

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

**7321
PRANGLI**

**SELETUSKIRI
EXPLANATION TO THE MAPS**



**EESTI GEOLOOGIAKESKUS
TALLINN 2002**

EESTI GEOLOOGIAKESKUS
GEOLOGICAL SURVEY OF ESTONIA

EESTI GEOLOOGILINE BAASKAART
GEOLOGICAL BASE MAP OF ESTONIA

Mõõtkava 1:50 000
Scale

7321
PRANGLI

SELETUSKIRI
EXPLANATION TO THE MAPS

Tallinn, 2002

Suuroja, K., All, T., Kõiv, M., Mardim, T., Morgen, E., Ploom, K., Vahtra, T., 2002. Eesti geoloogiline baaskaart (mõõtkavas 1:50 000). 7321 Prangli. Seletuskiri, 72.

Esikaanel: Prangli saare läänerannik. T. Saadre foto.

Eesti Geoloogiakeskus, 2002

Kadaka tee 82

Tallinn 12618

7321 Prangli. Eesti baaskaardi mõõtkavaline (1:50 000) digitaalsete geoloogilis-geofüüsikalishüdrogeoloogiliste kaartide komplekt on koostatud põhiliselt varasemate geoloogilis-geofüüsikalishüdrogeoloogiliste kaartide ja maavarade otsingulis-uuringuliste tööde ning nendega kaasnevate andmebaaside põhjal. Käesoleval juhul on tegu kaardikomplektiga kaasneva seletuskirjaga, mis võimaldab kaasneva lisateabe abil paremini lahti mõtestada kaardil kujutatut.

Kaardikomplekti kuuluvad järgmised 8 kaarti: 1) aluspõhja, 2) aluspõhja reljeefi, 3) pinnakatte, 4) geomorfoloogia, 5) hüdrogeoloogia, 6) põhjavee kaitstuse, 7) raskusjõuvälja anomaaliate, 8) aeromagnetiliste anomaaliate. Neist aluspõhja (1), pinnakatte (3), hüdrogeoloogia (5), raskusjõuvälja jääkanomaaliate (7) ja aeromagnetiliste anomaaliate (8) kaarti käsitletakse põhikaartidena, ülejäänuid aga abikaartidena.

Nii kaardid kui seletuskiri on koostatud digitaalseina ning nende aluseks olnud faktiline materjal on EGK digitaalsetes andmebaasides.

7321 Prangli. *The set of digitized geological-geophysical-hydrogeological maps at the scale of Base Map of Estonia (1:50 000) is compiled mainly on the ground of former similar maps and data obtained in the course of exploring and prospecting of mineral resources. The present explanatory note gives additional information for better understanding data imaged on these maps.*

The set includes the following maps: 1) bedrock, 2) bedrock relief, 3) Quaternary deposits, 4) geomorphology, 5) hydrogeological, 6) groundwater vulnerability, 7) residual gravity anomalies, 8) aeromagnetic anomalies. The maps of bedrock (1), Quaternary deposits (3), hydrogeological (5), residual gravity anomalies (7) and aeromagnetic anomalies (8) are considered principal, others as additional maps.

All maps and explanatory notes to these are digitized; the initial information is stored in the data server of the Geological Survey of Estonia.

SISUKORD

SISSEJUHATUS (K. Suuroja, T. Vahtra)	4
1. ALUSPÕHI (K. Suuroja)	7
1.1. KRISTALNE ALUSKORD	7
1.2. SETTEKIVIMILINE PEALISKORD	10
1.2.1. Vendi kompleks	10
1.2.2. Kambriumi ladestu	10
1.3. ALUSPÕHJA RELJEEFIST JA STRUKTUURIDEST	13
2. PINNAKATE JA PINNAMOOD (K. Ploom)	16
2.1 PLEISTOTSEEN	20
2.1.1. Kesk-Pleistotseen. Ugandi kihistu	20
2.1.2. Ülem-Pleistotseen	24
2.2. HOLOTSEEN	31
2.3. PINNAKATTE PAKSUS	42
2.4. PINNAKATTE MAAVARAD (K. Ploom)	45
3. HÜDROGEOLOOGIA JA PÕHJAVEE KAITSTUS (T. Mardim, T. Vahtra)	49
3.1. KVATERNAARI VEEKOMPLEKS	49
3.2. ALUSPÕHJA JA ALUSKORRA VETTANDVAD JA –PIDAVAD KIHID	51
3.3. PÕHJAVEE TARBEVARU JA SELLE KASUTAMINE	52
3.4. PÕHJAVEE KAITSTUS	52
3.5. PÕHJAVEE KOOSTIS JA SELLE VASTAVUS JOOGIVEE NÕUETELE	52
4. GEOFÜÜSIKALISED VÄLJAD (T. All)	58
5. DIGITAALSETEST ANDMEBAASIDEST (K. Ploom)	60
SUMMARY	61
KASUTATUD KIRJANDUS	65
Teksti lisad: I TUGIPUURAUK F-115 (Neeme) ÜLDANDMED PUURAUGU KOHTA	68
GEOLOOGILINE KIRJELDUS (K. Suuroja)	68
II PUURAUGU PRANGLI 4 SÜDAMIKU GEOLOOGILINE KIRJELDUS (K. Ploom)	69
III PUURAUGU PRANGLI 6 SÜDAMIKU GEOLOOGILINE KIRJELDUS (K. Ploom)	70
Komplekti kuuluvad järgmised kaardid	
1. Aluspõhi	
2. Aluspõhja reljeef	
3. Pinnakate	
4. Geomorfoloogia	
5. Hüdrogeoloogia	
6. Põhjavee kaitstus	
7. Raskusjõuvälja anomaaliad	
8. Aeromagnetilised anomaaliad	

SISSEJUHATUS

Käesolev seletuskiri annab ülevaate Eesti geoloogilise baaskaardi (mõõtkavas 1:50 000) Prangli lehe (nr 7321) piirkonda jääva ala geoloogilisest ehitusest ning rakenduslikest võimalustest. Maapõuealase teabe oskuslik rakendamine igapäevastes ettevõtmistes, mis väljendub eelkõige kõikehõlmavast informatsioonist tulenevate õigete otsuste tegemises, võimaldab pöörata selle ka kroonides mõõdetavaks kasumiks.

