiht. Sinisavilasund, st Lontova ja Lükati kihistu sinisavi, on kindlaim veepide Põhja-Eesti läbilõikes.

Tiskre kihistu (Ca_1ts) (10–15 m) avaneb enamasti klindiasangu keskosas. Tiskre kihistu koosneb enamasti ühetaolisest helehallist jämeteralisest kvartsaleuroliidist või pisiteralisest kvartsliaakivist. Nii ühes kui teises võib olla, seda eriti kihistu alaosas, rohekashalli glaukoniiti sisaldava savika aleuroliidi vahekihte.

Ülem-Kambriumi ladestik on Kambriumi ladestu ülaosas välja eraldatud biostratigraafiliste kriteeriumite alusel ja kivimilisi muutusi sellega ei kaasne. Varemalt Alam-Ordoviitsiumisse kuulunud, puudulukuliste brahhiopoodide (ooboluste) kojapoolmeid ja purdu sisaldava kvartsliaakivi lasundi alaosa (Kallavere kihistu Rannu kihistiku kuni 2 m paksune alaosa) on loetud mikrofauna (akritarhide ja konodontide) leidude põhjal Ülem-Kambriumis kuuluvaks. Ladestik koosneb peeneteralisest nõrgalt tsementeerunud ja vähesel määral peent puudulukuliste brahhiopoodide kojapoolmeid ja purdu sisaldava kvartsliaakivi kuni 1 m paksusest lasundist.

1.2.3. Ordoviitsiumi ladestu

Ordoviitsiumi ladestu, mis on enamasti esindatud karbonaatkivimitega, avamus hõlmab valdava osa (umbes 90%) kaardilehe maismaa-alast. Ladestu paksus suureneb klindiplatoo pealselt 5–10 meetrit kuni

70 meetrini ala lõunapiiril. Valdavaks kivimiks Ordoviitsiumi ladestus on lubjakivi ja üksnes 5–7 m lasundi alaosast kuulub glaukoniit- ja oobolusliivakivile ning diktüoneemakildale.

Alam-Ordoviitsiumi ladestiku täispaksus alal on 5–7 m ja see jaotub kolme lademe (Pakerordi, Varangu ja Hunnebergi) vahel. Ladestik jaguneb omakorda Kallavere, Türisalu ja Leetse kihistu vahel. Ala lõunaosas Türisalu ja Varangu kihistik puuduvad. Ladestiku avamus piirdub enamasti klindiasanguga.

Kallavere kihistu ($\text{Ca}_3\text{-O}_1\text{kl}$), mille paksus on 3–5 m, koosneb puudulukuliste brahhiopoodide (ooboluste) kojapoolmeid ja nende purdu sisaldavast nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud peenteralisest kvartsliaivakivist. Kallavere kihistu on tuntud ka **oobolusliivakivi** või **fosforiidilasundi** nime all. Kihistu alumisel piiril on sageli ooboluskonglomeraat, st rohkesti terveid kojapoolmeid sisaldav oobolusliivakivi. Kihistus on alal eristatavad 2 kihistikku (alt üles): Rannu ja Orasoja (Heinsalu ja Viira, 1997). **Rannu kihistik** (0,5–1 m) on esindatud ooboluste kojapoolmeid ja nende purdu (detriiti) sisaldava nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud peenteralise kvartsliaivakiviga. Detriidi sisaldus liivakivis on 1–50% ja see varieerub suurel määral, seda nii tasemeti kui pindalaliselt. Kihistiku alumisel piiril on enamasti fosfaatsete veeristega basaalkonglomeraat. **Orasoja kihistik** (2–4 m) koosneb nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud peene- kuni keskmiseteralisest oobolusliivakivist, milles on diktüoneemakilda kilesid ja õhukesi (1–3 cm) vahekihte. Orasoja liivakivi paistab silma ka kõrge (kuni 10%) vilgusisalduse (enamasti muskoviit) poolest.

Türisalu kihistu (O_1tr), mille paksus alal on 1–1,5 m, on esindatud pruuni kerogeense ehk graptoliitse argilliidiga, mida rahvakeeles enamasti diküoneemakildaks kutsutakse. Kihistu paksus suureneb lõunast põhja suunas. Diktüoneemakilt siinsel alal, seda eriti Sillamäe ümbruses, paistab silma oma kõrge (kuni 800 g/t) uraani sisalduse poolest.

Leetse kihistu (O_1lt), mis kuulub Hunnebergi lademesse, paksus alal on 0,4–0,9 m. Kihistu koosneb hallikasrohelistest peenteralisest aleuriidikast nõrgalt tsementeerunud glaukoniitliivakivist. Lisaks glaukoniidile, mida glaukoniitliivakivis on enamasti üle 60%, on selles veel kvartsi (10–20%), vilke (10–20%) ja 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 (0,2–0,3 m) **Mäeküla kihistik**, mis on esindatud glaukoniitse lubiliivakiviga kuni liivalubjakiviga, erineb esimesest eelkõige karbonaatse tsemendi ja sellest tuleneva suurema kõvaduse poolest. Piir kihistike vahel on üleminekuline.

Kesk-Ordoviitsiumi ladestik, mille paksus alal küünib 35–40 m, on esindatud valdavalt karbonaatkivimitega. Ladestiku, mis on esindatud 6 lademe (Billingen, Volhov, Kunda, Aseri, Lasnamäe ja Uhaku) 6 kihistikuga (Toila, Sillaoru, Loobu, Aseri, Vao ja Kõrgekaldal), avamus hõlmab enamjao ala maismaalast.

Toila kihistu (O_2tl), mille kivimiks on enamasti rohekashall glaukoniiti sisaldav lubjakivi, paksus alal on 2,5–3,0 m. Sillamäe meridiaanist ida pool on Toila kihistu paekivi kirjuvärviline, st violetsete, punakaspruunide ja kollaste laikudega. Selleilmeline Toila kihistu kannab **Tõrvajõe kirjupae ehk Tõrvajõe kihistu nime**. Toila kihistus eristub 4 kihistikku (alt üles): Päite (0,6–1,2 m); Saka (0,6–1,0 m), Telinõmme (0,6–0,8 m) ja Kalvi (0,3–0,5 m). **Päite kihistik** kuulub Billingeni lademesse ja koosneb enamasti rohekashallist kuni kirjuvärvilisest pisi- kuni peenkristalsest keskmise- kuni õhukesekihilisest glaukoniiti sisaldavast lubjakivist. Kihistiku alaosas on kohati 1–2 õhemat rohekashalli glaukoniiti sisaldava savimergli kihti. Kihistiku lael on väga väljapeetud levikuga nn püstakikiht – 5–7 cm sügavuste 2–3 cm läbimõõduga amforalaadsete süvenditega katkestuspind. Süvendid on täidetud enamasti roheline glaukoniitliivakiviga. **Saka kihistik** koosneb tugevalt dolomiidistunud rohekashallist peene- kuni keskmisekristalsest keskmise- kuni paksukihilisest peenkristalset glaukoniiti sisaldavast lubjakivist. **Telinõmme kihistik** koosneb rohekashallist kuni kirjuvärvilisest, õhukeselt kuni keskmiselt

lainjaskihilisest, tasemeti peent glaukoniiti sisaldavast pisikristalsest lubjakivist. Enamasti on see alal mingil määral dolomiidistunud. K. Orviku (1960) ettepaneku kohaselt kannab Telinõmme kihistik Vokast ida pool ehk alal, kus see on kirjuvärviline, Künnapõhja kihistiku nime.

Kalvi kihistik koosneb rohekashallist nõrgalt savikast keskmise- kuni paksukihilisest, peenterist glaukoniiti sisaldavast lubjakivist, mis sisaldab kohati ka götiitseid ooide.

Sillaoru kihistu (O_2sl) (0,4–0,6 m) kivimiks on pruunikashall, õhukese- kuni keskkihiline detriidikas raudooide sisaldav keskmiselt kuni tugevalt savikas lubjakivi. Kivim on paiguti dolomiidistunud ja selles on limoniitse impregnatsiooniga lainjaid katkestuspindu. Kihistu alumist piiri markeerib limoniitne katkestuspind. Sillaoru kihistu alumine osa (**Pada kihistik** 0,2–0,3 m) kuulub Volhovi lademesse ja ülemine (**Voka kihistik** 0,2–0,4 m) Kunda lademesse. Voka kihistiku lubjakivi on üldiselt Pada kihistiku lubjakivist savikam. Ka Sillaoru kihistu paekivi on Sillamäest ida pool enamasti kirjuvärviline (hajusate violetsete ja punakaspruunide laikudega) ja sellest tulenevalt võiks sedagi läbilõikeosa lugeda Tõrvajõe kihistusse kuuluvaks.

Loobu kihistu (O_2lb) (6,5–8,0 m) esindab alal enamasti Kunda ladet. Kihistu eristub üldiselt raudooide sisaldavate kihistute (Kandle (Aseri) ja Sillaoru) vahelise puhtama hallika lubjakivi lasundina. Kihistu avamus hõlmab enamasti klindiastangu ülemise osa ja kohati ka kitsa ribana selleäärse ala. Loobu kihistu ülaosa lubjakivi (kuni 2 m) sisaldab hajusalt väikeseid raudooide ja selle põhjal on siin käibelolevas litostratigraafilises skeemis eristatud **Napa kihistik**. Viimase piirid on üleminekulised ja raskesti eristatavad ning seetõttu ei ole uuritud puuraukude läbilõigetes seda enamasti ka välja eraldatud. Loobu kihistule, eriti selle ülaosale, on iseloomulik kohati massiliselt peajalgsete limuste (nautiloidide) kodade valatise. Loobu kihistus glaukoniidi sisalduse järgi Valgejõe (glaukoniidita) ja Utria (glaukoniiti sisaldav) kihistiku välja eraldamine on samuti raske. Ka Loobu kihistu paekivi on ida pool Sillamäed ja eriti tektooniliste rikete piirkonnas kirjuvärviline, st hajusate violetsete ja punakaspruunide laikudega. Sobiv nimi sellele erimi tähistamiseks seni puudub.

Kandle kihistu (O_2kn), mida ennemalt on käsitletud **Aseri kihistuna**, paksus alal on 3,0–3,5 m ja vanuselt vastab see Aseri lademele. Kihistu avaneb enamasti klindiastangu ülemise osas ja astanguäärsel alal. Kivimiks on keskmise- kuni paksukihiline pisi- kuni mikrokristalne raudooide sisaldav nõrgalt kuni keskmiselt savikas lubjakivi. Kihistu alumisel piiril on tugeva fosfaatse impregnatsiooniga 5–7 cm sügavuste taskutega kahekordne katkestuspind. Ka Loobu kihistu paekivi on ida pool Sillamäed ja tektooniliste rikete piirkonnas kirjuvärviline, kuid mitte sedavõrd intensiivselt kui temast allapoole jäävad Loobu ja Toila kihistu paekivid.

Väo kihistu ($O_2v\ddot{a}$), mille paksus alal on tavapäraselt 7–8 m, kuulub enamasti Lasnamäe lademesse. Kihistu on valdavalt esindatud detriitja kuni detriitse, pisi- kuni mikrokristalse, keskmise- kuni paksukihilise, harvu merglikelmeid ja stüloliitpindu sisaldava kõva valkjashalli lubjakiviga. Kihistus on hulganisti (üle 20) nõrga fosfaatse impregnatsiooniga lainjaid katkestuspindu. Lasnamäe lademe lubjakivile on iseloomulikud 5–10 cm pikkused 1–2 cm läbimõõduga vertikaalsed ussikäigud. Värskest on need tumehallid, kuid porsudes muutuva pruunikaks. Ida pool Sillamäed muutub Lasnamäe lademe paekivi kirjuvärviliseks, st sellesse ilmuvad hajusad violetsed ja punakaspruuni laigud. Kirjuvärviline Lasnamäe lademe lubjakivi kannab Kadastiku lubjakivi nime ja seda Narva külje all asuvate Kadastiku paemurdude järgi, kust seda kivimit on juba keskajast peale Narva linna tarvis murtud.

Kõrgekalda kihistu (O_2kr), mille paksus (enam kui 15 m) suureneb läänest itta, kuulub täies ulatuses Uhaku lademesse. Kihistu avamus kulgeb kaardilehe lõunapiiri läheduses. Kõrgekalda kihistu lubjakivid eristuvad nii lamamist kui lasumist suurema savikuse poolest. Kihistu ülaosa sisaldab kukersiidi ja kukersiitse mergli vahekihte. Kihistu jaguneb kolmeks kihistikuks (alt üles): Koljala, Pärtlioru ja Erra. **Koljala kihistiku**, kus merglikelmetega savikas lubjakivi vaheldub puhtama lubjakiviga, paksus on 4–5 m. **Pärtlioru kihistik** (paksus on 4–5 m) on eelmisega võrreldes oluliselt

savikam ja selles ilmutab end kukersiit. Kukersiitsete kihtide (a, b) summaarne paksus küünib 1 meetrini. **Erra kihistiku** paksus alal on 5–6 m. Kukersiitsed kihid (c, d, g, h, k, l, m₁₋₂, n) on siin vähem savikad ja nende summaarne paksus võib ületada 1 meetrit. Kihistu alumiseks piiriks on katkestuspindade kompleksi ülalt esimene pind, millest allpool lubjakivis roheka mergli kihte enam ei ole.

Ülem-Ordoviitsiumi ladestik on alal esindatud valdavalt karbonaatkivimitega. Kolme lademe (Kukruse, Haljala, Keila) piires on eristatud 8 kihistut (alt üles): Viivikonna, Idavere (Tatruse-Vasavere), Jõhvi (Kahula 1), Keila (Kahula 2). Ladestiku avamusala hõlmab pea kogu lehe Tallinna–Narva maanteest lõuna pool ja selle paksus lehe lõunapiiril on ligi 40 meetrit.

Viivikonna kihistu (O_{3vv}), millega alal on esindatud Kukruse lade, avamus kulgeb poolkaarjalt üle kaardilehe lõunaosas Kurtina järvedest itta jääval alal. Mustjõe piirkonnas katavad seda Devoni kivimid. Kihistu täispaksus on alal 11–14 m (Saadre ja Suuroja, 1993). Viivikonna kihistu on tuntud eelkõige põlevkivi (kukersiiti) sisaldava lasundina, milles põlevkivi (kukersiiti) sisaldavad kihid vahelduvad, olgu siis lainjalt või muguljalt, lubjakivi kihtidega. Põlevkivikihtide kogupaksus erosioonilõikest puutumata alal Viivikonna kihistus on 3,5–4,0 m (Saadre ja Suuroja, 1993).

Kihistu on alal esindatud Kiviõli, Maidla ja Peetri kihistikuga. **Kiviõli kihistiku** üsna väljapeetud paksus alal on u 6 m ja see on esindatud indekseeritud kukersiidikihtidega: A, A', B, C, D, E, F₁₋₄, G, H₁₋₂, J, K. Loetletud põlevkivikihtide arvele langeb alal ligi 2/3 kihistiku kogumahust. Põlevkivikihid sisaldavad tasemeti nii roosa pae (kukersiidikas lubjakivi) kui detriitse lubjakivi läätsjaid või muguljaid vahekihte (kiht D/E jne). Põlevkivikihid A–F₁ moodustavad Eesti põlevkivimaardla tootsa kihindi, mille paksus alal on 2,2–2,6 m ja kütteväärtus 10–13 MJ/kg (Kattai jt, 2000). **Maidla kihistiku** paksus on 4–6 m ja see suureneb lõunasse (Saadre ja Suuroja, 1993). Kihistus eristuvad veel ka põlevkivikihid L, M, N, O, P, I ja II ja nende vahelised lubjakivikihid. Maidla kihistiku põlevkivikihte (nii nagu ka lubjakivikihte) iseloomustab eelkõige võrkjas (poolmuguljas) tekstuur ja vaid kõrgemad kihid (I ja II) on mugulja või lainjaskihilise tekstuuriga (Saadre ja Suuroja, 1993a). **Peetri kihistik** (0,5–2 m) on erosioonilõikest puutumata alal esindatud üksnes IV põlevkivikihist allapoole jäävate põlevkivikihtidega. Kihistiku põhiliseks põlevkivikandjaks on kuni 1,0 m paksune III põlevkivikiht (Saadre ja Suuroja, 1993).

Idavere kihistu (O_{3id}), st Haljala lademe Idavere alamlademe, mis jaguneb Tatruse ja Vasavere kihistikuks, paksus alal on 7–8 m. Idavere kihistu avaneb vaid kaardilehe lääneosas Vasavere ürgorust edelasse jääval alal. **Tatruse kihistik** (O_{3idT}) on esindatud, puhta kuni nõrgalt savika detriidika kuni detriitja mikro- kuni pisikristalse, keskmise- kuni paksukihilise hallika lubjakiviga. Kihistiku paksus alal on alla 1 meetri. Detriit on valdavalt peen ja osaliselt püriidistunud. Kihistu alumist piiri markeerib enamasti kahekordne püriidistunud katkestuspind. **Vasavere kihistu** (O_{3idV}), mille paksus väheneb levila põhjaosa 2 m-lt 1 m-ni lõunas, jaguneb kivimiliselt kaheks: ülaosa on esindatud rohekashalli, tugevalt kuni keskmiselt savika lubjakiviga, milles on 4–5 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}), st Haljala lademe Jõhvi alamlade ehk Kahula 1 O_{3kh1}, avaneb väga piiratud alal Vasavere ürgorust edela pool. Kihistu paksus on 9–10 m. Jõhvi kihistu, mis on ülalt ja alt piiritletud K-bentoniidi kihtidega, on valdavalt esindatud savika lubjakiviga. Lasundi keskosas valdavad tugevalt savikas lubjakivi ja mergel ning ala- ja ülaosas – 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 2–3 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. **Pagari kihistik**, paksusega 4–5 m, koosneb rohekashallist, keskmiselt kuni tugevalt savikast muguljast detriitjast lubjakivist. **Madise**

kihistik, paksus 1,5–2,5 m, on esindatud helehalli nõrgalt savika mikrokristalse õhukese- kuni paksukihilise lubjakiviga, milles on roheka, tugevalt kuni keskmiselt savika lubjakivi vahekihte.

Keila kihistu, mis kuulub Keila lademesse ja uuemas kaardistamise legendis tuntud kui Kahula 2 O_3kh_2 , avamus hõlmab paari ruutkilomeetrise piirkonna ala edelanurgas.

1.2.4. Devoni ladestu

Devoni ladestu, mis on esindatud enamasti Kesk-Devoni ladestiku karbonaatsete kivimitega, leviala hõlmab kaardilehe kaguosas Mustjõe ääres Eesti Soojuselektrijaamast põhja poole jääval alal umbes 40 km²-se ala. Seal lasuvad Devoni kivimid kuni 10 m paksuse lasundina ja väikese põiksusega Devonieelsel ajal kulutatud Kesk- ja Ülem-Ordoviitsiumi (Viivikonna ja Kõrgekalda kihistu) kivimitel. Devon ladestu on siin esindatud Kesk-Devoni Eifeli ladejärgu Narva lademe Vadja kihistu eriilmelise paelasundiga.

1.3. ALUSPÕHJA RELJEEFIST JA STRUKTUURIDEST

Sillamäe kaardilehe aluspõhja reljeefi kaardi koostamisel on kasutatud nii varem valminud (Stumbur jt, 1960, 1963) suuremõõtkavalisi (1:50 000) aluspõhja reljeefi kaarte kui ka hilisemate rakendusgeoloogiliste tööde käigus (põlevkivi ja fosforiidi otsingud ning muud geoloogilised uuringutööd) kogutud informatsiooni. Oluline osa kaardi koostamisel oli kontrollmarsruutide käigus tehtud ligi 300 vaatluspunktist saadud teabel.

Aluspõhja reljeefi iseloomu poolest jaguneb ala kaardilehe lääneosa, st Sillamäe meridiaanist läände jääv ala, kaheks: ala lõunaosa hõlmavaks Põhja-Eesti lavamaa Viru paeplatooks ja sellest põhja poole jäävaks põhja suunas laugelt süvenevaks Soome lahe nõoks. Nende struktuuride vahele jääb umbes 40 m kõrgune Balti klindi Kambriumi–Ordoviitsiumi astang. Astangu ees merepõhjas süveneb aluspõhja pealispind laugelt põhja suunas kuni –40 – –60 meetrini ala põhjapiiril. Tavapärast klindiesist madalikku alal praktiliselt ei ole ja klindiastangu ees merepõhjas on vaid 0,5–1 km laiune põhja suunas süvenev (0–10 m) sinisavi avamusala. **Viru paeplatoo** on alal enamasti tasemel 20 m (ala kagunurgas) – 55 m ümp (ala edelanurgas) ja see madaldub üldjoontes läänest itta. Ala lääneservas lõikub peaplatoosse kuni 50 m sügavuselt ja 0,5–1 km laiuselt **Vasavere ürgorg**. Kaardilehe piiresse jääb selle umbes 10 km pikkune lõik. Tallinna–Narva raudtee joonest põhja pool jaguneb sügavust koguv Vasavere ürgorg kaheks: põhja suunas kulgevaks ja sügavaks Voka ürgoruks ning loodesse suunduvaks ja tunduvalt madalamaks Pühajõe oruks.

Kaardilehe lääneosas eristuvad Ida-Viru klindilõigu piiresse kuuluvate struktuuriüksustena (läänest itta): Toila klindilaht, Pühajõe pank (klindisaar), Voka klindiorg, Päite pank (klindiplatoo).

Toila klindilaht süüvib Pühajõe orust läände jääval alal V-kujuliselt ja ligi 1,5 km pikkuselt klindiplatoosse. Klindilahe põhi on siin enamasti tasemel 30 m ümp ja see ei lõiku seejuures märkimisväärselt Kambriumi liivakiviterrassi. Küll aga lõikub liivakiviterrassi kuni 35 m sügavuselt klindilahe idakalda vastu surutud Pühajõgi oma järsukaldalise oruga.

Pühajõe pank (klindisaar) hõlmab ligi 4 km²-se kolmnurkse ala Põhja-Eesti klindiplatoost Pühajõe oru (läänest) ja Voka ürgoru (idast) vahemikus. Klindisaare paeplatool, mis on tasemel 45–47 m ümp, avaneb õhukese (kuni 1 m) pinnasekihi all enamasti Kesk-Ordoviitsiumi Kandle (Aseri) kihistu ooidlubjakivi. Põhjakaarest ääristab panka kuni 45 m kõrgune Ontika tüüpi Kambriumi–

Ordoviitsiumi astang. Astangu jalamit ääristava klindimetsariba laius on siin kitsenenud Päite pangale iseloomuliku paarikümne meetrini.

Voka klindiorgu, mille lääneossa jääb Voka asula ja enam kui 100 m sügavune ürgorg, piiritleb läänest Pühajõe pank ja idast Päite pank. Voka klindiorg läheb umbes 3 km kaugusel merest üle Pühajõe oruks. Künnapõhja kohal laieneb kuni 1 km laiune Voka ürgorg umbes 0,5 km laiuse ja kuni 1 km pikkuse Kambriumi terrassiga kuni 2 km laiuseks Voka klindilaheks. Paeplatoo klindilahe mõlemal rannal on pea võrdselt tasemel 43 m ümp. Klindilahte täitvatesse liivadesse lõikuvad mererannas mõnesaja meetri pikkuselt kuni 25 m sügavused sätkorud.

Päite pank (klindiplatoo) hõlmab umbes 7 kilomeetrise lõigu Künnapõhja ja Sõtke klindioru vahemikus. Panka ääristab põhjakaarest katkematult enamasti sirgjoonelisel kulgev ja umbes 40 m kõrgune Ontika tüüpi astang. Võrreldes klassikalise Ontika tüüpi astanguga on Päite panka ääristava astangu jalamiosa kitsam (10–20 m) ja sellest tulenevalt ka astangufront avatum. Päite klindiplatoo, kus õhukese (enamasti alla 0,5 m) moreenikihi all avanuvad Kesk-Ordoviitsiumi Kunda lademe lubjakivid, on tasemel 40–42 m ümp. Klindiplatoo lõunasuunaline kallakus on vaevalt märgatav (1–2 m km kohta). Astangu jalamil avanuvad kuni 15 m paksuse lasundina Lükati ja Lontova kihistu sinisavid. Panga jalamil mererannas, paeastangu äärest kuni 20–50 m kauguselt, võib siin näha kuni 100 m pikkusi astangunõlvast alla libisenud Kambriumi liivakivist hiidpangaseid.

Aluspõhja reljeefivormid kaardilehe idaosas on keerulisemad ja seda eeskätt tänu Sõtke orust ida pool klinditsooni kuni 3 km laiusel alal levivale Vaivara dislokatsioonide võõndile.

Sõtke klindiorg on 0,3–0,5 km lai ja see lõikub paeplatoosse enam kui 2 km ulatuses loode–kagu sihiliselt ning kohati üsnagi järsuperveliselt Tüksamäe pangast idas. Sõtke klindioru omapärasel kujus ja seda läänekaarest ääristavasse paeplatoosse edelast järsult lõikuvates lühikestes (150–800 m) ja kuni 14 m sügavustes kanjonorgudes võib tajuda tektoonilise rikketsooni mõju. Põhja poolt tulles on esimene kuni 8 m sügavune ja vaid 150 m pikk nn Suvilate kanjonorg. Umbes 200 m pikkusel Langevoja kanjonil on sügavust kuni 14 m. Paasiku kanjon on kuni ligi 500 m pikkune ja kuni 12 m sügav. Kagupoolsem ehk see, milles voolab Sõtke jõgi, on 800 m pikkune ja kuni 13 m sügavune Veskiору kanjon. Sõtke klindioru põhi on enamasti 10 m ümp tasemel, kuid klindilahe lääneküljel süveneb see tasemeni 10–20 m amp. Klindioru nõlvadel eristuvad mingil määral nii Ordoviitsiumi (pae), fosforiidilasundi ja ka Kambriumi I (liivakivi) astang. Läänest klindiorgu laskuval Langevojal on umbes 300 m pikkune ja kuni 15 m sügavune kanjon ning selles omakorda 5,5 m kõrgune kahe astmega Langevoja juga. Sillamäe linn paikneb Sõtke klindilahe kallastel.

Sõtke klindilahest idas muutub Põhja-Eesti klindi ilme rahutumaks ja Päite panga Ontika tüüpi astang asendub siin rahutult heitleva Vaivara tüüpi, st Vaivara dislokatsioonide võõndile omase lausaliselt rikutud klindiastanguga.

Perjatsi org lõikub Kannuka ja Perjatsi panga vahelisel umbes 1,5 km pikkusel ja kuni 200 m laiusel alal kuni 10 m sügavuselt paeplatoosse. Suudmes umbes 200 m ulatuses kasvab oru sügavus kuni 20 meetrini. Lubjakivilasund oru kallastel on tihelõheline, kusjuures lõhelisuse peasuund on 330–340° ja lõhesid on 10–20 meetri kohta.

Perjatsi pank (klindineemik) hõlmab umbes 1 km pikkuse lõigu paeplatoost Perjatsi ja Pimestiku oru vahelisel alal. Tasemel 29–27 m ümp olev kuni 5 m paksune paelasund, kus õhukese (alla 1 m) pinnasekihi all avaneb Kunda lademe lubjakivi, madaldub lõuna suunas. Panka ääristab põhjakaarest kaheastmeline osaliselt mattunud Vaivara tüüpi, st tugevasti deformeeritud, klindiastang. Ülemine kuni 20 m kõrgune Kambriumi–Ordoviitsiumi astang hõlmab nii pae- kui fosforiidilasundit, süüvides osaliselt ka Tiskre liivakivisse. Ülemisest astangust umbes 200 m põhja pool kulgeb nii Kambriumi liivakivisse kui osaliselt ka sinisavisse (Lükati ja Lontova kihistu) murrutatud laugenõlvaline astang, mis on täielikult liiva alla mattunud.

Pimestiku klindiorg on kuni 0,7 km pikkune ja see süüvib paeplatooesse Perjatsi ja Suur-Pimestiku panga vahelisel alal. Lühike org on küllaltki sügav (suudmes kuni 20 m) ja järsuperveline ning see lõikub nii pae- kui fosforiidilasundisse. Pimestiku klindiorgu võib tinglikult lugeda Vaivara dislokatsioonide vööndi läänepiiriks.

Pimestiku pangassaari on kaks: läänepoolsem, umbes 1 km² suurune Suur-Pimestiku pangassaar, ja idapoolsem ning väiksem, umbes 0,15 km²-ne Väike-Pimestiku pangassaar. **Suur-Pimestiku pangassaart** ääristab põhjakaarest enam kui 1 km ulatuses kuni 20 m kõrgune Vaivara tüüpi klindiastang. Lõuna pool on paekatteline pangas mattunud Kvaternaari setete alla ega ole seetõttu reljeefis jälgitav. Pangassaart tasemel 32–25 m ümp kattev paelasund on tihelõheline (lõhelisuse peasuund 330–340°) ja see madaldub lõuna suunas. Astangu ja mere vaheline 300–500 m laiune ala on kaetud klindimetsaga. **Väike-Pimestiku pangassaar** on enamasti mattunud ja selle piirjooned hägusemad. Ka selle pangassaare paelasund, mis on tasemel umbes 30 m ümp, on tihelõheline. Mummassaare pangassaartest-hiidpangastest eraldab Väike-Pimestiku pangassaart umbes 50 m laiune org, mis on lõikunud Alam-Ordoviitsiumi liivakividesse.

Mummassaare pangassaari (hiidpangaseid) on kolm (lõunapoolne, keskmine ja idapoolne) ja need hõlmavad umbes 2,5 km pikkuse ja kuni 1,5 km laiuse ala vööndi kunagise Mummassaare küla maadel. Lõunapoolne Mummassaare pangassaartest on suurim (umbes 0,75 km²) ja kolmnurgakujuline küljepikkusega üle 1 km. Keskmine pangassaartest (umbes 0,5 km²) on põhjapoolsem ja sellele jääb enamik kunagise Mummassaare küla keskmest. Väiksem (umbes 0,1 km²) on idapoolne pangas. Pangassaari kattev paelasund on tihelõheline (lõhelisuse peasuund 320–340°) ja tasemel umbes 30 m ümp. Sellest võib teha järelduse, et hiidpangased ei ole oluliselt nihkunud ega tõusu ega vajumist üle elanud. Hiidpangaste vahele jäävad kitsamad (50–200 m) lõhangud, mis jälgivad üldjoontes Viivikonna ja Laagna rikkevööndite poolt etteantud edela–kirde sihilist suunda ning mida pidi on voolama hakanud sinisavi üles surutud.

Ridaküla-Sürjatsemäe pangassaar (hiidpangas) on kolmnurkse kujuga ja koosneb justkui kahest osast: läänepoolsest Ridaküla (umbes 1,5 km²) ja idapoolsest Sürjatsemäe (umbes 2,5 km²) pangassaarest. Ühtsena sunnib justkui kahest osast koosnevat pangassaart käsitlema aga asjaolu, et pangassaari kaheks jagavat lõhangut, mis läbiks paelasundit, ei ole tuvastatud, kuigi Udria oja joonel kulgevad nii lõunast kui põhjast lõhangud selles suunas. Pangassaare tasemel 27–33 m ümp lasuval paeplatool avaneb õhukese (enamasti alla 1 m) pinnakatte kihi all enamasti Kunda lademe tihelõheline lubjakivi. Pangassaart lõhestavad edela–kirde sihiliselt, ilmselt Viivikonna rikkevööndi kulgu jälgivalt, 50–200 m laiuste lõhangutega vööndid, mida pidi voolama (diapiiristuma) hakanud sinisavi on üles kerkinud. Sürjatsemäel on pangassaare paeplatoo ümbruskonnast kõrgemal (kuni 37 m ümp) tasemel ja eriti tihe (20–30 lõhet 1 m kohta) on siin ka tihelõhelisus. Lisaks tavalisele tihelõhelisusele lõhestavad paelasundit ka umbes 10 cm-se intervalliga kulgevad lainjad nn S-lõhed, mis lõikavad sirgjoonelist tihelõhelisust. Ridaküla-Sürjatsemäe hiidpangasest ida poole jäävat Meriküla hiidpangast käsitletakse Narva kaardilehe piiresse kuuluvana.

Udria pangassaari (hiidpangaseid) on kolm: Udria, Ungula ja Meriküla. Need hiidpangased, mis ääristavad 200–300 m laiuse vööna klindiastangut umbes 2 km ulatuses Udria ja Meriküla vahemikus, on suhteliselt tagasihoidlike mõõtmetega (0,1–0,2 km²). Pangassaarte tihelõhelisest lubjakivist kattega paeplatoo on enamasti tasemel 24–30 m ümp. Klindiastangus on kohati näha, et lisaks paelasundile on kohati tugevasti deformeeritud ka sellealused liivakivid, diktüoneemakilt ja isegi sinisavi. Pangassaari ääristab põhjakaarest kuni 20 m kõrgune Vaivara tüüpi astang. Udria pangassaarega seonduv Udria pank on idapoolseim koht Balti klindil, kus meri veel klindiastangu jalamit murrutama küünib. Siin taandub meri klindiastangu jalamist vaid mõnekümne meetri võrra, et siis kaardilehe idapiiril Meriküla kohal merest otsustavalt eemalduda.

Vaivara Sinimägede pangassaared (pangaskerked) moodustavad umbes 3 km pikkuse ja kuni 300 m laiuse kolmest künkast (Tornimägi, Põrguhauamägi, Pargimägi) koosneva aheliku Perjatsi küla idaserva (Rootsi kants) ja Sinimäe asula idaserva (Tannenbergi liin) vahemikus. Pangassaared kerkivad kuni 50 m (keskmiselt 40 m) üle ümbrisala, mis on siin tasemel 35–45 m ümp. Varemalt oletati, et Vaivara Sinimägede puhul on tegu rändpangastega, mis on klindi servast lahti kistud ja paari kilomeetri jagu lõuna poole kantud. Viimased uuringud (Suuroja jt, 2008) on näidanud, et klindiplatoo äärest ei ole saadud neid hiidpangaseid lahti murda, sest klindiastangu ääres on paekate enamasti säilinud. Teiseks, ka pangassaarte paekatte stratigraafiline ulatus (nende enam kui 20 m paksune paelasund algab Kesk-Ordoviitsiumi Uhaku lademe kukersiidi vahekihtidega lubjakivist ja samalt tasemelt algab aluspõhjakevime läbilõike ka pangaskergetest itta ja läände jääval rikkumata lasuvusega alal) ei vasta klindiastangu ääres oleva paeplatoo omale (umbes 5 m paksune paelasund algab Kesk-Ordoviitsiumi Kunda lademe lubjakivist).

Tornimägi, mis on kitsas (kuni 150 m) ja tasemel 35 m ümp oleva jalami suhtes kuni 35 m kerkinud ning kuni 900 m pikkune seljandik, on Vaivara Sinimägede pangassaartest läänepoolsem. Tornimäe põhjanõlva ääristab ligi 800 m ulatuses 25–35 m kõrgune järsak, mille ülemised 10–15 m on (ülalt alla) Uhaku, Lasnamäe, Aseri ja Kunda lademe paekivide päralt. Volhovi ja Billingeni lademe paekivid jäävad rusukalde alla. Astangu ees õhukese pinnasekihi all avaneb enamasti kerkinud sinisavi, milles on ka nii liivakivi kui ka pae väiksemaid (enamasti mõnikümmend meetrit läbimõõdus) pangaseid. Tornimäe südamikuks on suhteliselt monoliitne ja keskmiselt 10° lõuna suunas kallutatud tihelõhelise pae katteline hiidpangas. Tornimäe äärmises ida- ja lääneosas on hiidpangas tugevamini deformeeritud: väiksemateks pangasteks tükeldatud, järsemalt (30–90°) kaldu ja kohati isegi kurdudesse surutud. Mõned tugevasti deformeeritud paepangased, mille läbimõõt küünib kümnetesse meetritesse, on tuumikpanga küljest lahti rebitud ja sadu meetreid (kui mitte kilomeetreid) lõuna poole kantud ning liustikujõe setete alla maetud.

Põrguhauamägi (ka Põrguauaumägi, Grenaderimägi) mida Torni- ja Pargimäest eraldavad 200–400 m laiused ja umbes tasemeni 55 m ümp madalduvad sadulad, moodustab Sinimägede pangassaarestiku keskosa. Põrguhauamäe ligi 800 m pikkuse ja suhteliselt lameda harjaga seljandiku ida- ja lääneotsas kerkivad vastavalt 81,1 ja 83,2 meetrini ümp ulatuvad künkad. Viimase künka nõlval asuvalt ovaalselt (umbes 300 m pikk, 150 m lai ja kuni 20 m sügav) sulglohult ehk Põrguhaualt on ka seljandik oma nime saanud. Põrguhaua lõunaküljel paljandub suurem (kuni 100 m läbimõõdus) ja kuni 60° lõuna suunas kallutatud hiidpangas, mille sisse on uuristatud koobas ehk see päris Põrguauk. Põrguaugu seintel paljandub Kõrgekaldal kihistu (Uhaku lade) ülitihelõheline (lõhed iga 1–2 cm tagant) lubjakivi. Põrguhauamäe hiidpangased on tunduvalt tugevamini deformeeritud kui läänepoolisel Tornimäel ja idapoolisel Pargimäel. Põrguhauamäe hiidpangaste kogumikust on siit üle käinud liustik samuti väiksemaid (kuni kümnekond meetrit läbimõõdus) pangaseid lahti kiskunud ja lõuna poole kandnud.

Pargimägi (ka Lastekodumägi), mille tuumikuks on umbes 300 m pikkune ja kuni 45 m kerkinud ning 20°–30° lõuna suunas kallutatud paekatteline monoliitne hiidpangas, on Sinimägede aheliku idapoolsem. Pargimäe kõrgus on 84,6 m ümp ehk kuni 45 m kõrgem tasemel 40 m ümp olevast jalamist. Künka järsu kirdenõlva kallakus on kuni 45° ja see on lõunapoolsest (10°–15°) tunduvalt järsem. Kui pangase tuumik on monoliitne, siis selle ida- ja lääneots on tugevasti deformeeritud – purustatud väiksemateks pangasteks või siis kurdudesse surutud. Hiidpangase läbilõikes paljanduvad kivimid on samad, mis Põrguhauamäel, st alates (ülalt) Kesk-Ordoviitsiumi Uhaku lademe (Kõrgekaldal kihistu) savikast lubjakivist kuni Alam-Kambriumi Lükati kihistu sinisavini välja. Esimesed neist paljanduvad Pargimäe lael ja teised, st Lükati sinisavi, mäe kirdenõlval mahajäetud kruusaaugus. Märkimist väärib ka

see, et paljandeis (eriti katakombide seintes ja lagedes) näha oleval lubjakivilasundil tihelõhelisus praktiliselt puudub või see on väga hõre (lõhede intervall 0,5–1 m).

Pimestiku–Suurniidu sinisavi kerkeala (diapiir), mis moodustades valdava osa ulatuslikust (umbes 12 km pikkusest) ehk kuni Vodava küläni ulatuvast Vaivara dialokatsioonide vööndist, algab Pimestiku oru joonelt Narva maantee äärest ja kulgeb sealt kuni 1,5 km laiuselt ja vongeldes ligi 8 km ida suunas Laagna küla lähiseni. Sinimäe asulast põhja pool Pargimäe kohal kitseneb sinisavi kerkeala vähem kui 0,5 km laiuseks, seda eeskätt siinkohal enam kui 0,5 km põhja suunas eenduva terrassi võrra, kus on segunenud liiva- ja lubjakivi hiidpangased. Sellelt joonelt võiks Pimestiku – Suurniidu sinisavi kerkeala jagada kaheks: läänepoolseks Pimestiku (pikkus kuni 3 km ja laius kuni 1,5 km) ja idapoolseks Suurniidu (pikkus kuni 5 km ja laius kuni 1 km) sinisavi kerkealaks. Hiiemetsast idas Laagna oja joonel pöördub Suurniidu sinisavi kerkeala järsult põhja suunas, et jätkuda seal kaardilehe piiril Laagna sinisavi kerkealana umbes 1,5 km. Kivisõreli joonel kulgeb edela–kirde sihiliselt vöönd, kus diapiiristunud sinisavilasundis on ridamisi suuri (kuni 100 m ja enamgi läbimõõdus) ja 0°–90° all kallutatud plaatjaid paepangaseid. Pangaste paksus ei ületa tavaliselt 5 meetrit ja nende koostises olevate lubjakivide stratigraafiline ulatus piirneb Kesk-Ordoviitsiumi Kunda ja Billingeni lademe vahemikuga ehk on üldjoontes sama mis klindijoonel ja selle vahetus läheduses oleval paelasundil. Diapiiristunud ja 0–90° all kallutatud kihilisusega sinisavilasundis on ka liivakivide ja diktüoneemakilda pangaseid, kuid vähemal määral. Sinimägede pangaskergete aheliku ees eristub umbes 3,5 km pikkune ja kuni 1 km laiune läätsekujuline vöönd, mis moodustab justkui terrassikujulise eendi ja milles valdavaks on liivakivide ning diktüoneemakilda pangased. Sinisavi kerkeala pealispind on enamasti ümbritsevast paeplatoost, mis on tasemel 30–32 m ümp, umbes 5 meetrit madalamal ehk tasemel 25–27 m ümp.

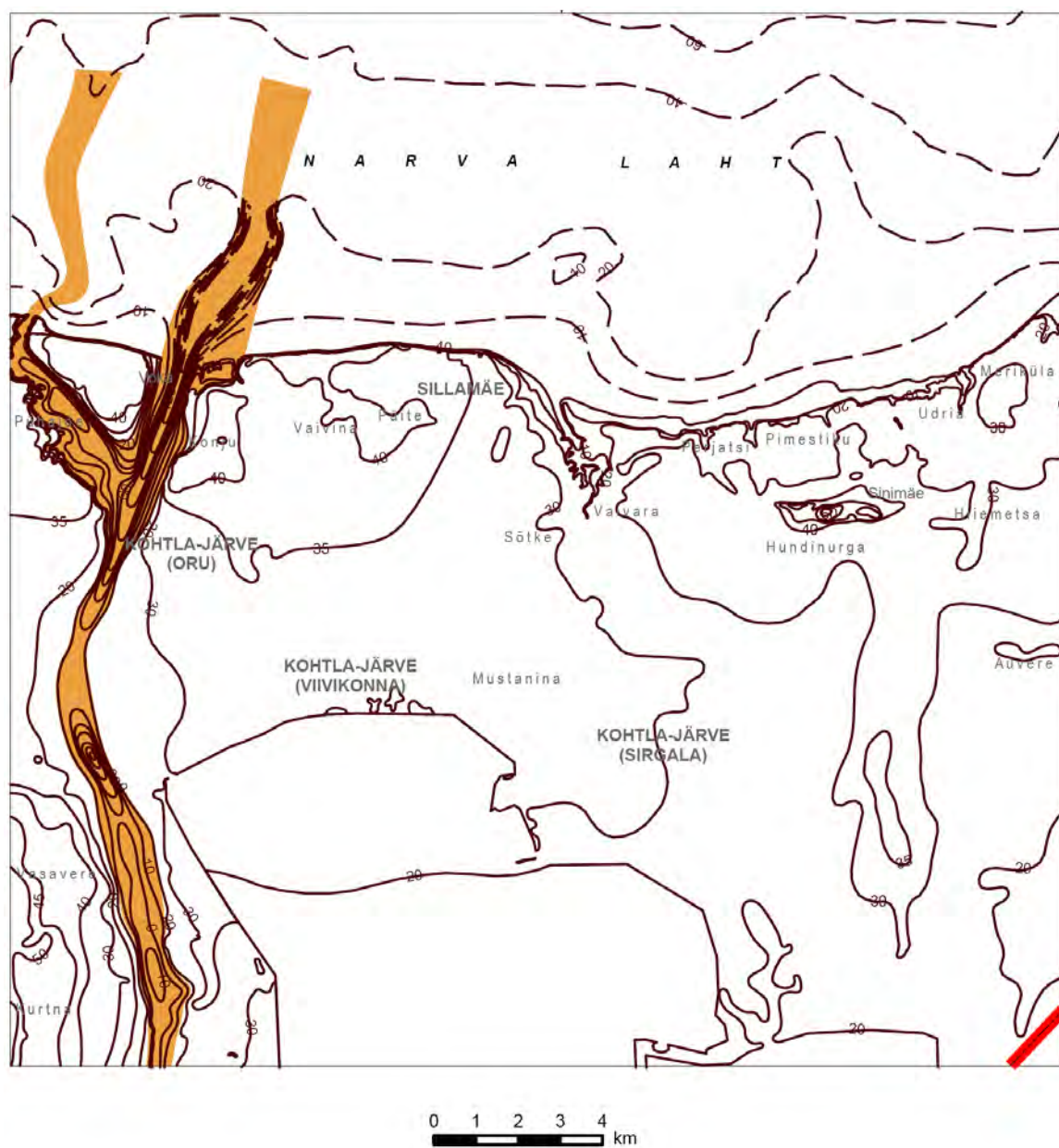
Tektoonilised rikked.