Kaardikomplekt on koostatud põhiliselt varasemate geoloogilis-geofüüsikaliste uurimistulemuste põhjal, kuid ka maavarade otsingutel ja uuringutel hangitud materjal on leidnud kasutamist. Kaardipilt on on aga siiski igal konkreetsel juhul uus ja originaalne, st täiendavat materjali arvestades uuesti välja joonistatud. Mis, mille alusel ja kuidas koostatud, seda tutvustatakse seletuskirja iga konkreetset kaarti puudutava peatüki sissejuhatavas osas. Kõik kaardilehe komplekti kuuluvad kaardid on koostatud Eesti Keskkonnaministeeriumi tellimusel OÜ Eesti Geoloogiakeskuse poolt.

Kaardilehe komplekti kuuluvad järgmised põhi- ja abikaardid: 1) aluspõhja geoloogiline, 2) aluspõhja reljeefi, 3) pinnakatte geoloogiline, 4) geomorfoloogiline, 5) hüdrogeoloogiline, 6) põhjavee kaitstuse, 7) raskusjõuvälja anomaaliad, 8) aeromagnetiliste anomaaliate. Kõik need on Eesti Baaskaardi mõõtkavas (1:50 000).

Kaartide topograafilise alusena on kasutatud Eesti Baaskaarti, mis on esitatud Lamberti konformses koonilises projektsioonis, ellipsoidil GRS-80 (Lambert-Est, lõikeparalleelid 58°00' ja 59°20'). Koordinaativõrk: L-EST 92, 5 kilomeetri võrk. Kõrgusjooned on näidatud 10 m tagant. Lähtuvalt geoloogilise suunitlusega teabe rohkusest on aluskaardiks olevat Eesti Baaskaarti mõneti lihtsustatud ja selle faktikoormust vähendatud.

Prangli (nr 7321) leht, nurgakoordinaatidega 24,8841° ja 59,5354°; 24,8900° ja 59,7598°; 25,3349° ja 59,7561°; 25,3260° ja 59,5316° paikneb Harjumaa idaosas. Kaardilehe standardsest 625 km²-st on üksnes 13 km² maismaad, ülejäänud 612,0 km² hõlmab Soome lahe akvatoorium (joonis 1). Valdava osa maismaa-ala 13 km²-st hõlmavad 7 väikesaart (põhjast lõunasse): Keri, Prangli, Põhja-Malusi, Lõuna-Malusi, Aksi, Rammu ja Koipsi. Loetletud saarte ümbruses on meres rida laevasõidule ohtlikke madalikke, millest vast tuntuim on 6,5 km Pranglist loodesse jääv Kuradimuna ehk Develsei (ka Ulgumadal), aga mainimisväärsed on ka Nygrund (5 km Prangli põhjatipust läänes) ja Karbimadal (5 km Tammneemest idas). Mere sügavus, kui rannanõlv ja saarte ning madalikega seotud kõrgendikud välja arvata, on alal 70–100 m, langedes üksnes Rammusaarest põhja pool sellest mõnevõrra sügavamale.

Prangli saar jääb Viimsi poolsaarest (Leppneemest) ligi 9 km kirdesse, Ihasalu neemest aga umbes 10 km loodesse. 6,28 km²-se pindalaga saare pikkus loodest kagusse, Roundi neemelt kuni Liivsaare neemeni on 6 km. Saare rannajoon on tugevalt liigestatud, siin leidub ohtrasti lahtesid, abajaid, neemi ja poolsaari ning ligi 35 laidu-kari. Neemedest on tuntumad Luo hark, Ristineem, Liimeneem, Veskindem, Koistu neem, Mändineem, Ülesaare, Vanakabeli, Mõlgi, Tenu ja Ärgi neem ning mitmed teised. Suuremaid lahtesid on kaks – Ees- ja Tagalaht saare lääneküljel. Laidudest on suuremad Tiirlod, Seinakari, Mourikarid ja Rohukarid; Pikk-kari, Jahukari, Leigari kari ja Kiburi kari on aga tavalise veeseisu korral Prangliga ühenduses. Lauge ja madal (2–3 m ümp) saar on kagus (Punasekivi mägi) ja idas (Kullamägi) pisut kõrgem – kuni 10 m ümp. Saare pinnamoodi on kujundanud peamiselt mere kulutav ja kuhjav tegevus, samuti tuul. Rannatüüpidest esineb siin väga kivine paljas moreenrand, kamardunud rand, liivrand, rannavallrand ja astangrand. Saare rannajärved on nüüdseks enamjaolt kinni kasvanud (Mõlgi soo jmt) või siis alla lastud (Järvesoo). Pisut vett leidub ka Tuomika järves ning Mustakooa loikudes. Nimetamisväärsed jõed ning ojad saarel puuduvad, kraavidest on suurim Mustakooa joom. Idas, nn Mändidealusel rannal on hea selge veega allikas.

Suuri rändkive on Pranglil rohkesti, kuid hiidrahnu mõõtmeteri küünib neist vaid üks – Punane kivi (ümbermõõt 28,0 m, kõrgus 3,1 m). Mainimist väärivad on veel Kotkakivi (ümbermõõt 19,0 m, kõrgus 3,5 m) Kelnase külas; suur rändrahn Kõrve metsas (ümbermõõt 16,0 m, kõrgus 2,3 m); Ussikivi (ümbermõõt 15,0 m, kõrgus 1,8 m); Konnakivi (ümbermõõt 14,0 m, kõrgus 1,8 m) Mõlgi rannas ja Hundikivi, Hobukivi, Nõiakivi, Laevakivi, Vinnakivi, Lambakivid.

Prangli omapäraks on see, et siin eraldub maapinnast mitmel pool gaasi. Puurimistöid saarel alustati 1924. aastal ja neid jätkati veel aastail 1946–1947 ja 1959–1961. Rajati 5 üle 100 m sügavust puurauku. Neist saadi ka gaasi, kuid peagi selle juurdevool lakkas, ilmus vesi ja puuraugud varisesid kokku.

Saare alune kõrgendik koosneb pudedatest kvaternaarsest setetest, mille paksus ulatub 123 m-ni ja mis lasuvad osaliselt Vendi setetel (lõunas) ja osaliselt otse kristalsel aluskorral (saare põhjaosas).

Saar asustati, ilmselt rootslaste poolt, juba XIII sajandil. Esmakordselt mainitakse Pranglit kirjasõnas 1387. aastal Rango ja siis 1397. aastal Rande nime all. Saare elanikkond on aastasade jooksul olulisi muutusi üle elanud: 1491. aastal oli siin juba 9 peret; 1716. aastal pärast laastavat Põhjasõda 16 peret; XX sajandi algul ligi 90 peret; 1910. aastal loeti kokku rekordiline 493 inimest; 1939. aastal 438; 1969. aastal 229 ja käesoleval ajal 150 inimest. Suur osa saare tööväimelisest elanikkonnast on leidnud rakendust kalanduses.

Saarele traagiline oli 1941. aasta 28. august, kui selle lähedal uppus pommitabamuse saanud, Tallinnast Leningradi evakueeritavaid vedav Eesti laev “Eestirand” 3000 inimesega pardal. Selle 34 (teistel andmetel 45) hukkunut on maetud saarele.

Administratiivselt jääb ala Harju maakonna territooriumile, hõlmates suurema osa Viimsi ja osa Jõelähtme vallast. Suuremad asustatud punktid on Prangli saare külad: Lääneotsa, Kelnase, Idaotsa ja Aabneeme.

Saare lõunaosa ja Aksi saar on hõivatud Prangli Maastikukaitseala poolt.

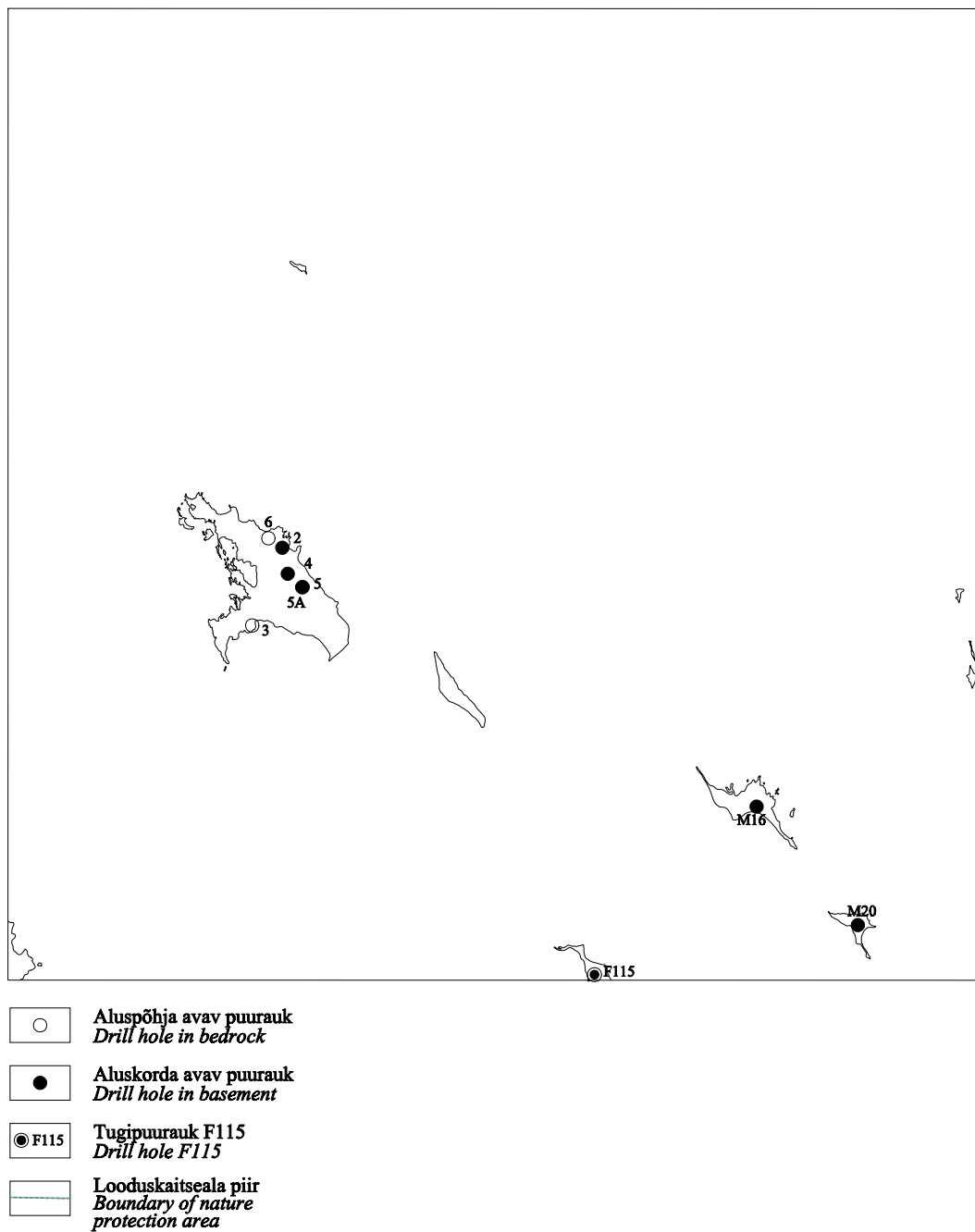
Keri (*Kokskär*) asub 6,5 km Pranglist põhja pool. Saar on tuntud eelkõige iidvana majaka poolest, mille Peeter I laskis Soome lahe ühe esimese tuletornina ehitada juba enne Põhjasõja lõppu, st 1719. aastal. Esimesena Venemaal hakati siin 200 aasta eest kasutama õlilampi tuletorni valgustamiseks. 100 aasta eest pandi majakas esimesena maailmas tööle maagaasil. Tugev gaasipurse toimus saarel 1902. aastal, kui seal hakati kaevu puurima. Metaani sisaldava põleva gaasiga valgustati tuletorni aastatel 1907–1912. Siis aga, mingitel salapäraistel asjaoludel, milleks ei olnud kindlasti mitte gaasivaru lõppemine, läks see süsteem rivist välja. Täna sel päeval elab Keril vaid tuletornivaht.