Kaardistatava ala tektoonilistest rikestest on paremini uuritud **Viivikonna rikkevöönd**, mis kulgeb ala edelanurgast edela–kirde sihiliselt (asimuudiga 45–70° NE) ja on jälgitav alal kuni 14 km ulatuses (Kattai ja Vingissaar, 1980). Rikke tõusnud tiib on loodepoolne. Mustaninast kirde pool jätkab rikkevöönd umbes 45° asimuudiga oma kulgu Vaivara Sinimägede suunas. Ilmselt on just Viivikonna rikkevööndil olnud oluline osa Vaivara dislokatsioonide vööndit läbivate edela–kirde sihiliste joonstruktuuride ja sinisavi kerkealade kujundamisel. Viivikonna karjääri kirdepiiri lähistel eraldub Viivikonna rikkevööndist nn Laagna rikkevöönd, mis suundub Vaivara Sinimägedest lõuna poolt asimuudiga ligi 60° all kirdesse Laagna mõisa suunas. **Laagna rikkevöönd**, mille kulg kaardilehe piires on mingil määral jälgitav enam kui 15 km ulatuses, on arvatavasti Viivikonna rikkevööndi jätkuks. Vaivara dislokatsioonide vööndi idaosas (Narva kaardilehel) ilmnevad mitmed Laagna rikkevööndi kulgu jälgivad ja ortofotodel ning looduses hästi nähtavad joonelemendid. **Ahtme rike**, mille kulgu on detailsemalt käsitletud Kohtla-Järve kaardilehe seletuskirjas (Suuroja jt, 2008), on jälgitav vaid ala äärmises lääneosas umbes 4 km ulatuses.

Sirgala–Sillamäe rikkevöönd kulgeb enamasti põhja–lõuna sihiliselt üle kaardilehe keskosa, et siis Vaivara asula ja raudtee joonelt pöörduda kaarjalt loodesse. Sõtke oru omapärase kujus ja seda läänekaarest ääristavasse paeplatoosse edelast järsult lõikuvate 150–800 m pikkuste ja kuni 14 m sügavuste kanjonorgude (Suvilate – 150 m ja 8 m; Langevoja – 200 m ja 14 m; Paasiku – 500 m ja 12 m; Veskioru – 800 m ja 13 m) taga võiks justnagu hoomata tektoonilise rikkevööndi olemasolu. Samas ei ühti aga kanjonorgude enamasti edela–kirde suunaline kulg Sirgala–Sillamäe rikkevööndi sihiga ja näivad enam viitavat Viivikonna rikkevööndilt pärit edela–kirde suunale.

Sillamäe vabatsooni süvendi seinas Türsamäel paljandus (nüüdseks on rusu alla maetud) rikketsoon, kus paelasund ja selle alused liivakivid ning diktüoneemakilt on umbes 100 m laiuses vööndis

tugevasti rikutud ja punavärviline. On põhjust arvata, et antud juhul on tegu Sirgala – Sillamäe rikketsooni ilminguga antud regioonis. Ilmselt kaasneb selle rikketsooniga ka kuni 10 meetrine vertikaalne nihe, sest kui Türsamäe pangal on Kambriumi liivakivi (Tiskre kihistu) ja sinisavi (Lükati kihistu) piir tasemel umbes 10 m ümp, siis rikket ida pool paljandub see kohati lausa veepiiri läheduses. Ka omapärane Volhovi ja Billingeni lademe piiril leviv ligi poole kilomeetri pikkune ja kuni 4 m paksune rohekashalli savika lubjakivi ja lubimergli läätsjas keha ehk “küür” (vene keeles *gorb*), mis on omasuguste seas suurim, lähtub otseselt just sellest rikkevööndist.



Joonis 1.3. Aluspõhja reljeef.
 Figure 1.3. Schematic map of bedrock.



Foto 1.1. Tiskre ja Lükati kihistu piirikihid Perjatsi rannas.

Photo 1.1. The boundary beds of Tiskre and Lükati formations on the Perjatsi Beach.



Foto .1.2. Toila kihistu kirjuvärviline lubjakivi Udria panga all.

Photo 1.2. The variegated limestone of the Toila Formation beneath of Udria Cliff.



Foto 1.3. Alt üles: Orasoja kihistiku oobolusliivakivi, diktüoneemakilt ja glaukoniitliivakivi Sillamäe vabatsooni kaevandis.

Photo 1.3. The outcrop in the Sillamäe Free Zone (from below to up): Obolus sandstone, Dictyonema Shale, glauconitic sandstone.



Foto 1.4. Kunda lademe kirjuvärviline nautiloid-lubjakivi Sillamäe vabatsooni kaevandis.

Photo 1.4. The variegated limestone of Kunda Stage in Sillamäe Free Zone.



Foto 1.5. “Küür” (rohekashalli savika lubjakivi kiht) Hunnebergi ja Volhovi lademe (Kesk-Ordoviitsium) piiril Sillamäe vabatsoonis.

Photo 1.5. The “Hump” (the greenish layer of clayey limestone) on the border of Hunneberg and Volchov stages (Middle Ordovician).



Foto 1.6. Diktüoneemakilda paljand kraavi põhjas Sillamäe vabatsooni kaevandis.

Photo 1.6. The outcrop of Dictyonema Shale in Sillamäe Free Zone.



Foto 1.7. Toila kihistu kivimid ja püstakkiht Sillamäe vabatsooni kaevandis.

Photo 1.7. The limestones of the Toila Formation and a layer with amphiolite borings.



Foto 1.8. Devoni (punakate laikudega) ja Ordoviitsiumi (paksukihiline hall) paekivide kontakt Narva karjääris.

Photo 1.8. The border of Devonian (variegated on up) and Ordovician (light thick layered) limestone in Narva Quarry.



Foto 1.9. Ordoviitsiumi kivimite kulutatud pind Narva karjääris.

Photo 1.9. The eroded surface of Ordovician limestone in Narva Quarry.



Foto 1.10. Tihelõheline Lükati liivakivi Perjatse rannas.

Photo 1.10. The tight-fissured Lükati sandstone on Perjatse shore.



Foto 1.11. Tihelõheline lubjakivi Sürjatsemäel.

Photo 1.11. The tight-fissured limestone in Sürjatsemäe.



Foto 1.12. Huvitav rikkestruktuur Sillamäe vabatsooni kaevandis.
Photo 1.12. Odd fracture structure in Sillamäe Free Zone.



Foto 1.13. Tektoonilise rikketsooni paljand Sillamäe vabatsooni kaevandis.
Photo 1.13. The fracture zone in exposure of Sillamäe Free Zone.



Foto 1.14. Mummassaare pangase põhjanõlv.
Photo 1.14. The northern slope of Mummassaare raft.



Foto 1.15. Tornimäe hiidpangase põhjanõlv.
Photo 1.15. The northern slope of Tornimäe raft.



Foto 1.16. Langevoja kanjon.
Photo 1.16. Langevoja Canyon.



Foto 1.17. Vaade Toila klindilahele ja Pühajõe orule (esiplaanil).

Photo 1.17. View to the Toila Klint Valley and Pühajõgi Valley (on the foreground).



Foto 1.18. Pühajõe pank.

Photo 1.18. Pühajõgi Cliff.



Foto 1.19. Esiplaanil Voka klindiorg.
Photo 1.19. On the foreground is Voka Klint Valley.



Foto 1.20. Voka klindilaht Künnapõhjal.
Photo 1.20. Voka Klint Bay at Künnapõhja.



Foto 1.21. Pääte pankka ääristab Ontika tüüpi astang.
 Photo 1.21. The escarpment is edge of Pääte Cliff.



Foto 1.22. Kannuka pank hõlmab Sillamäe idaosa.
 Photo 1.22. The Kannuka Cliff is situated at the eastern part of Sillamäe.



Foto 1.23. Vaade Vaivara Sinimägedele. Paremt vasakule: Tornimägi, Põrguhauamägi (kahe-
tipuline) ja Pargimägi. Metsane ala nende ees märgistab Sinimägede–Suurniidu sinisavi kerkeala.
*Photo 1.23. View to Vaivara Blue Hills. From the right to left: Tornimägi, Põrguhauamägi (twin-
peaked), Pargimägi. The wooded area on the uppermost marks area of blue clay dislocations
(diapirs) of Sinimäe–Suurniidu.*



Foto 1.24. Pargimäe pangaskerge. Metsane ala tagaplaanil märgistab Sinimägede–Suurniidu
sinisavi kerkeala ja lagendikud – lubjakivikattelisi hiidpangaseid.
*Photo 1.24. The uplifted limestone block of Pargimägi. The wooded area on the background is the
area of blue clay dislocations (diapirs), and the glades – limestone rafts.*



Foto 1.25. Esiplaanil kahetipuline Põrguhauamägi. Tagaplaanil Alutaguse metsad ja Eesti Soojuselektrijaam.

Photo 1.25. On the uppermost twin-peaked Põrguhauamägi and on the background – the wooded country of Alutaguse and Estonian Thermal Power Station.



Foto 1.26. Põrguhaua nime kandev sulgorg Põrguhauamäel.

Photo 1.26. The hollow of Põrguhaud (Pot-hole) on the Põrguhauamägi.



Foto 1.27. Põrguhauamägi on sellelt koopalt oma nime saanud.

Photo 1.27. The cave of Põrguhaud (Pot-hole).



Foto 1.28. Vaivara Sinimägede pangaskerked ja sinisavi dislokatsioonid (metsane ala kergetest põhja pool) ortofotol.

Photo 1.28. Vaivara Blue Hills and the blue clay dislocations (the wooded area to the north of these) on orthophoto.



Foto 1.29. Paepangas (jooneline ala) sinisavi dislokatsioonide vööndis.

Photo 1.29. The limestone raft (striped area) in the blue clay dislocation zone.

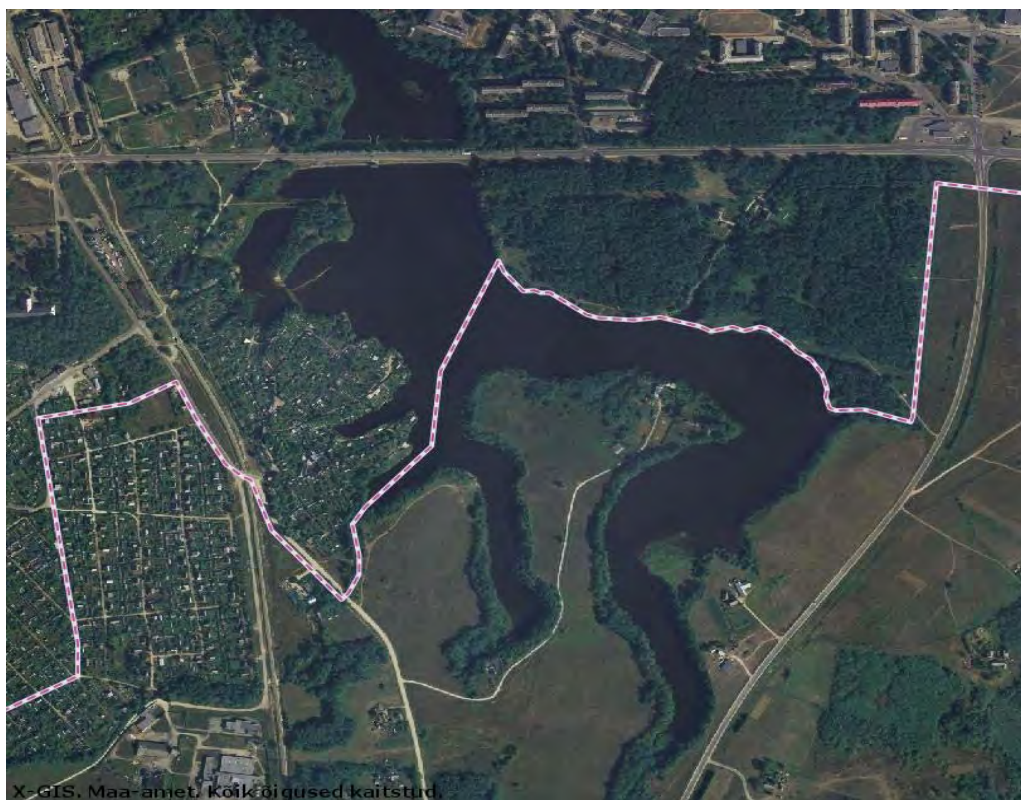


Foto 1.30. Sõtku org ja sellega külgnevad kanjonorud (loodest edelasse): 1. Suvilate; 2. Langevoja; 3. Paasiku; 4. Veskiorg.

Photo 1.30. Sõtku Valley and adjacent canyons (from northwest to southeast): 1. Suvilate; 2. Langevoja; 3. Paasiku; 4. Veskiorg.



Foto 1.31. Pühajõe org ja Toila asula.

Photo 1.31. Valley of Pühajõe and Toila Settlement.



Foto 1.32. Udria org ja kitsad sinisavi kerkevööndid (metsane ala).

Photo 1.32. Udria Valley and the narrow zones of blue clay dislocations (the wooded area).



Foto 1.33. Rootsi kants ja Pimestiku org (sellest vasakul) ortofotol.

Photo 1.33. Rootsi kants (Swedish Rampart) and Pimestiku Valley (to the west of that on the orthophoto).

2. PINNAKATE JA PINNAMOOD

Pinnakatte geoloogiline kaart põhineb kontrollmarsruutide ligi 1000 vaatluspunkti ja paljandi põhjal täiendatud käsikirjalistel suure- ja keskmisemõõtkavalistel geoloogilistel kaartidel. Käesoleva kaardikomplekti ja seletuskirja põhiallikaks olid nn Vaivara rühma poolt (Stumburi jt, 1960) Soome lahe kaldaäärse osa kohta koostatud geoloogilised kaardid mõõtkavas 1:50 000, pinnakatte ja geomorfoloogia kaardi autoriks E. Viidas (Mardla). Territooriumi lõunaserva kattis Erisalu ja Tassa (1965) juhtimisel läbi viidud kompleksne geoloogilis-hüdrogeoloogiline kaardistamine, ainulaadne matemaatilis-statistiliste meetodite kasutamise poolest pinnakatte uurimisel; pinnakatte ja geomorfoloogia kaardi autoriks vastavalt Ü. Paap ja E. Erisalu. Kaardilehe lääneserva jaoks on olulised kaardistustööd Vasavere ürgoru piires (Radik jt, 1983). Üldistavatena on tähtsad nn IV ja X lehe geoloogilised kaardid mõõtkavas 1:200 000 (vastavalt Jõgi ja Mardla, 1967 ning Väarsi jt, 1961). Vaivara deformatsioonide vööndi piires aitasid setete levikut täpsustada elektromeetrilised uuringumeetodid (All ja Gromov, 2008; vt ptk 5).

Kasutatud on samuti Eesti Geoloogiakeskuse andmebaasi "Põhjavesi-puurkaev" (http://www.egk.ee/egk/?r=r8&ra=r8_2_4_2), Maa-ameti maardlate rakendust (<http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis>) ning maavarade otsingu- ja uuringutööde (vaata lähemalt peatükk 4. MAAVARAD) materjale, aga ka ehitusgeoloogiliste ning melioratiivsete tööde andmeid. Infot loodusobjektide, sealhulgas kaitsealuste kohta saab Keskkonnaregistri avaliku teenuse kaudu <http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main> ning Eesti Looduse infosüsteemi EELIS infolehel <http://loodus.keskkonnainfo.ee/w5/>

Territooriumi pinnakatte setteid, pinnamoodi ja selle kujunemise probleeme on iseloomustanud, detailselt või üldistavamalt, I. Arold, M. Ilomets, K. Kajak, R. Karukäpp, T. Koff, A. Kont, A. Miidel, M. Orru, A. Raukas, A. Rosentau, E. Rähni, L. Saarse, K. Suuroja, K. Vares ja J. Vassiljev. Veelgi varasematest korüfeedest ei saa mainimata jätta Balti mere tasemeid uurinud W. Ramsay'd (1929), geomorfoloog A. Tammekannu (1926, 1940) ning mitmekülgseid H. Hausenit (1913) ning Fr. Schmidt'i (vt Orviku, 1958).

Pinnakatte geoloogilisel kaardil kujutatakse üldistatuna kvaternaarse setete pindalalist levikut, kusjuures mõtteliselt on eemaldatud umbes 50 cm paksune pindmine kiht (ligikaudu kahekordne huumushorisont), et välistada mullatekkeprotsesside segavat mõju setete määramisel. Kaardi mõõtkava jaoks ülemäära liigestatud/mosaiikse geoloogilise ehitusega alasid on generaliseeritud, kujutamiseks liiga väikesed alad on kas suurendatud (ühendatud) või välja jäetud. Erineva vanuse ja geneesiga pinnakatte setted eristatakse kaardil värviga, setete litoloogiline koostis aga tingmärkidega.

Et endises NLiidus kaardistasid Soome lahe lääneosa eesti, idaosa 27st pikkuskraadist alates aga vene geoloogid, siis detailsemad andmed baaskaardi Sillamäe kaardilehe akvatooriumi geoloogia kohta puuduvad. VSEGEI (Ülevenemaalise (end. Üleliidulise) Geoloogia Instituudi) poolt 1987–1990 läbi viidud uuringute tulemused on vaid osaliselt avaldatud Soome Geoloogiakeskuse aruandes (Spirodonov et al., 2007). Kindlasti ei vasta ka Eesti Geoloogiakeskuse poolt 2008. a. (vt lähemalt S. Suuroja jt, 2008) vaid seisimiskustilise profileerimise ja haardkopaproovide põhjal lihtsustatud legendi järgi koostatud merepõhja setete kaart keskmisemõõtkavalise kaardistamise nõuetele, mistõttu seda tuleks vaadelda põhimõttelisena, illustratiivsena. Seejuures tuleks arvestada, et täpsem on akvatooriumi pinnakatte kaart seisimiskustilise signaali salvestamiseks soodsamatel ja ka uurimislaevale ligipääsu võimaldavate suuremate sügavuste jaoks.

Stratigraafiliste ja geneetiliste ühikute väljaeraldamisel ja kirjeldamisel on aluseks peamiselt varasematel skeemidel ja tugilegendidel (Raukas ja Kajak, 1995; Kajak jt, 1992; Raukas jt, 1995 jpt) põhinev "Juhend Eesti geoloogiliseks digitaalkaardistamiseks mõõtkavas 1: 50 000 (versioon 2.0)"

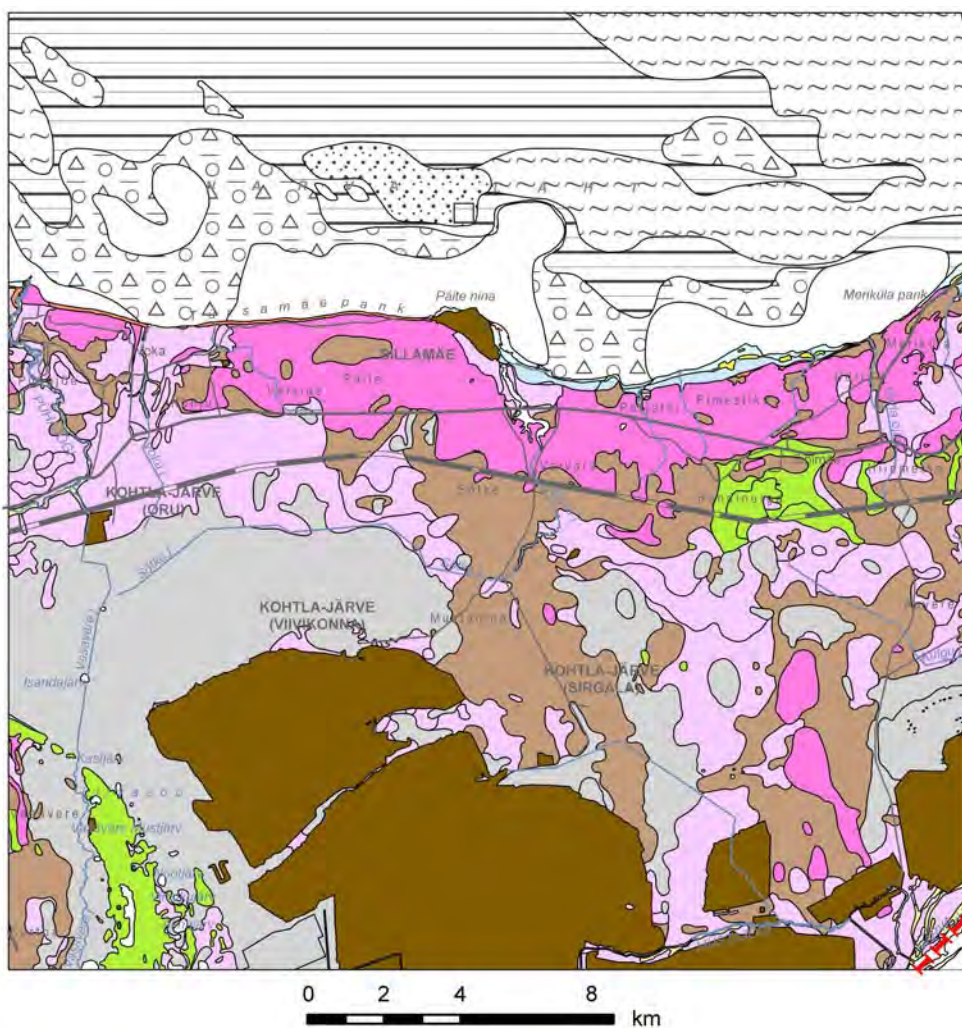
(http://www.maaamet.ee/docs/geoloogia/Geoloogilise_kaadistamise_juhend_2_0_2008.pdf) ning selle seletuskiri (Eesti..., 2008; http://www.maaamet.ee/docs/geoloogia/Juhendi_Seletuskiri_2008.pdf).

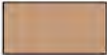
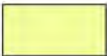
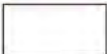
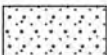
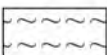
Pinnavorme vaadeldakse koos neid moodustavate setete või neid kujundanud protsessidega. Aluspõhja kivimitega seotud jäätumiseelseid pinnavorme käsitletakse lähemalt seoses aluspõhja reljeefiga (peatükk 1.3). Samas (ja sissejuhatuse uurituse osas) räägitakse detailselt ka Vaivara Sinimägedest, mis meie arvates pole mitte rändpangased, vaid osa ulatuslikust Vaivara dislokatsioonide (diapiiride) vööndist.

Maastikuliselt asub Sillamäe kaardileht kolme maastikurajooni piires. Põhjast lõunasse on need: Põhja-Eesti rannikumadalik, Viru (teisiti Kirde-Eesti) lavamaa ja Alutaguse madalik. Et tavaliselt rannikumadaliku lõunapiiriks loetav Põhja-Eesti paekallas (Varep ja Maavara, 1984; Linkrus, 1998) ulatub siin peaaegu Soome laheni, on ka rannikumadalik kitsuke, vaevalised mõnikümmed kuni sadakond meetrit (fotod 1.14, 1.43, 1.46, 2.1). Kõrgema veetasemega ulatub meri kohati klindi jalamitki murrutama. Vaid suuremate jõgede suudmealadel ilmub iseloomuliku üheastmelise Ontika tüüpi klindi(pae)astangu ette mõnevõrra laiem Kambriumi liivakivi terrass, mida mereäärsest Kambriumi sinisavi terrassist (tasandikust) eraldab rohkem või vähem paljanduv kõrge astang (joonis 1.3; fotod 1.42, 1.45, 3.1). 200–400 (700) meetrini ulatub klindiesise madaliku laius ka Sillamäe–Mummassaare vahemikus (fotod 1.47, 1.48), kuid siin on Kambriumi terrass madalam, pigem nõlvalaadne ja mattunud, paljandudes vaid harva tänapäevases rannaastangus (foto 1.26). Suurem muutus toimub alles kaardilehe äärmises kirdenurgas, Merikülas, kus klindiastring muudab oma kirdesuunalist kulgu, keerates järsult itta või isegi kagusse. See on ulatusliku, juba kõrvalkaardilehele jääva Narva madaliku (klindilahe) algus.

Keskse asendiga on kaardilehel klindipealse paelava – Viru (ka Kirde-Eesti) lavamaa idapoolne, tugevasti kitsenenud (vaid 4–9 km laiune) osa. Eesti maastike kaarti (nt Arold, 2005) vaadates torkab silma, et Sillamäe kaardilehe lääneservas lõikavad ühelt poolt Pühajõe org ja teiselt poolt Alutaguse madalik Viru lavamaa peaaegu läbi. Juba Fr. Schmidt (1983, Markov 1931 kaudu) mainis Kingisepa (Venemaal) ja Jõhvi vahelise raudteelõigu geoloogilisest ehitust kirjeldades, et tegu itta kui ka läände jääva alaga võrreldes nii kõrguselt kui (vanemate) kihtide avanemise poolest madalama piirkonnaga, seletades seda, küll põhjendamata, aga õigesti, devonielse (täpsemalt küll Kesk-Devoni eelse) kulutusega. Markov (1931) kirjeldas seda (põhjas klindiastringuga piirnevat ja lõunas Peipsi järveni ulatuvat) ala kui Luuga–Narva “*понижение*”, mida eesti keelde on tõlgitud nii madaliku kui nõona (nt Kont, 1996; vaata ülevaadet Tavast ja Raukas, 1982 ning Tuuling, 1988). Arusaadav ja mõistetav Venemaal, kus Ingeri klindi selles osas on kõrguste vahe ligi 90 m, kuid ebamugav ja segadust tekitav Põhja-Eesti paelava kohta kasutuna. Segadust ainult suurendab asjaolu, et Markov kasutas Ingeri klindi ja Soome lahe vahele jääva ala kohta nime Luuga madalik (*низменность*). Nii või teisiti, uurijad on märganud siinse paelava erinevust ülejäänud Viru lavamaast ning (parema puudumisel) nimetab autor seda Ida-Viru lavamaaks (ehkki ka laiem mõiste, Narva-Luuga sadul, on Ingeri ja Põhja-Eesti klinti ühendava madala veelahkmelise iseloomuga ala kohta küllaltki sobiv). Lavamaa lõunapiir kulgeb kaardilehe edelanurgast piki Ahtme kõrgustiku ja Kurtna mõhnastiku vahelise 1–2 km laiuse soostunud Kurtna orundi läänenõlva põhja poole, peaaegu Pühajõeni. Sealt, ligikaudu Oru asula joonelt, pöördub piir moreenialade ja soode vahel veidi loogeldes ja maapinna absoluutsete kõrguste pidevalt langedes itta, Kõrgesoo põhjaserva suunas. Mõneti erandlikuna kuuluvad paelava koosseisu ka Devoni (kohati paljanduvatest) setendeist kõvikud Metsküla lähedal (vt joonis 2.2).

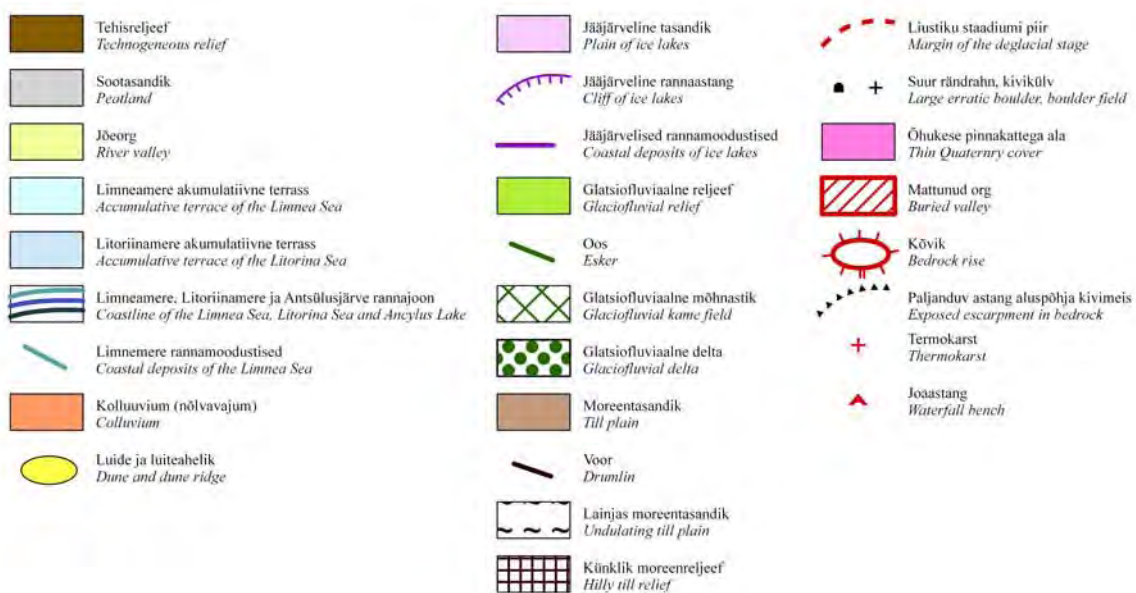
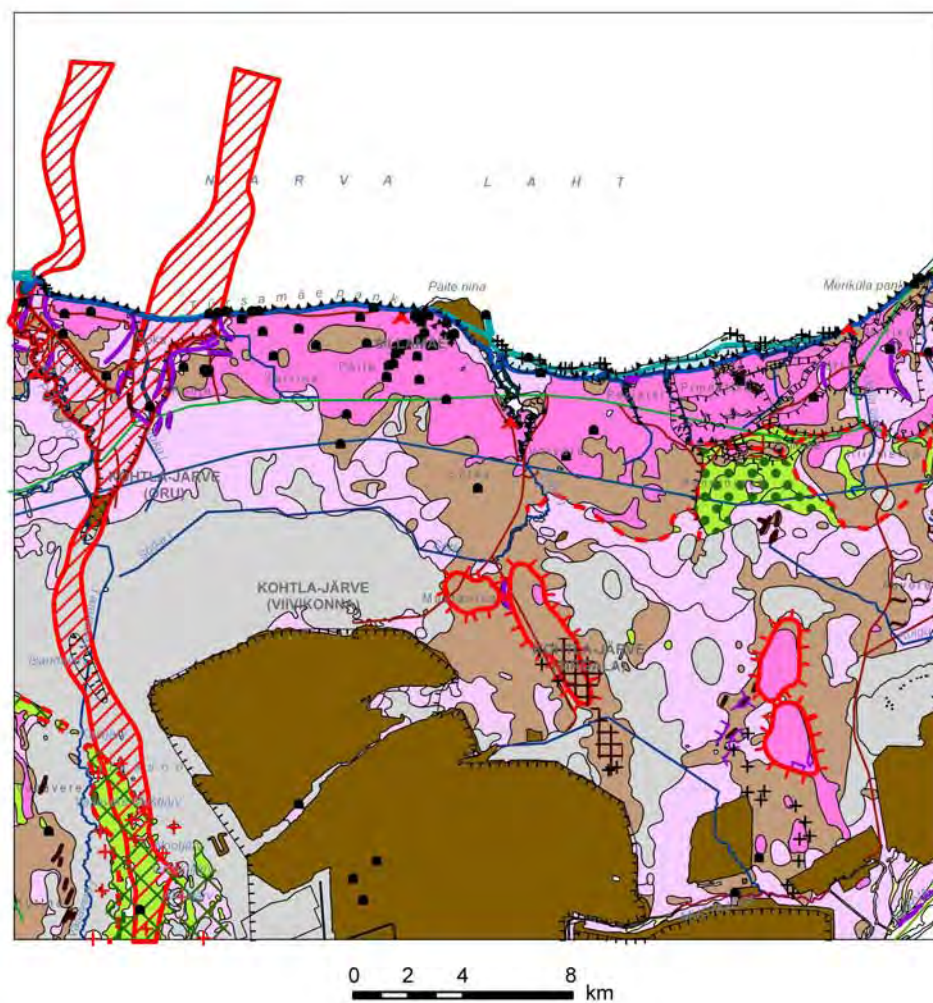
Kaks kolmandikku kuni pool kaardilehe maismaa-ala lõunaosast jääb juba Alutaguse madaliku piiresse. Struktuurselt Peipsi nõo osa, kujutab Alutaguse endast nn Suur-Peipsi nüüdseks soostunud (jää)järvetasandikku, kuhu kõrgeima (loodusliku) suurpinnavormina kuulub ka Kurtna mõhnastik. Metsik ja metsarikas, on Alutaguse looduslikku ilmet ometi oluliselt muutnud inimtegevus – põlevkivi kaevandamine ja elektritootmine –, kujundades siia ulatuslikud tehismaastikud.



	Tehnogeensed setted <i>Technogeneous deposits</i>		Glatsofluviaalsed setted <i>Glaciofluvial deposits</i>
	Soosetted <i>Peat deposits</i>		Moreen <i>Till</i>
	Jõesetted <i>Alluvial deposits</i>		Õhukese pinnakattega ala <i>Thin Quaternary cover</i>
	Limneamere setted <i>Deposits of the Limnea Sea</i>		AP avamus <i>Bedrock outcrop in the area of seawater</i>
	Litoriinamere setted <i>Deposits of the Litorina Sea</i>		Eriteraline liiv <i>Sand of different grain size</i>
	Nõlvasetted <i>Colluvial deposits</i>		Mereline muda <i>Sea mud</i>
	Tuulesetted <i>Aeolian deposits</i>		Moreen akvatooriumis <i>Moraine in the area of seawater</i>
	Jääjärvelised setted <i>Glaciolacustrine deposits</i>		Viirsavi <i>Varved clay</i>

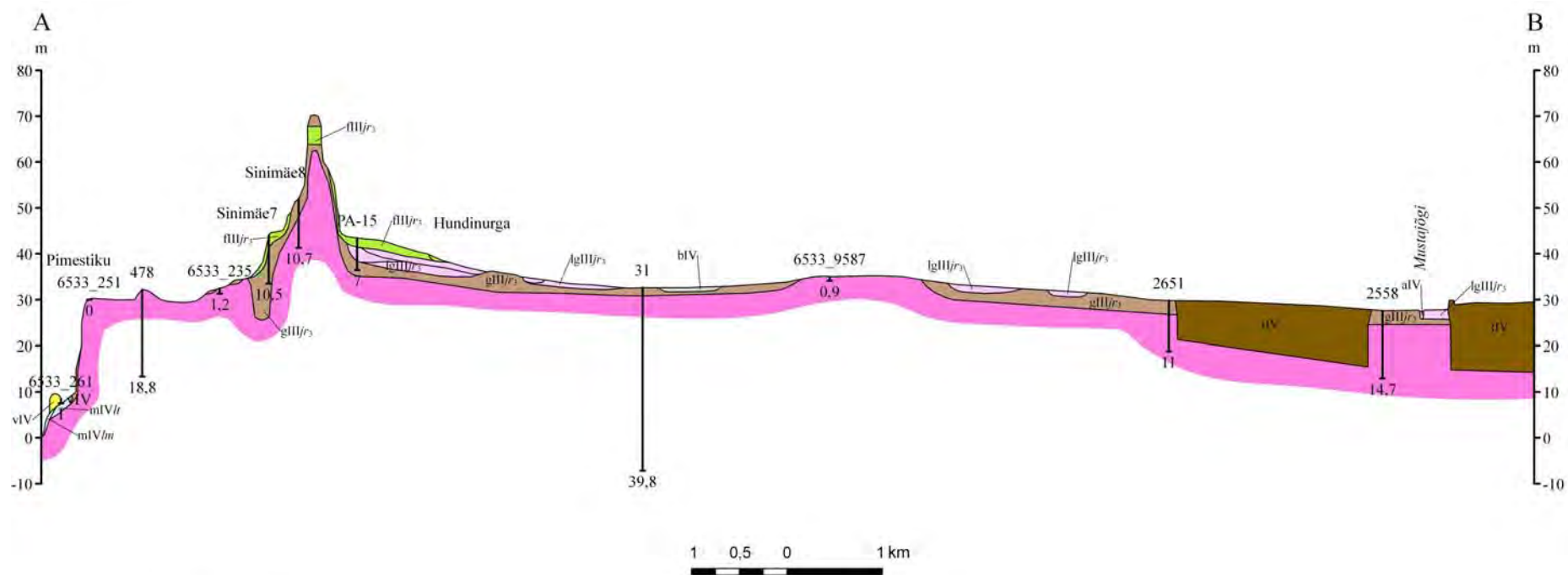
Joonis 2.1. Pinnakate.

Figure 2.1. Quaternary deposits.



Joonis 2.2. Geomorfoloogia skemaatiline kaart.

Figure 2.2. Schematic geomorphological map.



Legend joonisel 2.1
The legend see figure 2.1

Joonis 2.3. Pinnakatte läbilõige.
Figure 2.3. Cross-section of Quaternary deposits.

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

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

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

2.1. PLEISTOTSEEN

Kesk-Pleistotseen. Ülem-Pleistotseen, Rõngu (Prangli) kihistu. Analooogia põhjal kaardilehega 6443 (Kiviõli), kus eelmise (Eemi/Prangli) jäävaheaja seteteks loetakse (Liivrand, 1991) gaasisisaldavad alluviaalsed kruusad Purtse (Savala) mattunud oru põhjas, võiks sama vanad ja vanemadki setteid esineda ka piki kaardilehe idaserva kulgevas, “suudmealal enam kui 160 m sügavuses Vasavere mattunud orus. Siiski pole küllaltki heale geoloogilisele uuritusele vaatamata siit leitud ei (tõestatud) Prangli jäävaheaja setteid ega üldse mattunud orgaanikat. Orgu detailsemalt uurinud Radik jt (1983) peavad kogu seda täitvat settekompleksi Hilis-Järva ealiseks. Miideli jt (2006) arvates moodustus org pigem Järva liustike erosioonil, vaid selle Voka klindilahte jääv lõik võib olla ka vanem. Raukase jt (2007) arvates on tegu kvaternaari-eelse, 30 miljonit aastat tagasi Hilis-Paleogeenis tekkinud jõeoruga, mis hiljem liustike poolt vaid ümber kujundatud ning täitunud viimase jäätumise liustikujõeliste ja jääjärveliste setetega. Siiski peab mainima, et Vasavere ürgoru “lainetav” pikiprofiil (joonisel 2.4 on toodud selle põhjaosa) ei meenuta küll miskit moodi jõge. Pigem on tegu ikkagi liustikualuste kõrgsurveliste vooluvete kulutusega. Sellele ei räägi vastu ka orgu täitvate setete suhteline noorus. Kui viimane mandriliustik ja selle vooluveed suutsid täielikult kulutada 60–160 m Hilis-Paleogeenist alates eksisteerinud orgu täitnud setteid, suutsid nad (ühe või mitme jäätumise jooksul) kujundada ka oru enda. Muidugi võisid kasutada, ja kasutasidki, sellist orgu oma süngina hilisemad jõed.

Vastu ootusi näitasid Molodkovi jt (2007a, b) hiljutised uuringud Soome lahe äärsetes Voka kaldapaljandites (foto 2.9), et praktiliselt kõik (siin) Vasavere ürgoru täivad setted on moodustunud enne viimast jäätumist. Läbilõike ülemise osa (vt jooniseid 2.4–2.6) moodustavad peamiselt peeneteralised, tihti diktüoneemakilda-purrust horisontaalkihilised liivad (foto 2.11). Savikad vahekihid on sageli deformeeritud (foto 2.10). A. Nikonov on (suulisel teatel) viimaseid pidanud seismitideks – maavärina tõttu tekkinuiks. Optiliselt stimuleeritud luminescentsanalüüsi (OSL) järgi kuhjus see 2-12 m sügavusel lasuv nn A-kompleks 31 000-39 000 aastat tagasi, ehk siis Kesk-Järva eal. Õietolmuanalüüsiga välja

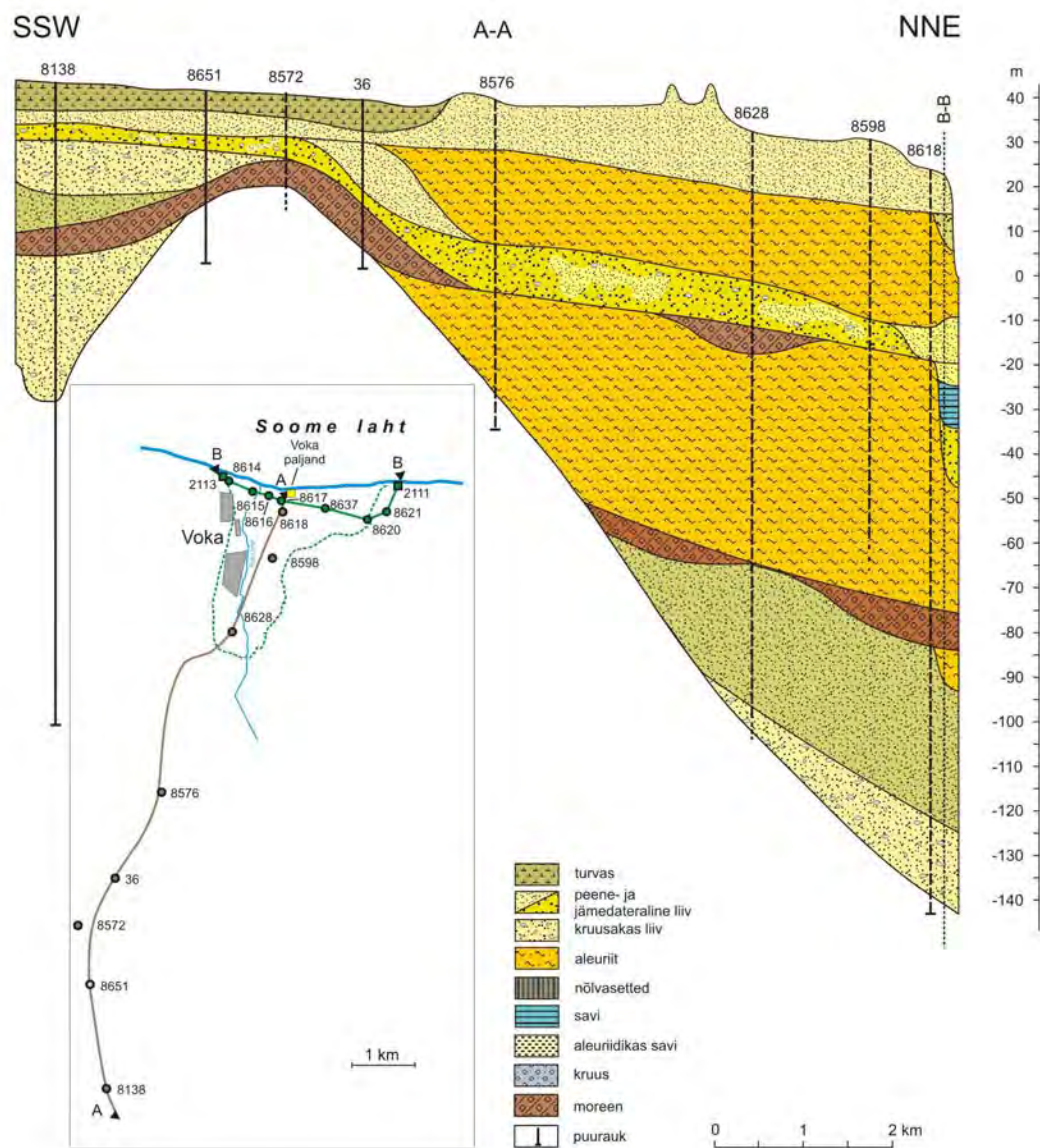
eraldatud kliimamuutuste rütmid (joonis 2.6) langevad (mõnede arvates liigagi) hästi kokku Gröönimaa jääpuursüdami ke vastavate kõveratega. Paljandite alumine, allpool väljapeetud kruusakat markerkihti lasuv osa (foto 2.12) moodustus esialgsel andmetel 90 000-115 000 aastat tagasi, ehk siis vahetult pärast Prangli jäävaheaga. Raukas ja Stankowski (2005) ning mitmed teised on need tulemused vaidlustanud, kaheldes eriti OSL-meetodi usaldusväärsuses. Võib-olla aitab lahenduse leida käesoleva töö käigus Voka randa puuritud 25 m sügavune puurauk, mille uuringud (sama töögrupi poolt) on alles algamas. Veenvaks tulemuseks oleks näiteks Prangli jäävaheaja setete tõendamine suira-analüüsiga. Seni aga jätame Eesti pinnakatte stratigraafia pea peale pööramata ning käsitleme Voka setteid koos enamuse uurijatega endiselt kui pärast-jääaegse jääjärve setteid.

Ülem-Pleistotseen. Järva kihistu. Traditsiooniliselt (Raukas, 1978; Kajak, 1999; Kalm, 2006) on Eestis viimase, Weichseli (Valdai, Würm) jäätumise setteid jagatud kolmeks – peamiselt liustikuliste setetega esindatud Alam- (Valgjärve) ja Ülem-Järva (Võrtsjärve) alamkihistuks, mida eraldab interstadiaalse iseloomuga Kesk-Järva (Savala) alamkihistu. Viimase aja uuringud nii Skandinaavias kui Loode-Venemaal, samuti modellerimiste tulemused (Siegert jt, 2001; Svendsen jt, 2004) 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, 2008). Ka Kalm (2006) jätab lahtiseks võimaluse jäätumiseks Eestis ajavahemikus 68000 – 43000 kalendriaastat tagasi.

Ülem-Järva alamkihistusse kuuluvad vahetult aluspõhja kivimitel lasuvad viimase, Hilis-Järva jäätumise ajal kujunenud liustiku- ja liustikusulamisvete setted. Nende paksus muutub nullist klindi ees ja paepealsetel 10–15 meetrini Alutaguse madalikul. Vasavere mattunud orus kõigub (üldlevinud arvamuse järgi) viimase jäätumise peamiselt vooluveeliste setete paksus suurtes piirides, 10st 160 meetrini. Suurel alal on need setted maetud nooremate, st Holotseeni setete alla. Alamkihistu on esindatud liustikuliste, liustikujõeliste ja jääjärveliste setetega.