Aksi ehk Väike-Prangli saar (0,59 km²) jääb Pranglist 2,2 km kagusse. Väikesel ja kivisel saarel momendil püsielanikkond puudub. 1953. aastal saadeti sealsed elanikud Nõukogude võimude poolt minema. Pärast seda peeti seal mõnda aega vaid lambaid. Saare lähistel meres on täheldatud gaasi välja-imbustumist.

Rammu saar (ca 1 km²), mis jääb Aksist umbes 6 km idakagusse, on valdavalt lage ja vaid siin-seal kadakatega kaetud.

Koipsi saar (0,35 km²), mis asub vaid 3 km Rammust kagu pool, jääb Kaberneemest vaid 1 km kaugusele. Rohkete ja suurte rändkividega ümbritsetud kõrge ja metsase saare kivilülvid on Eesti ühtedeks suurimaiks.

Põhja- ja Lõuna-Malusi, mis jäävad eelnevaist, enam-vähem ühel loode–kagu suunalisel joonel olevaist saartest tunduvalt ida poole, rannikud on tuntud Soome lahe hüljeste ühe arvukama lesilana. Koipsi koos Rammu ja Malusi väikesaartega kuuluvad Kolga lahe väikesaarte maastikukaitseala koosseisu.



Joonis 1. Prangli (7321) lehe ülevaatekaart.
 Figure 1. Schematic map of Prangli (7321) sheet.

1. ALUSPÕHI

Prangli lehe aluspõhja geoloogiline baaskaart (mõõtkavas 1:50 000) on originaalkaart, mis on koostatud põhiliselt varasemate keskmise- (1:200 000) ja suuremõõtkavaliste (mõõtkavas 1:50 000) geoloogiliste kaardistamiste (Jõgi jt, 1966; Kala jt, 1966; Petersell jt, 1971; Malkov jt, 1986; Talpas jt, 1994; Suuroja jt, 1997) ning maavarade (gaas) otsingu- ning uuringutööde (Krõlov, 1946; Krõlov, 1948; Kulikov ja Tšeussova, 1962) materjalide põhjal. Täielikult kaardistati mõõtkavale vastavalt Pakri saar.

Kaardilehe piires on puuritud 10 aluspõhja avavat puurauku (joonis 1), millistest 7 avavad ka kristalset aluskorda.

Pea üksnes meres kulgevate litostratigraafiliste üksuste (kihistute ja nende komplekside) piiride väljajoonistamisel on kasutatud põhiliselt seismoakustilise pidevsondeerimise (Malkov jt, 1986; Talpas jt, 1994) andmestikku ja seetõttu on kaardil mitmed õhemad ning halvasti jälgitavate üleminekutega üksused koondatud suuremateks ja paremini eristatavaks (Vend, Alam-Kambrium). Kivimkomplekside litostratigraafiline liigestus rajaneb Eesti aluspõhja geoloogilise kaardistamise (mõõtkavas 1:50 000) tugilegendil (Kajak jt, 1992).

Aluspõhja struktuuride seisukohalt vaadatuna asub kaardilehe ala Ida-Euroopa platvormi loodeosas, Vene lava ja Balti kilbi piiril. Kaks eriilmelist struktuurset korrust, tard- ja moondekivimeist koosnev kurrutatud **kristalne aluskord** ja sette kivimeist koosnev **settekivimiline pealiskord** eristuvad siin üksnes lehe lõunaosas 45 % kaardilehe territooriumist, sest põhjaosa (55 %) jääb juba Balti kilbi alale, kus merepõhjas Kvaternaari setete all avanevad juba kristalse aluskorra kivimid.