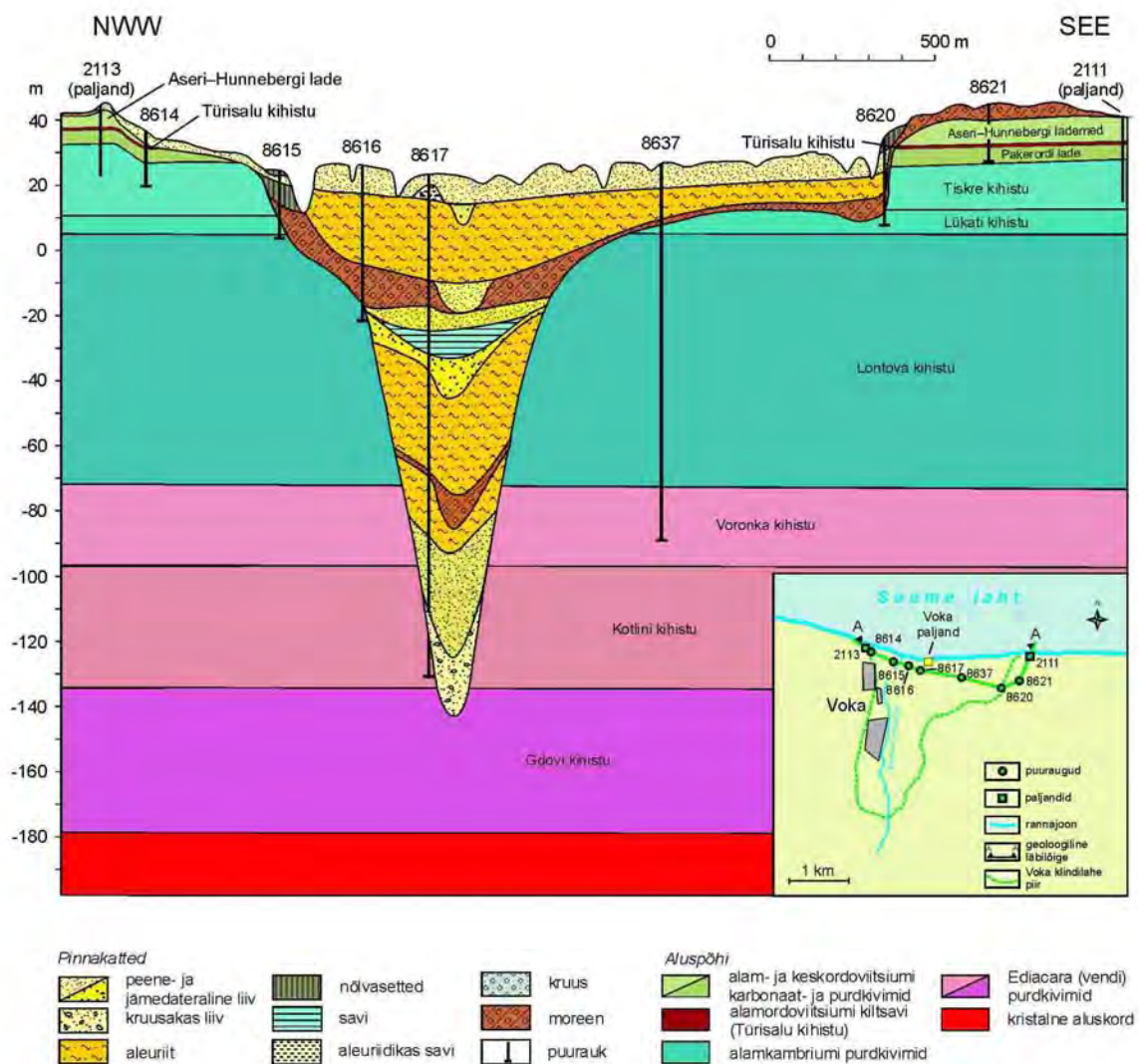
Glatsiaalsed setted (gIIIjr3). Viimase jäätumise sorteerimata liustikulised setted, moreenid, on küll laialdase levikuga, kuid avanevad vähem kui viiendikul maismaast, tavaliselt moreentasandike, harvem -seljakute ja -küngastena Ida-Viru lavamaa lõunaosas. Lainjas, kohati künklikuks üleminev moreentasandik levib kaardilehe idaservas Kõrgesoost põhjapool, samuti Sirgala ümbruses. Lainjaks hakkab muutuma ka moreentasandik ala lõunapiiril Kurtna lähedal. Huvitavad on madalad kulissilaadselt paigutunud voorjad seljandikud Vasavere orundi läänenõlval, paralleelselt Kurtna mõhnastiku lääneservaga. Selle 2,5 km pikkuse põhja-lõuna-suunaline rea üksikvormid on üldsuunast veidi edelasse pööratud, iseloomustades nii mandrijää liikumissuunda lõunasse või isegi veidi edelasse.

Pindalalise leviku ning sellest tingitud lähtekivimite litoloogilis-mineraloogiliste iseärasuste tõttu eristuvad Põhja-Eesti viimase jäätumise moreenide seas tavaliselt selgelt klindiesise e. rannikumadaliku ja Põhja-Eesti paelava moreenid. Uuritav ala on mõneti erandlik. Kitsa rannikuriba pikaajalise merele eksponeerituse tõttu pole suuresti sinisavist koosneva, vähese (tavaliselt alla 10%) tardkivimipurruga savi- ja aleuriitmoreeni säilimine ahtakesel klindiesisel praktiliselt võimalik. Vaid mõningate orgude nõlvadel ja suudmes pole jõgede või/ja mere hilisem kulutus kogu kunagist savimoreenitäidet veel hävitanud (fotod 2.3 ja 2.4). Moreenist välja pestud rahnude kogumeid võib näha mitmel pool piki randa. Neist tähelepanuväärseim on Udria (andmebaasis EELIS – Utria) kiviikulv samanimelise oja suudmest 500 m läänes (foto 2.6), mille ilmekas kirjeldus J. Piiperi (1975) suust väärrib siingi äratoomist: *”Nagu puhkav loomakarj lebasid kuivas ja leiges rannaliivas siledaks lihvitud rändrahnud. Üksikud neist olid inimesekõrgused. Mõnel kuivas halle puunotte nagu mingi eluka luid. Mordlaine oli need rannale heitnud ning hoolas käsi kokku korjanud, olles tänulik mereanni eest. Rahutult loksusid rohekad lained punakate kaljupankade vastu. Puhuti paiskus kihisev vaht kõrgele ja langes sillerdava vihmana punakale rändrahnule. Nagu hiiglateemandid sätendasid märjad kivid heledas päikesepaistes.”*



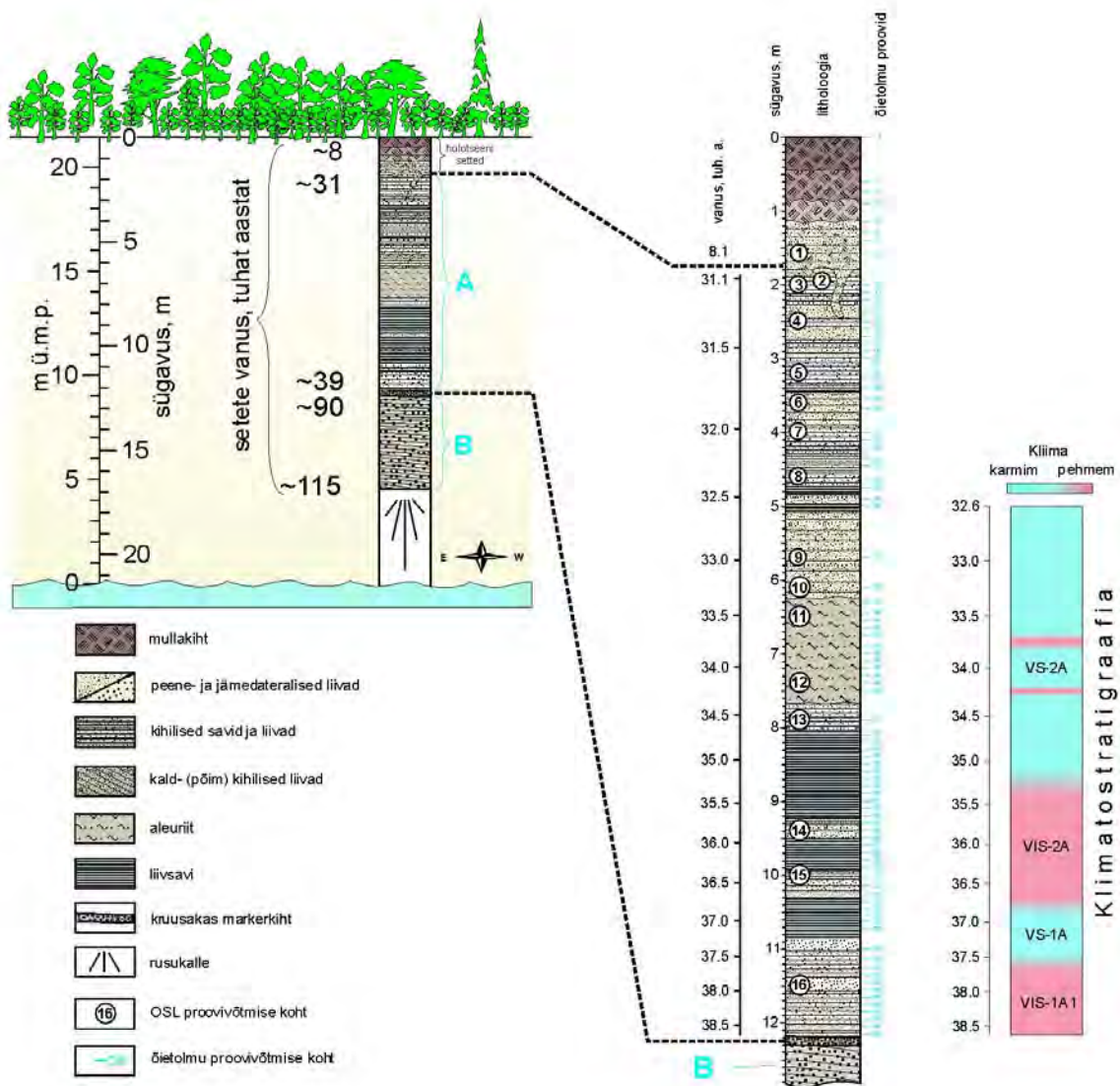
Joonis 2.4. Vasavere ürgoru Voka haru geoloogiline pikiläbilõige (Molodkov jt, 2007a, muudetud).

Figure 2.4. Longitudinal geological cross-section of the Voka palaeoincision. Modified from Molodkov et al., 2007a.



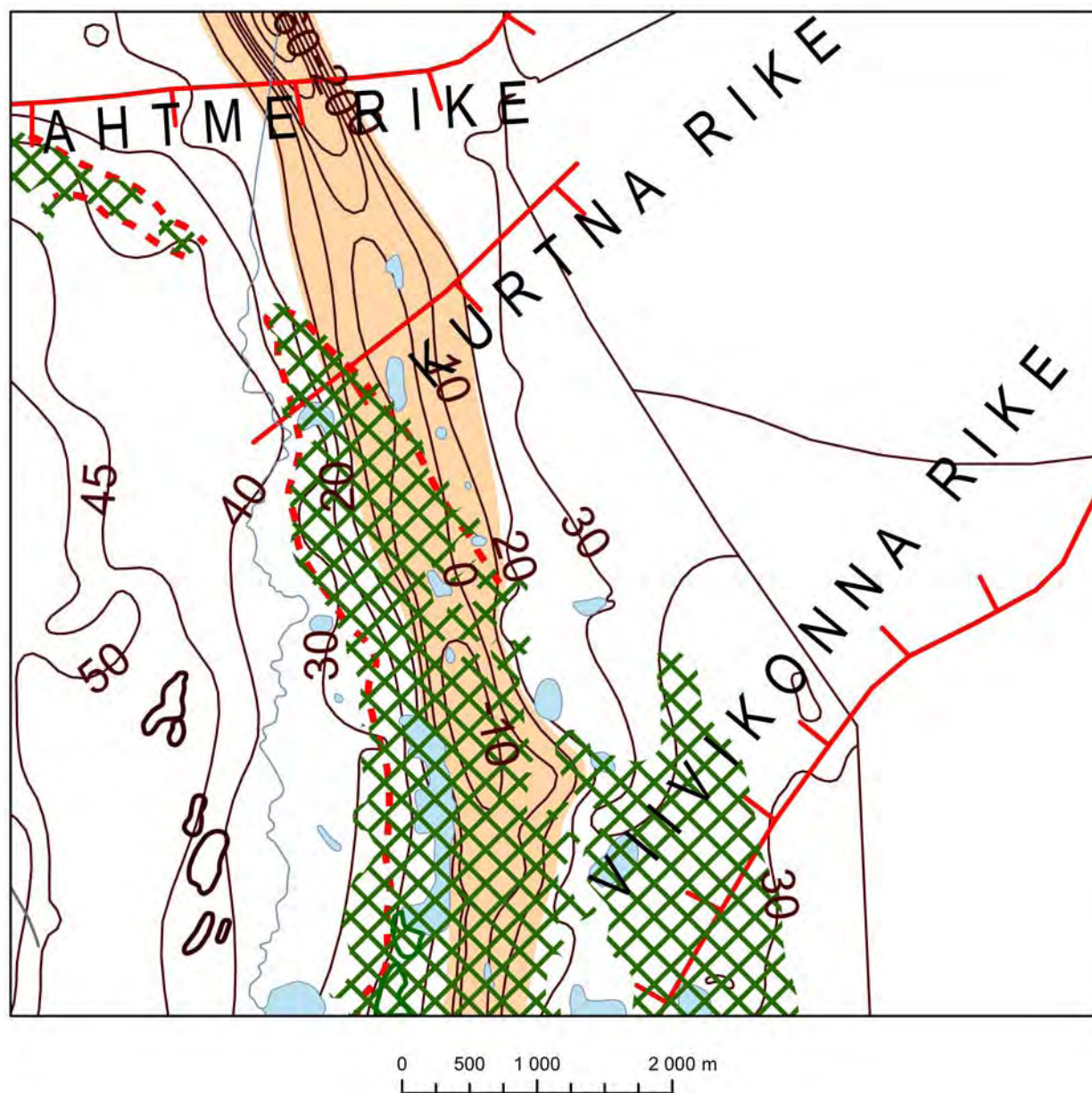
Joonis 2.5. Voka klindilahe geoloogiline ristlâbilõige (Molodkov jt, 2007b, muudetud).

Figure 2.5. Transversal geological cross-section of the Voka palaeoincision. Modified from Molodkov et al., 2007b.



Joonis 2.6. Voka läbilõige. Vasakul koondtulp; keskel läbilõike ülemise osa (A-kompleksi) detailne tulp koos proovivõtukohtade ja ajaskaalaga OSL-analüüsi andmete järgi; paremal kliimamuutused Kirde-Eestis u 39 000–33 000 aastat tagasi õietolmuanalüüsi andmete järgi (Molodkov jt, 2007b, muudetud).

Figure 2.6. Profile of the Voka site. Generalized stratigraphic column on the right; detailed column of unit A in the middle; climatostratigraphy according to pollen data on the right. Modified after Molodkov et al., 2007b.



- | | | | |
|-----------|---|--|---|
| — 30 — | aluspõhja reljeefi samakõrgusjoon
contour line of the bedrock | | glatsiofluviaalne mõhnastik
glaciofluvial kame field |
| - - - - - | liustiku staadiumi piir
margin of the deglacial stage | | voor
drumlin |
| | kindlakstehtud rike, langujooned vajunud tiiva suunas
identified fault, droplines in the direction of footwall | | |
| | mattunud org
buried valley | | |

Joonis 2.7. Kurtna mõhnastiku seos AP reljeefi ja struktuuridega.

Figure 2.7. The connection of Kurtna kame field with the topography and structure of bedrock.

Merepõhjas ääristab savimoreeni vöönd seismoakustilise profileerimise andmetel aluspõhja avamusi sügavusvahemikus 8-12 m, mattudes sügavamal viirsavide alla (joonis 2.8). Siiski esineb moreeni isoleeritud paljandeid ka mõnevõrra sügavamal, silmatorkavam neist, võib-olla geneetiliselt seotud, Sinimägede vastas. Paiguti ulatuvad moreeni paljandid ka rannajooneni. 5-10 meetri paksuse moreenikompleksi pealispind on ebatasane, sellel esineb rahnu-munaka kogumikke. Huvitaval kombel ei väljendu (vt gr lisa 2 S. Suuroja jt, 2008) merepõhja seismoakustilistel profiilidel eriti (selgelt) Voka ja Sõtke orud, kuid taasaimatav on vahetult mererannas mitteväljenduv Pühajõe org. Siin võib olla tegu nii orupõhjade undulatsiooniga kui ka orgude täitumisega ümbriskivimile, Kambriumi sinisavile koostiselt lähedase moreeniga. Samas kohtab nn klindiesist moreeni ka küllaltki suurel alal lavamaal. Vaivara deformatsioonide vööndis, kus "siiluti" levivad eri-ilmelised aluspõhjativimid (vt joonis 1.2), on ka moreen pindaliselt väga muutlik. Seejuures pole väikestes, marsruutide käigus kaevatud kaevistes tihti võimalik vahet teha aluspõhjalisel savil ning sellest tekkinud moreenil. Lähtematerjali muutlikkus varjutab ka võimalikud erivanuselised moreenikihid vertikaalsetes läbilõigetes. Nii ei tea me, kas kohati Pargimäe kaevistes ja puuraukudes täheldatud eriilmelised moreenikihid on ka erivanuselised, viidates Sinimägede kujunemisele mitme jääserva ostsillatsiooni või isegi mitme jäätumise vältel, või on tegu lihtsalt moreeni lähtematerjali muutlikkusega. Siin on uurijatel veel suur ja harimata tööpõld, mis kindlasti nõuab edasisi uuringuid ja puurimisi.

Glatsiofluviaalsed ehk liustikujõelised setted (fIIIj₃) kuhjusid degradeeruva mandriliustiku lõhedesse ooside ja mõhnadena, ning selle ette deltade ja seljandikena. Kaardilehe edelanurka jääb suurem osa Kurtna mõhnastikust, mis omakorda kujutab endast põhjapoolset osa ulatuslikust Iisaku–Illuka–Kurtna liustiku(vee)tekkelisest kompleksist. Viimast on peetud nii mandrijää servamoodustiseks (Hausen, 1913; Kont ja Arold, 1987 jt) kui radiaalseks süsteemiks (Rähni, 1962; Kajak, 1964 jt), viimasel ajal aga vaadeldakse üha enam (Raukas jt, 1971; Karukäpp, 2008 jpt) kui kahe erineva suunaga liustikukeele vahel tekkinud pinnavormistikku. Samal ajal aga, mõneti vastuoluliselt, arvatakse, et Iisaku–Illuka–Kurtna–Sinimäe–Laagna joon tähistab Eestis mandrijää taandumise nn Pandivere/Neeva staadiumi kirdepoolsemat asendit umbes 13 300 parandatud viirsaviaastat tagasi (Kalm, 2006).

Kurtna (varasemas kirjanduses ka Illuka) mõhnastik on valdavalt põhja–lõuna suunaline keerulise tekkega kuhjeküngastik. Kurtna mõhnastiku läänekülje pinnavormid, eriti Kurtna järve ja Pannjärve vahemikus on suuremad ja reljeefsemad ning koosnevad mõnevõrra jämedamast liivast. Samas on kõrgemate pinnavormide (suhteline) kõrgus läänepoolsest tasandikust 20 m, itta jäävast tasandikust aga 25 m. Samuti on jälgitav reljeefi langus põhjast lõunasse, distaalses suunas. Tänapäevaks on Pannjärve karjääris praktiliselt hävinud üks ideaalselt kumera harjaga oosikujuline vall (Rähni, 1962; vt fotod 4.2, 2.7). Sellest lõuna poole, kaardilehe piirile jääb teinegi põhja–lõuna suunaline lavaoosi meenutav seljak. Pinnavormid ja nende rühmad on orienteeritud põhja–lõuna suunaliselt, samuti nagu nende vahelised termokarstilise tekkega haudmikud. Mõhnastiku pikkuseks loetakse tavaliselt 7, laiuseks 3,5 km (Kont ja Arold, 1987). Autori arvates võiks Kurtna mõhnastiku hulka lugeda ka selle proksimaalse (liustikupoolse) otsa lähedalt järsult loodesse, naaberkaardilehele jääva Kose küla suunas keeravat enam kui 4 km pikkuse ja kuni 0,5 km laiuse kühmude aheliku (K. Suuroja jt, 2008). Puuraukude andmetel lasuvad seal otse aluspõhjal ligi 15 m paksused horisontaalkihilised liustikujõelised liivad ja kruusakad liivad. Autori arvates moodustus Kurtna mõhnastik radiaalses lõhede süsteemis, mida toitis Vasavere liustikualune tunnelorg. Liustik liikus ligikaudu põhjast lõunasse, nagu viitab ürgoru, Iisaku–Illuka süsteemi ooside, Kurtna mõhnastiku kõrvale jäävate voorte ning Kohtla-Järve kaardilehele jääva Sildoja–Mäetaguse oosistu suund. Liustiku surve aktiveeris aluspõhjaplokid Ahtme ja Viivikonna rikkevööndite vahel, aluspõhja vajudes tekkis aga lõhede süsteem liustikus, jagades selle kaheks (vt joonis 2.7). Kurtna mõhnastiku liustikujõelisele iseloomule viitab ka, selge piiri puudumine mõhnastiku ja selle aluste liivade vahel. Teised märkimisväärsed glatsiofluviaalsed moodustised on Sinimägede lõunaküljelt algav Sinimäe

delta (foto 2.8.) ning Laagna servamoodustiste lõunasse küünitav haru. Viimane on väga keerulise ja muutliku koostisega. Jääjärveliste savide esinemine sorteerimata liustikujõeliste setete ja moreeni vahel võib viidata ka seljaku radiaalsele iseloomule.

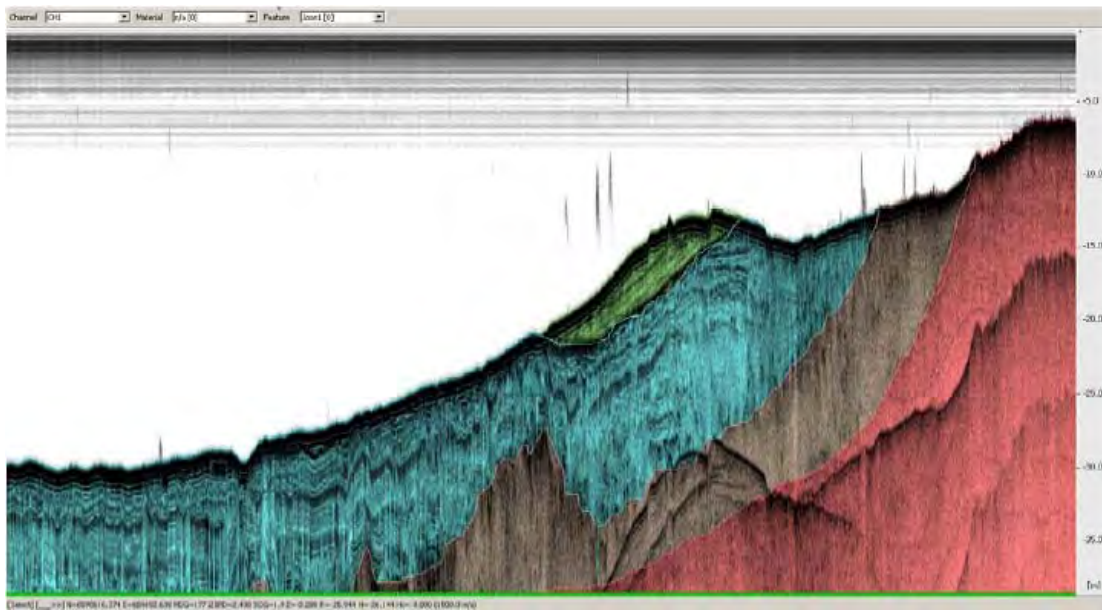
Jääjärvelised (glatsiolakustrilised ehk limnoglatsiaalsed) setted (lgIIIj_{r3}). Eestis puudub siiani üldtunnustatud arusaam jääjärvede arengust taanduva liustikuserva ees. Unustamata klassikuid (vt Raukas jt, 1971), annavad lugejale hea ülevaate uuematest seisukohtadest kodumaised modelleerijad (Rosentau jt, 2007, 2009). Donner'i (1992), Björck'i (1995) jt järel vaadeldakse Balti jääjärve kui umbes 14 900–14 600 kalendriaastat tagasi (ka ligikaudne Otepää servamoodustiste vanus; Kalm, 2006) tänapäevase Balti mere lõunaosas taanduva liustikuserva ees alguse saanud enam-vähem ühtlaselt langeva veetasemega veekogu. Traditsiooniliselt eraldatakse Eestis välja 5 selle jääjärve selgemat taset: A1, A2, BI, BII ja BIII, jääserva asendiga vastavalt Pandivere, Palivere, Salpausselkä I (SSI), SSI-SSII ja SSII servamoodustistel ning vanusega (tänapäevastel andmetel) vastavalt 13300; 12700–12800; 12300–12100; 12000 ja 11600 kalendriaastat tagasi. Viimane arv tähistab ka Balti jääjärve lõppu, kui mandriliustiku taganemisel Billingeni mäest Kesk-Rootsis põhja poole alanes jääjärve tase kiiresti 25–28 meetrit, maailmamere tasemeni (nn Billingeni katastroof). Selles mudelis pole küll veel lõplikult veenev AII (Kemba) veetaseme sidumine Palivere servamoodustistega. Lahtine on ka võimalik väiksem veetaseme alanemine (mandrijää alt) (Björck, 1995) 12800 kalendriaastat tagasi – nn esimene Billingen. Peipsi järve eraldumise aeg Balti jääjärvest pole veel päris selge, see toimus vahemikus 12 400–11 700 kalendriaastat tagasi (Rosentau jt, 2009).

Liigestamata Balti jääjärve ja Joldiamere setted (lgIIIj_{r3}). Kaardistamise legendi järgi kujutatakse kaardilehe maismaa-alal Balti jääjärve setteid koos järgneva Joldiamere setetega, kuna mõlemad on (makro)faunistiliselt iseloomustamata. Rannajoonte kõrguse ja setete koostise järgi on vähemalt Kirde-Eestis Joldiamere setteid siiski veelgi kergem segi ajada Balti mere järgnevate staadiumide setetega.

Liigestamata jääjärvesetted hõlmavad enam kui viiendiku pinnakatte avamustest maismaal. Vastavalt settimistingimustele võib välja eraldada nii sügavaveelise (viirsavi, savi, liivased viirsetted), madalaveelise (aleuriit, liiv) kui ka rannafaatsiese setteid (liiv, kruus, veerised ja munakad). Ligi 1 700 aasta jooksul, mil kaardilehe piires eksisteerisid jääjärvelised tingimused, langes veetase umbes 60 meetrilt 40–45 meetrini (Rosentau jt, 2009). Arvestades, et pidevalt muutus ka kaugus liustikuservast, settematerjali allikad, basseini konfiguratsioon, hüdrodünaamika jne, saame tulemusena ülikirju settepildi nii lateraalselt kui sügavuse suunas. Jämedast, kohati peaaegu rahnulisest karbonaatsest materjalist (fotod 2.13–2.16) ulatuslik rannavallide ja -terrasside ning maasäärtesüsteem markeerib paeplatoo serva Toilast Konjuni. Selle jalami kõrgus on umbes 40–42 m. Suuremal osal alast, ka Puhatu soo all levivad jääjärvelised liivad ja aleuriitliivad. Savide ja eriti viirsavide levik on piiratud kaardilehe idaosaga.

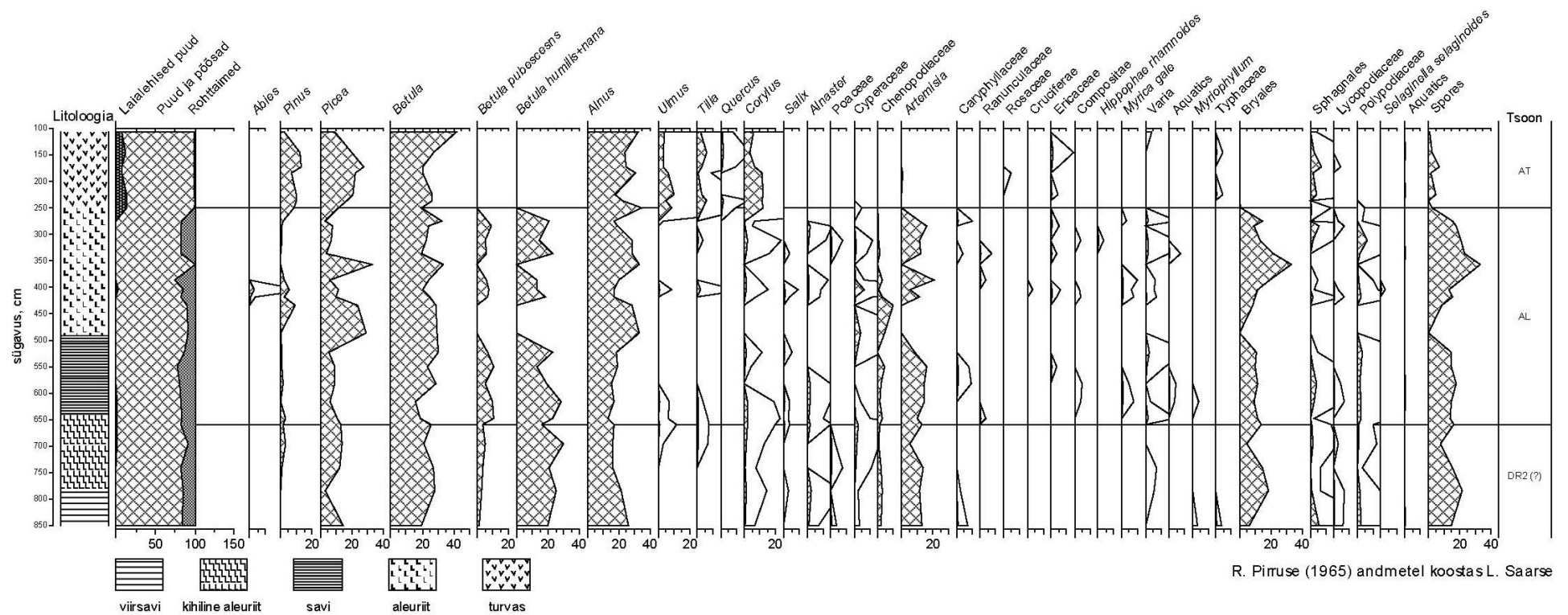
Akvatooriumil on jääjärvelised setted esindatud liibuvalt lasuva üsna ühtlase paksusega (10–12 m, harvem kuni 15 m) viirsavikompleksiga, mis haarab suurema osa avamustest sügavamal kui 15 m alla merepinna. Piir lamava moreeniga on tavaliselt terav, kuid peegelduste iseloom seismogrammidel lubab arvata, et kohati esineb viirsavide allosas ka üleminekuline, moreeni läätsedega kiht. Hõre pindmine proovimine haardkopaga ei võimaldanud viirsavikompleksi detailsemat liigestamist.

Pleistotseeni tuulesetted (vIIIj_{r3}) on ilmselt seotud Balti jääjärve veealuste rannavallidega. Üksikud kitsad paari meetri kõrgused luite- ja luitestunud vallid kulgevad kaardilehe äärmises kagunurgas piki Narva jõge. Vallide jalami kõrgus on veidi alla 25 m. Ehkki madalamad, ühtib nende suund kuulsate Alutaguse kriivadega (vt Karukäpp, 2008), mida viimasel ajal peetakse liustiku pikilõhedes tekkinud ja hiljem luitestunud limnomõhnadeks.



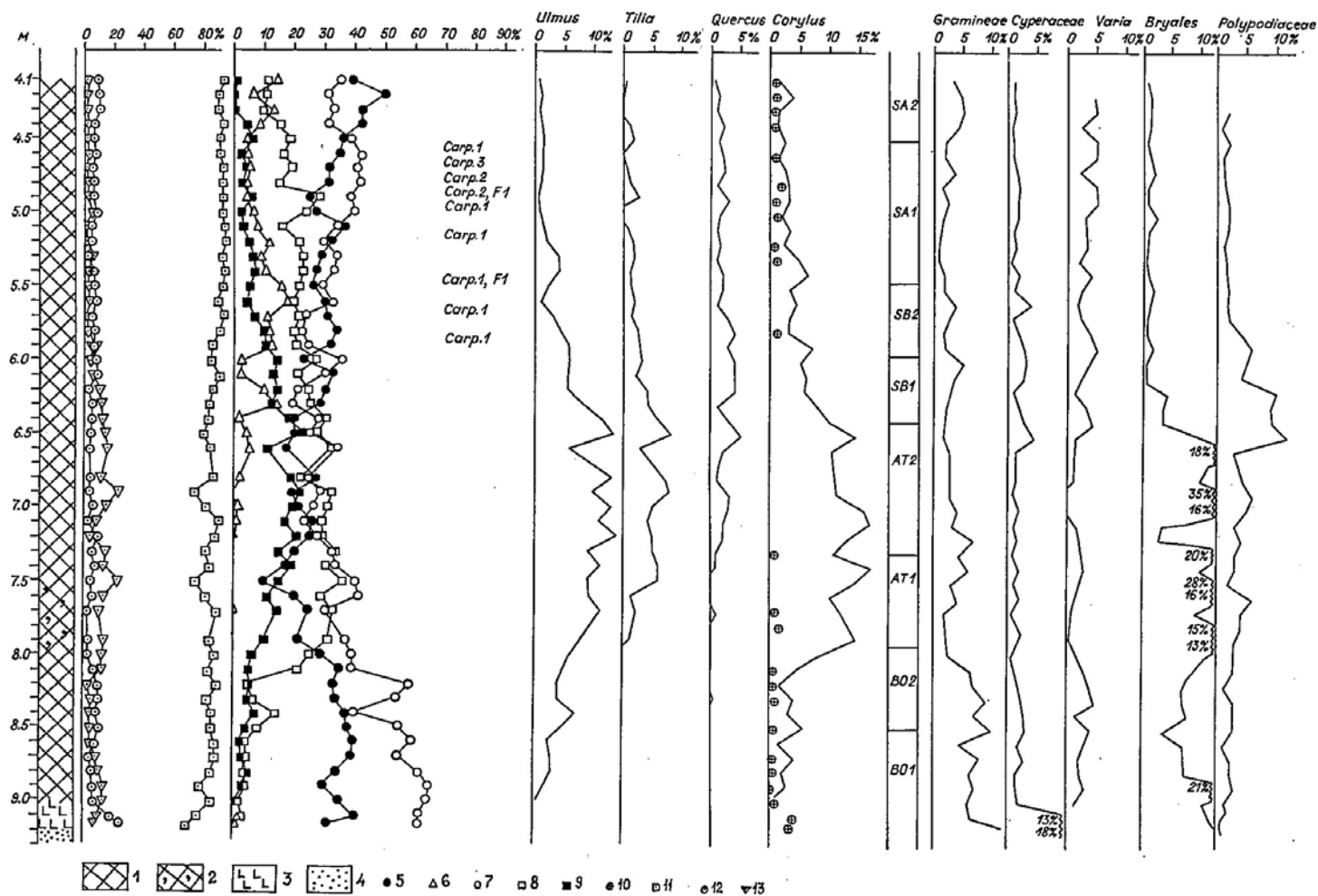
Joonis 2.8. Akvatooriumi interpreteeritud seismoakustiline N–S suunaline profiil (S. Suuroja jt, 2008) (roheline – Litoriina- ja Limneamere peeneteralise liivad-aleuriidid; sinine – hilisjäaaegne viirsavi; pruun – moreen; punane – aluspõhja kivimid).

Figure 2.8. Interpreted N–S seismo-acoustic profile of the sea-bottom (S. Suuroja et al., 2008) (green – fine-grained sand and silt of Litorina and Limnea Sea; blue – Late-Glacial varved clay; brown – till; red - bedrock).



Joonis 2.9. Auvere õietolmudiagramm.

Figure 2.9. Pollen diagram from Auvere. Analyses R. Pirrus (1965), compiled by L. Saarse.



1 – järvemuda, gyttja; 2 – järvemuda molluskitega, gyttja with molluscs; 3 – aleuriit, silt; 4 – liiv, sand; 5 – männ, *Pinus*; 6 – kuusk, *Picea*; 7 – kask, *Betula*; 8 – lepp, *Alnus*; 9 – laialehelised puud, broad-leaved trees; 10 – paju, *Salix*; 11 – puud, trees; 12 – rohttaimed, herbs; 13 – eosed, spores

Joonis 2.10. Rääkjärve põhjasetete õietolmudiagramm L. Saarse (1994) järgi (analüüsis A. Sarv).

Figure 2.10. Pollen diagram of Lake Rääkjärvi bottom sediments by L. Saarse (1994) (analysed by A. Sarv).

2.2. HOLOTSEEN

Holotseeni (pärastjääaegsed) setted on alal esindatud Joldiamere (mIVy), Antsülusjärve (IIVan), Litoriinamere (mIVlt), Limneamere (mIVlm) ning nendega samaaegsete tuule- (vIV), järve- (IIV), jõe- (aIV) ja soosetetega (bIV). Mereseteteks on rahnud-munakad, kruus-veeristik, liiv, aleuriit, savi ja meremuda ning kontinentaalseiks – kruus-veeristik, liiv, turvas ja järvemuda ning järvelubi, samuti väga erineva koostise ja tekkega tehnogeensed setted. Et Sillamäe kaardilehel ulatub Põhja-Eesti klint enamasti praktiliselt mereni, nii et klindi jalam ja jalami esised setted alluvad/on allunud mere peaaegu pidevale murrutusele ja ärakandele, jääb ka Balti mere setete leviala (nagu kogu Põhja-Eesti rannikumadalikki) siin vägagi kitsukeseks.

Tabel 2.2. Hilisglatsiaali ja Holotseeni setete stratigraafiline liigestus (Raukas jt., 1995; Walker jt, 1999, muudatustega).

Table 2.2. Stratigraphy of the late-glacial and Holocene deposits (modified after Raukas et al., 1995; Walker et al., 1999).

Holotseen													Ladestik
Kesk-													Ladejärk
Alam-													Kronotoon
Ülem-													Indeks
Atlantikum													Indeks
Boreaal													Piiridefinitsoon (aastat t.)
Pre-Boreaal													Õietolmuvöö (PAZ)
Ülem-													Indeks
Sub-Artikum													Indeks (von Post)
Hilis-Dryas													Balti mere staadiumid
Allerod													Alumine piir (aastat tagasi)
DR3													Alumine piir (kalendriaastat tagasi)
AL													GRIP indeks
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													
ALa													
DR2													
DR3													
ALb													

Joldiamere setted (mIVy). Joldiameri oli regressiivse iseloomuga veekogu Balti mere pärast-jäaaegse arengu alguses, 11 600–10 700 kalendriaastat tagasi, pärast nn Billingeni katastroofi. Kuigi mereks kutsutud, iseloomustab riimveeline fauna ja floora vaid lühikest, vähem kui 200 aastast ajalõiku selle keskel (Svensson, 1989; Björck, 1995; Heinsalu, 2001), umbes 11 300–11 060 kalendriaastat tagasi, kui kliima lühiajaline jahenemine, nn Pre-Boreaali ostsillatsioon, vähendas ilmselt Balti merre voolava jääsulavee hulka. Joldiamere ja Balti jääjärve rannikuvööndi setted on kaardil kriteeriumide puudumisel eristamata. Erinevalt maismaast on meres Joldiamere setted tavaliselt laialt levinud ja hästi äratuntavad. Nendeks peetakse Balti jääjärve viirsavidel terava põiksusega lasuvat, kuni 1 m paksust, mõneti ähmase mikrokihilisusega pruunikashalli kuni hallikaspruuni aleuriidika savi kompleksi. Sillamäe kaardilehe akvatooriumil olid hüdrodünaamilised tingimused Joldiamere setete säilimiseks ebasoodsad ning seismogrammidel neid välja eraldada ei õnnestunud; nende leviala jääb akvatooriumi sügavamasse ossa.

Antsülusjärve setted (IIVan). Isostaatilise maakerke tulemusena katkenud Balti mere ühendus maailmamerega põhjustas suure mageveelise veekogu – Antsülusjärve – tekke ning transgressiooni väljavoolu-isobaasist kõrgemal. See algas ligi 10 700 kalendriaastat tagasi ja kulmineerus Pre-Boreaali ja Boreaali piiril. Setetele on iseloomulik mageveelise molluskifauna (*Bithynia tentaculata*, *Lymnaea (Radix) ovata*, *Ancylus fluviatilis*) esinemine. Antsülusjärve staadium lõppes tõenäoliselt küllalt järsu regressiooniga ning soolase merevee sissetungiga läbi Taani väinade Balti merre umbes 9 000 kalendriaastat tagasi (Björck, 1995 jt).

Antsülusjärve rannajoone kõrguseks alal on u 15 m läänes kuni 10(11) m idas (Kessel ja Raukas, 1979; Lepland jt, 1996; Saarse jt., 2003), ehk siis – see jäi kõikjal klindi ette, limaanilaadsete sopistustega Pühajõe ja Sõtke jõe orgu. Teadaolevalt pole Antsülusjärve setteid alal säilinud. Orgude suudmetes on kulutas need (tõenäoliselt) jõgede erosioon, klindi jalamil aga Litoriinamere murrutus. Mingi võimalus Antsülusjärve rannaliivade ja -kruusade leidmiseks on ehk klindi jalamil, Kannuka ja Mummassaare vahemikus, nõlvasetete alla mattununa.

Soome lahes on **Antsülusjärve setted** tavaliselt esindatud hüdrotroiliidi suletisi või vahekihte sisaldava ebaselge kihilisusega hallika, harvem pruunika savi kuni 3 m paksuse lasundiga, sinakashalli või helehalli massiivse saviga selle ülaosas. Aga, nagu Joldiamere setetegi puhul, on nad tõenäoliselt kõikjal kulutatud. Spiridonovi jt. (2007) järgi levivad Antsülusjärve setted väiksemate isoleeritud laikudena kaardilehest vahetult põhja pool.

Litoriinamere setted (mIVlt). Litoriinameri oli kõrgeima soolsusega etapp Balti mere arengus, mida näitab nii iseloomulik molluskifauna (*Littorina littorea*, *Littorina saxatilis*, *Cerastoderma glaucum* jt) kui soolalembesed ränivetikad. Ligikaudu 9 000 kalendriaastat tagasi, pärast Balti mere ja maailmamere ühenduse taastumist läbi Taani väinade alanud transgressioonile järgnes veetaseme pidev alanemine ja merevee magestumine koos sellest põhjustatud faunamuutustega. Tänapäevani pole uurijad jõudnud ühtsele seisukohale, kas tegu oli ühe, kuid glatsioisostaatilise maakerke intensiivsusest sõltuvalt eri kohtades eriaegse, või hoopis mitme (tavaliselt kolme) transgressiooniga.

Litoriinamere tase tõusis alal 11–12 meetrini üle tänapäevase merepinna (Kessel ja Raukas, 1979; Lepland jt, 1996; Saarse jt, 2003). Litoriinamere liivad ja kruusa kruusaliivad on säilinud Sillamäe - Mummassaare vahemikus, kus nad, kohati luiteliivaga kaetuna, levivad kitsa ribana madalal Kambriumi terrassil, lasudes tavaliselt otse aluspõhjal. Akvatooriumil vaadeldakse Litoriinamere setteid koos Limneamere setetega.

Limneamere setted (mIVlm). Traditsiooniliselt loetakse Limneamere alguseks mageveelise molluski *Lymnaea (Radix) ovata* immigratsioonist järk-järgult magestuva Balti mere rannikuvettesse. Eestis algas see ligi 5 000 kalendriaastat tagasi, kui maapinna üldise neotektoonilise kerke taustal kujunes veidigi püsivam rannajoon kõrgusel umbes 6,5–7 meetrit üle merepinna. Settimistingimuste sarnasuse

tõttu ei erine Limneamere liivad-kruusad ei lõimiselt ega mineraalselt koostiselt Litoriinamere omadest. Kui pole tehtud vanusemääranguid, on eristamise aluseks just setete kõrgus merepinnast.

Suuremal osal rannajoonest levivad Limneamere setted vaid mõne kuni mõnekümne meetri laiuse, tavaliselt karbonaatsest kruusveeristikust rannaribana klindiesiste nõlvasete ja veepiiri vahel, lasudes enamasti otse aluspõhjal – Kambriumi savil, kohati ka liivakivil (fotod esikaanel, 21, 1.21, 2.1, 2.9, 2.17,). Kaardi mõõtkavas pole neid võimalik näidata. Õigemini, tuleb teha valik, kas esitada mere- või nõlvaseteid või demonstreerida hoopis aluspõhja lähedust. Pühajõe suudmes ja Tüksamäe ning Mummassaare vahel, kus klint veidigi veepiirilt taganeb, laieneb Limneamere üksikute eelluidetega terrass maksimaalselt 300 meetrini, nii et seda on võimalik ka kaardil kujutada (fotod 16, 1.23, 2.18). Toilas ja Sillamäe lääneosas koosneb Limneamere rannikuvöönd peamiselt hästi ümardunud lubjakiviklibust (foto 23), silma torkab Sõtke jõe suuet tõkestav maasäär. Ida suunas on setted liivasemad. Kui ka tänapäevane rand on kruusa-veeriseline, koosneb sellest katkendliku 1–2 m kõrguse aktiivse või hääbuva astanguga eraldatud terrass enamasti kruusa vahekihtidega liivast või kruusliivast (fotod 2.9, 2.17, 2.18). Neemede tippudes on tavalised kiviikulid, neist tuntuim asub Udria rannas (foto 2.6).

Akvatooriumil vaadeldakse Litoriina- ja Limneamere setteid koos (kusjuures tavaliselt on tegu just tänapäevaste, st Limneamere setetega). Veealusel rannanõlval paljandub enamasti Kambriumi sinisavi, mida vaid tükati katab hõre jäänuksete (jämeda liiva, kruusa, ka veeriste) kiht või mõni ajas ja ruumis ebapüsiv liivakas lääts. Ligi 6 km² suurune liivaväli, kust seda Sillamäe sadama ehitamiseks ka võetud on, lasub u 15 m sügavusel viirsavidel Tüksamäe panga ees. Sellest itta, Narva lahe pära suunas, koonduvad (hüdrodünaamilistest tingimustest sõltuvalt) erinevatel sügavustel levivad, maksimaalselt 3–4 m paksused vähese orgaanikalisandiga (<1–2%) aleuriitsed setted üheks suuremaks alaks. Kogu sellise mosaiiksuse juures võib siiski jälgida setete suhteliselt ühtlast peenenemist ja orgaanika sisalduse tõusu sügavuse suunas. Tüüpiliste mustade ja roheliste meremudade leviala jääb kaardilehe piirest välja.

Tuulesetted (vIV). Tuulesetted moodustavad Balti mere erinevate arengustaadiumitega seotud luitevalle ja luitestikke. Markantsemad neist seonduvad tavaliselt transgressioonide maksimumidega, mil meretaseme tõus ja glatsioisostaatiline maakerge kompenseerisid teineteist ning rannajoon püsis pikemat aega ühes kohas. Et aga uuritava alal puudusid klindi läheduse tõttu merele eeldused rannasetete säilimiseks – nad lihtsalt kulutati mere igal järgmisel arenguetapil või hoopis mattusid klindiesiste nõlvasete alla – ei esine siin ka märkimisväärsed holotseenseid luitemoodustisi. Vaid Perjatsi – Mummassaare vahemikus levivad klindiesisel Limnea- ja Litoriinamere terrassil väheldased eelluided ning lauged kühmastikud. Mõnest neist on isegi liiva ammutatud, kuid isegi 1:10 000 mõõtkavas topograafilisel kaardil nad praktiliselt ei väljendu.

Kaardilehele jääb Kurtna mõhnastiku, Eesti suurima kontsentratsiooniga (42 järve, ehk 12%, umbes 30 km²-st) järvedeala põhjaosa. Järved on glatsiokarstilised (jääpangaste/igikeltsa sulamisel tekkinud), väikesed, kuid sügavad. Liivjäre (foto 17) sügavuseks mõõdeti 1958.a. 10,7 m (Mäemets, 1977). Suurimatenas asuvad kaardilehe lõunapiiril osaliselt Kurtna järvestiku suuruselt teine ja kolmas looduslik järv, Kurtna Suurjärv (33,9 ha) ning Jaala järv (19,5 ha). Veidi suuremat Pannjärve karjääri tehiseveekogu (ka Vasavere veehoidla; u 34 ha, vt foto 42) ei tohi segi ajada sellest 750 m loodesse jääva pisikese Pannjärvega (2 ha). Maapinna üldise Peipsi-suunalise kallakuse ning liivaste põhjasetete valdamise tõttu puudusid tingimused järvede tekkeks ka Kurtna järvedest idas, praeguse Puhatu soostiku põhjaosas. Seal on vaid üksikutes turbasondeerimisaukudes läbitud kümmekond cm järvemuda. Tehisjärvedest on mainimist väärt keerulise kujuga, joonelisuse tõttu kaardilehe mõõtkavas peaaegu eristamatu tehiseveekogude süsteem Viivikonna, Sirgala ja Narva karjääri territooriumil. Küllaltki suured (18,5 ja 15,1 ha) on kaks suuremat Sillamäe settebasseinidest (foto 15) ning Sõtke paisjärv (31,1 ha), ülemine kolmest Sõtke jõel Sillamäe linna juures üles paisutatud järvest (vt fotod 19, 1.30). Suurima tehiseveekogu au kuulub ala idapiiri riivavale Balti soojuselektrijaama II settebassein (290,6 ha) Kõrgesoo

rabas. **Järvesetete (IIV)** settimine algas Kurtna järvedes eriaegselt, olles üldiselt küllaltki hiline. Enamuses uuritud järvedest toimus see Vara-Boreaal, mõnikord ka Preboreaal, kaardilehe lõunapiiri taha jäävas Konsu järves aga juba hilisglatsiaalis (Koff, 1994; Saarse, 1987, 1994). Eelkõige sõltus see mattunud jääpangaste sulamisest. Oma osa mängis ilmselt üldine madal veetase ja bioproduktiooni vähesus Vara-Holotseenis. Järvesetete läbilõiked samas on üsna ühetaolised. Liustikujõelisel või jääjärvelisel liival, harvem õhukesel järvelisel liiva- või aleuriidikihil lasub maksimaalselt 5–6 m paksune järvemuda lasund, milles esineb põhjavee-toitelisusele viitavaid lubjaka muda õhukesi vahekihte. Looduslike järvede leviala kontrastse (põhja)reljeefi tõttu ei erine järvesetete levik oluliselt tänapäevaste järvede levikust.

Konju küla lähedal lauge klindi jalamil on mainitud (Stumbur jt, 1960), ilma asukohta täpsustamata, kollaka või halli kavernoosse **allikalubja** õhukeste (< 0,5 m) läätsjate kihtide esinemist.

Nagu võibki Alutaguse piirkonnas oodata, on **soosetted (bIV)** kaardilehel enimlevinud (ligi 23%) settetüübiks. Seni veel, sest põlevkivi kaevandamise tõttu väheneb nende pindala pidevalt. Esineb nii raba, siirdesood kui madalsood, kusjuures kaht esimest kujutatakse kaardil tavaliselt koos. Peaaegu kogu kaardilehe lõunaosa hõlmab Eesti suurima, Puhatu soostiku põhjapoolne, suuresti tehismaastikuks muudetud madalsoo-kolmandik. Paremini on säilinud soostiku mõneti eraldiseisvad sopistused. Puhatu soostiku pindala on erinevatel andmetel väga erinev, Orru jt, (1975) järgi on see mineraalsaarteta 57079 ha. Turba suurimad paksused, ligi 7 m, jäävad vahetult Kurtna mõhnastiku ida(kirde)jalamile, Liivjärve sohu, kuid on samas suurusjärgus ka mõhnastikust läänes, Kurtna orundis paiknevas Vasavere soos. Soostiku äärealadel ulatub madalsoo tüüpi siirdesoo ja madalsoo pilliroo- ning puu-pillirooturba paksus 3 meetrini. Liivjärve soos algas madalsoo lehtsambla-turba settimine juba Preboreaal, ligi 10 000 14C a.t (Koff, 1994). Sub-Boreali algul hakkasid mitmel pool tekkima rabatsentrid.

Territooriumi idaserva jääb ligi viiendik Kõrgesoost. See on kaardilehe suurim, hästi väljakujunenud laugastega raba-ala, millel lõustab Eesti soojuselektrijaama tuhamägi. Kokku kuni 8,5 m paksune rabalasund koosneb fuskumi- või villpea-sfagnumiturbast, mille all lasub 2 m ulatuses siirdesoo tarna- ja tarna-sfagnumiturbast. Kohati lisandub viimase alla 0,5-1,5 m paksuselt männi-villpeaturvast. Laigutiselt leviv, kuni 6 m paksune raba-segalasund koosneb ülemise 0,5 m jooksul fuskumi- või meediumiturbast, all aga siirdesoo tarna-sfagnumi- või sfagnumiturbast. Raba ääristava madalsooriba paksus ei ületa 2,5 m. Suuremaid soid, mis ühtlasi on ka turbamaardlad, on veel iseloomustatud aruande peatükis 4.2. Pinnakatte maavarad.

Jõesetteid (aIV) vaadeldaval alal spetsiaalselt uuritud pole. Üldisemate põhimõtete järgi on jõesetted, eriti alamjooksul, esindatud enamasti sängisetetega – kohati mudaga kaetud kruusade või muutliku terasuurusega liivadega, mille paksus ei ületa 1 (2) m. Tihti puuduvad jõesetted hoopiski. Jõgede jääjärveliste setete levialale jääval keskjooksul esineb ka lammisetteid, mis lähtematerjali peeneteralisuse tõttu ei erine see oluliselt sängisetetest. Kus lamm esinebki, läheb see peaaegu märkamatuks üle ümbritsevaks jääjärveliseks tasandikuks.

Huvitav ja esmapilgul vastuoluline on aga piirkonna jõgede kulg. Üldlevinud arusaama järgi voolavad Põhja-Eesti jõed üldiselt lõunast põhja. Seda suunda jälgivad kaardilehel enam-vähem vaid suuresti tehislikud, kraavitud Voka (mõningatel kaartidel ka Konju jõgi ja isegi Vasavere jõgi) ning Vasavere jõgi. (Segadust nimedega selgitab, et juba nn verstakaardil on kunagi Kurtna Suurjärvest alguse saanud Vasavere jõe alamjooks kraavidena (läbi Isandajärve ja Peenjärke) ühendatud lühikese, umbes 2 km pikkuse ojakesega Voka klindilahes. Vahepeal oli ka Voka/Vasavere välajooks Kurtna järvest tammiga suletud ning viimase vesi juhiti Kohtla-Järve vesivarustuseks Konsu järve. Tänapäevase seisuga saab Voka jõgi alguse Oru asula kaguservast ning kraavitud kesk- ja ülemjooksuga Vasavere jõgi voolab taas Kurtna järvest Pühajõkke. Oma keskjooksul peaaegu ida-lääne suunaline Pühajõgi võtab Tallinn–Narva pärast maanteed suuna hoopis loodesse (mõningate suuremate looetega põhja-kirdesse), et umbes

1,5 km enne suuet Toila Oru pargis lõplikult põhja-kirdesse pöörduda. Sõtke jõe tehisk, kraavitud ülemjooks Peenjärvest alates (võttes kunagi ära osa Voka jõe vett) on ida-lääne-suunaline. Mustaninast edasi, looduslikus sängis, käitub jõgi sarnaselt Pühajõega, viseldes teravakäänuliselt põhja-kirde- ja loodesuuna vahel (foto 1.30). Sillamäe linna juures on jõgi paisutatud kolmeks allavoolu kahanevaks veehoidlaks. Vahetult enne merresuubumist tõkestab tema tee Limneamere maasäär, sundides jõge enam kui kilomeetri voolama itta või isegi veidi kagusse. Kunagi Kurtna järvestiku Nootjärvest alguse saanud ida-lääne-suunalise Mustajõe (foto 5) suund on säilinud, kuid jõeale on antud täiesti uus tee. Tänapäeval loetakse tema lähteks 4 km lõuna pool, juba kaardilehest välja jäävat Peen-Kirjakjärve. Edasi kulgeb jõgi, enamasti tehissängis, läbi kaevandatud ala Narva jõeni. Eesti veerikkaim, Narva jõgi (foto 2.19), riivab kaardilehte edela-loode suunaliselt vaid 2 km pikkusel lõigul Mustajõe suudme lähedal. Venemaa poolel nimetatakse seda kohta sümboolse nimega Pustoi Konets.

Niisiis on lõunasse kaldus (nn kuesta-laadne) Ida-Viru paeplatoo olnud jõgedele tõsiseks takistuseks, sundides neid voolama idast läände, otsides läbipääsu merre. Põhja-lõuna suund on olnud iseloomulik vaid lühikestele jõelõikudele (mujal kui) Alutaguse madalikul. Leidnud nõrgema koha aluspõhjakiivimites, pöördusid jõed Põhja-Eestile iseloomulikke kirde- ja edelasuunalisi lõhelisuse- ja rikkevööndeid kasutades siksakitades Soome lahe poole. Klindist läbi murdes lõikusid jõed 15-25 m (Pühajõe suudmes kuni 35 m) aluspõhja, Voka jõgi – pinnakattesse. Kulutades oma alamjooksule sügavad, kohati peaaegu kanjoni-laadse ilmega V-kujulised orud (fotod 1.16, 2.1), tekitasid jõed ühtlasi karestikke ning jugasid (fotod 6–8). Ja kõigele sellele on oma pitseri vajutanud inimene (fotod 3, 4, 2.20).

A. Tammekann (1926) on Pühajõe küllalt pika arengulooga tugevalt meandreerual suudmealal (fotod 10, 1.17) eraldanud välja 18 peamiselt erosioonilist terrassi, mis rühmituvad kolme (või isegi nelja) gruppi: 1,5–3; 7,5–8 ja 13–15 m. Madalaim terrass vastab tänapäevasele tulvavee tasemele, keskmine on ilmselt Litoriinamere/Limneamere vahetuse aegne ning kolmas iseloomustab Antsülusjärve aegset erosioonibaasi. Lühema arenguga Sõtke jõe kõrgeim terrassigrupp (8–9 m) vastab ligikaudu Litoriinamere lõpu tasemele.

Nõlvasetete (cIV) üldpindala pole küll märkimisväärne, kuid ometi on nad suure joonelise ulatusega, levides praktiliselt kõikjal klindi jalamil kaardilehe äärmisest lääneservast idaküljeni (vt esikaant). Nad puuduvad mõnikord vaid seal, kus meri ulatub vahetult klinti murrutama ning samas pole mõnda aega toimunud varinguid, näiteks Udria või Meriküla pangal (foto 9). Samuti esineb nõlvasetteid, enamasti küll mattununa, Vasavere ürgoru nõlvadel (joonis 2.6), ning ilmselt teisteski orgudes, aga ka Sinimägede jalamil (foto 1.15). Miidel ja Raukas (2005) eristavad paekaldal varinguid, aluspõhjaliikke, ringsilindrilisi lihkkeid ja maarooma. Otsustades paekruusa ja -veeristiku valdamise järgi klindiesisel rannal, on varingud karbonaatse materjali allikana olnud esmatähtsad (fotod 1.2 ja 1.14). Käesoleval hetkel on valdavaks protsessiks enamasti ringsilindrilised lihked (fotod 2.21 ja 2.22).

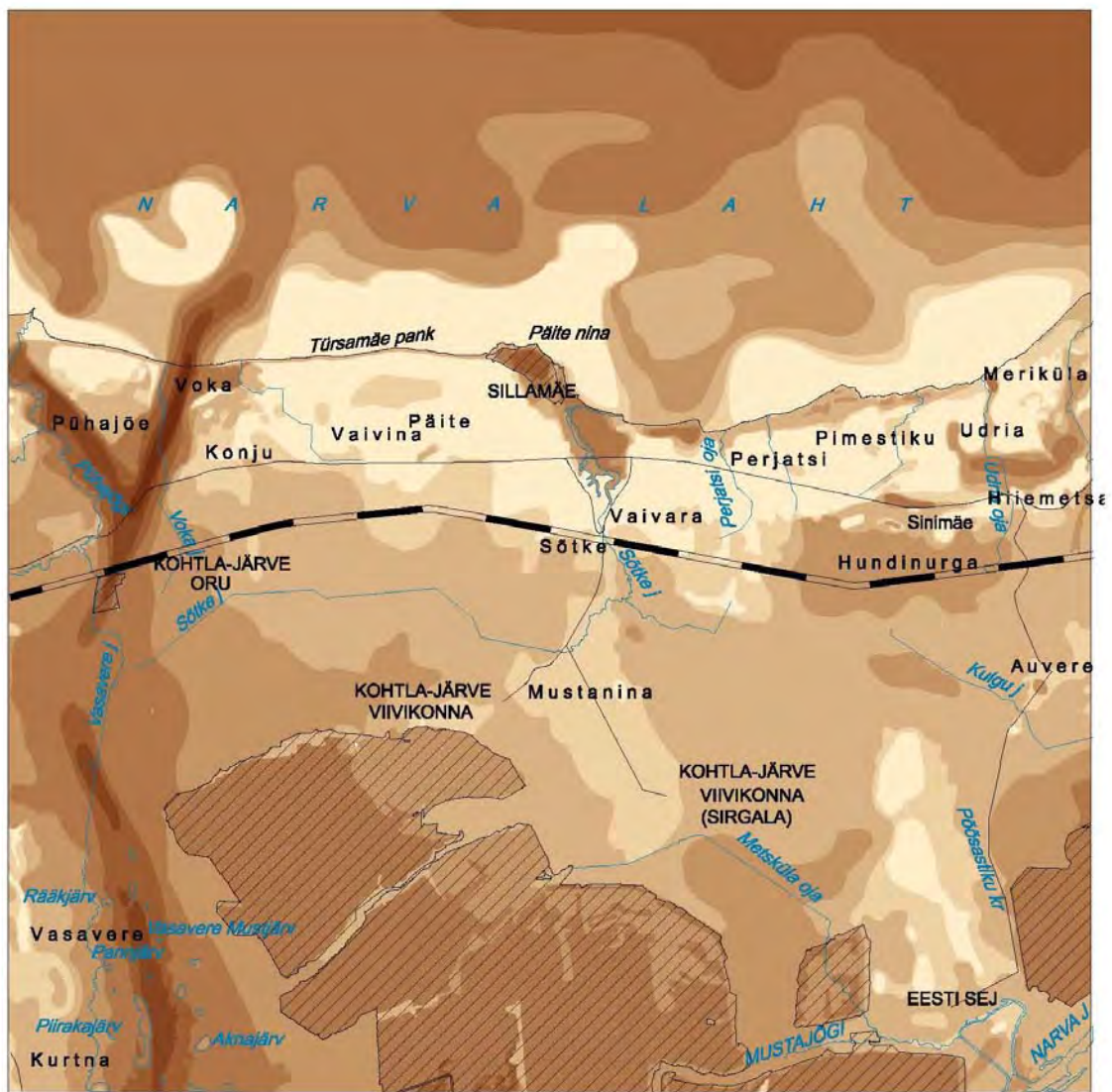
Sillamäe kaardileht on inimese poolt enim mõjustatud piirkondi Eestis. **Tehnogeensed setted (tIV)** hõlmavad siin tervelt viiendiku maismaa-alast, kusjuures kitsaid joonelisi (teed) ega asustatud punktide ulatuslikke, kuid suhteliselt ühtlaseid õhuke siinimtekkelisi settekihte nende seas tavaliselt ei näidata. Suurima levikuga on tehnogeensed setted ala lõunaosas, endiste Viivikonna, Sirgala ja Narva põlevkivikarjääri piires, mida tänapäeval vaadeldakse tihti ühtse Narva karjäärina. Sellisena on kahtlemata tegu Eesti ulatuslikuma tehismaastikuga (-pinnavormiga?), millest enamus jääb küll naaberkaardilehele (Kuremäe 6531). Territooriumi lõunapiiril, kus kasulik põlevkivikiht lasus sügavamal, on kvaternaarse kattekihi ja jämedama paekivi-aherainega vaaluviisiliselt taastäidetud kompleksi (fotod 1, 3.6) paksus 20 ja enam meetrit, kohati isegi üle 25 meetri. Kõrgeimaks tehispinnavormiks on Eesti Elektriijaama tuhamägi ala idapiiril (foto 3.5) absoluutsete kõrgustega kuni 62 m (Vaarik, 2009). Elektriijaama töö käigus tekkinud ja kokku kogutud tuhk segatakse suure koguse veega (suhtes 1:15 – 1:30) ning saadud segu – pulp – pumbatakse ladestuspaika. Esmapiilgul suur ja kompaktne, koosneb

tuhamäe “töötav osa” omavahel ühendatud settetiikidest. Neist viimasest valgub vesi mäe jalamile selitisse (alumisest selitustiiki). Vastavalt koosneb ka tuhamägi erinevate omadustega tuhakihtidest. Eesti Elektriijaama tuhamäe suhteliseks kõrguseks (ning seega ka tehnogeense settekihi ligikaudseks maksimumpaksuseks) loetakse (Vaarik, 2009) 45 m. Viimast arvestades peaks, tõsi küll, tuhamäe absoluutseks kõrguseks olema 70–75 m. Analoogne, kuid väiksem on Sõtki klindioru suudmes, vastu Tüksamäe panka paiknev peatselt suletava Sillamäe soojuselektriijaama tuhamägi (foto 15). Tehispinnavormidest kurikuulsaim on kindlasti eelmisega külgnev Sillamäe radioaktiivsete jäätmete hoidla (fotod 15 ja 16). Uraanitöötlemise lõpetamisel 25 m kõrgune jäätmehoidla on nüüdseks kaetud 13 m paksuse viiekihilise katendiga, millest on olulisim alumine, sinisavi kiht. Tehnogeensete setete maksimumpaksuseks “mäes” on 35 m. Teistest, põlevkivikaevandamisega mitteseotud tehnogeensetest pinnvormidest on suuremad Sillamäe sadam ning Sillamäe vana prügila. Inimtegevusest pole puutumata jäänud isegi akvatoorium. Nii võib ka pinnakatte kaardil (vt joonis) näha 0.25 km² suurust ruudukujulist ala, kust on Sillamäe sadama ehituseks liiva võetud.

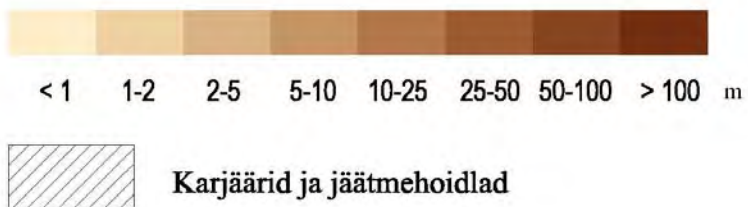
2.3. PINNAKATTE PAKSUS

Pinnakatte paksuse kaart (vt joonist 2.11) on kaardikomplekti suure praktilise tähtsusega lisakaart, mis on saadud tänapäevasest reljeefist aluspõhja reljeefi (vt joonist 1.3) lahutamisel. Kaardid koostati marsruutide käigus kogutud 955 vaatluspunkti ja paljandi, geoloogiliste puuraukude andmebaasis sisalduva 1561 puuraugu ning puurkaevude andmebaasi 380 puurkaevu andmetel. Aluspõhjani ulatusid seejuures 270 paljandit-vaatluspunkti, 1498 puurauku ning 300 puurkaevu. Õhukese, vähem kui meetripaksuse pinnakattega alasid on kaardilehe maismaaosas 11%. Need on koondunud tavaliselt Ida-Viru lavamaa klindiga piirnevasse 2–2,5 km laiusse mosaiiksesse alvarite võõndisse. Laiguti puudub pinnakatte ka Eesti elektriijaamast põhja poole jääval Devonil kivimite avamusalal. Praktiliselt kogu kaardilehele on iseloomulik aluspõhja paljandumine klindiasangu ees, vahetult mererannas Sõltuvalt veetasemest ja (hiljutistest) hüdrodünaamilistest tingimustest, võib paljanduvus seal nii ajas kui ruumis kiiresti varieeruda, muutmata muidugi üldpilti. Ka suurel osal veealusest rannanõlvast, tavaliselt 0,5–2 km, harvem kuni 3 km laiuselt, kuni ligikaudu 10 m sügavusjooneni, on lainetus ja hoovused pinnakatte ära kandnud. Nii moodustavadki tihti vaid mõne cm paksuse jäänukssete kihiga kaetud Kambriumi sinisavi paljandid enam kui 15% akvatooriumist.

Akvatooriumil pakseneb pinnakatte sügavuse suurenedes üsna ühtlaselt põhja suunas (vt ka joonist 2.4), 15–20 meetrini kaardilehe edela- ja enam kui 30 meetrini kirdenurgas (vastu Narva lahte), maismaal aga selgelt lõunasse, Peipsi nõo poole. Pinnakatte suurimad paksused on seotud piki kaardilehe lääneserva kulgeva Vasavere ürgoruga. Ürgoru profiil on väga muutlik (vt joonist 2.5). Selle Voka harus on puuraugus 8618 pinnakatte paksuseks fikseeritud 160,6 m, tegelik maksimumpaksus on ilmselt suuremgi. Ürgoru enne Soome lahte hääbuvas Pühajõe harus on pinnakatte paksus kuni 40–60 (ja veidi enam) meetrit. Kurtna mõhnastiku piires lisandub oru ligikaudu 40–45 m suhtelisele sügavusele peaaegu sama paks liustiku sulavete settekompleks ning pinnakatte paksus võib siin küündida 80 meetrini. Pinnakatte jaotumist on oluliselt mõjutanud inimtegevus. Viivikonna, Sirgala ja Narva karjääris on muutub tehnogeensete setete paksus 0-st 25 ja enama meetrini, olles suurel alal 10 ja 20 m vahemikus. Veelgi suuremad paksused on seotud tuhamägede ja jäätmehoidlatega, ulatudes Eesti elektriijaama tuhamäel enam kui 40 (50?) meetrini.



0 2 4 km



Joonis 2.11. Pinnakatte paksus.

Figure 2.11. Thickness of the Quaternary deposits.



Foto 2.1. Udria panga ees pole rannariba paarikümne meetri laiunegi. Tagaplaanil samanimelise oja sätkoru-laadse oru suue. Hüdrogeoloog mõõtkavaks.

Photo 2.1. Delimited coastal plain in front of Udria Cliff. The mouth of Udria Brook on the background.



Foto 2.2. Vokal moodustavad samanimelist klindilahte täitvad pinnakatte setted pseudoklindi.

Photo 2.2. The cliff at Voka Klint Bay is composed of Quaternary deposits only.



Foto 2.3. Mõned paeplatoosse lõikunud orud on (olnud) täitunud moreeniga. Paljand Perjatsi orundis.

Photo 2.3. Rare outcrop of silty till in the valley of Perjatsi Brook.



Foto 2.4. Pimestiku oja suudmes võib näha klindiesise savimoreeni (oja perv labida juures) lasumist Kambriumi sinisavil (rohelised laigud vasakul).

Photo 2.4. The contact of clayey till (brown, near the spade) and “Cambrian Blue Clay” (green on the left, slightly covered with shingle).



Foto 2.5. Kas niiviisi deformeeritud liivakive ja kiltasid Ungula pangal tuleks lugeda aluspõhjaks või moreeniks?

Photo 2.5. Upper part of Ungula Cliff. Deformation till or bedrock?



Foto 2.6. Kaitsealune Utria kivikülv.

Photo 2.6. Utria Boulder Field.



Foto 2.7. Lauge põimkihilisusega lavaoosi setted Kurtna mõhnastikus Pannjärve karjääris.
Photo 2.7. Low-angle cross-stratification of esker deposits in the Pannjärve open-pit, Kurtna Kame Field.



Foto 2.8. Sinimäe glatsifluviaalse delta distaalse (kaugema) osa setted.
Photo 2.8. Deposits of distal part of Sinimäe glaciofluvial delta.



Foto 2.9. Enam kui 20 m kõrgune paljand Voka 3, mille setted on Molodkovi jt (2007a) andmeil kuhjunud enne viimast jääaega.

Photo 2.9. Outcrop at Voka of uncertain age (Molodkov et al., 2007b).



Foto 2.10. Mõned peavad selliseid lasuvusrikkeid Voka paljandeis tõendiks hilis-jääaegsetest maavärinatest.

Photo 2.10. Are these dislocations in Voka outcrop caused by earthquake or simple by differential loading?

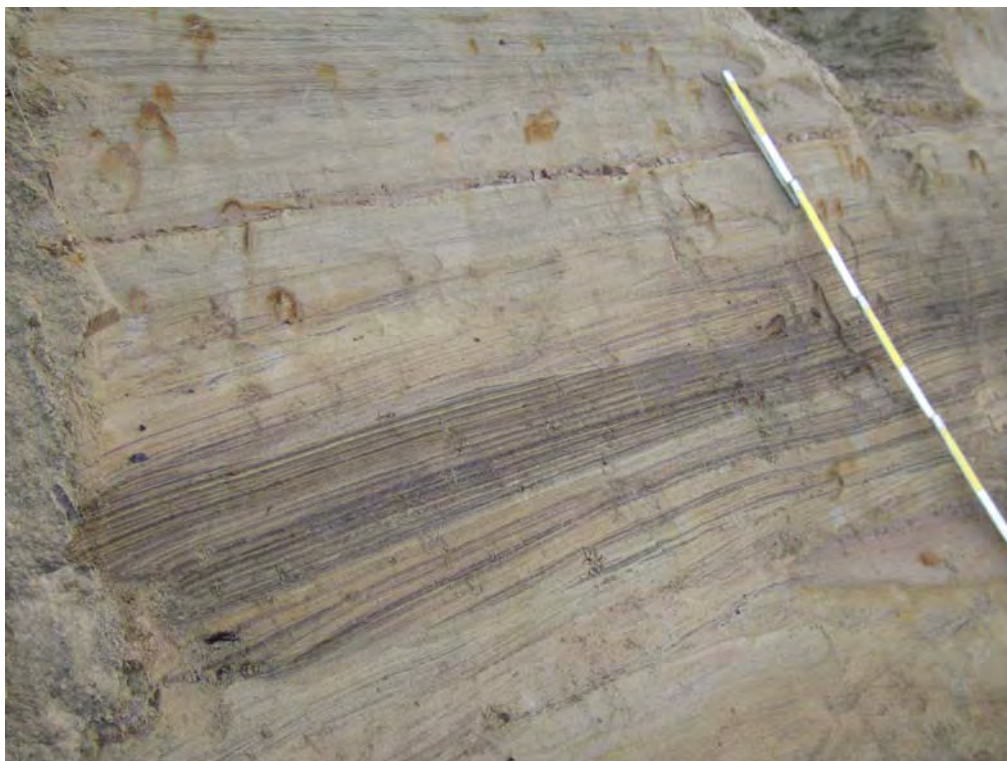


Foto 2.11. Voka läbilõike ülaosale on iseloomulik diktüoneemakilda lisandist põhjustatud horisontaalkihilisus ...

Photo 2.11. Typical sediments of upper ...

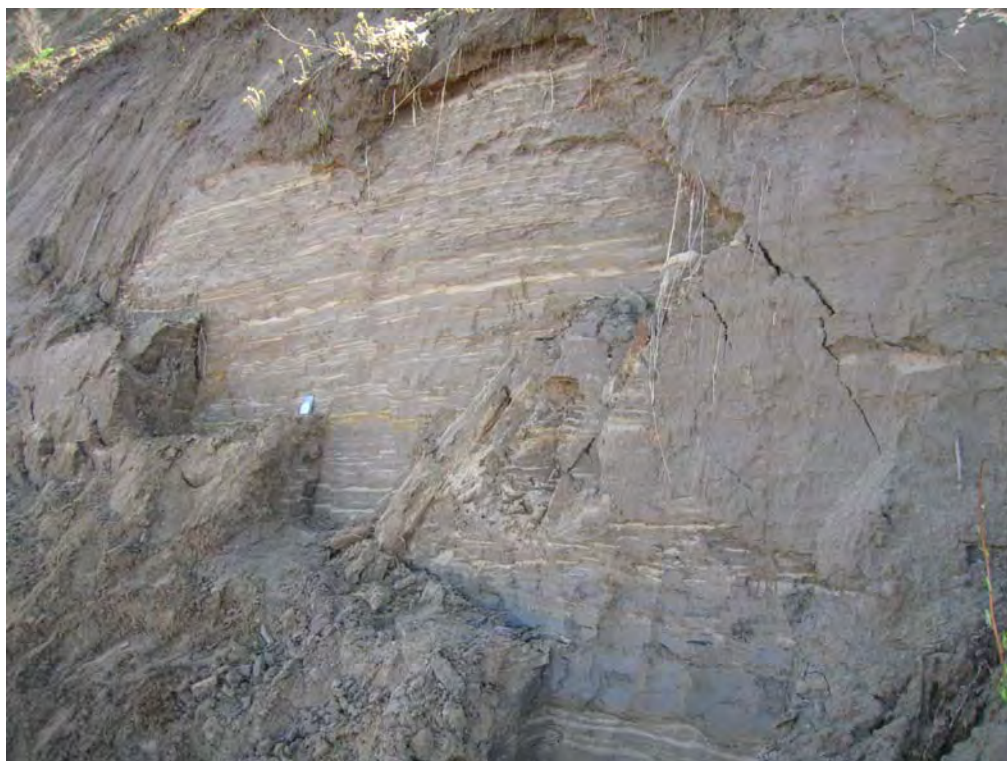


Foto 2.12. ... alumise osale aga virelise liiva läätsede ja vahekihtidega savide esinemine.

Photo 2.12. ... and lower part of Voka outcrop.



Foto 2.13. Balti jääjärve rannavall Konjus ...
Photo 2.13. Beach ridge of Baltic Ice Lake at Konju ...



Foto 2.14. ...ja selle vähe läbipestud, veidi moreeni-ilmelised setted.
Photo 2.14. ... and its deposits, consisting of slightly rewashed till.



Foto 2.15. Samas Konju külas, kuid klindi servale lähemal, on jääjärve setted palju paremini ümardunud ja sorteeritud ...

Photo 2.15. Closer to the verge of Klint material of the coastal terraces and ridges gets better rounded and sorted ...



Foto 2.16. ... ja tihti ka oluliselt jämedamad, viidates märksa suuremale vee-energiale.

Photo 2.16. ... and is often much coarser.



Foto 2.17. Nii Kambriumi sinisavisse kui Limneamere kruusliiva murrutatud astang Perjatsi rannas.

Photo 2.17. Bluff at Perjatsi abraded both into marine gravelly sand and Cambrian “blue clay”.



Foto 2.18. Pimestiku kruusane rand veepiirile kuhjatud rahnudega.

Photo 2.18. Gravelly beach with boulders at Pimestiku.



Foto 2.19. Eesti veerikkaim, Narva jõgi vahetult veehoidlast ülesvoolu ...
Photo 2.19. Narva River has the highest discharge in Estonia.



Foto 2.20. ... ja aastakümneid kuiv Vasavere lisajõe säng.
Photo 2.20. Dry wash of the left tributary of Vasavere River.



Foto 2.21. Ringsilindrilise lihke tõttu klindiastangu jalamilt mereranda liikunud Alam-Kambriumi liivakivid Künnapõhja panga ees...

Photo 2.21. Detached from the Klint by rotational slip a ridge of Lower Cambrian sand- and siltstones at Künnapõhja.



Foto 2.22. ... ning peaaegu merre “roomanud” sinisavi Pühajõel.

Photo 2.22. Talus creep of Lower-cambrian “blue clay” at Pühajõgi Cliff.



Foto 2.23. Sirgala põlevkivikarjääri settebassein Riiasoos (Puhatu soostik).
Photo 2.23. The sedimentation pool of Sirgala oil shale open-cast.



Foto 2.24. Mahajäetud freesturbaväli Oru soos (Puhatu soostik).
Photo 2.24. Abandoned field of peat harvest in Oru Mire, Puhatu Mire System.



Foto 2.25. Pääte pangal pinnakate praktiliselt puudub, kuid klindi ees võib selle paksus ulatuda 5 ja enama meetrini.

Photo 2.25. Typical “cross-section” of alvar – area with thin or absent Quaternary cover – at Pääte Cliff.



Foto 2.26. Pühajõe suudmes on Vasavere ürgoru Pühajõe haru juba hääbunud ning siin paljandub aluspõhjaline sinisavi.

Photo 2.26. Outcrop of Cambrian “blue clay” in the mouth of Pühajõe River.

3. HÜDROGEOLOOGIA JA PÕHJAVEE KAITSTUS

Hüdrogeoloogiline ja põhjavee kaitstuse kaart on koostatud suures osas varasemate keskmise- ja suuremõõtkavalise geoloogilise kaardistamise ning otsingu- ja uuringutööde materjalide põhjal. Kasutatud on veel põlevkivi kaevandamise ettevõtete seireandmeid ning asulates läbiviidud põhjavee keemilise koostise uuringute (Radik, 1991) materjale, lisaks ka põhjaveevarude kinnitamise aruandeid (Savitski ja Vallner, 1999; Savitski ja Savva, 2000 ja 2005). Valdav hüdrogeoloogiline andmestik pärineb 380 andmebaasi "Põhjavesi–Puurkaev"(edaspidi tekstis nimetusega kataster) kantud tarbepuurkaevust ja vaatluspuurkaevust, kuigi paljudel juhtudel iseloomustavad nad keskkonda, mis tänu kaevandamisele on pöördumatult muutunud. Veepunktide keskmine tihedus on ligi 1 puurkaevu 1 km² maismaa kohta, kuid põhiline osa neist paikneb territooriumi tihedama asustusega põhja- ja idaosas ning üle 50 on nüüdseks likvideeritud. Lisaks kasutati ka 6 välitöödel uuritud allika andmestikku.

Kaartide koostamisel oli aluseks geoloogilise kaardistamise juhend (Juhend..., 2009), milline tugineb rahvusvahelisele tugilegendile "Hydrogeological Maps. A Guide and a Standard Legend" (Struckmeier ja 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 Ida-Eesti vesikonna Viru alamvesikonnas ning hüdrogeoloogiliselt Balti arteesiabasseini põhjaosas, 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 3.1. Hüdrostratigraafiline liigestus põhineb digitaalse geoloogilise kaardistamise juhendi (Juhend..., 2009) seletuskirjale.

Tekstis kasutatakse nimetust Ordoviitsiumi veekompleks juhendis nõutud ja kaardil kasutatud Siluri–Ordoviitsiumi (S–O) veekompleksi asemel, arvestades Siluri kivimite puudumist kaardilehel.

Kaardilehe piires liigub põhjaveevool toitealalt, Jõhvi kõrgustikult, radiaalselt väljeala suunas, st Soome lahte ja ka tegutsevate karjäärade suunas. Maapinnalähedasi veekihte mõjutab enim jõgedevõrk ja mäetööd, sügavamaid veekihte aluspõhjakevimeisse lõikuvad mattunud orud ja tektoonilised rikked.

Kvaternaari (pinnakatte) setetes esinevad nii surveta vett sisaldavad ja vahetult meteoroloogilistele mõjuritele alluvad poorsed põhjaveekihid kui ka survelehed põhjaveekihid. Vasavere mattunud org on põhilises osas täitunud liivade ja kruusadega, kuid selle läänepoolne haru on kaardil näidatud oruna, kus vaid kohati võib glatsiofluviaalsetes liivades paiknev veekiht olla alternatiiviks aluspõhja veekihile. Pinnakattes tungib kogu infiltratsioon ja seda läbib suurem osa põhjavee äravoolust.

Pinnakatte ülemine osa, või kaardilehel sageli kogu pinnakate, 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 ning ka kaeveõõnsustes. Siin levivad katkendlikud kihilisusega paralleelsed ja enamasti 1–2 m paksused ning suhteliselt tugevasti lõhestunud vööd, mille kaudu põhjavesi liigub lateraalselt ka puurkaevudesse. Puurkaevu poolt avatud kivimikompleksist hõlmavad lateraalsed veevööd, mis jagunevad läbilõikes võrdlemisi ebahühtlaselt, keskmiselt vaid 13% (Perens, 1998). Ala põhjapiiril moodustuvad esimese maapinnalähedase aluspõhjalise veekihi poorsed terrigeensed kivimid ja mõnevõrra kõrgendatud mineraalsusega vee liikumiskiirus on siin väike. Aluskorra lõhedes esinev kõrgendatud mineraalsusega vesi on praktiliselt liikumatu.

Tabel 3.1. Hüdrostratigraafiline liigestus.

Table 3.1. Hydrostratigraphical units.

Regio- naalne strat. skeem	Koha- likud ühikud	Hüdrogeoloogilised stratonid			Valdav paksus, m	Veetase maa- pinnast, m	Deebit, l/s	Alan- dus, m	Erideebit, l/s*m
Lades- tu	Kihistu	Vee- kompleks	Veekiht	Veepide					
Kvater- naar	Järva	Kvater- naari (Q)		tehnogeensed setted (tQ _{IV})	10–40				
				järvesetted (lQ _{IV})	2				
				jääjärveline savi (lQ _{III})	1–2				
			Glatsioflu- viaalsete setete (fQ _{III})		2–50	0–17	0,1–18	0,3–26	0,01–19
				glatsigeensed setted (gQ _{III})	1–2				
Devon	Vadja Leivu			Narva (Vadja- Leivu) veepide (D ₂ vd-lv)	5–13				
Ordo- viit- sium (O _{3–2}) (O _{1–2})		Ordoviit- siumi (S- O)	Ordoviitsiumi liigestamata		5–80	1–22	0,15–5,9	0,5–25	0,01–10
				Ordoviitsiumi veepide (O)	2–6				
Kamb- rium (Ca _{1–3})	Kalla- vere	Ordoviit- siumi– Kamb- riumi (O– Ca)	Ordoviitsiumi– Kambriumi (O–Ca)		10–20	1–26	0,1–7,4	0,5–20,5	0,02–2,0
	Lükati Lontova			regionaalne veepide (Ca ₁ lk– Ca ₁ ln)	75–110				
Ediacara (V ₂)		Kamb- riumi– Ven-di (Ca–V)	Voronka (V ₂ vr)		15–28	5–75	1,3–13	2–23	0,06–5,8
				Kotlini (V ₂ kt)	25–40				
			Gdovi (V ₂ gd)		≤50	5–44	1,3–19,4	2,7–33	0,05–2,1
Protero- soikum (PP- MP)			Aluskorra murenemis- kooriku ja lõhelise vööndi (PP- MP)						
			lõhedeta aluskind (PP- MP)						

Kui põhjaveekiht on suhteliselt homogeenne ühik, siis veekompleksi all mõistetakse fatsiaalselt ja aineliselt koostiselt kirjut, valdavalt ühte liiki veeläbilaskvusega, kuid erinevate filtratsiooniomadustega kihindit. Veepidemetena eristatakse kihte, mille transversaalne (kihipindadega ristuv) filtratsioonikoefitsient (K) on väiksem kui 10^{-2} m/d. Tegelikult veevarustuse seisukohalt eristatakse piisavalt vettandvaid veekihte ja veekomplekse (kaevude valdav erideebit $q > 0,1$ l/(s×m), $K > 1$ m/d) ning piiratud levikuga nõrgalt vettandvaid veekihte ja veekomplekse ($q < 0,1$ l/(s×m), $K < 1$ m/d). Erideebitina tähistatakse kaevu tootlikkust (l/s) veetaseme alandamisel 1 meetri võrra pumpamise käigus. Filtratsioonikoefitsiendina (K) mõistetakse kivimi või sette omadust lasta endast läbi gravitatsioonivett. Filtratsioonikoefitsiendi, milline iseloomustab kivimite, setete vee läbilaskvust (veejuhtivust), mõõtühikuks on m/ööpäevas (m/d). Tootlikkuse mõõtühikuna kasutatakse veetarbimises lisaks l/s ka $m^3/ööpäevas$ (m^3/d).

Tabelis 3.1. pole katsepumpamiste puudumisel pinnakatte piiratud (sporaadilise) levikuga ega ilma olulise põhjaveevaruta kihid toodud.

3.1. KVATERNAARI VEEKOMPLEKS

Kvaternaari veekompleksi suurimaks puuduseks on selle väike reostustaluvus. Kaardipildis on see veekompleks eristatud vaid Vasavere mattunud oru lõunaosas, kuid tingmäärgiga on antud ka kogu mattunud org, millises võivad kohati olla alternatiivseks veevarustuse allikaks glatsiofluviaalsed setted. Põhiliselt on pinnakatte setted sügavamasse Ordoviitsiumi veekompleksi filtreeruvate sademete regulaatoriks. Enamik allpool kirjeldamist leidvaid veekihte on olulise põhjaveevaruta ja setete levikut võib jälgida kaardikomplekti pinnakatte kaardil ja läbilõigetel.

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

Tehnogeensed setted levivad põlevkivikarjäärade väljatöötatud alal ning Eesti Elektriijaama ja Sillamäe soojuselektriijaama (foto 1.15) tuhaväljadel. Põlevkivikarjäärade puistanguis on 10–15 m paksused (kaardilehe lõunapiiril ka 20 m) setted tavaliselt veetud. Puistanguis võib vesi esineda hooajaliselt ülaveena või lokaalselt, kui veesamba kõrgus ei ületa 2 meetrit. Setteis uute veekihtide teke on seostatav karjäärade sulgemisega.

Eesti Elektriijaama tuhaladestu on kõrgeimas kohas tasemel üle 60 m ümp, selle pindala on ligi 5 km^2 (Vaarik, 2009). Setete veejuhtivus tuhamägedes varieerub olenevalt terajämedusest, kuid valdavaks on peentuhk, milline moodustab vett peaaegu mitteläbilaskvaid kihte. Balti Elektriijaamas on saadud tihedate kihtide $K = 0,19\text{--}16,1 \times 10^{-9}$ m/d (Arro jt, 2002). Sillamäe jäätmeheidla on nüüdseks lõplikult saneeritud, millega välistati ladestatud materjali kokkupuude sademetega.

Jõesetete (aQ_{IV}) ja järvesetete (IQ_{IV}) olulise põhjaveevaruta kihid levivad Pühajõe orus ja ulatuslikult Narva jõe üleujutatud kallastel. Setete veeandvust pole uuritud, kuid hüdrauliliselt seotuna jõe- või sooveega ei vasta siinne põhjavesi joogivee nõuetele organoleptilistelt omadustelt. Oluline on vettpidava iseloomuga järvemuda, mida on Kurtna järvede põhjas 2–4 m.

Soosetete (bQ_{IV}) olulise põhjaveevaruta kiht levib laiguti kogu alal ja valdavalt on madalood. Veetaseme sügavus looduslikus seisundis soodes ei ületa poolt meetrit ja veekihi tüsedus, olenevalt turbalasundi paksusest, on 1–3 m. Tegutsevate põlevkivikarjäärade läheduses on veetase alandatud, sageli kuivendatud kogu turbalasund. Looduslik rabavesi on happelise reaktsiooniga (pH kuni 4), kuid enamusel alal on põlevkivitööstuse mõjul toimunud leeliseline reostumine ja vete pH on üle 6. Humiinaaineist on põhjustatud soovete suur orgaanikasisaldus. Praktilist kasutust soosetete veekiht ei ole leidnud, kuid on väga oluline sademete akumulatsioonina.