1. 1. KRISTALNE ALUSKORD

Teave alal leiduvaist aluskorra kivimeist pärineb põhiliselt 7-st aluskorda avavast puuraugust, mis on puuritud loodusliku gaasi uuringutööde (Krõlov, 1948 – 2 puurauku; Kulikov, Tšeussova, 1962 – 2 puurauku), süvakaardistamise (Petersell jt, 1971 – 1 puurauk) ning Soome lahe merepõhja geoloogilise kaardistamise (Talpas jt, 1994 – 2 puurauku) käigus. Väärtuslikku lisa kristalse aluskorra ehituse mõistmisel on andnud nii aeromagnetilise kaardistamise (Metlitskaja jt, 1992) kui ka seismoakustilise pidevsondeerimise käigus hangitud teave (Malkov jt, 1986; Talpas jt, 1994). Kristalse aluskorra kivimkomplekside piiritlus siinsel alal põhinebki üheltpoolt puursüdamikes tehtud kivimmääratlustele ja teisalt magnetvälja iseärasuste interpreteerimisel.

Vaheldusrikka koostise ja keerulise struktuuriga (lauskurrutatud) sügavalt mattunud kivimlasundi (Jägala kompleks) koostis on fikseeritud vaid 7 punktis ja seetõttu on lisatud aluskorra skeemi (joonis 2) puhul tegu vaid ühe võimaliku tõlgendusega. Joonis põhineb geoloogilise süvakaardistamise materjalidel (Petersell jt, 1971), mida uute geofüüsikaandmete (Metlitskaja jt, 1992) põhjal on täpsustatud (Koppelmaa, 2000).

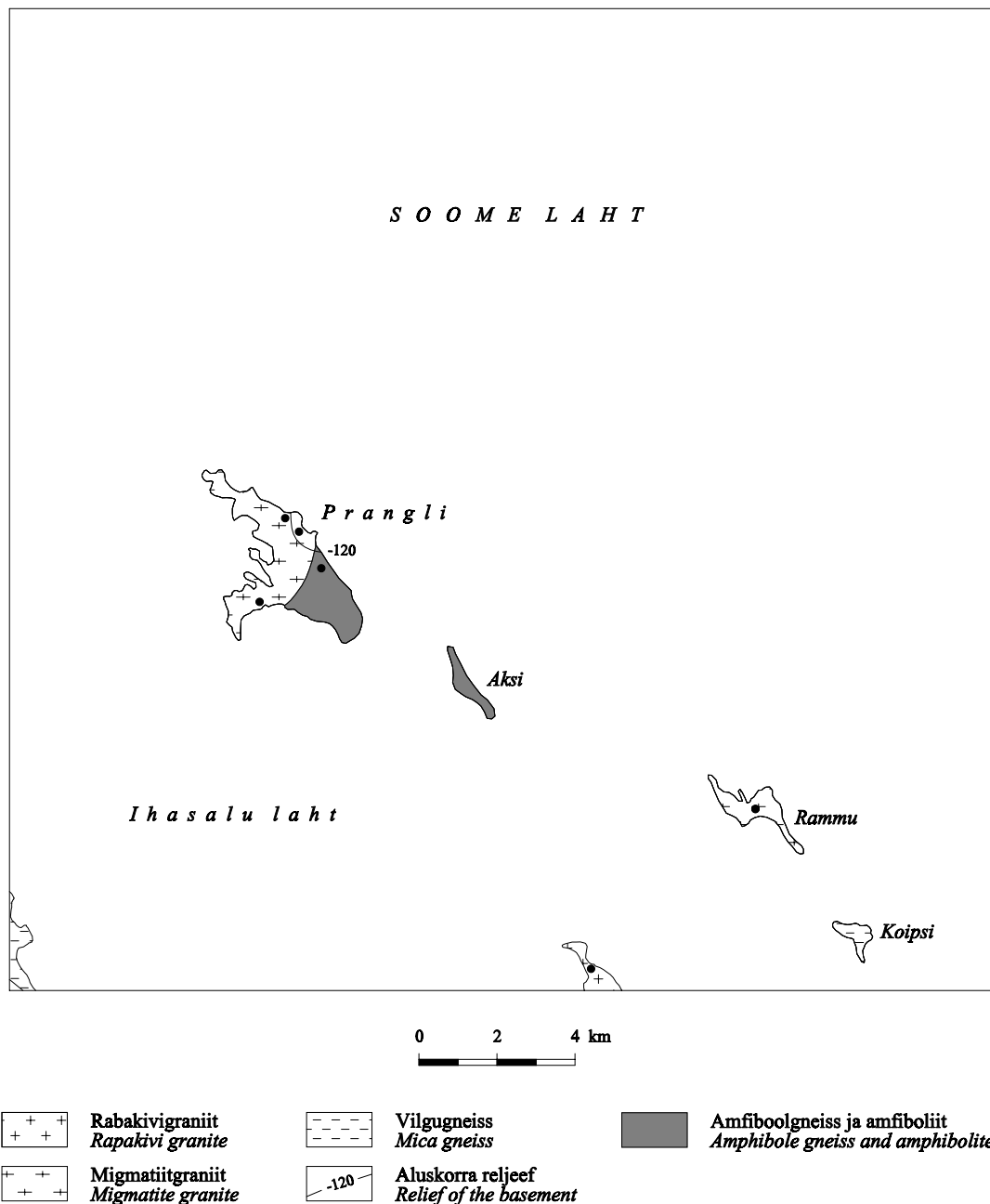
Kristalne aluskord lasub alal 110 (Prangli saare lõunaosa) kuni 140 m (Koipsi saar) amp. tasemel. Kaardilehe äärmises lõunaosas Neeme rabakivi massiivi alal on aluskorra pealispind tasemel 125 m amp. Saarte ja madalike aluste kõrgendikega olulisi aluskorra kerkeid ei kaasne ja seega on põhjust oletada, et viimased on puhtalt erosioonilise päritoluga.

Struktuurset kuulub kaardilehe ala kristalne aluskord valdavalt Tallinna struktuursesse vööndisse, koosnedes Jägala kompleksi lauskurrutatud moondekivimeist: alumiiniumirikkaid mineraale (kordieriiti, sillimaniiti, granaati) sisaldavaist vilgugneissidest, biotiit-amfiboolgneissidest, amfiboliitidest, tõenäoliselt ka biotiit-plagiogneissidest ja kvarts-päevakivigneissidest. Kaardilehe lõunapiiril on ühe puurauga (Neeme F-115) avatud Neeme rabakivi massiiv.

Kristalse aluskorra gneisilasundi paksust ei ole täpselt teada, kuid geofüüsikaliste rekonstruktsioonide kohaselt võib see küündida kümnekonna ja enamgi kilomeetrini. Svekofennia

tardkivimi massiividest on ala kristalses aluskorras avatud üks, suhteliselt väike (mõni ruutkilomeeter) sünorogeense graniidi massiiv Prangli saarel ja üks hilisorogeense mikrokliingraniidi massiiv Rammu saare piirkonnas. Neeme rabakivi massiiv on formeerinud Svekofennia kurrutustsükli järgselt, juba osaliselt jäigastunud aluskorda tunginud suurematest magmaintrusioonidest.

Kristalse aluskorra kivimid on pindmises osas 0 m (Pranglil) kuni 13,6 m (Rammul) ulatuses murenenud, moodustades nn pindalalise murenemiskooriku. Murenemiskooriku puudumist Prangli puuraugus (puurauk nr 6) saab seletada üksnes Kvaternaari-eelse kulutusega. Murenemiskooriku paksus sõltub üldjuhul aluskorra kivimite mineraalsest koostisest: massiivsete graniitsete kivimite levialal on see väiksem ning vilgugneisside levialal suurem. Kaardilehe alal on tegu jäänukmurenemiskoorikuga, kust osa murenemiskoorikust on Vendi ajastu alul (settekivimite kompleksi levialal) ja kvaternaarse jäätumise eelsel ajal (aluskorra avamusalal) kulutatud. Kulutuse ulatusele viitab murenemiskooriku tsonaalsus: aladel, kus on säilinud murenemiskooriku kõik kolm tsooni (ülalt alla) – III (pude), II (savikas) ja I (vähe murenenud) – on murenemiskoorik enam-vähem täielikult säilinud. Sügavama erosioonilõike puhul kõrgema astme (III ja II) tsoonid puuduvad.



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

1. 2. SETTEKIVIMILINE PEALISKORD

Kaardilehe lõunaosas lasub Neoproterosoilistest ja Paleosoilistest settekivimeist koosnev pealiskord suure ajalise lünga ja põiksusega kristasel aluskorral. Selle paksus suureneb levilapiiri nullilt kuni ca 80 meetrini ala lõunapiiril (75 m puuraugus F-115). Settekivimilise pealiskorra struktuurid jälgivad põhihoontes kristalse aluskorra pealispinna reljeefi ja kaardilehe piires ei ole lasuvusrikkeid selles täheldatud (joonis 3).

Settekivimilise pealiskorra formeerumine algas siinsel alal nagu lähiümbruseski, Neoproterosoikumis. Vendi ajastu teisel poolel, pärast ligi 800 miljoni aastast kulutusperioodi, mille kestel kulutati ära Svekofennia kurrutustsükli käigus tekkinud mäemassiivid, jõudis idast pealetungi alustanud meri ja sellega kaasnevad setted siinse alani.