Meresetete (mQ_{IV}) olulise põhjaveearuta kiht levib vaid ala kaardilehe põhjapiiril kitsal klindiesisel alal. Praktist kasutust veekiht ei leia, sest savidel lasuva liivakihi tusedus on kuni 2 m.

Jääjärve setete (lgQ_{III}) olulise põhjaveearuta kiht levib laiguti kogu alal. Eriteralistest liivadest rannavallid on enamasti veetud. Vettisaldavaks on peenliivad filtratsioonikoefitsiendiga 0,1–1 m/d. Vasavere mattunud oru ümbruses saadi katsepumpamistel kaevistest erideebitid 0,001–0,2 l/s $\times$ m (Gontar, 1965). Vesi on survetu või olles läätsedena mattunud oru moreenis, nõrgalt surveiline. Põhjavesi on muutliku keemilise koostisega, kusjuures valdab $HCO_3-SO_4-Na-Ca$ - tüüpi vesi mineraalsusega kuni 0,5 g/l. Vee rauasisaldus on kõrge ja enamasti on raud Fe^{2+} kujul. Väikese veeandvuse tõttu pole see vesi veevarustuseks sobiv. **Jääjärvelised savid (lgQ_{III})** eraldatakse traditsiooniliselt välja veepidemena ($K < 10^{-4}$ m/d). Vettpidavate setete tusedus ei ületa enamasti 2 meetrit (seda ka mattunud Vasavere orus), kuid Sillamäe ümbruses Sõtke orus küünib see 5 meetrini.

Glatsiofluviaalsete (fQ_{III}) setete veekiht leiab kasutamist Vasavere mattunud oru lõunaosas. Alates 1972. aastast tegutseb siin Vasavere veehaare. Veekihi paksus veehaarde piires ulatub 60 meetrini. Setete filtratsioonikoefitsient on 26–60 m/d ja positiivsed pinnavormid moodustavad suuremas mahus aeratsioonivöö. Enamusel alast on veekiht survetu ja erideebitid on siin isegi üle 10 l/s $\times$ m. Vasavere mattunud orus levib veekiht põhja suunas Isandajärveni, siit edasi on org täidetud peamiselt limnoglatsiaalsete aleuriitidega. Arvestatava tusedusega on deltasetetes veekiht ka Sinimägedest lõunas. Hüdrogeoloogiliselt on ta siin põhjalikumalt uurimata. Praktist veevarustuslikku tähendust siiski ei oma ning läbilõike ülaosa on kuivendatud Sinimägede ja Keskusealuse maaparandusobjektidega (Kupits, 1980). Veekihi vesi on $HCO_3-Ca-Mg$ - või $HCO_3-SO_4-Ca-Mg$ - tüüpi, mage, kohati suure rauasisaldusega. Pannjärve ümbruses on põhjavees rauda kohati kuni 20 mg/l ning veehaardest tarbijateni juhivat vett töödeldakse Ahtme veepuhastusjaamas. Valdavalt on veekihi mineraalsus 0,1–0,3 g/l, kuid karjäärade läheduses tõuseb kuni 0,4 g/l.

Moreeni (glatsiogeensete setete – gQ_{III}) sporaadilise levikuga veekihti ei ekspluateerita. Vettisaldavaks on vaid alumine, lokaalmoreeni osa või üksikud moreenis esinevad liivaläätсед. Kaardilehe kaguosas on lokaalmoreen esindatud jämepehke materjaliga.

Vesi on $HCO_3-SO_4-Ca-Mg$ - tüüpi, kõrge rauasisalduse ja mineraalsusega 0,5–0,8 g/l. Erinevalt liivsetes esinevast põhjaveest on moreenis leiduv vesi kare või väga kare. Tavaliselt on moreenid veevaesed ja saviliivade filtratsioonikoefitsient on 0,05–0,2 m/d.

Suuremal osal kaardilehest võib moreeni käsitleda **suhtelise (nõrga) veepidemena** kuni väga väikese läbilaskvusega veekihina ja filtratsioonikoefitsient küünib liivsavimoreenidel 10^{-3} m/d.

3.2. ALUSPÕHJA JA ALUSKORRA VETTANDVAD JA VETTPIDAVAD KIHID

Devoni Vadja kihistu karbonaatkivimite ja savide kompleks levib kaardilehe kaguosas ja on vastavalt geoloogilise kaardistamise juhendile (Juhend..., 2009) välja eraldatud veepidemena. Praktikas on avamusalal karbonaatsete kivimite kuni 5 m paksune ülaosa siiski lokaalselt (sporaadiliselt) vettandev. Ka keskkonnaministri 2004.a. määrusega kinnitatud veekogumite loetelus on sinne Devoni kivimite avamusala loetud Kesk-Alam-Devoni põhjaveekogumisse. Eesti Elektri jaama vaatluskaevudes on erideebitid $< 0,001$ kuni 0,3 l/s $\times$ m ning vee mineraalsus 0,4–0,7 g/l. Iseloomulik on vee suur rauasisaldus. Kivimite lõhelisusega on arvestatud põhjavee kaitstuse kaardi koostamisel. Lõhelisuse arengut on soodustanud ka lõhkamistööd Narva karjääris ning tööstuskompleksi maa-aluste kommunikatsioonide ja veekanalite rajamisel.

Võrreldes hüdrogeoloogilisi parameetreid, vee keemiat ja tasemeid Ordoviitsiumi veekompleksi omadega võiks siinsed Devoni kivimid avamusalal, vaatamata nende stratigraafilisele kuuluvusele, lugeda

Ordoviitsiumi veekompleksi koosseisu. On ju viimases samuti savikaid vahekihte ja omandavad vettpidavuse alles sügavuse kasvades.

Ordoviitsiumi veekompleks levib kogu alal, välja arvatud klindiesine ala kaardilehe põhjaservas ja Sinimägede ümbruse sinisavi kerkealad, hõlmates seejuures kogu karbonaatkivimite lasundi. See veekompleks on praktiliselt kõikjal survetu. Aeratsioonivöö paksus on sageli üle 5 meetri. Peamine surve tekkeala – Jõhvi kõrgustik – jääb kaardilehest läände.

Ordoviitsiumi veekompleksis on hüdrogeoloogia kaardil loobutud vettpidavate ja vettandvate veekihtide eristamisest ja vaadatakse Ordoviitsiumi veekihte liigestamata kompleksina. Põhiargumendiks on, et avamusalal sõltub karbonaatkivimite veeandvus peamiselt lõhelisusest, aga mitte kivimite litoloogiast. Pindalaliselt on lõhelisus kontsentreerunud peamiselt tektooniliste rikete piirkonda. Läbilõikes on nii lõhelisus kui karstumus väga ebahühtlane. Lubjakivilasundi enim karstunud ja murenenud ülemise osa (murenemisvöö) paksus on enamasti 1–3 m.

Kaardilehe piires tehtud vooluhulga karotaažid katastri puurkaevudest 5068 ja 5069 (Radik, 1991) on näidanud karbonaatses kompleksis vettandvaid intervalle enamasti Viivikonna kihistust, kusjuures valdavalt kaksikpae tasemel. Vettandvaid intervalle oli ka Jõhvi ja Keila kihistu piiril (katastri puurkaev 5068) ja Idavere-Jõhvi piiril.

Veekompleksi ülemise kuni 100 m paksuse meteoroloogiliste tegurite aktiivse mõjuvöö saab jagada kaheks alamvööks. Ülemine, tugevalt karstunud kivimitega alamvöö, haarab maapinnalähedased veekihtid sügavuseni 30 m, mis reeglina toituvad kurisute ja karstilõhede kaudu. Alumises alamvöös eristuvad tavapärased Nabala–Rakvere (jääb kaardilehest vahetult edelasse), Keila–Kukruse ja Lasnamäe–Kunda veekihtid (veehorisonid), milliste tasemetes on erinevused 2–3 meetrit. Neid eraldavad üksteisest suhteliselt vettpidavad vahekihtid, mille transversaalne filtratsioonikoefitsient varieerub vahemikus 10^{-3} – 10^{-2} m/d. Käesoleva töös juhend (Juhend..., 2009) veekompleksi liigestamist ei nõua, küll on aga eelnimetatud veekihtid (veehorisonid) olulised mäetööde hüdrogeoloogias. Eristatud on nad lademelise kuuluvusega, milliste vastavus litostratigraafilistele ühikutele on toodud aluspõhja geoloogilise kaardi legendis. Põlevkiviuuringute käigus rajatud puuraukudest on varasemad katsepumpamised toimunud nende horisontide puhul eraldi. Tuntuimaks vettpidavate omadustega vahekihiks on Uhaku lade, millise filtratsioonikoefitsient on 0,014–0,52 m/d (Savitski ja Savva, 2005). Ammendatud ja tegutsevate põlevkivikarjäärade piires on vettpidavus nõrgenenud lõhketööde tagajärjel. Kaardipildis on Ordoviitsiumi veekompleksi isohüpsidena kõikjal toodud maapinnalt esimese aluspõhjalise veekihi hüdroisohüpsid.

Keila–Kukruse veehorisonti tarbivate puurkaevude erideebitid on kaardilehe piires 0,1–10 l/s meetri alanduse kohta, keskmiselt 0,1–3,0 l/s×m. Filtratsioonikoefitsient on 1–165 m/d, keskmiselt 2–16 m/d (Savitski ja Savva, 2005). Enne Viivikonna ja Sirgala karjääri rajamist oli praegune põlevkivikarjäärade ala veerikkaimaks piirkonnaks kaardilehe piires, arvestamata Vasavere mattunud ürgorgu. Töötavate kaevanduste ja karjäärade alal võtab veehorisont vahetult osa kaevandusvee moodustumisest ning kuivendatakse kaevandamise käigus lamamini. Likvideeritud kaevandustes tekivad pumpamise lõpetamise järel maa-alused veebasseinid, kus põhjavee moodustumine toimub tehnogeenses keskkonnas. Ala lääneservale ulatub neist vaid Ahtme kaevanduse kirdenurk. Tekkiv tehnogeenne veekiht kuulub nüüd hüdrogeoloogiliselt klassifikatsioonilt küll Keila–Kukruse veehorisonti, kuid erineb sellest filtratsiooniomadustelt ja vee kvaliteedilt.

Sügavamal asuv Lasnamäe–Kunda veehorisont pole nii veerikas ja erideebitid on siin 0,01–0,5 l/s × m. Suuremad väärtused on seotud Uhaku lademe väljakiildumise esise vahetu avamusalaga, kus erideebitid on 0,5–3 l/s × m. Maksimaalsed erideebitid on määratud Sinimägede glatsiofluviaalse delta piires. Kuigi mõlema veehorisondi puhul on veetüüp ühesugune, on Lasnamäe–Kunda veehorisondis põhjavee mineraalsus, arvestades sügavat lasuvust, ligi 0,1 g/l suurem ja vesi on karedam ning

sulfaatide sisaldus suurem. Vastupidine on olukord likvideeritud Ahtme kaevanduse piires, kus 2–3 korda looduslikust suurema mineraalsuse ja sulfaatide sisaldusega kaevandusvesi mõjustab aegamööda Lasnamäe–Kunda veehorisonti.

Karbonaatses kompleksis on looduslik vesi mage, $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-}$ tüüpi, mineraalainete üldsisaldusega 0,4–0,5 g/l. Suurem on põhjavee mineraalsus kaevandusaladel ja reostusest tingituna linnaosade piires. Seal muutub ka vee tüüp ($\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg-}$) ja vesi on karedam ning sageli kõrge rauasisaldusega. Kuna tööstuspiirkonnad hõlmavad enamuse kaardilehest, on alla 0,5 g/l alana hüdrogeoloogilisel kaardil toodud vaid Vasavere tegutseva veehaarde piirkond ja mattunud oru suudmeala ning Narva jõe ümbrus. Siia võiks kuuluda ka Sõtke veehoidla ümbrus, kuid andmed selle kohta puuduvad.

Ordoviitsiumi veepideme moodustavad Varangu kihistu savid ja Türisalu kihistu diktüoneemakilt ja traditsiooniliselt ka Toila kihistu glaukonitlubjakivid koos lamamiks oleva glaukonitliivakiviga tusedusega 2–6 m. Kaardilehe piires on parimate vettpidavate omadustega Türisalu kihistu paksus vaid 1 m, ulatudes 2 meetrini vaid kaardilehe loodeosas. Ala edela- ja kagupiiril Türisalu kihistu kohati isegi puudub. Veepideme läbilaskvus on teravalt anisotroopne. Kui lateraalne (külgsuunaline) filtratsioonikoefitsient on 0,001–1,0 m/d, siis transversaalne on enamasti suurusjärgus 10^{-6} – 10^{-5} m/d või isegi 10^{-7} m/d (Savitski ja Vallner, 1999).

Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleks (O–Ca) levib enamikul alast, olles maapinnalt esimeseks aluspõhjaliseks veekompleksiks vaid ala põhjapiiril klindiesisel alal ja mattunud orgudes. Kallavere (Alam-Ordoviitsium) ja Tiskre kihistu (Alam-Kambrium) peeneterisest liivakivist ja jämeterisest aleuroliidist koosneva kompleksi paksus on 10–20 m. Veekompleks toitub nii Jõhvi kõrgustikult (kaardilehest läänes) kui ka läbi Ordoviitsiumi veepideme. Viimast tektooniliste rikete ja Vasavere mattunud oru piirkonnas. Tinglikult on veekompleksi kuuluvaks loetud ka Sinimägede pangaskergete ala, kus läbilõikes on arvukalt liivakivi ja veetu lubjakivi pangaseid. Veekompleks on survealine, muutudes survetuks vaid avamusalal. Filtratsiooniomadused on välja peetud: $K=1\text{--}5$ m/d (Vasavere mattunud oru lõunaosas maksimaalsena 12) ja $q=0,1\text{--}0,5$ l/s meetri alanduse kohta. Erideebitid alla 0,1 l/s $\times$ m esinevad vaid ala põhjaosas Pühajõel ning Sõtkelt Sillamäeni ja üle 1 l/s meetri alanduse kohta Vasavere mattunud oru keskosas Isandajärve ümbruses.

Keemiliselt koostiselt on põhjavesi $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-}$ tüüpi lahustunud mineraalainete üldsisaldusega 0,3–0,4 g/l ja ala lõunapiiril hakkab mineralisatsiooni kasvades üle 0,5 g/l valdama katioonidest Na-ioon ning vee tüüp muutub $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na-ks}$. Samuti muutub vee tüüp ja mineraalsus võib kasvada põhjavee intensiivse tarbimise piirkondades. Veekompleks on peamiseks ühisveevarustuse allikaks kaardilehe lõunaosa külades (Auvere, Kurtna) ning leiab tarbimist arvukate eraisikuile kuuluvate puurkaevudega kaardilehe põhjaosas. Suure rauasisalduse tõttu on ühisveevarustuse puurkaeve soovitatav varustada rauaärastuse filtritega.

Lükati–Lontova regionaalne veepide levib kogu alal ja on esindatud eelnimetatud kihistute sinisaviga. Lontova kihistu Sämi kihistik, mida sageli loetakse Kambriumi–Vendi veekompleksi kuuluvaks, on kaardilehe piires samuti esindatud sinisaviga. See on läbilõike tusedaim (80–90 m, Soome lahe rannikul mittetäieliku paksuse puhul vaid 75 m, kuid Vasavere mattunud oru suudmes isegi puudub) ja suurima isolatsioonivõimega veepide – transversaalne filtratsioonikoefitsient on enamasti 10^{-7} – 10^{-5} , maksimaalselt 10^{-10} m/d (Savitski ja Vallner, 1999). Sinimägede ümbruse savidiapiiride alal ulatub veepideme paksus isegi 110 meetrini.

Kambriumi–Vendi veekompleksi (Ca–V) kandjaks on eelnimetatud ladestute liivakivid ja aleuroliidid. 25–40 m paksused Kotlini kihistu savid jaotavad veekompleksi kaheks: ülemiseks – Voronka ja alumiseks – Gdovi veekihtiks. Lisaks loetakse Kotlini veepidemesse selles töös ka ca 5 m tusedust Sirgala kihistu alumist savikat osa. Veepideme suurimad paksused on seotud kaardilehe

kirdeosaga, kus katastri puurkaevus 2345 ületab savide paksus 40 m. Kotlini veepideme transversaalne filtratsioonikoefitsient on analoogne Lükati–Lontova omale, näidates tugevat isolatsioonivõimet. Kui tavaliselt on Voronka veekihile omane väiksem veeandvus kui Gdovi veekihi, siis kaardilehe piires on see välja peetud vaid edelaosas. Enamusel kaardilehest on Gdovi veekihi veeandvus tavaliselt väike ja eriti torkab see silma Vaivara Sinimägede pangaskergete ümbruses (ka kogu Sillamäe). Voronka veekihi puurkaevude erideebitid (q) on 0,2–1 l/s meetri alanduse kohta, vähenedes lõuna suunas. Gdovi veekihi aga $q=0,1–0,5$ l/s meetri alanduse kohta, ületades seda Vasavere mattunud oru piirkonnas. Hüdrogeoloogilise puuraugu 2345 puurimisel toimusid ka puurvedeliku neeldumise mõõtmised ning selgus, et vettandvaks on vaid 6m tusedune intervall Voronka kihistu ülaosas ning Gdovi kihistus esines osaline neeldumine vaid selle ülaosas (Erisalu, 1963).

Veekompleksi vesi on mage (üldmineralisatsioon 0,35–0,7 g/l, kasvades ida suunas), kusjuures märgatavalt suurem on see alumise, Gdovi veekihi puhul. Sillamäel ja sellest ida pool levib Gdovi veekihi juba soolakas vesi mineraalsusega 1 g/l. Vesi on $\text{Cl-HCO}_3\text{-Na-Ca-}$ või isegi Cl-Ca-Na- tüüpi Gdovi veekihi ja $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na-Ca-}$ tüüpi Voronka veekihi. Gdovi veekihi on probleemiks suur kloriidide ja raua sisaldus põhjavees, samuti radionukliidide sisaldus ning ülemäärane raua sisaldus iseloomustab ka ülemise veekihi põhjavett. Kaardileht jääb ulatusliku Ca-V survepinna alanduslehtri piiresse ning veekompleksi survepind on 5–30 m (viimast Sillamäel) alla merepinna. Selline survetase iseloomustab Voronka veekihti. Kuna Gdovi veekihi põhjavett ei tarbita juba 2000. aastast, on sel ajal Voronka veekihi omast sügavamal olnud Gdovi veekihi survepind tõusnud 30 m ja on nüüdseks 13 m amp ehk üle 10 m kõrgemal Voronka survepinnast. Esialgne looduslik survepind on olnud rannikualal paari meetri võrra meretasemest kõrgemal. Veekompleks on peamiseks ühisveevarustuse allikaks kaardilehe piires, klindiesisel mererannikul (Toila, Sillamäe) isegi ainsaks võimalikuks.

Aluskorra murenemiskooriku ja lõhelise vööndi (PP–MP) põhjavesi on kõrgsurveline, kuid kaardilehe piires uurimata. Analoogia põhjal kõrvalaladega võiks oletada, et põhjavesi on siin suure mineraalsusega. Väikese veeandvuse tõttu ei oma ta mingit tähtsust veevarustuses, küll aga võib olla oluline mineraalvee allikas. Murenemiskooriku tusedus on suurem kaardilehe lõunaosas ja Viivikonna rikke ümbruses, kus läheneb 70 meetrini. Väiksem on ta kaardilehe põhjaosas ehk 10–20 m (katastri puurkaevus 2345 vaid 5 m). Pindalaliselt on hüdrogeoloogias oluline, kas murenemiskooriku savikas intervall on säilinud või kulutatud.

Puurkaevust 3448 kaardilehe kaguosas saadi Cl-Na- tüüpi vett mineraalsusega 1,8 g/l, kuigi puurkaev avas samaaegselt ka Gdovi veekihi. Viimasest oli tingitud ka suur erideebit – 0,7 l/s ühe meetrise alanduse kohta. Staatileine põhjavee survetase oli 1963. aastal 9,4 m ümp. Tavaliselt on aluskorra puuraukudest proovitud põhjavesi kuni kümme korda suurema mineraalainete sisaldusega. Murenemiskoorikust pärinev raadium põhjustab põhjavee (ka lasuvas põhjaveekompleksis) ülemäärase efektiivdoosi.

3.3. PÕHJAVEE TARBEVARU JA SELLE KASUTAMINE

Keskkonnaministri 2006. aasta (6.04.2006) käskkirjaga kehtestatud põhjavee varud alal on esitatud tabelis 3.2. Lisaks on samas käskkirjas kinnitatud ka vähendatud varud Kohtla-Järve linnaosadele alates 2013. aastast. Vasavere 2 veehaardele (mattunud orus Liivjärve kõrval) hüdrogeoloogilise modelleerimisega arvatud varud 4000 m³/d (Savitski, Savva, 2005) jäeti Põhjaveekomisjoni poolt 2005. a. kinnitamata kuni põlevkivi kaevandamise lõpetamiseni Liivjärve piirkonnas.

Hüdrogeoloogilisel kaardil on toodud veetarbimine 2007. a lõpu seisuga ja arvestatud on vaid puurkaeve veetarbimisega üle 5 m³/d.

Kvaternaari veekompleksi vett pumbatakse Vasavere tegutseval veehaardel välja mahus 4600 m³/d. Veehaare ise asub kaardilehe edelaosas, kuid vesi juhitakse torutrassiga Ahtme veepuhastusjaama ja kogu tarbijaskond paikneb Kohtla-Järve piires. Ordoviitsiumi veekompleks leiab kasutamist üksiktarbijate salvkaevude ja arvukate puurkaevudega. Põhiliselt on puurkaevud alla 20 m sügavad ning riiklikku veearvestust nende tarbitud vee kohta ei peeta. Sügavamaid puurkaeve on üksikmajapidamistele puurinud kaevetööde piirkonnas põlevkivi töötlemise ettevõtted. Tarbepuurkaevudes on ülemine osa karbonaatsest kompleksist tavaliselt manteldatud ja tarbitakse vaid veekompleksi alumise osa paremini kaitstud põhjavett.

Veekompleksi suurimateks põhjavee kasutajateks on konkurentsilt põlevkivikarjäärid kaardilehe kesk- ja lõunaosas. Ülevaade nende poolt ärajuhitavast põhjaveest antakse kaevealade alapeatükis.

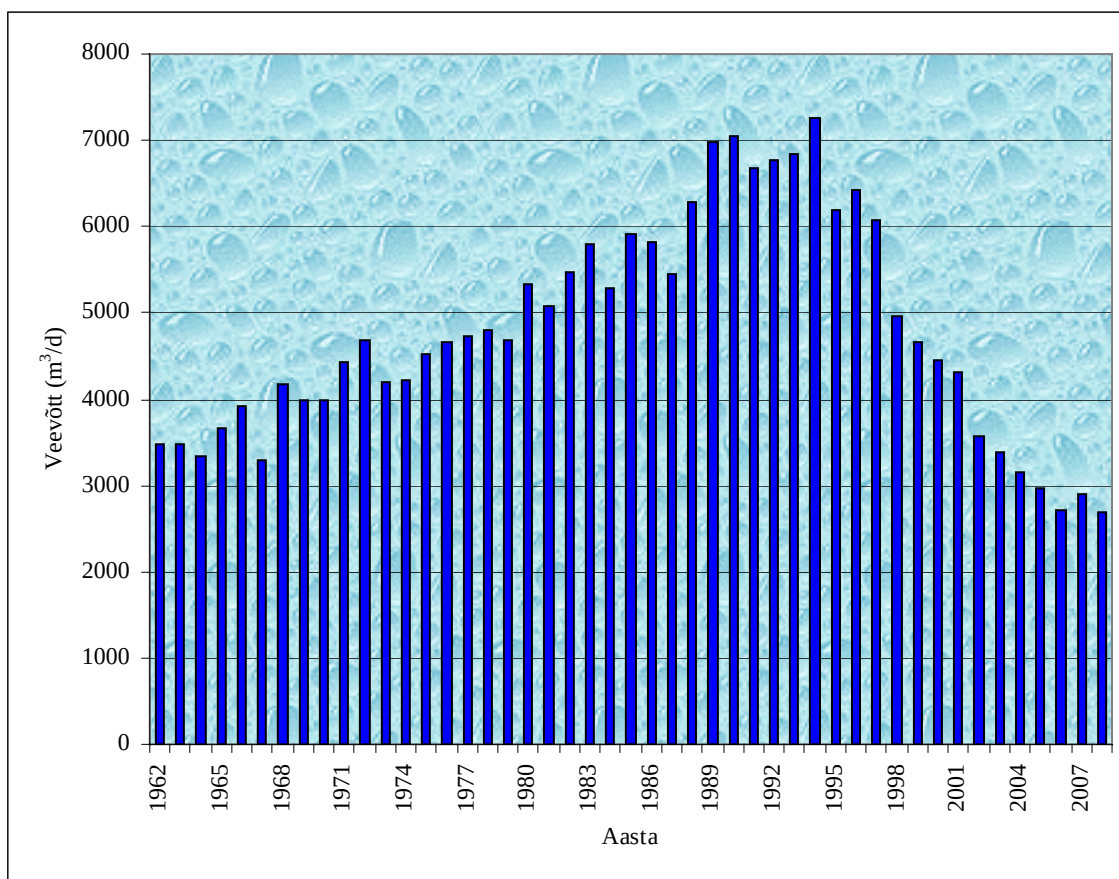
Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleks leiab enim kasutamist kaardilehe edelaosas. Kurtna keskuse puurkaevust on praeguseks veevõtt ligi 10 m³/d ja 17 m³/d vahetult kaardilehe läänepiiril paiknevast Vasavere farmide puurkaevust 3227. Idaosas on veevõtt ligi 5 m³/d Auvere küla keskpuurkaevust ja Sirgala lõhkeainelao puurkaevust (katastri nr 13494). Erasikuile kuulub arvukalt puurkaeve kaardilehe põhjaosas).

Veekompleksi survetaset on alandanud mäetööd põlevkivikarjäärides, kuid sageli on veetase karjääride piires kõrgemal Ordoviitsiumi veekompleksi omast.

Tabel 3.2. Kinnitatud põhjaveevarud.

Table 3.2. The approved groundwater reserves.

Maardla	Maardla piirkond	Veekihi indeks	Põhjavee-varu, m ³ /d	Kategooria ja otstarve	Kasutusaeg, aastani
Sillamäe		V ₂ vr	6500	T ₁ , joogivesi	kuni 2020
		V ₂ gd	500	T ₁ , joogivesi	kuni 2020
Voka		V ₂ vr	150	T ₁ , joogivesi	kuni 2020
		V ₂ gd	450	T ₁ , joogivesi	kuni 2020
Kohtla-Järve	Sirgala	V ₂ vr	500	T ₁ , joogivesi	kuni 2012
	Viivikonna	V ₂ vr	500	T ₁ , joogivesi	kuni 2012
	Oru	V ₂ vr	400	T ₁ , joogivesi	kuni 2012
Narva	Eesti EJ ja karjäär	V ₂ vr	150	T ₁ , joogivesi	kuni 2020
Vaivara vald		O–Ca	350	P	kuni 2020
		V ₂ vr	800	P	kuni 2020
Vasavere	Vasavere 1	Q	8000	T ₁ , joogivesi	kuni 2035



Joonis 3.1. Veevõtt Ca–V veekompleksist Sillamäe linnas 1962- 2008.

Figure 3.1. Groundwater abstraction from Cambrian–Vendian aquifer system in Sillamäe.

Peamine põhjavee tarbimine ühisveevarustuses toimub Ca–V veekompleksist. Suuremaks veetarbijaks on Sillamäe linn, tarbides 2008. a. 2800 m³/d. Juba 1950. aastaks ületas veetarbimine siin 400 m³/d ning 1989. aastaks jõuti veevõtuni 7000 m³/d. Kavandati hakata linna varustama pinnaveega Narva jõe veehaardest. Tööd jõudsid projekteerimiselt isegi veetrassi rajamise alustamiseni (Ratas, 2004), kuid siis saabus aasta 1991 ja kõik Moskva rahakraanid keerati kinni. Nüüd võetakse vett vaid Voronka veekihist, kuid veel 2000. aastal võeti sügavamast Gdovi veekihist 450 m³/d. Linna rajamisel oli veekompleksis survetase võrdne merepinna tasemega, ja see oli langenud 40 aastase tarbimisega üle 40 m (49 m amp katastri puurkaevus nr 2198 aastal 1989). Nüüd, seoses tarbimise vähenemisega, on tõusnud tase 20–25 m amp Voronka veekihi, jäädes sellest sügavamale vaid uue mikrorajooni piires.

Nii Sirgala kui Viivikonna elanikest tühjenevais linnaosades on veevõtt veekompleksist 2008. aastal alla 5 m³/d ja suurem vaid Oru linnaosas – 131 m³/d. 1980-ndate aastate keskel oli veevõtt igas linnaosas üle 600 m³/d ning põhjavee survetase oli algselt 2 m ümp 1957. a. (puurkaev 2491) langenud 50 meetrit 1991. aastaks. Seejärel asendus veetaseme langus kiire tõusutrendiga.

Vokal on veevõtt Ca–V veekompleksist 290 m³/d ja Vaivara valla keskuses Sinimäel ligi 50 m³/d. Kaardilehe kaguosas tarbivad veekompleksi põhjavett Narva karjääri tehno kompleks ja Eesti Elektri jaam kokku 90 m³/d. Põhiline veevõtt toimub viimase puhul siiski Narva jõest (lisaks Mustajõest) ning pinnavett võetakse jahutusveeks suurusjärgus 2 milj m³/d.

3.4. PÕHJAVEE RIIKLIK VAATLUSVÕRK JA PÕHJAVEETASEME MUUTUMINE

Põhjavee riikliku tugivõrgu seirega on kaardilehe piires haaratud kõik veekompleksid ja vaatlusväljakud paiknevad intensiivse veevõtu ning karjäärdest vee ärajuhtimise ja tööstusliku reostuse mõju tingimustes (Ida-Viru seirepiirkond). Vaatluskaevud avavad sageli kõrvuti eri veekomplekse ja Ordoviitsiumi veekompleksi eri sügavustel paiknevaid veekihte (-horisonte). Kaevandustööde piirkonnas on vaatlusvõrgule omane liikuvus – karjäärdest laienedes jääb osa vaatluskaeve kuivaks ja likvideeritakse. Kuna vaatluskaevud paiknevad gruppides ja põhjaveekatastris arvel olevate vaatluskaevude arv ületab 130, on hüdroteoloogilisele kaardile kantud vaid põhilised tegutsevad seirekaevud.

2008. a lõpul käivitunud rahvusvahelise projekti “Jätkusuutlik põhjaveeseire süsteem Ida-Viru maakonnas” käigus korraldatakse ja arendatakse olemasolevat seiresüsteemi ning paigaldatakse automaatse seire seadmeid.

Survetu põhjavee vabapinna kõikumine sõltub peamiselt sademest, ala looduslikust ja tehnogeensest drenitusest ning on jälgitavad kevadine ja hilissügisene taseme maksimum ja talvine ning suvelõpu miinimumtase. Karjäärdest juurdevoolava vee moodustumine sõltub suures osas ilmastikutingimustest ja eelkõige sademetest. Sügavamate aluspõhjakihtide vee survepinna kõikumine järgib maapinnalt esimese veekihi oma väikese hilinemisega ning taseme sesoonsete kõikumiste amplituudid vähenevad vastavalt kihi sügavuse suurenemisele ega ületa Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleksis 0,5 m ja Kambriumi–Vendi veekompleksis mõnikümme sentimeetrit looduslähedastes tingimustes.

Praegu tegutsevais Ordoviitsiumi veekompleksi avavais vaatluspuurkaevudes on aastane veetaseme kõikumine 0,5–1,5 m. Vaatlusi teostab siinsel alal Eesti Põlevkivi (nüüdse nimega Eesti Energia Kaevandused AS) 17-s Ordoviitsiumi veekompleksi avavast vaatluskaevust. Jälgitakse veetaseme kõikumist Kurtna järvede ja karjääri Sirgala 2 vahelisel alal ning Viivikonna katsejaoskonna ümbruses. Kõigi vaatluskaevude kõrval paikneb ka madalam puurauk pinnakatte veetaseme jälgimiseks.

Vaatluskaevus 19386 Viivikonna katsejaoskonnas langes kaevefrondi avamisel 1999. a kevadel veetase 39,6 m ümp tasemelt kuni 34,5 m ümp, taastus peale kaevefrondi sulgemist filtratsioonitõkkega juba 2000. a kevadeks tasemel 39 m ja püsib viimastel aastatel 39,5 kuni 40,5 m.

Ettevõtteseire toimub ka Eesti Elektri jaama vaatluskaevudes kaardilehe kaguosas. Põhiliseks seireliigiks on põhjavee keemilise koostise jälgimine, kusjuures määratakse ka fenoolide ja naftaproduktide sisaldust, kuid mõõdetakse ka põhjavee temperatuuri. Lisaks neljale Ordoviitsiumi veekompleksi avavale puurkaevule (neist kaardil 19500 ja 19516) jälgitakse 2 vaatluskaevuga Ordoviitsiumi–Kambriumi põhjavee keemilist koostist ja on rajatud 30 puurauku Devoni settekivimeisse (sh jälgitakse pinnasevee koostist ka ohtlike jäätmete hoidlas vaatluskaevus 24032 ja EEJ tootmisalal). Sillamäel teeb ettevõtteseiret AS Ökosil. Nii saneeritud endise radioaktiivsete jäätmete hoidla kui Sillamäe SEJ tuhaväljade ümbruses on tehnogeensetest setetest filtreeruva vee kvaliteedi hindamiseks paigaldatud kümme sondi lüsimetrit.

Riikliku seirevõrgu vaatluskaevudest paikneb enamus Vasavere mattunud ürgoru piires ja lähiümbruses ning kõrvuti paiknevad siin Ordoviitsiumi ja Kvaternaari veekompleksi avavad puurkaevud. Kui Kvaternaari veekompleksi puhul on tavaline rauasisaldus Vasavere veehaarde toorvees olnud üle 1 mg/l, siis viimastel aastatel on sellised sisaldused esinenud ka veehaarde põhjaosa ümbritsevais Ordoviitsiumi vaatluskaevudes. Hüdroteoloogilisel kaardil pole siiski sellise sisaldusega ala veehaarde ümbruses välja eraldatud, sest tegu võib olla ajutiste kõikumistega seoses Ahtme kaevanduse käikude veega täitumisel. Vasavere veehaarde piires on viimase 15–20 aasta jooksul veetase tõusnud 1,5–2 m, ja seda nii pinnakattes kui aluspõhjas. Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleksi tasemeseire toimub vaatluspuuraugus 5166 /Vasavere veehaare) ja põhjavee keemilist koostist jälgitakse Sirgala (Metsküla)

puurkaevus 13494. Arvestades ka varasemate aastate seireandmeid (katastri nr 3953, 3402) on põhjveetaseme sesoonse muutumise amplituud ligi 0,5 m. Põhjavee tase lasub 2–5 m sügavamal Ordoviitsiumi veekompleksi omast, kuid kaevealade piires võib kaevefrondi avamise järel olla vahekord vastupidine.

Kambriumi–Vendi veekompleksi seire toimub kõikjal intensiivse veevõtu tingimustes. Survetaseme muutusi jälgitakse Sillamäel puurkaevudes 2198 (Voronka veekiht) ja 2207 (Gdovi veekiht). Neist esimeses langes survetase algselt 33 m amp kuni 49,5 m amp 1989. a, on nüüdseks tõusnud tasemeni 20 m amp ja tõus jätkub ca 0,5 m aastas. Gdovi veekihi on survetase tõusnud algselt 44 m amp 1999. a kuni 13 m amp nüüd. Mõlemas puurkaevus jälgitakse ka põhjavee kvaliteedi muutumist. Lisaks on ligi 40 aastat toimunud vee kvalitatiivne seire tarbepuurkaevudes 2179 (Oru linnaosa) ja 2478 (Toila). Kahes viimases, millised jäävad Vasavere mattunud oru piiresse, pole, erinevalt enamusest kaardilehe puurkaevudest, probleeme kloriidide suure sisaldusega põhjavees.

Oluliseks seireliigiks on tegutsevaist kaevandustest ja karjääridest väljapumbatava vee koguse ja kvaliteedi jälgimine, mida kirjeldatakse kaevealade alapeatükis.

3.5. PÕHJAVEE KAITSTUS

Põhjavee kaitstuse kaardi koostamise aluseks olid antud kaardikomplekti kuuluvad pinnakatte ja aluspõhja geoloogiline kaart ning Riikliku Põhjaveekatastri andmestik. Värviga on kaardil kujutatud maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi põhjavee looduslikku kaitstust. Kaart on käsitletav vaid põhjavee kaitstuse kaardina ja seetõttu puuduvad seal antropogeense koormuse elemendid (reostuskoormus). Erandina on toodud vaid veehaarded ja tegutsevad karjäärid kui põhjavee survepinna alandajad.

Maapinnalt esimese põhjaveekihi kaitstuse all mõeldakse selle kaetust vettpidavate või nõrgalt vettläbilaskvate setetega ja seejuures lähtutakse nende tüsedusest, litoloogiast ning siit tulenevalt filtratsiooniomadustest ja aeratsioonivöö tüsedusest. Olulise tegurina arvestatakse pinnase- ja põhjavee tasemete vahekorda. 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. Siia alla kuuluvad alvarid ja ulatuslikumana ammendatud ja ka tegutsevate karjääride piirkond. Lisaks ka tsentraalselt tarbitava Kvaternaari veekompleksi ala – Vasavere veehaare.

2. Nõrgalt kaitstud (reostusohklikud) alad. Siia kuuluvad kaardilehe idaosas valdavad liivsavimoreenid ning madalsood kaardilehe keskosas, vanade põlevkivikarjääride ümbruses. Samuti vaadeldakse nõrgalt kaitstuna Sinimägede pangaskerkeid, kus läbilõikes valdavad liivakivi ja pae pangased ning viimastest lõunasse ulatuvat glatsiofluviaalset deltat, kus liivast ja kruusast koosnevad setted on paiguti tsementeerunud. Kaardilehe kaguosas on nõrgalt kaitstuna välja eraldatud Devoni kivimite avamusala, kus tavaliselt vettpidavaina kirjeldatud Narva lademe kivimid on lõhelised ning esineb alvareid.

3. Keskmiselt kaitstud (mõõdukalt reostusohklikud) alad. Aladeks on sinisavi kerkealad kaardilehe kirdeosas, kus deformeeritud, liiva- ja lubjakivi pangaseid sisaldav aluspõhja sinisavi avaneb vahetult pinnakatte all, ning viirsavi leviala Sirgala karjäärist kirdes. Samuti Vasavere mattunud oru keskosa, madalsoola suletud Ahtme kaevanduse põhjapiirilt põhja poole ning tuhaplatoode esine rabapiirkond kaardilehe kaguosas. Devoni kivimite avamusala kuulub siia laiguti, kui aluspõhja läbilõige algab savide või monoliitsete karbonaatsete kivimitega. Kohtla-Järve Viivikonna linnaosast põhja pool on keskmiselt

kaitstuna eraldatud madalsooala üle 5 m pinnakatte paksusega ja sellest vahetult põhja pool piirkond, kus Ordoviitsiumi põhjavee tase ühtib pinnakatte veetasemega või on sellest kõrgemal.

4. Suhteliselt kaitstud (vähe reostusohklikud) alad. Välja on eraldatud Vasavere mattunud oru suudmes Gdovi ja Voronka kihistute avamusalad, kaetuna 100 m түseduses peamiselt aleuriidiga, ja Eesti Elektriјаааа tuhaplatoo keskosa enam kui 20 m paksuse suhteliselt vettpidava tsementeerunud tuha kihiga. Kuna kehtiv kaardistamise juhend ei näe ette alla 100 m laiuste alade eristamist, pole kujutatud suhteliselt kaitstuna Sanniku oјast algust saava Ahtme kaevanduse põhјapiiri ülevoolavate puuraukudega.

5. Kaitstud (reostuskindlad) alad. Hõlmab kaardilehe põhјaosa – Lükati–Lontova regionaalse veepideme avamusala. Enamus kaardialast on siiski kaitsmata või nõrgalt kaitstud.

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

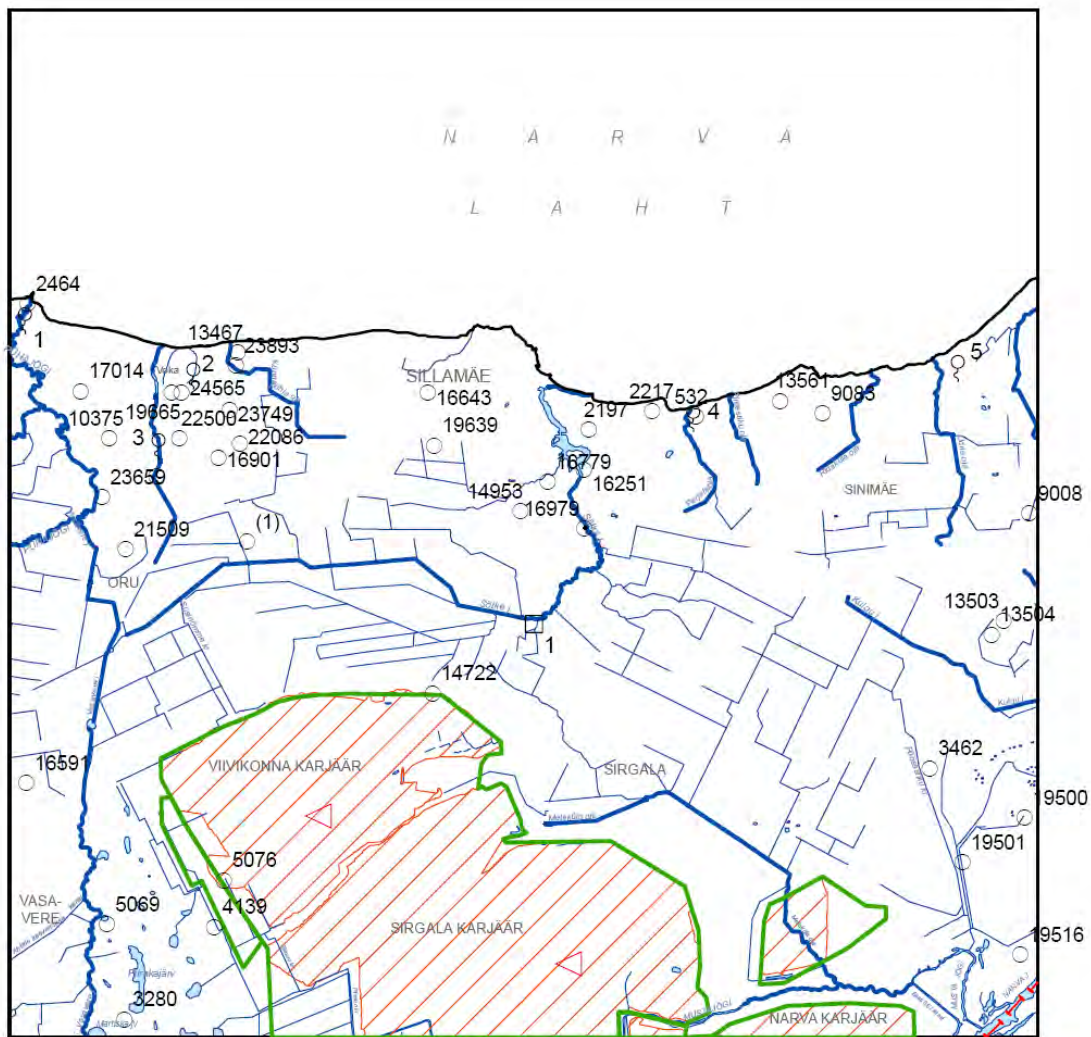
3.6. PÕHЈAVEE KOOSTIS

Eesti põhјaveekogumite seas on kogu Ida-Viru põlevkivibasseini lubјakivikompleks välja eraldatud rikutud seisundiga põhјaveekogumina, mille kvalitatiivne ja kvantitatiivne seisund on halb, ning hea seisundi saavutamine pole lähiaјal reaalne. Selle vee kõrgenenud mineraalsus, üldkaredus ja sulfaatide sisaldus tuleneb põlevkivi tootmisega kaasnevast tootuskihi kuivendamisest ning viimase koosmõjust suuremate reostuskolletega.

Põhjavee looduslik kaitstus peaks peegelduma ka põhјavee lämmastikühendite sisalduses. Joonistel 3.3 ja 3.4 on kujutatud lämmastikühendite sisaldust peamiselt tarbepuurkaevude vees, maapinnalt esimeses aluspõhјalises veekompleksis. Karјääridest välјapumbatavad kaevandusveed on näidatud eraldi tingmārgiga kaeveala keskel (joonis 3.2). Seirepuurkaevude puhul on arvestatud vaatlusrea mediaanvārtusega.

Nitraate üle 15 mg/l on tuvastatud ligi kümnes veepunktis, kus põhјavee kaitstus on nõrk või puudub. Suurimad sisaldused, üle 40 mg/l, on seotud üksiktarbijate madalate puurkaevudega ja täheldatud Konју–Voka vahelises piirkonnas. Siiski on sisaldused tunduvalt väiksemad kui 90ndate aastate eel, intensiivse põllumјanduse perioodil, mil selliseid sisaldusi täheldati lisaks Konју–Vokale ka Pühajõe külas, Päitel ja Pimestikul (Radik, 1991, kōide 3). Suurimat nitraatide sisaldust täheldati Viivikonna karјääri vee ārajuhtimise kanalis 1986.a. – 85,9 mg/l (Radik jt., 1987). Nitritite sisaldus on puurkaevudes (paari erandiga) ja ka allikate ning salvkaevude vees alla 0,05 mg/l.