1. 2. 1. Vendi kompleks

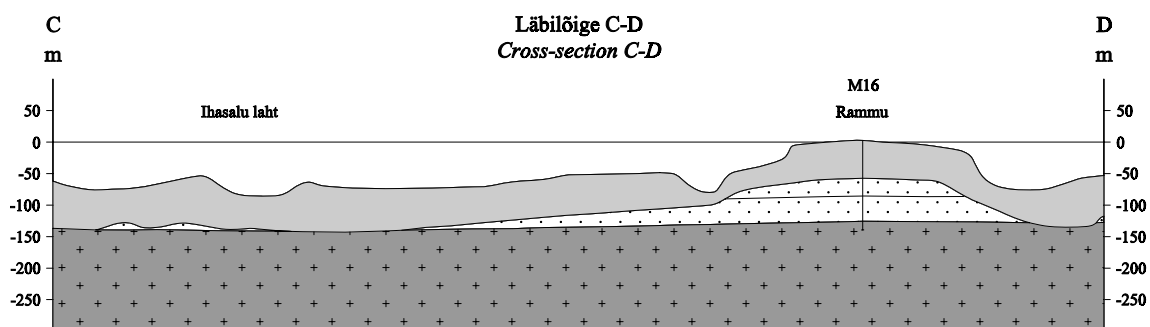
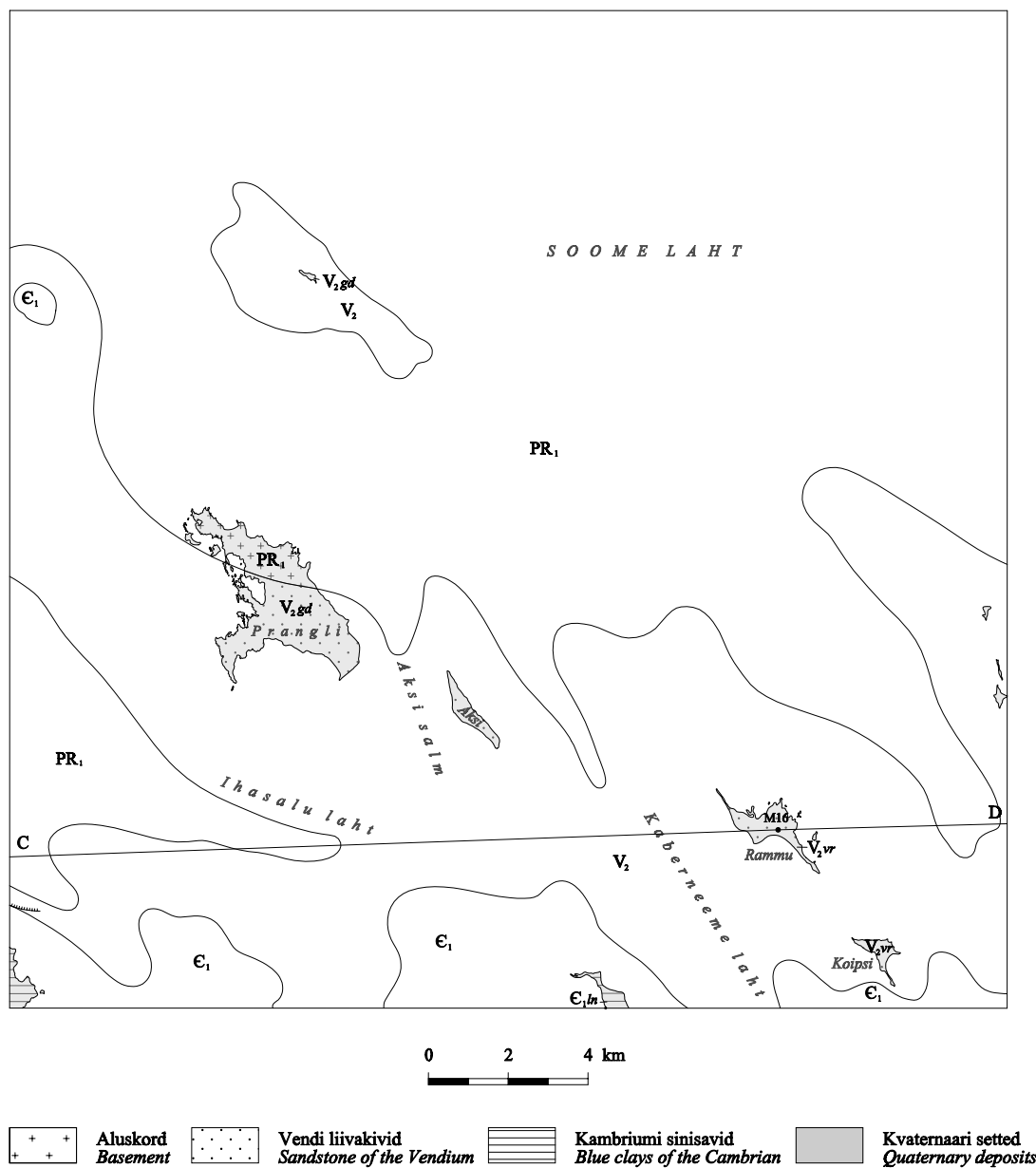
Vendi kompleksi Kotlini lademesse kuuluvad siliklastilised setendid lasuvad transgressiivselt, kirdesse tüseneva ca 60 m paksuse (61 m puuraugus F-115) liivakivi lasundina kristalse aluskorra murenemiskoorikul. Selle avamusala põhjapiir kulgeb loode–kagu suunaliselt üle Prangli keskosas, hõlmab suure osa ala lõunaosast. Vendi liivakivid on pea kõigi ala piiresse jäävate saarte ja madalike tuumikuks. Vendi kompleksis, mis on ala piires tunduvamalt liivakamaks muutunud ja kus selge marker Kotlini savide näol lasundi keskosas on välja kiildunud, on eristatav vaid üks kihistu – Kroodi kihistu.

Kroodi kihistu (V_2kr) on esindatud põhiliselt pisi- kuni keskterise, nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud kollaksahalli liivakiviga. Selle, küllaltki tüseda (ca 60 m) lasundi erinevatel tasemetel (põhiliselt siiski kihistu ülaosas) esineb kirjuvärvilise (punakaspruun kollakate ja rohekashallide laikudega) savika aleuoliidi kuni 1 m paksusi vahekihte. Kihistu alumisel piiril on kohati õhem (mõnikümmend sentimeetrit) või paksem (1–2 m) jämeterisest liivakivist, graveliidist, peenkonglomeraadist või mikstoliidist basaalne kiht. Kihistu lael eristub pea kõikjal kuni 8 m paksune, nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud, pisi- kuni peenterisest valkjashallist kvartslüivakivist koosnev **Kannuka kihistik**.