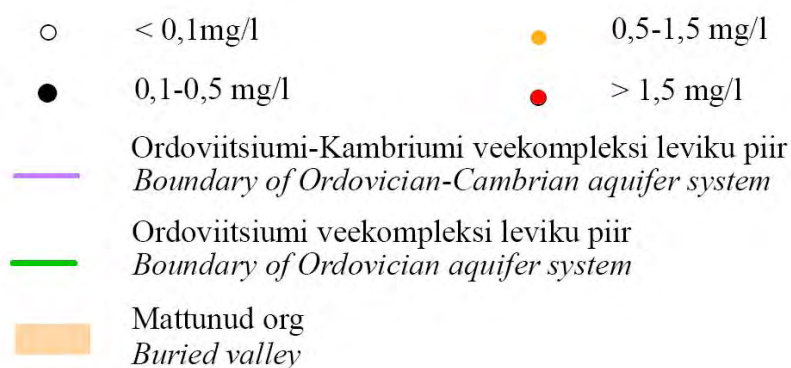
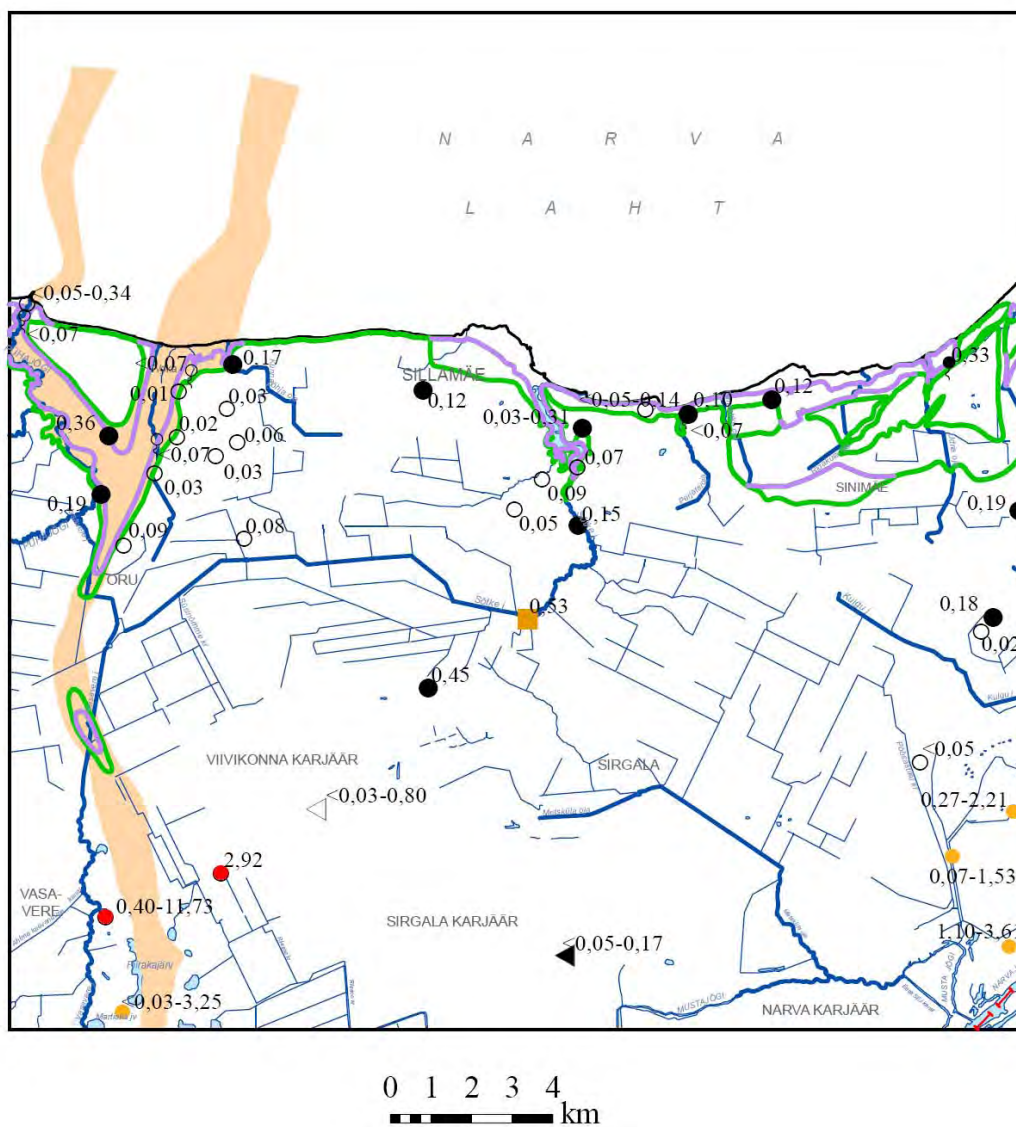
Kitsal klindiesisel ribal on maapinnalt esimese veekompleksi põhјavesi anaeroobseis tingimustes, kus joogiveele lubatav NH_4^+ -sisaldus on kuni 1,5 mg/l. Eesti Elektriјаааа tuhaplatoo seirekaevudes viitavad kõrgenenud ammooniumisaldused samuti anaeroobsele keskkonnale ja toimuvale denitrifikatsioonile. Saastumisele viitab Viivikonna karјääri tööstuspiirkonna põhјavee NH_4^+ -sisaldus 0,45 mg/l puurkaevus 14722, kus samaaegselt sisaldus ka nitriteid üle 0,05 mg/l, ning Vasavere veehaardest kirdes, kus puuraugus 5076 oli lisaks ammooniumiooni sisaldusele 2,9 mg/l ka nitriteid 0,2 mg/l. Kaevealadel toimub veetaseme alanemisega түsenenud aeratsioonivōös kivimitest pärineva püriidi intensiivne oksüdeerimine, mis rikastab põhјavett sulfaatidega, samuti suureneb kaltsiumi- ja magneesiumisisaldus, mille tagajārgel ületab põhјavee karedus 10 mg-ekv/l. Kui põlevkivikarјäärides on ārajuhitava vee üldkaredus kuni 15 mg-ekv/l, siis Ahtme suletud kaevanduse vees endiselt üle 15 mg-ekv/l.



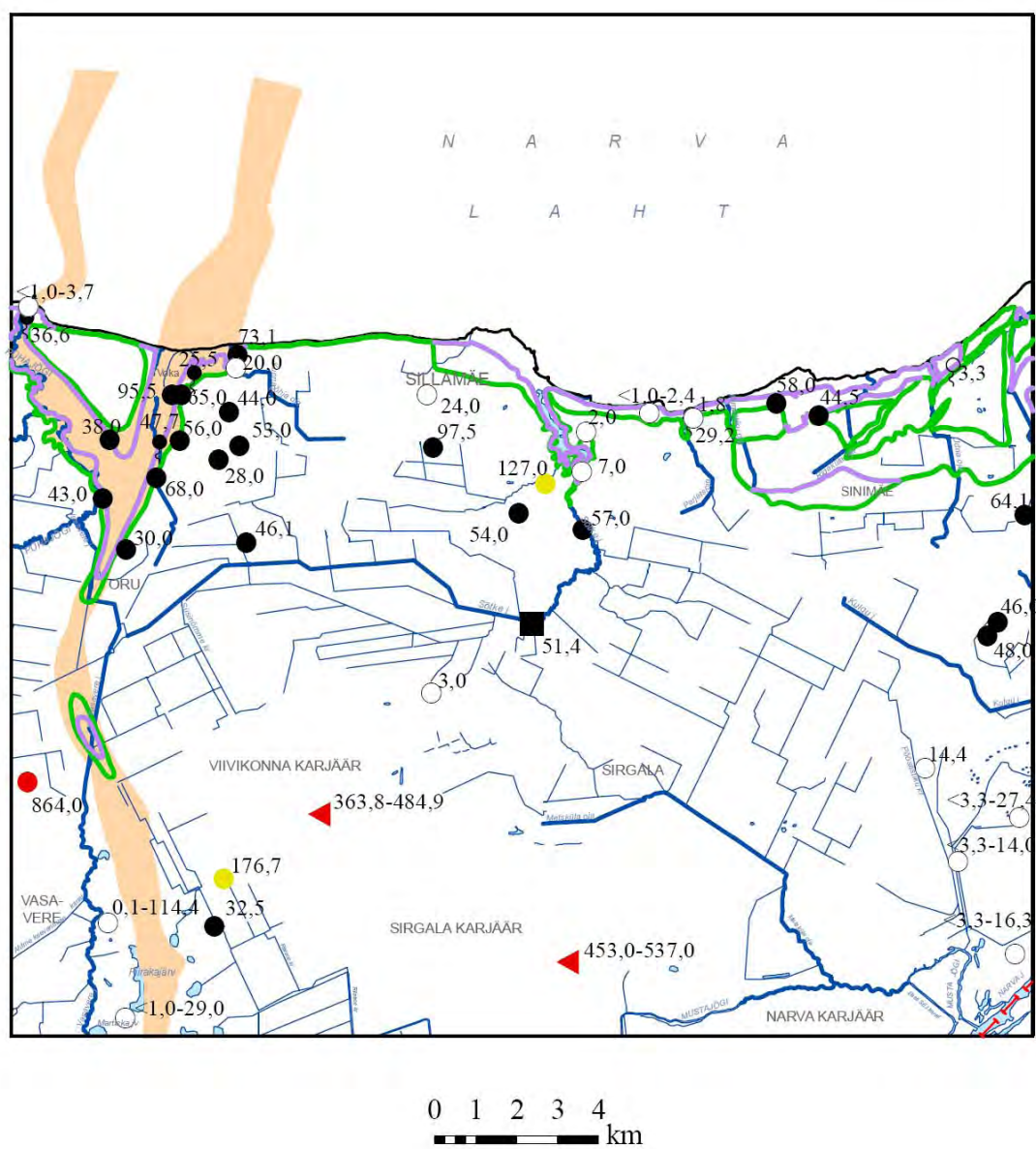
0 1 2 3 4 km

- Puurkaev ja selle number andmebaasis "Põhjavesi-Puurkaev" või originaalnumber (sulgudes)
Well and its number in the database "Groundwater-Well" or the original number (in brackets)
- 9005
- 5 Allikas Spring
- 2 Salvkaev Dug Well
- △ Väljavool (pumpamine) karjääridest Outflow (pumping) from opencasts
- Mäeeraldise piir Mining elain boundary
- Karjääride kaevandatud ala Mined area of oilshale opencasts

Joonis 3.2. Veepunktide paiknemise skeem Sillamäe kaardilehel (1991–2009 a veeanalüüsid).
Figure 3.2. Location of water points on sheet 6533 (Sillamäe).



Joonis 3.3. NH_4^+ sisaldus maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi põhjavees.
Figure 3.3. NH_4^+ content in the uppermost aquifer system in bedrock.



Joonis 3.5. SO_4^{2-} sisaldus maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi põhjavees.
Figure 3.5. SO_4^{2-} content in the groundwater of the uppermost aquifer system in bedrock.

Sulfaatide sisaldust maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi põhjavees on kujutatud joonisel 3.5. Enamusel kaardistusalaal on sulfaatide sisaldus põhjavees alla 100 mg/l, tegutsevate põlevkivikarjääride alal aga ligi 500 mg/l. Vahetult kaevanduste sulgemise järel toimub kaevandusvees alati sulfaatide sisalduse ligi kahekordne kasv järgneva pikaajalise vähenemisega. Ahtme kaevanduses on see nüüdki veel üle 500 mg/l. Suletud kaevandustes, seal kus äravool on raskendatud, toimub aja jooksul sulfaatide sisalduse ühtlustumine kogu karbonaatses kompleksi ulatuses.

Kloriidide sisaldus Ordoviitsiumi veekompleksis on valdavalt 20–40 mg/l ja reostumisele viitavat üle 100 mg/l sisaldust on vaid kohati Eesti Elektri jaama tuhaplatoode piirkonnas ning Konjul erakaevus 22086.

Raua, nagu ka H_2S sisaldus ei sõltu tavaliselt põhjavee looduslikust kaitstusest, vaid piirkonna hüdrogeoloogilistest tingimustest. Tavaliselt on raua üle 1 mg/l sisaldused põhjavees seotud mattunud orgudega, rikkevööndite või väljapumbatavate kaevandusvete mõjuga. Sügavamates Ordoviitsiumi–Kambriumi ja Kambriumi–Vendi veekompleksis toimub ühisveevarustuses rauaärastus enamuses puurkaevudest.

Kogu kaardilehe piires on peamiseks ühisveevarustuse allikaks olevas Kambriumi–Vendi veekompleksis probleemiks kõrge radionukliidide ja kloriidide sisaldus (Gdovi veekihi), seetõttu on mindud üle vaid ülemise, Voronka veekihi kasutusele. Kloriidide sisaldused jäävad vahemikku 400–550 mg/l, välja arvatud Vasavere mattunud oru suudmeala, kus need ei ületa 50 mg/l.

3.7. KARST JA ALLIKAD

Allikad esinevad vaid kaardilehe põhjaosas ja on tavaliselt seotud jõeorgudega. Tuntumaks on Toila-Oru pargi Hõbeallikas (foto 3.1) vooluhulgaga 1–2 l/s. Sellest 50 m loodes paikneb orunõlvas madalamal teinegi ligi sama vooluhulgaga allikas – Roostallikas. Mõlemad allikad voolavad välja liivakivist, kuid ülejäänud kaardilehe allikad karbonaatkivimeist. Suurim vooluhulk on täheldatud Aluoja kanjoni Ohvriallikal – 40 l/s (Kink, 2003). Tegemist on tüüpilise suviti kuivava karstiallikaga. Allikast (foto 3.2) sadakond meetrit ülesvoolu on paas väga lõheline ja selles on kaks kurisut läbimõõduga kuni 5 m ja sügavusega kuni 0,5 m (Kink, 2003). Need on ka ainsad teadaolevad pindmise karsti vormid kaardilehe piires. Kuna suure osa alast hõlmavad avakaevandamisega muudetud alad ja Alutaguse madalik, pole siin märgatavaid karstivorme ega allikaid. Omapärane karsti meenutav vorm lubjakivides on Sinimägede Põrguhauamäe nõlval paiknev sulglohk (foto 1.51). Põlevkivi kaevandamisel on pinnakarstist olulisem tootuskihi tasemel esinev süvakarst, millist on põhjalikult kirjeldatud Eesti põlevkivi ülevaates (Kattai jt, 2000) ja mis, olles seotud peamiselt rikkevöönditega, põhjustab mäeeraldiste piires ulatuslike vööndite (plokkide) aktiivse tarbevaru hulgast väljajätmist. Vokal on kapteeritud allikas klindiasangul, aiandite põhjapiiril. Teine allikas, vooluhulgaga üle 3 l/s, on süvendatud Voka jõe idakaldas, kus lubjakivid kiilduvad välja Vasavere mattunud oru suunas. Väiksem kapteeritud allikas on ka Perjatsi oja idakaldal (foto 3.3). Kapteeritud Eljase talu allikas Udrial enam aastaid üle ei voola ja on märgitud allikana vaid joonisel 3.2. Siit pool kilomeetrit edelas voolas läände Udria oja vanasti Haldjaallikas (Orav, 1991). Piki Põhja-Eesti klinti niriseb astangualustest nõlvasetetest välja mitmeid allikaniresid.

3.8. KAEVEALAD

Pinnakattest kaevandatakse põhjavee tasemest allpool liiva Vasavere veehaarde vahetus naabruses 390 ha suurusel liivakarjääris. 1964. aastast tegutsevas karjääris on moodustunud sügav tehisejärv (foto 4.2). Aluspõhja maavaradest kaevandatakse põhjavee taseme alandamisega põlevkivi. Karjäärid ning tegutsev Estonia kaevandus on hüdrogeoloogilisele kaardile kantud mäeeraldiste piirides, lisaks on joonisel 3.2 näidatud põlevkivikarjääride piires kaevandatud alad.

Kuigi **Estonia** kaevanduse mäeeraldis ulatub napilt kaardi edelanurka, jääb kaevandatud piirkond üle 5 km edelasse. **Ahtme** suletud põlevkivikaevandusest jääb kaardi läänepiirile vaid kirdeosa. Kaevandus tegutses aastast 1948 kuni 2002. aasta lõpuni. Pärast sulgemist 2004. aasta lõpuks tõusis veetase tasemeni 46 m ümp ja avariiliste vee väljapurskumiste vältimiseks rajati kunagiste Sanniku lätete piirkonda (kaardilehel 21106 ja 21107) 2005. aastal kolm puurauku läbimõõduga 0,5 m. Kaevandusvee väljavooluga hoitakse veetaset pidevalt alla 45 m ümp taseme. Kaevandusvees on sulfaatide sisaldus nüüdseks küll vähenenud, kuid püsib endiselt veidi üle 500 mg/l.

Kaardilehe põhjaossa jääb likvideeritud **Sillamäe** diktüoneemakilda kaevandus. Kaevandus töötas aastail 1948–1952, seejärel konserveeriti. Lisaks kaevandatud alale kulges siit uuringukäike ka lääne ja kagu suunas, kuid planeeritud teise uraanikaevanduse rajamist ei alustatud. Keskmine kaevandamissügavus oli 14 m (Reinsalu, 2001). Kaevanduse lagi on langatud ja ei ole välistatud reostunud kaevandusvete esinemine kunagistes käikudes.

Suurema osa kaardilehe lõunaosast hõlmavad tegutsevad põlevkivikarjäärid. **Viivikonna** karjääris alustati põlevkivi kaevandamist juba 1936. aastal. Aastail 1940–1954 tegutses paralleelselt avakaevandamisega ka allmaakaevandus, mis asus vahetult praegusest linnaosast kagus. Aastast 1999 tegutseb karjääri loodenurgas Viivikonna katsejaoskond, kus kaevandatakse keskkonnasäästliku tehnoloogia alusel, rajades filtratsioonitõkkeid ja kasutades läänepoolseid kraave filtratsioonibasseinina.

Sirgala karjäär tegutseb aastast 1962 ning suurem osa mäeeraldisest on juba kaevandatud. Põlevkivi kaevandamine toimub karjääri lõunaosast, vahetult antud kaardilehest lõunas. Karjääri läänepiiril väljatakse põlevkivi avakaevandamisega alates 2006. a. lõpust kitsal mäeeraldisel **Sirgala 2**. Kaevandamist alustati peale pikaajalist keskkonnamuutuste jälgimist Viivikonna katsejaoskonnas ja järgides sealset kaevandamistehnoloogiat.

Narva põlevkivikarjäärist (foto 3.6) jääb kaardilehele kaevandatud põhjariba ja kaevandatav eraldipaiknev lahustükk. Viimasel, nn reservmaal alustati kaevandamisega alles 2000. a, samal ajal kui karjäär ise tegutseb juba aastast 1970. Nende mäeeraldiste vahel piiravad avakaevandamist karjääri tehnoloogiline kompleks, raudtee ja vee ärajuhtimise kanalid. Aastast 2000 kuuluvad kõik eelnimetatud karjäärid ühtse Narva karjääri koosseisu selle jaoskondadena.

Vee väljapumpamisega on alandatud põhjavee taset Ordoviitsiumi veekompleksis tasemeni 20 m ümp põhjapoolseis karjäärides ja alla 15 m ümp lehe lõunapiiril. Eelmisel aastal oli neist karjääridest väljapumbatud vee kogus kolmandiku võrra suurem hüdrogeoloogilisel kaardil toodud 2007. aasta mahust.

Karjääridest väljapumbatav vesi on suure mineraalsuse ja üldkaredusega. Ärajuhitava karjäärivee mineraalsus on 1,0–1,4 g/l, sulfaatide sisaldus 400–500 mg/l ning üldkaredus 9–17 mg-ekv/l.

Tehnogeensetes setetes võib toimuda uute veekihtide teke. Vaalude alla jääb kõrge veejuhtivusega võõnd. Puistangute tasandamisel võõndid mattuvad, kuid säilib kõrge veejuhtivus piki vaale. Seevastu põiki vaalusid võib veejuhtivus olla sedavõrd madal, et vaalude vahele moodustuvad üsna suure kõrgusvahega järvekesed. Lisaks suurendavad anisotroopiat veejuhtivuses lamamisse rajatud kraavid, lõhatud drenid ning läbitud veekäigud ehk nn tunnelid (Reinsalu jt, 2002).



Foto 3.1. Hõbeallikas Toila-Oru pargis.
Photo 3.1. Hõbeallikas (Silver Spring) in Toila-Oru Park.



Foto 3.2. Ohvriallikas Aluoja kanjonis.
Photo 3.2. Ohvri Spring in Aluoja Canyon.



Foto 3.3. Perjatsi allikas.
Photo 3.3. Spring at Perjatsi.



Foto 3.4. Perjatsi oja alamjooksul.
Photo 3.4. Lower course of Perjatsi stream.



Foto 3.5. Eesti Elektriijaama tuhamägi ja selle piirdekraav.
Photo 3.5. Ash hill and surface drain of Estonian Thermal Power Station.



Foto 3.6. Rekultiveeritud Narva karjäär.
Photo 3.6. The reclaimed Narva Quarry.

4. MAAVARAD

4.1. ALUSPÕHJA MAAVARAD

PÕLEVKIVI. Kaardilehe alal kuuluvad tootsasse kihindisse Kukruse lademe Viivikonna kihistu alumise osa (Kiviõli kihistiku) põlevkivikihid A–F₁.

Põlevkivi tööstuslik kihind koosneb üksikutest kukersiidikihtidest, mis on eraldatud üksteisest lubjakivi vahekihtidega. Maavara saab kasutada elektrienergia ja põlevkiviõli ning jääkaineid ehitusmaterjalide tootmiseks.

Sirgala kaeveväli (registrikaart 0034, 2001; Tšentsov jt, 1978; Morozova, 1993; Kattai ja Beljajev, 1995; Mardim ja Ploom, 1998; Kattai, 1999) paikneb Vaivara, Toila ja Illuka vallas Viivikonnast lõunas, laiudes Kurtna järvestu ja Mustajõe vahelisel alal. Kaevevälja pindala on 6144,9 ha. Varu on arvatud 5 plokis ja 18 alaplokis. Põlevkivi tootsasse kihindisse kuuluvad põlevkivikihid F₁, E, D, C, B, A' ja A. Kõikides kaeveväljale jäävates puuraukudes on tootsa kihindi paksus suurem kui 1,4 m ja kütteväärtus suurem kui 1450 kcal/kg. Tootsa kihindi katendi paksus ulatub vähem kui 10 meetrist kirdes avamusjoone piirkonnas kuni 35–37 meetrini lõunapiiril. Kaevevälja piiresse jääb Kurtna maastikukaitseala 856,6 ha ulatuses ja Puhatu looduskaitseala 255,7 ha ulatuses. Varu arvutusest on välja jäetud 221,1 ha karstivööndite tõttu. 1–5 plokki põlevkivikihi energiatootlus on 39,7–46,0 GJ/m². Kaevandamist piiravad kaitsealad ja Viivikonna rike. Seisuga 01.01.2009 oli põlevkivi aktiivne tarbevaru Sirgala kaeveväljal 68641,4 tuh.t, passiivne tarbevaru 88771,0 tuh.t ja passiivne reservvaru 19392,0 tuh.t.

Narva kaeveväli (registrikaart 0010, 2001; Veršinina, 1983; Morozova, 1993; Kattai, 1995; Mardim ja Ploom, 1998) laiub Vaivara ja Illuka vallas Narva jõest lääne pool ja Narva veehoidlast edelas. Kaevevälja pindala on 3583,47 ha. I plokki tootsa kihindi paksus on keskmiselt 2,4 m, energiatootlus 36,2 GJ/m², II plokki tootsa kihindi paksus 2,69 m ja energiatootlus 39,9 GJ/m². Varu arvutuses osalevad tootsa kihindi (F₁–A) põlevkivikihid F₁, E, D, C, B, A' ja A. Varudesse ei ole võetud kihte F₂, G ja H, kuna nende kütteväärtus on väga madal; F₂-kihil on see 3,2 MJ/kg (766 kcal/kg), H–G-kihindi mäemassi kütteväärtus on 4,8 MJ/kg (1149 kcal/kg). Seisuga 01.01.2009 oli põlevkivi aktiivne tarbevaru 51493,4 tuh.t ja passiivne tarbevaru 41197,1 tuh.t. Pealmaakaevandamist piiravad Eesti SEJ ja selle tuhasettebassein, raudteed, jõed ja kanalid, elektrikõrgepingeliin ja karjääri tehnoloogilise kompleksi rajatised, mis nõuavad kaitsetervikute ja kaitsevööndite jätmist. Narva väljale jääb osaliselt Puhatu looduskaitseala (12,7 ha). Kaevandamisloa väljaandmisel tuleb kontrollida kaitstavate objektide ja liikide asukohti.

EHITUSLUBJAKIVI. Kaevandamiseks sobiv ehituslubjakivi levib enamasti klindiaärsel alal kus kattekihi paksus ei ületa 1–2 meetrit.

Sillamäe perspektiivala (registrikaart 5035, 2000; Barankina, 1962) asub Sillamäe linnast läänes ja piirneb põhja pool Türsamäe pangaga. Perspektiivala pindala on 608,58 ha. Maavaraks on Vão, Kandle, Loobu ja Toila kihistu ehituslubjakivi keskmise paksusega 12,8 m. Katendi paksus on 0,3–1,0 m (keskmiselt 0,73 m), veetaseme sügavus maapinnast 0,4–5,6 m. Kivimi survetugevusmark on 600 ja külmakindlusmark 15–25). Prognoosvaru on 78263 tuh.m³. On kasutatav müürikivi ja ehituskillustiku tootmiseks. Kasulik kiht jääb praktiliselt allapoole põhjavee taset. Kivim on lõheline. AS BARK karjääris (Kadastik-II) on seni kaevandatud ainult Lasnamäe ja Aseri lademe lubjakivi (1984. a detailuuringud haarasid ka Kunda lademe). AS ESTO murrab ehituskivi pealpool veetaset, st. ca ½ eralduse piires leviva Lasnamäe (O₂ls) lademe paksusest.

Meriküla leviala (Mardim ja Ploom, 1998) asub Merikülalt 1 km kagu pool. Leviala pindala on 235 ha.

Oru leiukoht (välja eraldanud Stumbur jt, 1960) asub Pühajõe suudmest paremal pool klindiäärsel alal. Siin levib Toila kihistu glaukoniitlubjakivi, mille keskmine paksus on 1,5–2 m. Kivim kõlbab viimistlus- ja ehituskiviks. Kattekihi paksus on kuni 1 m.

Künnapõhja leiukoht (välja eraldanud Stumbur jt, 1960) asub samuti klindiäärsel alal Künnapõhja oja paremal kaldal. Maavaraks on Toila kihistu rohekashall lubjakivi. Kasuliku kihi keskmine paksus on 1,5–2 m. Kattekihi paksus on kuni 1 m.

Voka leiukoht (välja eraldanud Stumbur jt, 1960) asub 6 km Sillamäe linnast lääne pool ja 4 km Oru raudteejaamast põhjas. Maavaraks on Toila kihistu glaukoniiti sisaldav lubjakivi. Kasuliku kihi keskmine paksus on 2,5 m. Varu on vähemalt 2500 tuh.m³.

Aro leiukoht (välja eraldanud Stumbur jt, 1960) paikneb Tallinna–Peterburi tee ääres Sillamäe idapiiril, 3 km Vaivara jaamast kirdes. Maavaraks on Kandle kihistu ooidlubjakivi paksusega 1,5 m ja paksukihiline kõva Vao kihistu lubjakivi paksusega üle 1 m. Viimane on hea ehituskivi, kuid sobilik ka killustiku valmistamiseks ja tsemenditoormeks. Kattekihi paksus on alla 1 m. Orienteeruv varu on üle 5 mln m³.

4.2. PINNAKATTE MAAVARAD

TURVAS. Sillamäe kaardilehel hõlmab suure osa Puhatu turbamaardla, mida on põhjalikumalt kirjeldatud Kohtla-Järve kaardilehe seletuskirjas (Suuroja jt, 2008). Vähelagunenud turba keskmine paksus on 1,70 m ja hästilagunenud turba keskmine paksus 2,90 m. Vähelagunenud turvast saab kasutada aiandus- ja alusturbana, hästilagunenud turvast kütte- ja väetusturbana.

Kõrgesoo perspektiivala (Erisalu ja Tassa, 1965; Orru jt, 1975; Mardim ja Ploom, 1998; Ramst jt, 2006) asub Narvast 6 km edelas, Narva veehoidla lähedal. Soo on tekkinud lameda järvenõo soostumisel, kus turba lamami moodustavad jääjärvelised savid, liivsavid ja saviliivad. Tööstuslasundi üldpindala on 3231,8 ha. Kogu varu – 18,3 mln tonni – on arvel aktiivse reservvaruna. Rabalasund moodustab 62% soo pindalast. Rabalasundi keskmine paksus on 4,7 m, madalsoolasundil 1,22 m. Soo arengut mõjutab vahetu piirnemine Eesti Elektriijaama leeliseliste settebasseinidega. Vähelagunenud turvas levib 1606 ha-l ja tema varu on 4828,6 tuh.t. Keskmine paksus on 2,0 m, lagunemisaste 16% ja tuhasus 1,7%. Ala bilansilise varu keskmine paksus on 3,8 m. Veetase kraavides oli 2006. a oktoobris 0,5 m maapinnast. Kuna tegemist ei ole tarbevaruga, eeldab selle kasutuselevõtt geoloogilise uuringu tegemist. Ala paikneb piirkonnas, millega on seotud mitmed tõsised keskkonnaprobleemid.

Perjatsi leiukoht (Mardim ja Ploom, 1998) asub Perjatsi ojast 1 km lääne pool ning Tallinna–Narva raudteest 0,7 km põhja pool. Üldpindala on 101 ha, tööstuslasundi pindala 67,5 ha. Soo keskmine sügavus on 1,9 m ja prognoosvaru 236 tuh.t.

Viivikonna leiukoht (Mardim ja Ploom, 1998) paikneb 5,5 km Vaivara raudteejaamast lõunas. Üldpindala on 129 ha, tööstuslasundi pindala 59,3 ha. Soo keskmine sügavus on 1,9 m ja prognoosvaru 207,3 tuh.t.

KRUUS. Voka kruusamaardla (registrikaart 0172, 2003; Tallinn, 1973; Kattai, 2003) asub Toila vallas Voka külast lääne pool. Maardla pindala on 11,84 ha. Põhimaavaraks on ehituskruus keskmise paksusega 3,8 m. Maardla paikneb Balti jääpaisjärve rannavallil, kus maapinna reljeefi absoluutkõrgus on 43,5–47,0 m. Veeriste sisaldus kruusas ulatub 34,9%-ni. Kasulik kiht on veetasemest kõrgemal. Kaevandamisel tuleb jätta kaitsetervikud elektriliini postide ümber, kohalikule teele ning Voka–Toila maanteele. Maardlast kagu poole jäävad rekultiveeritud karjäärid. Kattekihi paksus on 0,3 m. Kruusa peensusmoodul on keskmiselt 2,1, savi- ja tolmuosakesi 7,0%, kruusa umbes 54,2%. Kruus sobib

purustatult ja sõelutult teede muldkehade ehitamiseks, looduslik kruus fraktsioneeritult asfaltbetooni segudesse. Seisuga 01.01.2009 oli ehituskruusa aktiivne tarbevaru 285,0 tuh.m³ ja aktiivne reservvaru 89,0 tuh.m³.

Toila perspektiivala (Stumbur jt, 1960) asub Pühajõe paremal kaldal Pühajõe kirikust põhja pool. Materjaliks on hästi ümardunud kruus ja veerised paksusega 1,3 m. Varu on 162,4 tuh.m³. Kruus sobib betooni tootmiseks, liiv vajab eeltöötlemist.

Auvere perspektiivala (Veksljar, 1947; Stumbur jt, 1960; Šutov, 1961; Mardim ja Ploom, 1998) asub Tallinna–Narva raudteest põhja pool, Auvere jaamast 2 km idas. Nimetatakse ka Repniku perspektiivalaks. Kujutab endast glatsifluviaalset küngast pikkusega 915 m ja laiusega 129 m. Eristatakse kaht kasulikku kihti: eriteraline liiv kruusa ja veeristega (paksus 0,3–1,8 m) ning kruus ja veerised eriteralise liivaga (paksus 0,3–2,7 m). Veksljari andmetel on kasuliku kihi paksus 1,4 m, kattekihi paksus 0,30 m ja põhjavesi 2,5 m sügavusel. Materjal vajab sõelumist. Sobib betooni tootmiseks. 24,48 ha-l oli kruusa varu 168 tuh.m³ ja liiva varu 108,21 tuh.m³. Šutovi andmetel (1961) oli B+C₁ varu 354 tuh.m³. Maavara kruusasisaldus on 66%, saviosakeste sisaldus 0,9%.

Udria perspektiivala (Rudnik, 1961; Stumbur jt, 1960; Šutov, 1961; Mardim ja Ploom, 1998) asub Udria külast ida pool, mererannikust 1,5 km kaugusel paikneval moreenikünkal, mis on iseloomulik liustike ääremoodustistele. Ala läbilõige: kasvukiht, saviliiv, liiv, kruus, liivsavi, savi, lubjakivi. Kruusakihis on 64% kruusa. Pindala on 30,2 ha. Kasuliku kihi keskmine paksus on 3,3 m ja kattekihi paksus 0,4 m. Kattekihi maht on 139 tuh.m³. Kruusa varu on 1133 tuh.m³ ja seda on sobilik kasutada täitepinnaena. Kruus ei ole külmakindel. Liiv kõlbab betooni valmistamiseks pärast peente osakeste väljapesemist.

Sinimäe leviala (Mardim ja Ploom, 1998) laiub Tallinna–Narva raudtee ja Tallinna–Peterburi maantee vahel Sinimäe ja Hundinurga külade ümbruses. Ala pindala on 843,7 ha. Siin on aja jooksul kaevandatud mitmes paigas. Üheks tähtsamaks on olnud Vaivara ehk Sooküla leiukoht (Žohovets, 1946; Šutov, 1961; Maantoa, 1966; Mardim ja Ploom, 1998), mis asub Tallinna–Narva raudtee ääres raudteest lõuna pool, 4,5 km kaugusel Vaivara raudteejaamast. Ala kujutab endast limnoglatsiaalset lamedat kõrgendikku, kus maavaraks peene- ja jämedateraline liiv kruusa ning veeristega. Jämedamat materjali on veel säilinud Sooküla karjääri põhjaservas (raudteest lõunas). Säilinud kruusliiva varud on suurusjärgus 3 tuh.m³. Suured kruusliiva varud paiknevad Vaivara Sinimägedes, kuid 1965. a arvati Sinimägede maardla 1,6 milj.m³ mahus kruusliiva varu maavarade koondbilansist välja, kuna paiknes looduskaitseobjekt. Jääkvaru täpsustamiseks on vajalikud täpsemad uuringud.

Pimestiku leviala (Šutov, 1961) asub Tallinna–Narva maanteest 1 km põhja pool. Tegemist on glatsifluviaalse oosiga. Kasulikuks kihiks on kruus keskmise paksusega 2,2 m. Leviala pikkus on 300 m ja laius 100 m. C₁-kategooria varu on 60 tuh.m³. Leviala ei paku praktilist huvi ehituses oma kauguse ja väikeste varude tõttu. Leviala pindala on 15,7 ha.

Vaivara leviala (Mardim ja Ploom, 1998) koosneb kahest alast, millest üks asub Vaivara raudteejaamast vahetult ida pool ja teine umbes 1 km kaugusel. Raudtee lõikab mõlemaid alasid. Leviala üldpindala on 54 ha.

Türsamäe leiukoht (Stumbur jt, 1960; Tallinn, 1973) asub Türsamäe küla läänepiiril. Kasuliku kihi moodustab glatsifluviaalne eriteraline savikas liiv kruusa ja veeristega, mille paksus on 2 m ja kattekihi paksus 0,4 m. Varu on umbes 8–10 tuh.m³.

Sillamäe leiukoht (Stumbur jt, 1960) asub Sillamäel Sõtke jõe paremal kaldal. Kasuliku kihi moodustab eriteraline savikas liiv ja kruus, mille paksus on 2 m. Kattekihi paksus on 0,3 m. Varu on umbes 100–125 tuh.m³.

Kukkuri-Künka leiukoht (Stumbur jt, 1960) asub Voka asulast kagus. Kasulikuks kihiks on keskmiseteraline kruus paksusega 2 m. Kattekihi paksus on 0,4 m, varu ca 10 tuh.m³. Kruusa saab kasutada teede remondiks.

LIIV. Pannjärve liivamaardla (registrikaart 0210, 1997; Voolma, 1963; Klimova, 1993) asub Illuka vallas, Kurtina külast 2,5 km kirde pool. Maardla pindala on 209,18 ha. Maavaraks on ehitusliiv, mille keskmine paksus on 27,4 m. Kattekihi paksus on 0,3 m. Liiva peensusmoodul on keskmiselt 1,9, savi- ja tolmuosakesi 1,4%, kruusa umbes 1,4%. Liiv sobib kasutamiseks ka silikaltsiidiliivana. Seisuga 01.01.2009 on ehitusliiva passiivne tarbevaru 4904,0 tuh.m³, aktiivne reservvaru 13302,5 tuh.m³ ja passiivne reservvaru 19570,0 tuh.m³. Maardla kattub osaliselt Kurtina maastikukaitsealaga (83,2 ha). Vahetult karjäärist itta jääb Vasavere veehaarde 1. kaitsetsoon. Veealuse varu kaevandamisel esinevad ulatuslikud nõlvade lihked, mis on ohtu seadnud selle kaitsetsooni terviklikkuse.

Konju perspektiivala (Stumbur jt, 1960; Tallinn, 1973; Sinisalu jt, 1982; Grünberg jt, 1985; Soa jt, 1987) asub Tallinna–Peterburi maantee ääres, Voka jõest 0,5 km ida pool ning Jõhvi linnast 10 km kirde pool. Leiukoht levib nõrgalt lainjal limnoglatsiaalsel tasandikul. Põhjaveetase on 6,0–6,2 m sügavusel. Liiva peensusmoodul on 1,00, savi- ja tolmuosakeste sisaldus 4,97. Kasuliku kihi moodustab Balti jääpaisjärve liiv, mille keskmine paksus on 5,06 m, kattekihi paksus 0,22 m. Pindala on 21,51 ha. Liiva kasutatakse teetöödel. C₂-kategooria puiste- ja täitematerjali liiva varu on 1341,6 tuh.m³, kattekihi maht 58,3 tuh.m³. Varu laiendamine on piiratud.

Merelaadu perspektiivala (Tallinn, 1973; Sinisalu jt, 1982; Sinisalu jt, 1984; Sinisalu ja Soa, 1988; Soa jt, 1990) asub 2,5 km Voka asulast kirde pool. Ala kujutab endast keeruka morfoloogilise ehitusega tuuletekkelist düünide välja, mis põhjast on piiratud järsu merekaldaga. Uuritud on kõige läänepoolsemat (Merelaadu) ja kõige idapoolsemat (Rannavarju) plokki. Maavaraks on peeneteraline kvartspäevakivi. Keskmine peensusmoodul on 0,64, savi- ja tolmuosakeste sisaldus 5,56. Peale pesemist sobib liiv silikaattelliste tootmiseks. Kasuliku kihi keskmine paksus on 6,55 m, kattekihi paksus 0,2 m. Kattekihi maht on 11,2 tuh.m³ ja liiva prognoosvaru 368,4 tuh.m³. Varu on võimalik laiendada. Ala pindala on 5,6+2,2 ha. C₂-kategooria prognoosvaru on 368,4 tuh.m³.

Sirgala perspektiivala (Grünberg jt, 1986; Sinisalu ja Soa, 1988; Soa jt, 1990; Mardim ja Ploom, 1998) asub põlevkivikarjääri lõunaosas ja on metsaga kaetud. Pindala on 183 ha. Liiv kõlbab täitematerjaliks. Kattekihi paksus on 1,1 m ja kasuliku kihi paksus 3,7 m. Veetase on 4,0 m sügavusel maapinnast. Liiva C₂-kategooria varu on 6771 tuh.m³ ja kattekihi maht 2013 tuh.m³. Prognoosvaru on 32400 tuh.m³, keskmine kihipaksus ca 3 m. Saviliiva varu on 2745 tuh.m³.

Vaivina perspektiivala (Killar jt, 1979; Sinisalu jt, 1980; Sinisalu jt, 1982) asub Vokast 2 km ida pool. Maavaraks olev liiv kõlbab täitematerjaliks. Varu seisuga 01.01.1979 oli 9,2 tuh.m³. Ala pindala on 3,25 ha, kasuliku kihi paksus keskmiselt 2,5 m ja kattekihi paksus 0,3 m. 1982. a andmetel oli prognoosvaru 7,0 tuh.m³.

Moonaküla leiukoht (Stumbur jt, 1960; Tallinn, 1973) asub Oru raudteejaamast 0,5 km põhja pool ning levib sealt loode suunas. Kasuliku kihi moodustab Balti jääpaisjärve peeneteraline horisontaal- või diagonaalkihiline kvartsiiv, milles on kruusa vahekihte. Kasuliku kihi keskmine paksus on 2 m, kattekihi paksus 0,2–0,3 m. Varu on ca 14 tuh.m³. Liiva saab kasutada asfaltbetooni valmistamiseks ja teetöödel.

JÄRVEMUDA. Kurtina Suurjärve perspektiivala (Ramst, 1985) asub Kurtinast 2 km kagu pool. Järvest 250 m ida poolt läheb läbi Vasavere–Konsu kruusatee. Järv paikneb Illuka mõhnastiku lääneserval põhja–lõunasuunalises nõos. Järve pindala on 32,4 ha, keskmine sügavus 1,91 m. Järvemuda lasub järves kahe eraldiseisva kihina kokku 7,3 ha-l, sh põhjaosas 2,8 ha-l ja lõunaosas 4,5 ha-l. Järvemuda keskmine paksus on 2,07 m, tuhausus 43,0%, looduslik niiskus 88% ja varu 47,7 tuh.m³. Kõrge

rauasisalduse tõttu on varu arvatud bilansiväliseks. Sobib väetiseks, väheviljakate maade parandamiseks ja lupjamiseks.

Jaala järve perspektiivala (Ramst, 1985) asub Kurtnast 3,5 km kagu pool. Järv paikneb Illuka mõhnastikul võrdlemisi sügavas loode–kagusuunalises nõos. Järve pindala on 18,4 ha, keskmine sügavus 3,18 m. Järvemudalasund levib peaaegu kogu järve ulatuses. Lasundi pindala on 16,6 ha, keskmine paksus 2,14 m, tuhasus 60,3%, looduslik niiskus 88% ja varu 111,9 tuh.m³. Kõrge rauasisalduse tõttu on varu arvatud bilansiväliseks. Sobib väetiseks, väheviljakate maade parandamiseks ja lupjamiseks.

4.3. MAAVARAILMINGUD

RAUAMAAG. Kuigi Jõhvi magnetilise anomaalia (JMA) tipmine osa (nn Toila teeristi osaanomaalia) ja sellega seonduvad sügavamad ja maagirikkamad puuraugud J-I, J-II ja F1 jäävad Kohtla-Järve kaardilehe alale, paiknevad enamik anomaaliast ja selle Voka ning Oru osaanomaalia tipud siiski käeoleval, st Sillamäe kaardilehel. Kuna Jõhvi rauamaagi leidmise ja sellele järgnenud otsingutööde perioodi algaastaid on detailsemalt käsitletud Kohtla-Järve kaardilehe geoloogilise uurituse peatükis, siis siinkohal seda kordama ei hakata.

Kokku on kõnesoleval alal Jõhvi magnetilise anomaalia kolme maksimumi (Toila teeristi idapoolne, Oru ja Voka) piires 11 aluskorra kivimeid avavat puurauku (F2, F3, F5, F6, F9, F10, F11, F12, F13, F17, F23, 315) ja neist 8 (F2, F3, F5, F6, F9, F10, F11, F12) avasid magnetiitkvartsiite. Eelpoolloetletud puuraukude puursüdamik hävines täielikult Kohtla-Järve töökonna Rutiku baasi puursüdamikuhoidla põlengus.

E. Erisalu ja E. Arvisto (1969) juhtimisel läbi viidud uuringute käigus varusid ei arvatatud, küll aga tegeleti sellega mõnevõrra hiljem Eesti kristalse aluskorra maavarailmingutele hinnangu andmisel (Petersell jt, 1985; Petersell jt, 1991). Viimatimainitud töös läbi viidud arvutuste kohaselt on rauamaagi prognoosvaru kuni 500 m tasemeni 355 mln tonni ja tasemeni kuni 700 meetrit 629 mln tonni. Kuna tegu on enamasti järsult lasuva (45–90°) kurrutatud ja migmatiidistunud kivimkompleksiga, kus üsna õhukesed (enamasti alla 1 m) maagikihid vahelduvad maaki mittesisaldavate gneisside ja granitoididega, siis teeb see ka igasugused varuarvutused äärmiselt spekulatiivseks. Kui maagi keskmiseks rauasisalduseks anomaalia tipmises osas on umbes 30%, siis Sillamäe kaardilehe piiresse jääval alal ei ületa see maaki sisaldavates kihtides 20%. Jõhvi rauamaak sisaldab kasulikest elementidest kohati arvestamisväärset koguses kasulike elementidena vaske (0,7%), tsinki (0,42%) ja mangaani. Kahjuliku, st maagi kvaliteeti alandava elemendina, on selles keskmiselt 0,20% väävlit. Kattekihi paksus võimaliku maagikeha kohal on keskmiselt 240 m. Selliste näitajatega maagilasund, seda igatahes tänasel päeval ja rauamaagi seisukohalt lähtuvalt, tööstuslikku huvi ei paku. Viimasel ajal on üks Rootsi maavarade uuringutega tegelev firma hakanud huvi tundma Jõhvi rauamaagi vastu, ja seda mitte niivõrd rauamaagi, kuivõrd sellega seonduva sulfiidse maagistumise ning sellega kaasneda võivate metallide (vask, kuld) leidmise seisukohalt lähtuvalt. Lähiajal on kavas seal uuringutöödega algust teha. Uuringutega kaasnevad ka mahukad puurtööd, sest nagu eelpool mainitud, on seni puuritud puuraukude südamik hävinenud.



Foto 4.1. Põlevkiviraudtee.
Photo 4.1. The Oil Shale Railway.



Foto 4.2. Pannjärve karjäär.
Photo 4.2. Pannjärve Quarry.



Foto 4.3. Põlevkivi kaevandamine Viivikonna (nüüdne Narva) karjääris.

Photo 4.3. Mining of oil shale in Narva Quarry (former Viivikonna Quarry).



Foto 4.4. Rekultiveeritud Viivikonna karjäär. Tagaplaanil Eesti Soojuselektrijaam.

Photo 4.4. The reclaimed Viivikonna Quarry. On the background Estonian Thermal Power Station.

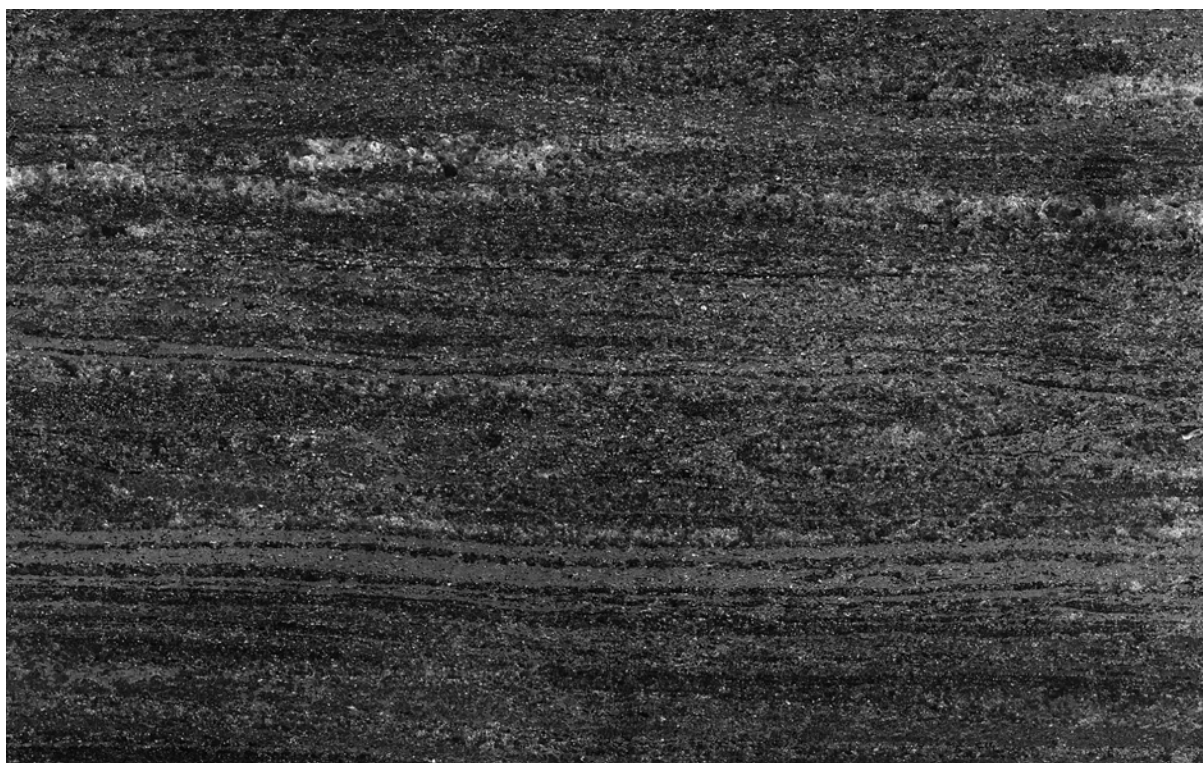


Foto 4.5. Jõhvi magnetiit-kvartsiit.

Photo 4.5. Jõhvi magnetite-quartzite.

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 lühema lainepikkusega anomaaliatega. Et viimaseid paremini esile tõsta, on raskusjõuvälja anomaaliate puhul välja filtreeritud 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 pudedate täitematerjali 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 $-11...-25$ mGal (joonis 5.1), st territooriumil levib vaid Bouguer' anomaaliate negatiivne väli. Bouguer anomaaliate madalad väärtused $-20...-25$ mGal on iseloomulikud Alutaguse struktuurivööndi Alutaguse kompleksi kivimitele (vilgugneisid kaardiala lõunaosas, joonis 1.2) ning kõrgemad väärtused $-11...-20$ Jõhvi struktuurivööndi Vaivara kompleksi kivimitele (peamiselt pürokseen- ja kvarts-päevakivigneisid, joonis 1.2) (Koppelmaa, Kivisilla, 1997). Kaardilehe edelaosas levib ulatuslik miinimum, mille piires välja väärtused langevad kuni tasemele -25 mGal, on põhjustatud Viivikonna orogeense graniidi massiivist (avatud puurauguga nr. 44, joonis 1.2), mis on idast raamitud Alutaguse kompleksi ning põhjast Vaivara kompleksi metamorfiitidega. Magnetiliste anomaaliate kaardil (joonis 5.3) ei ole kõnealune tardkivimite kompleks praktiliselt eristatav Alutaguse kompleksi kivimitest, kuivõrd mõlemad on markeeritud monotoonse edela suunas alaneva väljapildiga, mille väärtused varieeruvad piirides 0 kuni -300 nT. Küll on aga magnetvälja kaardil väga selgesti eristatav Alutaguse ja Jõhvi struktuurivööndi piir, mida ligikaudu markeerib magnetvälja null-isoanomaal. Väga selgesti eristub see struktuurne piir ka raskuskiirenduse jääkanomaaliate kaardil (joonis 5.2), millel selles piirkonnas on jälgitav negatiivsete anomaaliate idasuunaline vöönd, viimane on väga selgelt väljendunud Viivikonna graniidimassiivist ida pool, massiivi piires peegeldab välja muster aga rohkem viimase sisemist struktuuri. Massiivi keskosa tähistab intensiivne miinimum amplituudiga $-0,8$ mGal Kurtna järvestiku piirkonnas, kus on mõõdetud ka Bouguer anomaaliate madalaimad väärtused (-25 mGal).

Aluskorra kivimid on kaetud 190–230 m paksuse settekivimite kompleksiga (Koppelmaa ja Kivisilla, 1997; Puura jt, 1983). Kui Alutaguse struktuurivöönd on magnetväljas markeeritud valdavalt negatiivse ($0...-300$ nT) väljaga, siis kaardiala kesk- ja põhjaosa ilmestavad Vaivara kompleksi kivimite poolt põhjustatud positiivsed anomaaliad intensiivsusega kuni 1500 nT.

Kaardilehe lääneosas Voka asulast lõunas esinev kontrastne, väga intensiivne kahe tipuga anomaalia amplituudiga kuni $+12\ 000$ nT on Jõhvi magnetanomaaliana tuntud anomaalne kompleks, mille läänepoolsem anomaalia jääb kaardialalt välja. Anomaalia jätkub vähem intensiivse ahelikuna piki Sõtke jõge ka kagu suunas Mustaninani, kus on fikseeritud veel üks veidi eraldiseisev ümmarguse põhiplaani kontrastne anomaalia, amplituudiga $+700$ nT. Need anomaaliad on põhjustatud ulatuslikust raudkvartsiidide kompleksi esinemisest, mis on avatud mitmete puuraukudega (F10, F9, F17, F3, F5, F2, 315, F13 ja F9, joonis 1.2). Jõhvi anomaaliat piirab loodest intensiivne negatiivne külganomaalia

(-750 nT), viimane osutab ergastava kompleksi suhteliselt väikesele ulatusele sügavuse suunas. Kuigi Bouguer anomaaliade kaardil ei eristu Jõhvi magnetanomaalia piirkonnas, üldiselt kõrge väljaväärtustega Jõhvi struktuurivööndi väljapildi taustal, visuaalselt eristatavaid magnetanomaaliatega korreleeruvaid raskuskiirenduse anomaaliaid, siis peale pikkade lainepikkuste filtreerimist võib lokaalsete raskuskiirendusanomaaliade kaardilt leida selgelt magnetanomaaliatega korreleeruvad anomaaliad (joonis 5.4). Väga selgesti korreleerub lõunapoolne magnetanomaalia, millele vastab lokaalne raskuskiirendusanomaalia amplituudiga +1,6 mGal. Viimase tipp on magnetanomaalia suhtes nihutatud ca 500 m loode suunas. See osutab anomaaliat põhjustava maagikeha kallakule lasumusele samas suunas. Põhjapoolne magnetanomaalia korreleerub põhja-lõunasuunaliselt väljavenitatud +0,8 mGal intensiivsusega raskuskiirendusanomaaliaga, mille tipp on nihutatud magnetanomaalia tipu suhtes ca 900 m põhja (põhjakagu) poole. Siinkohal tuleb märkida, et raskuskiirendusanomaalia täpne konfiguratsioon jääb paraku ebaselgeks, kuivõrd ta on superpositsioonis pealiskorra kivimites esineva Vasavere mattunud oru poolt põhjustatud negatiivse anomaaliaga, mille intensiivsus ja lainepikkus jäävad samasse suurusjärku ning seetõttu on neid ka sagedusliku selektsiooni alusel keeruline eristada. Vajadusel on anomaaliaid võimalik eraldada vertikaalgradientide meetodil. Jõhvi raudkvartsiidide poolt põhjustatud anomaaliade põhjal teostatud arvutused osutavad, et rauamaagi maht võib ulatuda kuni 1 miljoni tonnini.

Jõhvi anomaaliast ida pool on jälgitav terve rida positiivseid lokaalseid raskuskiirenduse anomaaliaid (intensiivsus kuni +2 mGal), millel reeglina puudub korreleeritav analoog magnetväljas. Vahetult Jõhvi anomaalia idaserval olev anomaalia on tuntud Oru gabromassiivina ning on ka puurimisega kontrollitud (F23, joonis 1.2). Ülejäänud anomaaliad on puurimisega kontrollimata, kuid geofüüsikalise interpretatsiooni alusel on tõenäoliselt tegemist Oru massiivile sarnaste mittemagnetiliste ümbriskivimist nooremate aluseliste gabroidsete intrusioonidega.

Akvatooriumi alale jääva intensiivse ja ulatusliku magnetanomaalia (amplituud kuni +2500 nT) olemus on hetkel andmete puudusel ebaselge, kuid eeldatavasti on tegemist aluseliste Vaivara kompleksi gneissidega.

Aluspõhja struktuuridest leiab raskuskiirendusanomaaliade väljapildis kajastamist eelkõige Vasavere ürgorg, mida markeerib praktiliselt kogu kaardilehe idaosa põhjast lõunasse läbiv negatiivsete lokaalsete anomaaliade ahelik. Juba eelpoolmainitud ulatusliku postorogeense Vaivara graniidimassiivi ja Jõhvi magnetiitkvartsiidide mõju tõttu on see ahelik küll katkendlik ja kohati halvasti jälgitav, kuid vajadusel on seda anomaaliat võimalik vastavate filtritega väljapildis esile tõsta. Jõhvi anomaalse piirkonna põhja- ja lõunapoolse anomaalia vahelisel alal hargneb Vasavere mattunud orgu markeeriv anomaaliade ahelik kaheks ning üks haru kulgeb kuni rannajooneni edela suunas, teine aga pikki Oru gabromassiivi edelaserva kirdesse.

Lisaks tavapärasele raskus- ja magnetvälja kaardistamisele kasutati antud kaardilehe piires ka elektromeetrilist uuringumeetodit. Selle uuringu tulemusi on detailselt käsitletud vastavas uuringuaruandes (All, Gromov, 2008). Vaivara–Laagna tektoonilise vööndi piires teostati dipoolne elektriline profileerimine 30-l marsruudil ning vertikaalne elektriline sondeerimine 75-s sondeerimispunkti. Tänu kontrastselt erineva takistustega komplekside esinemisele ning õhukesele pinnakattele oli antud meetod uuringute piirkonnas suurepäraselt rakendatav ning aitas eristada erinevate komplekside piire täpsusega ± 20 m. Profileerimisandmetele toetudes koostati uuringuala näiveritakistuse jaotumuse plaan (joonis 5.5), mille alusel eraldati välja Lontova sinisavide, tektooniliselt tugevalt rikutud terrigeensete ning karbonaatkivimite avamusalad ning oletatavad rikke- või lõhelisusvööndid.

Toetudes nii varasematele kui käesoleva uuringu tulemustele võib uuringualal eritakistuse alusel eristada järgmisi tinglikke komplekse:

1. Kvaternaarisetted (Q) – iseloomulik muutlik takistus, mis kõigub väga laiades piirides 50–700 Ω m ning moodustab alati läbilõike kõige ülemise (enamalt) õhukese osa.

Madalatakistuselised kvaternaarisetted (savi, savikas moreen jne) põhjustavad DEP graafikutel ühtlasi laugeid miinimume (50–100 Ωm), mis kohati on rikutud järskude positiivsete fluktuatsioonide poolt. Kõrgetakistuselised kvaternaarisetted (peamiselt liiv ja kruus) esinevad uuritud ala lõunaosas ning põhjustavad DEP graafikutel kontrastse piiriga maksimume, mille piires eritakistuste väärtused tõusevad kuni tasemele 700 Ωm .

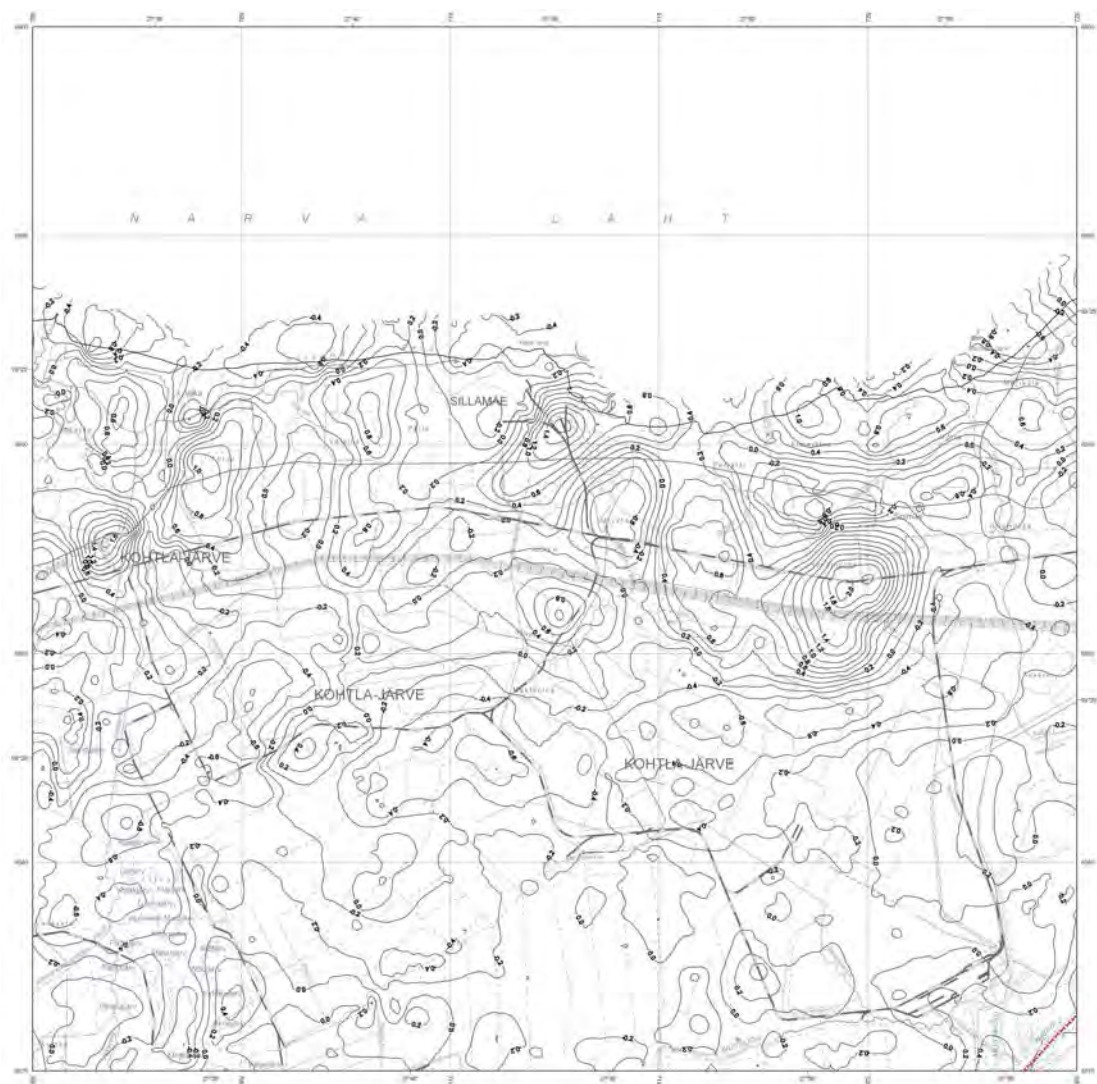
2. Ordoviitsiumi kompleksi kõrge takistusega lubjakivid ($\text{O}_1\text{as}+\text{ls}+\text{uh}$) (>300 Ωm). Väljenduvad profileerimismarsruutidel ulatuslike maksimumidena, mida liigestavad üksikud aluskorra rikestest tingitud kitsad miinimumid ning karbonaatkivimi muutlikkusest ja kvaternaarisetetest tingitud väiksemad fluktuatsioonid. Tugevalt rikutud piirkondades varieerub kõnealuse kompleksi eritakistus väga tugevalt, kuid keskmine tase on lähedane vähemrikutud plokkide omale.
3. Ordoviitsiumi kompleksi madala takistusega lubjakivid ($\text{O}_1\text{vl}+\text{kn}$) (150–300 Ωm). Väljenduvad profileerimismarsruutidel maksimumidena, mis tugevalt purustatud piirkondades on tugevalt liigestatud.
4. Kambriumi sinisavide avamusalad (Ca_1ln) (10–30 Ωm). Väljenduvad profileerimismarsruutidel ulatuslike laugete miinimumidena. Nendes piirkondades savisid kattev kompleks (Kvaternaar ja Ordoviitsium) puudub kas täielikult või on väga õhuke.
5. Kambriumi terrigeensed kivimid (liivakivi, aleuroliit) (Ca_1lk) (25–50 Ωm). Sellistes kivimite avamusalal on anomaalia pilt sarnane eelnevaga, kuid mõnevõrra kõrgemal tasemel (30–60 Ωm) ning seetõttu raskesti eristatav madalatakistuseliste kvaternaarisetete poolt tingitud anomaaliatest.
6. Kambriumi liivakivid ja diktüoneemakilt (Ca_1ts) (50–100 Ωm).

Antud töö tulemused olid geoloogiliste marsruutide ning puurimisandmete kõrval oluliseks lähtematerjaliks Sillamäe ja Narva kaardilehtede pinnakatte ning aluspõhja geoloogiliste teemakihtide koostamisel.



Joonis 5.1. Sillamäe (6533) kaardilehe Bouguer anomaaliad (IGSN 71 gravimeetriline süsteem, rahvusvaheline normaalvälja valem, isoanomaalide samm 0,5 mGal, vahekihi tihedus 2,3 g/cm³, L-Est97 5 km koordinaatvõrk).

Figure 5.1. Bouguer anomalies of the Sillamäe (6533) sheet (IGSN 71 gravity system, International Gravity Formula, isoanomalys after 0.5 mGal, Bouguer density 2.3 g/cm³, L-Est97 5 km grid).



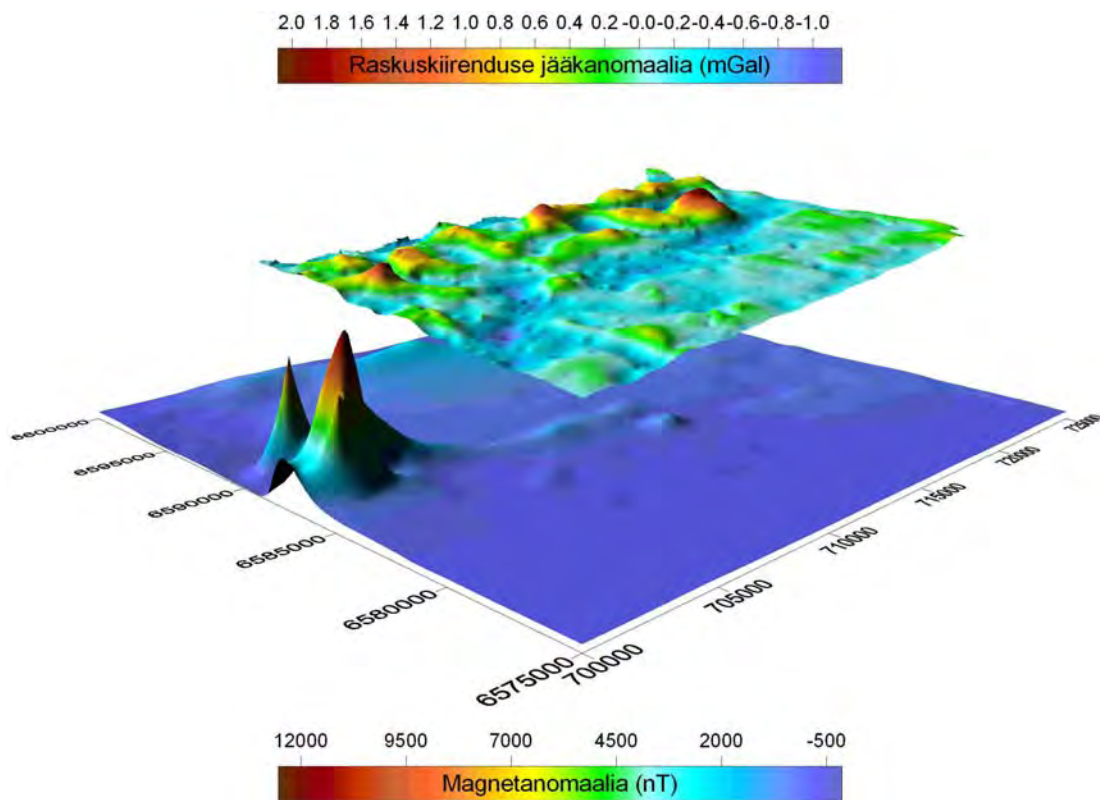
Joonis 5.2. Sillamäe (6533) kaardilehe raskusjõuvälja jääkanomaaliad (keskendusraadius 2 km, isoanomaalide samm 0,2 mGal, L-Est97 5 km koordinaatvõrk).

Figure 5.2. Residual gravity anomalies of the Sillamäe (6533) sheet (averaging radius 2 km, isoanomals after 0.2 mGal, L-Est97 5 km grid).

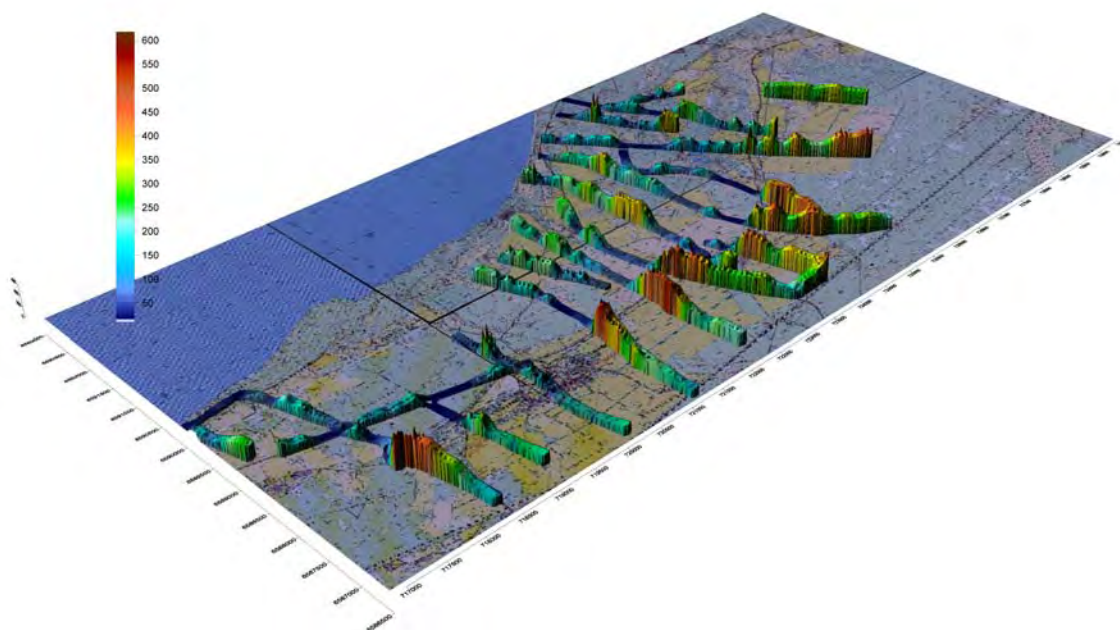


Joonis 5.3. Sillamäe (6533) kaardilehe aeromagnetilised anomaaliad (IGRF 85, isoanomaalide samm 50 nT, L-Est97 5 km koordinaatvõrk).

Figure 5.3. Aeromagnetic anomalies of the Sillamäe (6533) sheet (IGRF 85, isoanomals after 50 nT, L-Est97 5 km grid).



Joonis 5.4. Raskusjõu jääkanomaaliade ning magnetanomaaliade korrelatsioon kaardialal.
 Figur 5.4. The correlation of the residual gravity anomalies with magnetic anomalies.



Joonis 5.5. Näiveritakistuste (Ωm) pindalaline jaotus DEP andmetel.
 Figure 5.5. The spatial distribution of the apparent resistivity (Ωm) according to the dipol-dipol resistivity data.

KASUTATUD MATERJALID

- Aaloe, A. 1986. Tööstusliku kihindi A–F₂ ehitusest (vene keeles). Rmt: Balti põlevkivibasseini ehitusest. Tallinn, Valgus, 38–46.
- Afanasjev B. L., Volkolakov, F. K. 1981. Arusaamade muutustest Baltikumi lokaalsete struktuuride arengust (vene keeles). Rmt: Afanasjev, B. (toim.). Baltikumi settekivimitest katte ja struktuuride moodustumise tingimustest. Zinatne. Riia, 19–24.
- Aleksejev, P. 1878. Balti põlevkivist ja selle võrdlus Olonetski antratsiidi ja teiste põlevate mineraalidega Peterburi ümbruses (vene keeles). Zap. Russ. Teh. Obštš. I, 26–39.
- All, T., Gromov, O. 2008. Elektromeetrilised uuringud Sillamäe ja Narva kaardilehtedel. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn. EGF 8012.
- Allikvee, H., Matvejenkova, M., Orgla, K., Rešetnikova, J., Širokova, M., Viigand, A. 1974. Kohtla-Järve rajooni soode otsingulise ja otsingulis-uuringulise uurimise välimaterjalid.
- Amantov, A., Spiridonov, M. (toim.) 1989. Balti kilbi ja Vene lava kokkupuutepiirkonna geoloogia (vene keeles). VSEGEI. Leningrad.
- Arold, I. 2005. Eesti maastikud. Tartu. Tartu Ülikooli Kirjastus, 453 lk.
- Arro H., Prikk A., Pihu T., 2002. Balti elektri jaamaade tuhaväljade keskkonnoahtlikkuse vähendamine. Keskkonnatehnika, 4.
- Aruanne ehitusgeoloogilistest uuringutest hüdrotehniliste ehitiste territooriumil. 1964. Teploelektroprojekt, EGF 2465, 31 lk.
- Astafjev M., 1964. Aruanne täiendavatest uuringutöödest karjäärades nr 1 ja 2 1963.a. Geoloogia Valitsus, Tallinn, EGF 2080, 154 lk.
- Arsenjev, N. 1829. Vaated Duderhofile ja sellega külgnevatele kõrgustikele (vene keeles). Gornyi Žurnal. t. III.
- Arvisto, E., Väärsi, A. 1969. NSVL riiklik geoloogiline ja hüdrogeoloogiline kaart mõõtkavas 1:200 000. Balti seeria. Leht O-35-X (vene keeles). EGF 3125.
- Arvisto, V., Orgla, K. 1972. Puhatu turbamaardla Oru ala detailuuring. (vene keeles). EGF 5137.
- Asatkin, B. 1937. Leningradi oblasti lääneosa tektoonika küsimusi (vene keeles). Problemy sovetskoj geologii 7. 140–154.
- Asatkin, B. 1938. Gdov dislocations (Leningrad Province). Transactions of the Leningrad Geological Trust 14. 60.
- Astafjev, M., Astafjeva, L. 1967. Aruanne põlevkivivarude ümberarvutamisest Eesti põlevkivimaardlas (1965. a konditsioonide alusel). Ida-ala (1966.–1967. a) (vene keeles). EGF 2938.
- Autorite kollektiiv. 1961–1985. Kohtla-Järve rajooni liivakarjäärade mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Kohtla-Järve rajooni kruusa ja kruusliivakarjäärade mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. EGF 6782.
- Barankina, I. 1962. Aruanne otsingu-uuringutööde tulemustest Sillamäe linna ümbruses lubjakivide ehitusmaterjalina kasutamise võimaluste väljaselgitamiseks (vene keeles). EGF 1723.
- Baukov, S., Gazizov M. 1949. Aruanne uuringutest tellisesavimaardlates Toila jaama ümbruses (vene keeles). EGF 825.
- Baukov, S., Sizova, V., Nassanova, N. 1961. Üldine geoloogilis-tööstuslik hinnang Eesti maardlale kui energiatööstuse baasile (vene keeles). EGF 1467.
- Berzkalns E., Vitoliņš K., Tsebers I., 1959. Elektriülekanaliin 330 kv. Balti HEJ–Riia. Materjalid lõppuuringutest. Köide II. Geoloogia. Raamat I. ENSV geoloogilised puursüdamikud (vene keeles). EGF 1193.
- Björck, S., 1995. A review of the history of the Baltic Sea, 13.0–8.0 ka BP. Quaternary International 27, 19–40.
- Boiko, 1991 – Bojko, N. 1991. Otčet o rezul'tatah aëromagnitnoj s'emki, provedennoj partij 6 aerogeofizičeskoj ekspedicii 33 v 1988–1990 godah na južnom sklone Baltijskogo ščita po geologičeskomu zadaniju 33/6–16–1//2. Nevskgeologia, EGF 4449, 172.
- Dantšenko, S. 1962. Kontrollpuurimise tulemused karjäärikraavide trassil 1962. a (vene keeles). EGF 1731.
- Donner, J. 1995. The Quaternary History of Scandinavia. Cambridge University Press, Cambridge, 210 pp.

- Drobinina, N., Sizova, V., Smagin, N. 1959.* Geoloogiline aruanne detailuuringust Eesti põlevkivimaardla lõunaosas kaeveväljal 17–52 ning eeluuringust kaeveväljal 57–60 1957.–1959. a (vene keeles). EGF 1196.
- Drobinina, N., Stoumov, J. 1959.* Geoloogiline aruanne järeluuringust Eesti põlevkivimaardla kaevevälja nr 47–52 karjääri nr 1 osas nr 3, 1958. a (vene keeles). EGF 1221.
- Erisalu, E. 1963.* Aruanne hüdrogeoloogilisest kaardistamisest Eesti NSV kirdeosa rannäärstel alal 1960. a (vene keeles). EGF 1959.
- Erisalu, E., Arvisto, E. 1969.* Aruanne aluskorra uuringust Jõhvi magnetanomaalia alal ja selle ümbruses (vene keeles). EGF 3032.
- Erisalu, E., Tassa, V. 1965.* Aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 (vene keeles). EGF 2540.
- Eskel, J., Liivrand, H., Kivimägi, E. 1975.* Aruanne fosforiidisisalduse hinnangust Ida-Eestis aastail 1971–1974. (vene keeles). EGF 3348.
- Filatova, A. 1966.* Aruanne geoloogilis-uuringulistest töödest järeluuringu käigus Eesti põlevkivimaardla karjääris nr 3 1966. aastal (vene keeles). EGF 2858.
- Filatova, A., Filatov, J. 1973.* Aruanne põlevkivivarude ümberhindamisest 1965. a konditsioonide põhjal Balti basseini Eesti põlevkivimaardla Ahtme kaeveväljal (vene keeles). EGF 3267.
- Filatova, A., Kattai, V. 1969.* Aruanne põlevkivivarude ümberarvutamiseks 1965. a konditsioonidele vastavalt Balti basseini Eesti põlevkivimaardla kaevandusväljal nr 6 (vene keeles). EGF 3030.
- Fokin, L. 1913.* Eesti bituminoosete kivimite ehitusest ja lagunemisproduktidest (vene keeles). *Gor. Žur.* 11/5, 117–142.
- Gibbard, P., van Kolfschoten, T. 2004.* The Pleistocene and Holocene epochs. In: Gradstein, F.M., Ogg, J.G. & Smith, A.G. (eds) *A Geologic Time Scale*, Cambridge University Press, Cambridge, 441–452.
- Greiser, E., Daško, R., Kotlukova, I., Malahovski, D. 1980.* Duderhofi kõrgustike (Leningradi ümbrus) ehitus ja päritolu (vene keeles). *Izvestija Vsesojuznogo Geografitseskogo Obštšestva* 112, 138–146.
- Grigelis, A.(ed.) 1990.* Geological map of the Quaternary deposits of the Baltic Sea bottom and adjacent area. Lithuanian Geological Institute.
- Gromov, O. 1993.* Sostavlenie gravimetričeskikh kart masštaba 1:50 000 i 1:200 000 i magnitometričeskoy karty masštaba 1:200 000 Severo-Vostočnoj Éstonii. Tallinn, EGF 4686.
- Grünberg, R., Brutus, A., Liiber, U., Otsa, A., Soa, K. 1986.* Eesti NSV liiva ja kruusliiva varude muutused eksploatatsioonilistel andmetel seisuga 01.01.1986. EGF 4192.
- Grünberg, R., Otsa, A., Soa, K., Voika, H. 1985.* Eesti NSV liiva ja kruusliiva varude muutused eksploatatsioonilistel andmetel seisuga 01.01.1985. a (1984. a projekt). EGF 4114.
- Hang, T., Miidel, A. 2008a.* Aluspõhja pinnamood. Rmt: Haberman, J., Timm, T., Raukas, A. (toim.). *Peipsi . Eesti Loodusfoto*, Tartu, 17–19.
- Hang, T., Miidel, A. 2008b.* Peipsi järve areng hilisjäaaajal ja pärast jääaega. Rmt: Haberman, J., Timm, T., Raukas, A. (toim.). *Peipsi . Eesti Loodusfoto*, Tartu, 57–62.
- Heinsalu, Ü. 1977.* Karst ja looduskeskkond Eesti NSV-s. Tallinn, 93 lk.
- Heinsalu, A. 2001.* Diatom stratigraphy and the palaeoenvironment of the Yoldia Sea in the Gulf of Finland, Baltic Sea. Gillot Oy, Turun Yliopisto, Turku. *Annales Universitatis Turkuensis* 144, 144 pp.
- Hausen, H. 1913.* Materialien zur Kenntnis der pleistozänen Bildungen in den russischen Ostseeländern. *Fennia* 34/2.
- Holm, G. 1886.* Bericht über geologische Reisen in Estland, Nord-Livland und St.-Petersburger Gouvernement in den Jahren 1883 und 1884. *Verh. Russ. Miner. Ges. Ser.* 1–31.
- Ilomets, M. 1987.* Kurtna järvestiku looduslik seisund ja selle areng. – Rmt: Ilomets, M. (toim.) *Kurtna järvestiku looduslik seisund ja selle areng*. Tallinn, Valgus, 47–54.
- Ilomets, M. 1989.* Puhatu soostiku arengust holotseenis. – Rmt: Ilomets, M. (toim.) *Kurtna järvestiku looduslik seisund ja selle areng – II*. Tallinn, Valgus, 75–82.
- Ilomets, M. 1994.* The development of mires and the dynamics of hydrological conditions. – In: Punning, J.M. (ed.). *The Influence of Natural and Anthropogenic Factors on the Development of Landscapes. The results of a comprehensive study in NE Estonia*. Inst. of Ecology, Estonian Acad. of Sci., Publ. 2, 58–69.

- Jaanis, J.* 1924. Virumaa geograafiline ülevaade. Rmt: Virumaa, Rakvere, 225–291.
- Jaansoon-Orviku, K.* 1926. Rändpangaseid Eestis. LUS Aruanded 33, 48–56.
- Jegorov, G.* 1959. Aruanne elektriliste anomaaliate puurimisega kontrollimise tulemustest Eesti põlevkivimaardla keskosas (vene keeles). EGF 1199.
- Jegorov, G., Mirošnikova, S., Sizova, V.* 1955. Geoloogiline aruanne uuringutest Eesti põlevkivimaardla kaevandusväljadel 47–52 (1952.–1954. a tööd) (vene keeles). EGF 616.
- Johannes E., Karise V., Pill A., Erg K.* 1985. Antropogeense faktori osa põhjavee keemilise koostise formeerumisel Eesti kirdeosas. EGF 4206, 123 lk.
- Kattai, V. & Vingissaar, P.* 1980. Ahtme tektoonilise rikkevööndi ehitus (vene keeles eesti- ja ingliskeelse resümeeaga). Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised. Geoloogia 2, 55–62.
- Juhend Eesti geoloogiliseks digitaalkaardistamiseks mõõtkavas 1:50 000, versioon 2.1, 2009. Maa-amet, Tartu.
- Jõgi, S., Mardla, A., Stumbur, K.* 1967. NSVL geoloogiline kaart. NSVL hüdrogeoloogiline kaart mõõtkavas 1:200 000. Leht O-35-IV. Balti seeria (vene keeles). EGF 2987.
- Kajak, K.* 1964. Peipsi nõo geoloogiast ja geomorfoloogiast. Eesti Geograafia Seltsi Aastaraamat 1963. Eesti NSV TA, Tallinn, 20–33.
- 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.
- Kala, E., Mardla, A., Puura, V.* 1979. Aruanne Kesk-Eesti aerofotogeoloogiliste kaartide koostamise tulemustest (vene keeles). EGF 3585.
- Kalm, V.* 2006. Pleistocene chronostratigraphy in Estonia, southeastern sector of the Scandinavian glaciation. *Quaternary Science Reviews*, 8, 960–975.
- Karin, J., Dantšenko, V., Veršinina, V., Zudina, T.* 1984. Aruanne uuringust Eesti põlevkivimaardla kaevandatavas osas 1984. a (karjäärid Narva, Sirgala, Oktoobri) (vene keeles). EGF 4078.
- Kasemets, E., Klaamann, A., Kruus, V., Miidel, M., Nugis, S.* 1958. Eesti NSV ehitusmaterjalide maardlate kokkuvõtlik ülevaade 1958. a (Temaatiline töö). Tallinn, EGF 1035.
- Karukäpp, R.* 1987. Mandrijää Kurtna ümbruse maastike kujundajana. – Rmt: Ilomets, M. (toim.) Kurtna järvestiku looduslik seisund ja selle areng. Tallinn, Valgus, 21–24.
- Karukäpp, R.* 2008. Peipsi nõo pinnamood ja maastikud. Rmt: Haberman, J., Timm, T., Raukas, A. (toim.). Peipsi . Eesti Loodusfoto, Tartu.
- Karukäpp, R., Raukas, A.* 2008. Peipsi nõgu jääajal. Rmt: Haberman, J., Timm, T., Raukas, A. (toim.). Peipsi . Eesti Loodusfoto, Tartu.
- Kattai, V.* 1999. Eesti põlevkivimaardla Sirgala kaevevälja III ploki varu ümberhindang (seisuga 01.01.1999. a). EGF 6343.
- Kattai, V.* 2003. Voka kruusamaardla geoloogiliste uuringute aruanne (varu seisuga 01.01.2003). EGF 7480.
- Kattai, V., Beljajev, G.* 1995. Eesti põlevkivimaardla varu ümberhindamine (seisuga 01.01.1995. a). Sirgala kaeveväli. EGF 5309.
- Kattai, V., Beljajev, G.* 1995. Eesti põlevkivimaardla varu ümberhindamine (seisuga 01.01.1995. a). Narva kaeveväli. EGF 4942.
- Kattai, V., Dantšenko, V., Domanova, N., Merkulova, L., Uusmaa, A., Mardla, A., Radik, M.*, 1980. Tektoonilise lõhelisuse uuringu tulemused Eesti põlevkivimaardlas (vene keeles). EGF 3723.
- Kattai, V., Domanova, N., Vingisaar, P.* 1978. Aruanne geoloogiliste uuringutööde tulemustest Ahtme rikketsoonis aastail 1975–1978 (vene keeles). EGF 3566.
- Kattai, V., Saadre, T., Savitski, L.* 2000. Eesti põlevkivi: geoloogia, ressurss, kaevandamistingimused. Tallinn, 93–112.
- Kattai, V., Vingissaar, P.* 1980. Ahtme tektoonilise rikkevööndi ehitus (vene keeles eesti ja ingliskeelse resümeeaga). Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised. Geoloogia 2, 55–62.
- Kelpman, J., Olli, V.* 1967. Lõhe-karstivee iseloomustus Eesti põlevkivimaardlas ja selle mõju mäetöödele. EGF 2941, 223.

- Killar, R., Leštšinskaja, L., Noppel, M., Otsa, A., Raudsepp, A., Saadre, T., Sinisalu, R. 1979. Eesti NSV kruusliiva, liiva ja täitepinnase varude muutused eksploatatsioonilistel andmetel seisuga 01.01.1979. a. EGF 3557.
- Killar, R., Saadre, T., Sinisalu, R., Noppel, M., Otsa, A., Leštšinskaja, L., Raudsepp, A. 1978. Eesti NSV kruusliiva, liiva ja täitepinnase varude muutused eksploatatsioonilistel andmetel seisuga 01.01.1978. EGF 3504.
- Kink, H. (koost), 2003. Loodusmälestised. 9. Ida-Virumaa. Vaivara, Sillamäe, Toila. Tallinn, 46 lk.
- Kink, H., Andresmaa, E. ja Orru M. 1998. Eesti soode hüdrogeoökoloogia. Tallinn, 127 lk.
- Kivisilla, J., Niin, M., Koppelmaa, H. 1999. Catalogue of chemical analyses of major elements in the rocks of the crystalline basement of Estonia. Geological Survey of Estonia. Tallinn, 94 p.
- Kivit N., 2006. Hüdrogeoloogilised vaatlused Balti ja Eesti Elektriijaama tuhaväljadel 2005. aastal. EGF 7750, 66 lk.
- Kivit N., 2008. Hüdrogeoloogilised vaatlused Eesti Elektriijaama tootmisalal 2007. aastal. EGF 7934, 39 lk.
- Kivit N., 2008. Hüdrogeoloogilised vaatlused Balti ja Eesti Elektriijaama tuhaväljadel 2007. aastal. EGF 7933, 73 lk.
- Klimenko, V., Võsa A. 1992. Puhatu, Tudulinna, Hiiesoo ja Peeri turbamaardla tootmisalade järeluurimise Ida-Virumaal. EGF 5272.
- Klimova, S. 1993. Liiva bilansiliste jääkvarude arvutus Pannjärve karjääri mäeeralduse piires seisuga 01.01.1993. EGF 4815.
- Koff, T. 1994. The development of vegetation.– In: Punning, J.M. (ed.) The Influence of Natural and Anthropogenic Factors on the Development of Landscapes. The results of a comprehensive study in NE Estonia. Inst. of Ecology, Estonian Acad. of Sci., Publ. 2, 24–57.
- Kolesnikov, A. 1988. Eesti põlevkivimaardla eksplateeritava osa uuring 1988. a (Oktoobri, Sirgala) (vene keeles). EGF 4333.
- Kont, A. 1996. Aluspõhi. Maastikud. Inimtegevus. Rmt: Saaber, K. (toim.). Koguteos Virumaa. Lääne-Viru Maavalitsus, Ida-Viru Maavalitsus; Tallinn, 33–50.
- Kont, A., Arold, I. 1987. Kurtna mõhnastiku reljeefi põhihooni. Rmt: Ilomets, M. (toim.) Kurtna järvestiku looduslik seisund ja selle areng. Tallinn, Valgus, 25– 31.
- Kont, A., Kull, O., Rooma, I., Makarenko, D., Zobel, M. 1994. The kame field ecosystems studied on landscape transects.– In: Punning, J.M. (ed.) The Influence of Natural and Anthropogenic Factors on the Development of Landscapes. The results of a comprehensive study in NE Estonia. Inst. of Ecology, Estonian Acad. of Sci., Publ. 2, 161–189.
- Kolesnikov, A., Taratorina, M., Popova, N., Radik, M., Radik E. 1990. Eesti põlevkivimaardla kaevandatava osa uuringutest 1989. a (karjäärid: Narva, Sirgala, Viivikonna, Oktoobri; kaevandused: Viru ja Kiviõli (vene keeles). EGF 4380.
- Koppelmaa, H. 2002. Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart. Mõõtkava 1:400 000. Kaart ja seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn.
- Koppelmaa, H., Kivisilla, J. 1998. Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart mõõtkavas 1:200 000. Kaart ja seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn.
- Krapiva, A. 1978. Kohtla-Järveskij r-n. Inženerno-geologičeskij otčet II. Sistema kanav po rekonstrukcii poverhnostnogo vodootvoda razrezov "Narvskij", "Sirgala" I "Viivikond" p/o "Estonslanets". Fil'tratsionnye pomery iz kanavy N-I /Kohtla-Järve rajoon. Eesti Maaparandusprojekt, EGF 6142, 16 lk.
- Krapiva, A. 1989. Kohtla-Järve rajooni pinna- ja põhjavete taastamine ja vajalikud melioratsioonitööd põlevkivi karjääride rekultiveeritavatel aladel. Ehitusgeoloogia aruanne. Eesti Maaparandusprojekt, EGF 7168, 13 lk.
- Krapivin, L., Stepanova, G. 1963. Uus Balti HEJ (projektülesande juurde). Kokkuvõtte ehitusgeoloogilistest tingimustest tootmisalal ja hüdrotehniliste seadmete platsil. Teploelektroprojekt, EGF 2053, 73 lk.
- Kupffer, A. 1865. Bericht über eine geologisch Reise längs der Meeresküste Estlands. Balt. Wschr., Nr. 46 & 47, 811–818.
- Kupits, T. 1980. Kohtla-Järve rajooni Narva sovhoosi Sinimäe II maaparandusehitise ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6435, 7 lk.

- Lamanski, V. V. 1901. Uuringutest Balti–Laadoga klindi regioonis 1900. a suvel (vene keeles). *Izv. Geol. Komiteta*, XX, 5, 233–277.
- Lebedeva, H. 1958. Savidiapiiride moodustumise mehhanismist (vene keeles). *Sov.Geologija* 11.
- Lepland, A., Hang, T., Kihno, K., Sakson, M., Sandgren, P. & Lepland, Aave. 1996. Holocene Sea-Level Changes and Environmental History in the Narva Area, North-Eastern Estonia. *PACT* 51, Rixensart, 313–358.
- Liivrand, E. 1991. Biostratigraphy of the Pleistocene deposits in Estonia and correlations in the Baltic Region. Stockholm Univ. Dept. Quaternary Res. Report 19. Stockholm, 114 pp.
- Liivrand, E. 2008. Succession of the stratigraphical units of the Upper Pleistocene in Estonia. In: Hints, O., Ainsaar, L., Männik, P., Meidla, T. (eds). *The Seventh Baltic Stratigraphical Conference. Abstracts and Field Guide*. Geological Society of Estonia, Tallinn, 42.
- Linari, A. 1940. Aruanne süvapuurimisest Jõhvi lähedal. *EGF* 8.
- Linnupõld, E. 2007. Sillamäe keemiaveoste terminali ehitusprojekti keskkonnamõju hindamine. OÜ E-Konsult, Tallinn, 54 lk.
- Lobanov, I. 1976. Leningradi ümbruse Duderhofi kõrgustike dislokatsioonide päritolust (vene keeles). *Geotektonika* 6, 89–99.
- Lomtadze, V. 1970. Vene platvormi loodeosa Alam-Kambriumi sinisavide füüsikalise-mehaanilistest omadustest (vene keeles). *Zap. Len. Gor. Int.* XXXIV, 154–189.
- Lugus, E., Gulova, H. 1966. Aruanne geoloogiliste uuringutööde tulemustest 1962.–1965. a Narva fosforiidimaardlal, Eesti NSV (vene keeles). *EGF* 2904.
- Luha, A. 1924. Virumaa paekallas. *Geoloogiline ülevaade*. Virumaa, Rakvere, 292–314.
- Lutt, J., Raukas, A. (toim.) 1993. Eesti šelfiala geoloogia. Eesti Geoloogia Selts.
- Malahovsky, D., Sammet, E. 1982. Liustiku pangased ja glatsiodislokatsioonid Vene tasandiku loodeosas (vene keeles). Moskva. *Materialy glaciologičeskikh issledovanij* nr 44, 121–128.
- Mardim, T., Ploom, K. 1998. Vaivara valla maavarade alane ülevaade. *EGF* 6006.
- Markov, K. 1931. Development of the Relief in the Northwestern part of the Leningrad District (in Russian). *Geological Survey of U.S.S.R.*, 117, Moscow – Leningrad, 256 pp.
- Meidla, T. 1997. Hunneberg Stage. Billingen Stage. Volkhov Stage. Kunda Stage. In: Raukas, A., Teedumäe, A.(eds). *Geology and mineral resources of Estonia*. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 58–66.
- Mens, K., Pirrus, E. 1997. Vendian. Cambrian. In: Raukas, A., Teedumäe, A.(eds). *Geology and mineral resources of Estonia*. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 35–49.
- 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.
- Miettinen, A. 2004. Holocene sea-level changes and glacio-isostasy in the Gulf of Finland, Baltic Sea. *Quaternary International* 120, 91–104.
- Miettinen, A., Savelieva, L., Subetto, D. A., Dzhinoridze, R., Arslanov, K., Hyvärinen, H. 2007. Palaeoenvironment of the Karelian Isthmus, the easternmost part of the Gulf of Finland, during the Litorina Sea stage of the Baltic Sea history. *Boreas* 36, 441–458.
- Miidel, A. 2003. Voka outcrop. In: Raukas, A., Kukk, H. (eds). *International Symposium on Human Impact and Geological Heritage. Abstracts and Excursion Guide*, 12-17 May 2003, Tallinn. Institute of Geology at Tallinn Technical University, Tallinn, 33–35.
- Miidel, A., Paap, Ü., Raukas, A., Rähni, E. 1969. Vaivara Sinimägede (Kirde-Eesti) moodustumisest (vene keeles). *ENSV TA Toimetised* 18, 370–375.
- Miidel, A., Raukas, A. 2005. Slope processes at the North Estonian Klint. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Geology* 54(4), 209–224.
- Miidel, A., Raukas, A., Tavast, E., Vaher, R. 2006. Influence of bedrock topography on oil shale mining in North-East Estonia. *Oil Shale* 23(4), 313–327.
- Miidel, V., Vaher, R. 1997. Tectonics. Neotectonics and recent crustal movements. In: Raukas, A., Teedumäe, A. (eds.), 1997. *Geology and mineral resources of Estonia*. Estonian Academy Publishers, Tallinn. 167–177.
- Molodkov, A., Bolikhovskaya, N., Miidel, A., Ploom, K. 2007a. The sedimentary sequence recovered from the Voka outcrops, North-Eastern Estonia: Implications for late Pleistocene stratigraphy. *Estonian Journal of Earth Sciences* 56(1), 47–62.

- Molodkov, A., Bolikhovskaya, N., Ploom, K. 2007b. Geoloogilisi üllatusi Voka klindilahest. Eesti Loodus 9, 10–14.
- 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.
- Morozova, L., Morozov, O., Uusmaa, A., Razgonjajev, A., Domanova, N., Beljajev, G., Popov, J., Ozerova, V., Devjatkov, V., Razgonjajeva, L. 1993. Narva ja Sirgala tegutsevate karjääride järeluurimine 1989–92. a (varu seisuga 01.01.92. a) (vene keeles). EGF 4633.
- Možajev, B. N. 1973. Vene tasandiku loodeosa nüüdistektoonika (vene keeles). Nedra 231.
- Mäkinen, J., Petroskevicius, P., Sildvee, H., Kaminski, J. 1996. Absolute-gravity measurements in Lithuania, Estonia and Latvia 1994–1995. European Geophysical Society, Annals Geophysicae, Supplement I to Volume 14.
- Männil, R., Saadre, T. 1987. Kukruse lade (vene keeles). Rmt: Rakvere fosforiidirajooni geoloogia ja maavarad. Tallinn, Valgus, lk 50–55.
- Niin, M., Kivisilla, J. 1999. Eesti ja lähiala kristalse aluskorra õhikute kataloog. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 228.
- Noppel, M., Arvisto, V. 1975. Anvelti nim. Oru Turbakombinaadile teostatud turba detailuuringu aruanne (Puhatu soostik, Riiasoo). EGF 5164.
- Nõmmsalu V., Salo V., Lepp A., 1977. Turba detailuuringu aruanne Oru turbakombinaadile (Puhatu turbamaardla Konsu alal). EGF 5174, 62 lk.
- Orav V., 1991. Matkateed Narva lähistel ehk Vaivara radadel. Olion, Tallinn, 93 lk.
- Orgla, H., Nõmmsalu, V., Lepp, A., Kallas, R. 1984. Kohtla-Järve rajooni Puhatu turbamaardla keskosa detailuuringu aruanne. EGF 5223.
- Orru, M. 1995. Teatmik Eesti turbasood. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn, 240 lk.
- Orru, M., Allikvee, H., Kukk, M., Širokova, M., Viigand, A. 1975. Kohtla-Järve rajooni turbamaardlate otsingulis-uuringuliste tööde aruanne. EGF 5162.
- Orviku, K. 1927. Beiträge zur Kenntnis der Aseri- und Tallinna-Stufe I. Tartu.
- Orviku, K. 1930. Rändpangastest. Loodusvaatleja, 3, 78–81.
- Orviku, K. 1930. Die Glazialschollen von Kunda-Lammasmägi und Narva-Kalmistu (Eesti). LUS Aruanded 36. 174–179.
- Orviku, K. 1936. Kihitusiirdeid Eesti aluspõhjast. Eesti Loodus 2, 71–72.
- Orviku, K. 1958. Akadeemik Fr. Schmidt'i töödest Põhja-Eesti kvaternaargeoloogia kohta (vene keeles). ENSV TA GI uurimused, III, 269–293.
- Paap, T., Tassa, V. 1968. Geoloogiliste kaartide komplekt mõõtkavas 1:50 000 Eesti põlevkivimaardla territooriumi kohta (vene keeles). Tallinn, EGF 3011.
- Palo, M., Petersell, L., Moltšanova, A., Smagin, N. 1961. Aruanne fosforiidide geoloogiliste otsingutööde tulemustest 1957.–1960. a klindieelses vööndis Tallinna ja Narva vahel (vene keeles). EGF 1570.
- Paylov, A. 1958. Aruanne puurtöödest 1957. a. põlevkivi tööstuslike kihtide kontuuride täpsustamiseks Viivikonna karjääris (vene keeles). EGF 971.
- Pastuhova, A. 1960. Aruanne elektrilistest uuringutöödest Eesti põlevkivimaardla kaevevälja nr. 43–46 kirdeosas ja Kukruse–Toila alal 1959. a (vene keeles). EGF 1270.
- Perens, R. 1998. Eesti hüdroteoloogiline kaart 1:400 000. Seletuskiri. Tallinn, 40.
- Perens, R. 2001. Eesti põhjavee kaitstuse kaart 1:400 000. Tallinn, EGF 7120.
- Perens, H. 2003. Paekihtide ehituslike omaduste hindamine. VI etapp: Ida-Virumaa. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn, EGF 7537.
- Perens, R., Savva, V., 2007. Eesti–Vene piiriülese põhjavee geoloogiline ja hüdroteoloogiline modelleerimine. EGF 7902.
- Perens, R., Vallner, L. 1997. Waterbearing formation. In: Raukas, A., Teedumäe, A. (eds.) Geology and mineral resources of Estonia. Estonian Academy Publishers. Tallinn, 137–144.
- Petersell, V., Mõttus, V., Enel, M., Täht, K., Võsu, M. 2000. Eesti mulla lähtekivimite geokeemiline atlas. Tallinn, EGF 6833.
- Piiper, J. 1975. Pilte ja hääli kodumaa loodusest. Eesti Raamat, Tallinn, 332 lk.
- Piirsalu, T. 2006. Sillamäe linna ühisveevärgi ja kanalisatsiooni arengukava. AS Entec, Tallinn, 24 lk.
- Pirrus, R. 1965. Viimase jäätumise hilisglatsiaalsete setete stratigraafiast Ida-Eestis. EGF 2434.

- Popkov, N. 1955. Aruanne magnetilistest vaatlustest Toila–Voka anomaalsel alal Jõhvi rajoonis 1952. a (vene keeles). EGF 631.
- Puura, V. 1997. Tectonics. Basement features. In: Raukas, A., Teedumäe, A. (eds.), 1997. Geology and mineral resources of Estonia. Estonian Academy Publishers, Tallinn. 163–167.
- 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., Koppelmaa, H., Kivisilla, J., Kuuspalu, T., Perens, H., Mosina, V., 1967. Kristalse aluskorra uurimise tulemused. II aruanne teemal “Eesti NSV metallogeenia kaart mõõtkavas 1:500 000” (vene keeles), 429. EGF 2982.
- Puura, V., Kuuspalu, T. 1966. Eesti NSV metallogeeniline kaart mõõtkavas 1:500 000. Aruanne III. Maagi-ilmingud Jõhvi ja Uljaste ala kristalses aluskorras (vene keeles). EGF 2801.
- Puura, V., Sudov, B. 1976. Balti kilbi lõunanõlva platvormse tektoonika aktivisatsioonitsoonidest ja nende metallogeeniast (vene keeles). Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised. Keemia. Geoloogia 25, 206–214.
- Puura, V., Vaher, R. 1962. Aruanne polümetalliliste maardlate otsingutest Eestis 1960.–1961. a (vene keeles). EGF 1828.
- Puura, V., Vaher, R. 1997. Tectonics. Deep structure. In: Raukas, A., Teedumäe, A. (eds.), 1997. Geology and mineral resources of Estonia. Estonian Academy Publishers, Tallinn. 163.
- Puura, V., 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., Vaher, R., Klein, V., Koppelmaa, H., Niin, M., Vanamb, V., Kirs, J. 1983. Eesti kristalne aluskord (vene keeles). Moskva, Nauka, 208.
- Radik, E., 1991. Põhjavee kaitse ja varude tarbemeetodite uurimine Kirde-Eesti tööstusrajoonis aastatel 1987–1991 (vene keeles). EGF 4514, 178 lk.
- Radik, E., Domanova, N., Dantšenko, V. 1976. Mäetööde mõju hindamine veeressurssidele Eesti põlevkivimaardla Vasavere maetud oru keskosas. (vene keeles). EGF 3417.
- Radik, E., Radik, M., Dantšenko, V., Karin, J., Zudina, T. 1983. Aruanne Vasavere maetud oru komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest Eesti kirdeosa tööstusrajoonis mõõtkavas 1:25 000 (vene keeles). EGF 4015.
- Radik, E., Radik, M., Zudina, T., Koržajeva, A., Razgonjajev, A. 1987. Aruanne otsingutöödest kaevandusvete kasutamisevõimaluste väljaselgitamiseks rahvamajanduses ENSV Kohtla-Järve rajoonis 1984.–87. a. (vene keeles). EGF 4254.
- Ramsay, W. 1929. Niveauverschiebungen, eisgestaute Seen und Rezession des Inlandeises in Estland. Fennia, 52, 2, 1–48.
- Ramst, R. 1985. Jõgeva, Rakvere ja Kohtla-Järve rajooni sapropeelide uurimise otsinguliste tööde aruanne. EGF 5228.
- Ramst, R., Orru, M., Salo, V., Halliste, L. 2006. Eesti mahajäetud turbatootmisalade revisjon. 2. etapp. Ida-Viru, Lääne-Viru, Jõgeva, Järva ja Tartu maakond. EGF 7804.
- Razgonjajev, A., Beljajev, G., Timaskin, R. 1995. Jõhvi ja Ahtme linnade veevarustuse parandamise eesmärgil Vasavere maetud oru idanõlval läbiviidud ordoviitsiumi veekompleksi põhjavee uuringute tulemuste aruanne koos varude arvestusega. AS Viru Geoloogia, EGF 5313, 103 lk.
- Razgonjajev A., Razgonjajeva L., 1993. Põhjavee režiimi hüdrogeoloogilised vaatlused Eesti Elektri jaama tuhaväljade piirkonnas 1989.-1992. a. AS Viru Geoloogia, EGF 4655, 44 lk.
- Razoumovsky, G. 1819. Coup d’Oeil géognostique sur le Nord de l’Europe en general, et particulièrement de la Russie. Berlin.
- Ratas, R., 2002. Sillamäe üldplaneeringu keskkonnamõju hindamise aruanne. Tallinn, 93 lk.
- Raudsep, R. 1997. Phosphorite. In: Raukas, A., Teedumäe, A. (eds.). Geology and mineral resources of Estonia. Estonian Academy Publishers, Tallinn. 331–337.
- Raukas, A. 1978. Pleistotseeni setted ENSV-s (vene keeles). Tallinn, Valgus, 310.
- Raukas, A. 1995. Estonia – a land of big boulders and rafts. Questiones Geographicae, Spec. Issue 4. Poznan, 247–253.
- Raukas, A., Kajak, K. 1995. Quaternary stratigraphy in Estonia. Proc. Estonian Acad. Sci. Geol., 44/3, 149–162.

- Raukas, A., Rähni, E. & Miidel, A. 1971. Mandrijää servamoodustised Põhja-Eestis (vene keeles). Tallinn, Valgus, 226 lk.
- Raukas, A., Saarse, L., Veski, S. 1995. A new version of the Holocene stratigraphy in Estonia. *Proc. Estonian Acad. Sci. Geol.*, 44, 4, 201–210.
- Raukas, A., Stankowski, W. 2005. Influence of sedimentological composition on OSL dating of glaciofluvial deposits: examples from Estonia. *Geological Quarterly*, 49(4), 463–470.
- Raukas, A., Tavast, E., Vaher, R. 2007. Vasavere ancient valley, its morphology, genesis and importance in the economy of North-East Estonia. *Baltica* 20(1–2), 13–18
- Reinsalu, E., Toomik, A., Valgma, I. 2002. Kaevandatud maa, Tallinn, 97 lk.
- Riige, S. 2006. Sirgala perspektiivse harjutusvälja tsoneeringu ja kasutustingimuste koostamine. AS Maves, Tallinn.
- Saarse, L., Veski, S. 1995. A new version of the Holocene stratigraphy in Estonia. *Proc. Estonian Acad. Sci. Geol.* 44/4, 201–210.
- Reinsalu, E., Toomik, A., Valgma, J. 2002. Kaevandatud maa, Tallinn, 52–53.
- Reinsalu, E., Valgma, I., Lind, H., Sokman, K. 2006. Technogenic water body closed oil shale mines. *Oil Shale* 23 (1), 15–28.
- Rosentau, A., Hang, T. & Miidel, A. 2004. Simulation of the shorelines of glacial Lake Peipsi in Eastern Estonia during the Late Weichselian. *Geological Quarterly* 48, 299–307.
- Rosentau, A., Vassiljev, J., Saarse, L. & Miidel, A. 2007. Palaeogeographic reconstruction of proglacial lakes in Estonia. *Boreas*, 36, 211–221.
- Rosentau, A., Vassiljev, J., Hang, T., Saarse, L., Kalm, V. 2009. Development of the Baltic Ice Lake in eastern Baltic. *Quaternary International*, 206, 16–23.
- Rudnik, I. 1961a. Aruanne betooniliivamaardlate otsingutest ja uuringust 1961. a Balti HEJ ehituse piirkonnas. EGF 1591.
- Rudnik, I. 1961b. Aruanne detailuuringust Udria (ENSV) kruusliivamaardlas. EGF 1574.
- Rähni, E. 1959. Iisaku–Illuka ooside ala. *Eesti Loodus* 1, 16–22.
- Rähni, E. 1962. Viimase mandrijää servamoodustistest Põhja-Eestis. ENSV TA GI, Tartu. EGF 1933.
- Rähni, E. 1963. Viirsavide geokronoloogia Ida-Eestis. Materjalid ülemise pleistotseeni ja holotseeni geoloogiast Eestis (vene keeles). ENSV TA GI Toimetised XII, 81–94.
- Saadre, T., Suuroja, K. 1993a. Stratigraphy of the Kukruse Stage in Estonia. *Bull. of the Geological Survey of Estonia*, 3/1, 25–32.
- Saadre, T., Suuroja, K. 1993b. Distribution pattern of the beds of the Viivikonna Formation. *Bull. of the Geological Survey of Estonia*, 3/1, 13–24.
- Saarse, L. 1987. Kurtna järvestiku geoloogiline areng ja järvesetete koostis. – Rmt: Ilomets, M. (toim.) Kurtna järvestiku looduslik seisund ja selle areng. Tallinn, Valgus, 55–61.
- Saarse, L. 1994. Eesti väikejärvede põhjasetted (vene keeles). ENSV TA GI, Tallinn, 230 lk.
- Saarse, L., Vassiljev, J., Miidel, A. & Niinemets, E. 2006. Holocene buried organic sediments in Estonia. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Geology* 55, 296–320.
- Savitskaja, L., Savva, V., Jaštšuk, 2003. Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleksi põhjavee radionukliidide sisalduse määramine. EGF 7540, 30 lk.
- Savitskaja, L., Viigand, A., 1994. Aruanne kambriumi-vendi veekompleksi põhjavee mikrokomponentide ja isotoopkoostise uurimisest joogivee kvaliteedi hindamiseks Põhja-Eestis. EGF 4870, 54 lk.
- Savitski, L., 2005. Kaevandustest ja karjääridest väljapumbatava vee päritolu. EGF 7696.
- Savitski, L. ja Savva, V. 2000. Sillamäe põhjavee tarbevaru hinnang. EGF 6643, 36 lk.
- Savitski, L. ja Savva, V. 2001. Ordoviitsiumi-kambriumi veekompleksi põhjaveevaru regionaalne hindamine Ida-Virumaal kuni 2020. aastani. EGF 7269, 41 lk.
- Savitski, L., Savva, V., 2005. Kurtna–Vasavere veehaarde põhjaveevaru hindamine 2035 aastani. EGF 7660, 46 lk.
- Savitski, L. ja Vallner, L. 1999. Ida-Virumaa kambriumi-vendi veekompleksi põhjavee tarbevaru hinnang. Eesti Maaparandusprojekt, Tallinn, EGF 6352.
- Schmidt, C. 1857. Die grauen untersilurischen Tone der Nordküste Estlands. *Arch. Naturk. Liv-, Kurl-, u. Estland*. 507–516.
- Scupin, H. 1927. Epirogenese und Orogenese im Ostbaltikum. *Acta et Comment. Universitatis Tartuensis (Dorpatiensis)* XI.

- Severgin, V. M. 1803. Mineraloogilisi, majanduslikke jt ülestähendusi reisist Vene riigi lääneprovintssidesse 1802. aastal (vene keeles).
- Šutov, L. 1961. Aruanne ehitusmaterjalide otsingutest ja uuringust Balti HEJ ehitusele (vene keeles). EGF 1469.
- 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.
- Sinisalu, 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 eksploatatsioonilistel andmetel seisuga 01.01.1984. a. EGF 4058.
- Sinisalu, R., Kuk, M., Kosk, A., Otsa, A., Jõgi, V., Kajak, M., Eichenbaum, A., Grünberg, R. 1982. Eesti NSV liiva- ja kruusliiva varude muutused eksploatatsioonilistel andmetel seisuga 01.01.1982. a (1980. a projekt). EGF 3914.
- Sinisalu, R., Pärnamäe, M., Kuk, M., Leštšinskaja, L., Raudsepp, A., Otsa, A., Kosk, A. 1980. Eesti NSV liiva, kruusliiva ja täitepinnase varude muutused eksploatatsioonilistel andmetel seisuga 01.01.1980. a. EGF 3673.
- Sinisalu, R., Soa, K. 1988. Eesti NSV Liiva ja kruusliiva varude muutused eksploatatsioonilistel andmetel seisuga 01.01.1988. a. EGF 4287.
- Sirgala harjutusvälja detailplaneeringu keskkonnamõju strateegilise hindamise aruanne (seisuga 18.05.2009), 2009, AS Koger & Partnerid, Tallinn, 92 lk.
- Sizova, V. 1960. Geoloogiline aruanne järeluuringu tulemustest Eesti põlevkivimaardla osade 1., 2., 4. karjääriväljal nr 1, 1959. a (vene keeles). EGF 1242.
- Sizova, V., Kikas, V. 1961. Aruanne eeluuringu tulemustest 1958. a Viivikonna karjääri piires kattedkihina esinevate lubjakivide ehitusmaterjalina kasutamise võimaluste väljaselgitamiseks (varude arvutus seisuga 01.01.1961. a) (vene keeles). EGF 1568.
- Slutski, A., Arsenev, J., Liskovitš, 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., Grünberg, R., Haamer, R., Liiber, U., Rooma, A. 1988. Ida-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. Tartu, EGF 4286.
- Soa, K., Sinisalu, R., Grünberg, R., Haamer, R., Liiber, U., Valdna, L., Kajak, M., Türk, M. 1987. Eesti NSV liiva ja kruusliivavarude muutused eksploatatsioonilistel andmetel seisuga 01.01.1987. a. EGF 4241.
- Soa, K., Valdna, L., Haamer, R., Pärn, E., Kajak, M., Peikre, R., Rannat, U., Sinisalu, R. 1990. Eesti liiva ja kruusliivakarjääride geoloogiline teenindamine 1988–90. aastatel. EGF 4428.
- Soa, K., Valdna, L., Voika, H., Peikre, R., Sinisalu, R., Kajak, M., Rannet, M. 1990. Eesti liiva ja kruusliiva varude muutused eksploatatsioonilistel andmetel seisuga 01.01.1990. a. EGF 4402.
- Spiridonov, M., Ryabcuk, D., Kotilainen, A., Vallius, H., Nesterova, E. and Zhamoida, V. 2007. The Quaternary deposits of the Eastern Gulf of Finland. In *Geological Survey of Finland, Special Paper* 45, 5–17.
- Struckmeier, W. F., Margat, J. 1995. *Hydrogeological Maps. A Guide and a Standard Legend*. International Association of Hydrogeologists. Hannover, 177.
- Stumbur, K., Viidas, E., Jõgi, S., Mardla, A., Tšeban, E. 1960. Vaivara Rühma aruanne otsingu-kaardistamistööde tulemustest Soome lahe kaldaäärses osas Kirde-Eestis 1958. –1959. a. (vene keeles). EGF 1286.
- Stumbur, K., Jõgi, S., Mardla, E., Mardla, A., Stumbur, H. 1963. Aruanne otsingu-kaardistamistöödest Kirde-Eesti rannäärses osas 1959.–1961. a (vene keeles). EGF 1958.
- Suuroja, K. 1997. Eesti aluspõhja geoloogiline kaart mõõtkavas 1:400 000. Tallinn, Eesti Geoloogiakeskus. Seletuskiri, 60.
- Suuroja, K. 2003. Eesti joad. Ilo, Tallinn.
- Suuroja, K. 2005. Põhja-Eesti klint. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.
- Suuroja, K. 2006. Põhja-Eesti klint Eesti looduse sümbolina. Keskkonnaministeerium, Tallinn.
- Suuroja, K. 2006. Baltic Klint in North-Estonia as a symbol of Estonian nature. KKM, Tallinn, 196 pp.
- Suuroja, K. 2008. Balti klint – loodus ja ajalugu. Geotrail KS, Tallinn.

- Suuroja, K., Mardim, T., Vahtra, T., Ploom, K., All, T., Veski, A., Kõiv, M., Otsmaa, M. 2008. Kohtla-Järve leht (6444). Seletuskiri. Eesti geoloogiline baaskaart mõõtkavas 1:50 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn. EGF 8077.
- Suuroja, S., Talpas, A., Suuroja, K., Ploom, K. 2008. Kohtla-Järve, Sillamäe ja Narva kaardilehtede akvatooriumi geoloogiline uuring. Aruanne. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn. EGF 8041.
- Svendsen, J., Alexanderson, H., Astakhov, V., Demidov, I., Dowdeswell, J., Funder, S., Gataullin, V. et al. 2004. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia. Quaternary Science Reviews, Volume 23, Issues 11-13, 1229–1271.
- Teichert, C. 1927. Die Kluftektontik der Cambro-Silurischen Schichtentafel Estlands. Geol. Rundschau, XVII nr 4.
- Tallinn, K. 1973. Aruanne kruusliiva otsingute tulemustest Kohtla-Järve rajoonis (vene keeles). EGF 3255.
- Tamm, E., 1977. Kohtla-Järve rajoon. Kraav N-2. Pinnasevee äravoolu rekonstrueerimine Narva, Sirgala ja Viivikonna karjäärist. Eesti Maaparandusprojekt EGF 5969, 6 lk.
- Tamm, E., 1978. Narva, Sirgala ja Viivikonna karjääride maapealsete kanalite süsteemi rekonstrueerimine. EGF 6141, 12 lk.
- Tammekann, A. 1940. The Baltic Glint. Part I. Morphography of the Glint. Publicationes Instituti Universitatis Tartuensis Geographici. 24, 103.
- Taratorina, M., Zudina, T., Veršinina, V. 1986. Aruanne uuringust Eesti põlevkivimaardla kaevandatavas osas 1985. a. (karjäärid Sirgala, Viivikond; kaeveväli Kuremäe) (vene keeles). EGF 4171.
- Taratorina, M., Veršinina, V. 1986. Aruanne uuringust Eesti põlevkivimaardla kaevandatavas osas 1986. a. (Narva, Sirgala, Oktoobri karjäär, Viru kaevandus) (vene keeles). EGF 4217.
- Taratorina, M., Veršinina, V., Rammo, M. 1985. Aruanne fosforiidide otsingutest Narva maardlas ja selle ümbruses 1984.–1985. a (vene keeles). EGF 4155.
- 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.
- Tavast, E. & Raukas, A. 1982. Eesti aluspõhja reljeef (vene keeles). Valgus, Tallinn, 194 lk.
- Teichert, C. 1927. Die Kluftektontik der Cambro-Silurischen Schichtentafel Estlands. Geol. Rundschau, XVII nr 4.
- Tokareva, T. 1957. Aruanne geoloogilistest uuringutöödest Toila kruusliivamaardlas. EGF 811.
- Tuuling, I. 1988. Pre-Devonian and Pre-Quaternary relief in the eastern part of the Baltic Phosphorite - Oil Shale Basin (Luuga Narva Lowland) (in Russian). Proceedings of the Academy of Sciences of the Estonian SSR, 37(4), 145–152.
- Tšentsov, I. 1977. Aruanne bilansipuhastusest ja põlevkivivarude korrastamisest Eesti põlevkivimaardlas seisuga 01.01.1977. a. EGF 3510.
- Tšentsov, L., Bugajev, V., Veršinina, V., Tšentsova, L. 1978. Aruanne täiendavatest geoloogilistest uuringutöödest Oktoobri, Sirgala ja Narva karjääris 1978. a (varud seisuga 01.01.1978) (vene keeles). EGF 3523.
- Uusmaa, A. 1991. Eesti põlevkivimaardla kaevandatava osa uuring 1990. a (Narva ja Sirgala karjäär, Viru kaeveala) (vene keeles). EGF 4482.
- Vaarik, M. 2009. Narva elektri jaamade tuhaärrastuse ja tuhaväljade renoveerimise keskkonnamõju hindamine. AS Pöyry Entec, Tallinn, 72 lk.
- Vaher, R. 1983. Kirde-Eesti fosforiidi- ja põlevkivibasseini tektoonika (vene keeles). Autoreferaat. Minsk. 1–22.
- Vaher, R., Mardla, A. 1969. Sinimäe (Kirde-Eesti) piirkonna tektoonilise ehituse uurimise kogemustest elektromeetrilisel meetodil (vene keeles). Rmt: Volkolakov, F. (toim.). Baltikumi ja Valgevene regionaalgeoloogilistest probleemidest (vene keeles). Zinatne, Riia. 119–125.
- Vaher, R., Puura, V., Erisalu, E. 1962. Kirde-Eesti tektoonilisest ehitusest (vene keeles). Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised 10, 319–325.
- Valgma, I., Lind, H. 2006. Põlevkivi potentsiaalsed kaeveväljad ja kaevandamise mõju vee tasemele aastani 2025. 90 aastat põlevkivi kaevandamist Eestis. Eesti Mäeseltsi Mäekonverentsi 2006. a kogumik, TTÜ mäeinstituut, Tallinn, 20–28.
- Vallner, L. 1996. Kirde-Eesti hüdrogeoloogiline mudel. I etapp: kambriumi-vendi ja ordoviitsiumi-kambriumi veekompleksi intensiivkasutuse perspektiivid. Tallinn, EGF 5498.

- Varep, E., Maavara, V., 1984. Eesti maastikud. Eesti Raamat, Tallinn, 184 lk.
- Vares, K. 1989. Kurtna mõhnastiku pinnasetete mineraloogiast ja geokeemiast.– Rmt: Ilomets, M. (toim.) Kurtna järvestiku looduslik seisund ja selle areng – II. Tallinn, Valgus, 61–67.
- Vassiljev, J., Saarse, L. & Miidel, A. 2005. Simulation of the proglacial lake shore displacement in Estonia. *Geological Quarterly*, 49, 253–262.
- Veksljar, J. 1947. Aruanne kruusliivamaardla uuringust Auvere piirkonnas (vene keeles). EGF 73.
- Veršinina, V. Karin, J. 1983. Täiendavad geoloogilised uuringud Narva karjääris 1981–1982. a (varu seisuga 01.01.83. a) (vene keeles). EGF 4879.
- Vilbaste, G. 1938. Järskranniku moodustisi Põhja-Eestis. *Loodusvaatleja* 4/5, 114–121.
- Volin, A. 1974. Leningradi ümbruse diapiirsed struktuurid (vene keeles). *Prirodnaja obstanovka i fauna prošlogo* 8, 142–150.
- Voolma, E. 1963. Aruanne uuringutulemustest Pannjärve-Rääkjärve liivamaardlas 1961.–1963. a (vene keeles). EGF 2066.
- Värk V., 2009. Toila valla ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kava. AS Pöyry Entec, Tallinn, 64 lk.
- Väärsi, A., Kajak, K., Kajak, H., Kõrvel, N., Põlma L. 1961. Peipsi Rühma aruanne geoloogilisest ja hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:200 000 Eesti NSV kirdeosas (leht O-35-X) 1958.–1961. a (vene keeles). EGF 1754.
- Walker, M., Björck, S., Lowe, J., Cwynar, L., Johnsen, S., Knudsen, K.-L., Wohlfarth, B. and INTIMATE Group, 1999. Isotopic ‘events’ in the GRIP ice core: a stratotype for the Late Pleistocene. *Quaternary Science Reviews*, 18, 1143–1150.
- Õun, M. & Maidre, I. 2004. Vaivara vald – 900 aastane lahinguväli. Vaivara Sõjaajaloo Muuseum-teemapargi toimetised nr. 1.
- Öpik, A., Thamm, N. 1933. Über ein anstehendes Eruptivgestein aus Estland. *Pub. Of the Geol. Instit. of the University of Tartu* nr 33.
- Žohovets, V. 1947. Aruanne detailuuringust Eesti Raudtee Vaivara kruusliivamaardlas (vene keeles). EGF 83.
- Zniholen, A. A. 1937. Rakendusgeoloogilisi ettepanekuid seoses Jõhvi magnetilise anomaaliaga. *Tehnika Ajakiri* nr 5.

TUGIPUURAU GU 314 (SINIMÄE) SÜDAMI KU GEOLOOGILINE KIRJELDUS

Puurauk asub Ida-Virumaal, Vaivara vallas, Pimestiku külas, Sinimägede (Tornimäe) esisel alal.

Koordinaadid: **59°23,018' N ja 27°52,801' E**; LEST X = 6585 860, Y = 5550 135.

Puuraugu suudme kõrgus: **31,9 m ümp.**

Puuraugu sügavus: **254,0 m.**

Puuriti 1967. aastal Ida-Virumaal 1:200 000 kompleksse geoloogilis-hüdrogeoloogilise kaardistamise käigus ENSV Geoloogia Valitsuse poolt.

Kirjelduse on koostanud Kaisa Mensi 1967. aastal tehtud esmakirjelduse põhjal Kalle Suuroja. Esmakirjeldust ei ole seni aruannetes ega trükkis avaldatud.

Puurauk on likvideeritud ja selle südamik hävinenud.

PINNAKATE

0,0–2,0 m (2,0/1,0)* Q (glljr3) (Kvaternaar, Pleistotseen, glatsiaalsed setted):

0,0–2,0 (2,0/1,0) m – moreenistunud sinisavi, milles on Lükati kihistule iseloomuliku tugevalt tsementeerunud glaukoniiti sisaldava liivakivi nurgelisi tükke. Kihi alumine piir tinglik, üleminekuline.

ALUSPÕHI

2,0–21,4 m (19,4/18,0) – Ca₁lk (Alam-Kambriumi Lükati kihistu):

Rohekashall aleuriitne savi üleminekutega peliitseks aleuroliidiks. Sisaldab jämeda aleuroliidi ja vähesel määral glaukoniiti sisaldava tugevalt tsementeerunud pisiteralise liivakivi vahekihte. Kivim on tugevalt deformeeritud: läbitud rohketest kaldlõhedest ja nihkepeeglitest ning kurrutatud.

21,4–25,9 m (4,5/4,4) – Ca₁ln (Lontova kihistu):

Rohekashall aleuriitne kuni aleuriidikas savi. Savi sisaldab peenikese ja keskmise jämedusega mudasööjate organismide püriidistunud käike (linte) ning *Platysolenites* fragmente. Viimaste ilmumine ongi olnud aluseks kihi litostratigraafilise kuuluvuse määratlemisel. Kivim on tugevasti deformeeritud (kurrutaud) ja läbitud rohketest lõhedest ja nihkepeeglitest.

25,9–48,2 m (22,3/20,1) – Ca₁lk (Lükati kihistu?):

Rohekashall tugevalt peliitne aleuroliit, horisontaalselt peenikihiline, helehalli jämedateralise aleuroliidi pesadega. Kihtide paksus 2–3 mm. Kihipindadel savikirmed, milles rohelse glaukoniidi teri. Süg. 35,2–37,1 m ja 40,8–41,9 m on rohkesti glaukoniitliiva pesi ja glaukoniiditeradega kaetud kihipindu. Kivim läbitud arvukatest kaldlõhedest ja nihkepeeglitest. Nihkepeeglitel on sageli püriidi konkretsioone. Sügavuselt 48,1 m *Volborthella*.

48,2–79,8 m (31,6/30,0) – Ca₁ln K (Lontova kihistu Kestla kihistik):

Rohekashall aleuriidikas savi – sinisavi. Enamasti massiivses sinisavilasundis on peenikese ja keskmise jämedusega (1–3 mm) mudasööjatest organismide püriidistunud käike (linte) ning foraminifeeri *Platysolenites antiquissimus* fragmente. Kivim läbitud arvukatest kaldlõhedest ja nihkepeeglitest.

79,8–103,7 m (23,9/23,0) – Ca₁ln M (Lontova kihistu Mahu kihistik):

Rohekashall aleuriitne horisontaalselt peenikihiline savi (sinisavi) helehalli kvartsaleuroliidi läätsjate pesadega ja ka kihipindadel on kvartsaleuriiti. Sinisavis on peenikese ja keskmise jämedusega mudasööjatest organismide püriidistunud käike (linte) ning foraminifeeri *Platysolenites antiquissimus* fragmente. Sinisavilasundit läbivad arvukad kaldlõhed ja nihkepeeglid. Võrreldes eelmiste intervallidega on deformatsioonid tagasihoidlikumad.

103,7–121,5 m (17,8/17,0) – $Ca_1In\ S$ (Lontova kihistu Sämi kihistik):

Rohekashall aleuriidikas horisontaalkihiline savi (sinisavi) eriteralise kvartsliaivakivi vahekihtidega. Liivakivi on enamasti helehall ja tugevasti tsementeerunud ning sisaldab vähesel määral glaukoniti. Savis on üksikuid mudasööjatest organismide peenikesi püriidistunud käike (linte) ning foraminifeeri *Platysolenites* fragmente. Kihistiku alumisel piiril on sinisavi kiht, mis sisaldab lamami liivakivi läätsi ja pesi ning tumehalli jämedateralise aleuroliidi lamedaid veeriseid. Neist suurima mõõtmed on $40 \times 20 \times 8$ mm. Sügavuselt 119,9 m on leitud musta kitiinse koorikuga kaetud ussilaadse vormi *Sabellidites cambriensis* eksemplare.

121,5–143,5 m (22,0/6,0) – V_2vrK (Ülem-Vend, Voronka kihistu Kannuka kihistik):

Helehall nõrgalt (intervalli alaosas keskmiselt) tsementeerunud peeneteraline kvartsliaivakivi. Süg. 121,8–122,0 m on kiht rohekashalli aleuriitset savi.

143,5–157,0 m (13,5/4,0) – V_2vrS (Voronka kihistu Sirgala kihistik):

143,5–151,0 (7,5/3,5) m – Punakaspruun peliitse aleuroliidi ja helehalli jämedateralise aleuroliidi õhukeselt horisontaalkihiline vaheldumine. Esineb eriteralise sorteerimata liivakivi vahekihte (kuni 0,5 m) ja läätsi. Kihipindadel palju vilgulehekesi, põhiliselt muskoviit.

151,0–157,0 (6,0/0,5) m – Helehalli peeneteralise kvartsliaivakivi ja jämedateralise aleuroliidi tihe vaheldumine. Savi sisaldab peenikese ja keskmise jämedusega mudasööjate püriidistunud käike (linte) ning *Platysolenites* fragmente. Vaheldumine. Lasundis leidub veel üksikuid rohekas- ja violetjashalli peliitse aluroliidi vahekihte.

157,0–182,5 m (25,5/25,65) – $V_2kt\ K$ (Kotlini kihistu):

157,0–157,5 (0,5/0,65) m – Hallikas peliitne aleuroliit, õhukeselt horisontaalkihiline. Kihipinnad ja läätsjad aleuroliidipesad on kohati impregneerunud kollaka rauahüdroksoidiga. Kivimis on kuni 5 mm läbimõõdus kvartsite radega markeeritud katkendlikke pindu.

157,5–182,5 (25,0/25,0) m – Rohekashall aleuriitne horisontaalselt viirkihiline savi. Kihipindadel rohkesti vilgulehekesi ja kohati ka sideriidi konkretsioone. Kivimilasundis üksikud kaldu nihkepeeglid.

182,5–239,2 m (56,7/28,9) – V_2gd (Gdovi kihistu, Uusküla ja Moldova kihistik):

182,5–186,8 (4,3/2,4) m – Halli aleuriitsavi, aleuroliidi ja peenteriste liivakivide tihe õhukeselt horisontaalkihiline vaheldumine. Kihipindadel rohkesti vilgu (muskoviit, biotiit) lehekesi ja sideriiti. Lasundis kaks kuni 20 cm-st konglomeraadi kihti.

186,8–188,6 (1,8/1,8) m – ookerkollane primaarse tekstuuriga aleuriitsavi.

188,6–196,1 (7,5/2,3) m – hall aleuriitsavi vaheldub horisontaalselt peenekihiliselt (1–2 mm) savi ja helehalli aleuroliidiga. Kihipindadel ohtralt tumedaid laminariitkilesid, harvem püriitseid. Kihipindadelt, millel rohkesti nii muskoviidi kui biotiidi lehekesi, lähtuvad 0,5–1,5 cm sügavused kuivuslõhed. Esineb ka üksikuid sideriidi läätsjaid kihikesi.

196,1–199,6 (3,5/2,0) m – hall aleuriitsavi, horisontaalselt õhukesekihiline, aleuroliidi helehallide 0,1–0,2 mm vahekihtidega.

199,6–238,3 (42,8/19,5) m – rohekashall aleuroliit, valdavalt peeneteraline või peliidikas, harvem peliitne. Kihipindadel on palju 0,3–0,5 mm-se läbimõõduga vilgu lehekesi.

238,3–239,2 (0,9/0,9) m – tihe rohekashall aleuroliit, kohati jämedateraline, violetjas-punase aleuriitse või aleuriidika peliidi vahekihtidega, mille paksus harva üle 1 cm ja mis vahelduvad 3–4 cm tagant halli aleuroliidiga. Violetjaspruuni aleuroliidi vahekihid on lainjad, kohati hargnevad või kurrutatud. Intervalli keskosas üksikud kuni 0,5 cm-sed valge või helehalli liivakivi vahekihid, mis sisaldavad kvartsist kruusa.

239,2–240,8 m (1,6/1,0) – V_2gdO (Gdovi kihistu, Oru kihistik):

239,2–239,4 (0,2/0,2) m – Ülemine 0,1 m – kollakaspruun rohekashallide triipudega kaoliniitne savi. Alumine 0,1 m punakaspruun peliitne aleuroliit üksikute õhukeste helehalli kaoliniitse savi kihikestega. Sisaldab kulutamata kvartsi teri.

239,4–240,8 (1,4/0,8) m – Hallikaspruun eriterine halvasti sorteeritud nõrgalt tsementeerunud liivakivi kollakaspruuni aleuriidika savi ja violetjashalli aleuroliidi läätsjate pesade ning vahekihikestega. Kivimis leidub üksikuid suuri (>4 mm) halvasti kulutatud kvartsi teri. Intervalli alaosas 0,2 m – roosakashall nõrgalt tsementeerunud graveliit. Kvartsiterad on enamasti nõrgalt kulutatud.

KRISTALNE ALUSKORD

240,8–254,0 m (13,2/10,0) – PPal (*Paleoproterosoikum, Alutaguse kompleks*):

Murenemiskoorik III–II aste: Tugevalt murenenud kollakaspruun kuni kirsipunane migmatiidistunud biitiitgneiss. Esmased kivimitmoodustavad mineraalid (päevakivid, tumedad mineraalid) on pea täielikult asendunud savimineraalidega, mis on läbi immutatud rauahüdroksiididest. Üksnes kvarts on säilinud enam-vähem värskena. Gneisjas tekstuuri 20° – 45° . Puurauk ei läbi murenemiskoorikut.