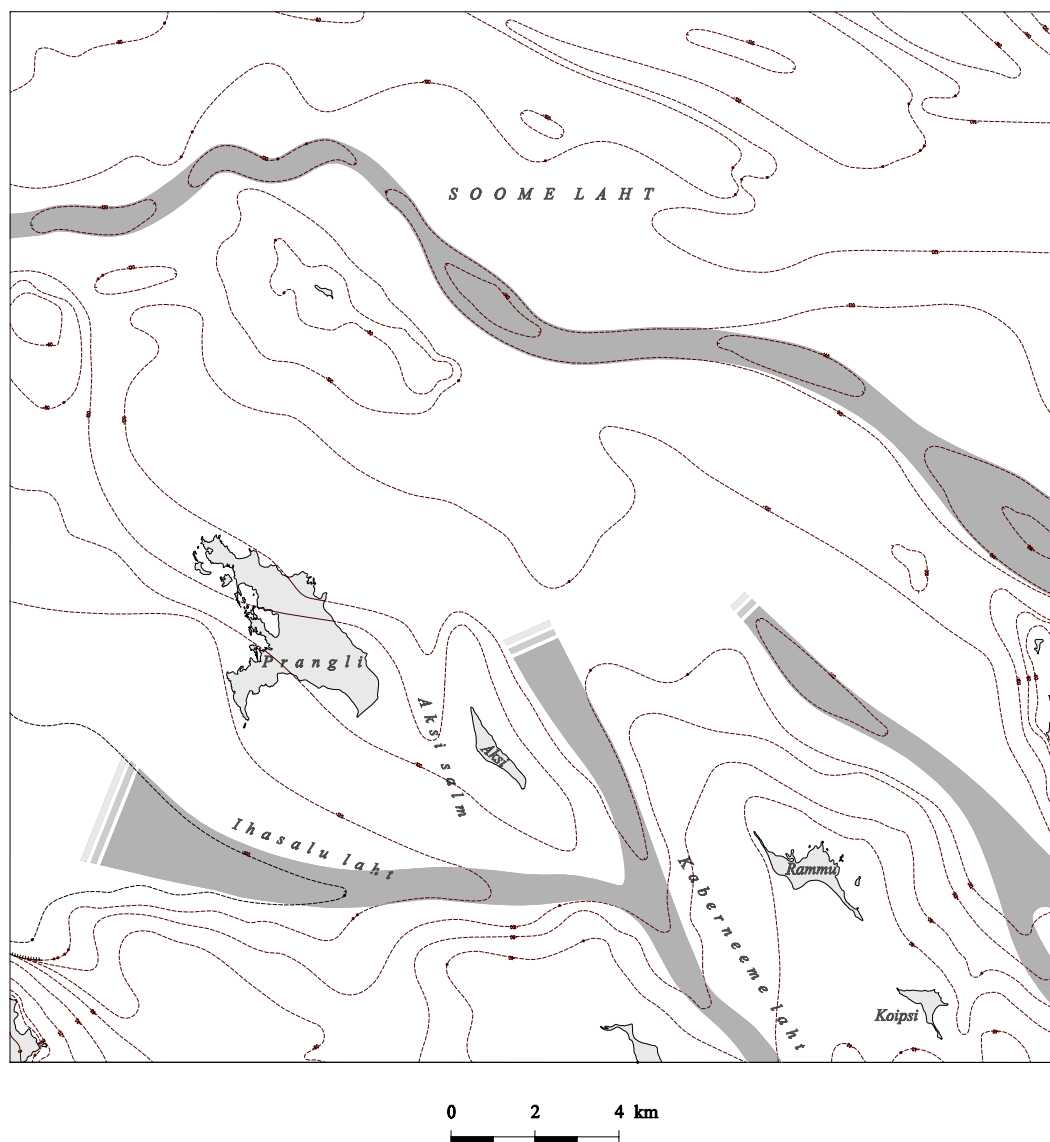
1. 2. 2. Kambriumi ladestu

Alam-Kambriumi ladestiku savikate setenditega esindatud Kambriumi ladestu alaosa (Lontova kihistu Sämi kihistik) avamus hõlmab kaardilehe äärmises lõunaosas merepõhjas 3 isoleeritud leviala: Viimsi poolsaarest idas, Ihasalu poolsaare tipmise osa ja Kaberneeme ümbruses. Maksimaalses paksuses (14,5 m) ja ainukesena avab seda lasundit Neeme puurauk (F-115).

Lontova kihistu Sämi kihistik (C_1lnS) on esindatud siin rohekashalli kiltja aleuriidika saviga, milles esineb helehalli, vähesel määral glaukoniiti sisaldava kõvasti tsementeerunud kvartslüivakivi 1–50 cm paksusi vahekihte. Savis esineb nii rõngasussi *Platysolenites antiquissimus* kui vetikalaadse *Sabellidites cambriensis* skeleti fragmente. Sageli esineb ka püriidistunud ussikäike.



Joonis 3. Aluspõhja skemaatiline kaart koos läbilõikega.
Figure 3. Schematic map of bedrock with the cross-section.



Joonis 4. Aluspõhja reljeef. Täisjoon - samakõrgusjoon maal; katkendjoon - samakõrgusjoon merepõhjas.
 Figure 4. The relief of bedrock. Continuous line - contour line on land; dashed line - contour line on sea floor.

1. 3. ALUSPÕHJA RELJEEFIST JA STRUKTUURIDEST

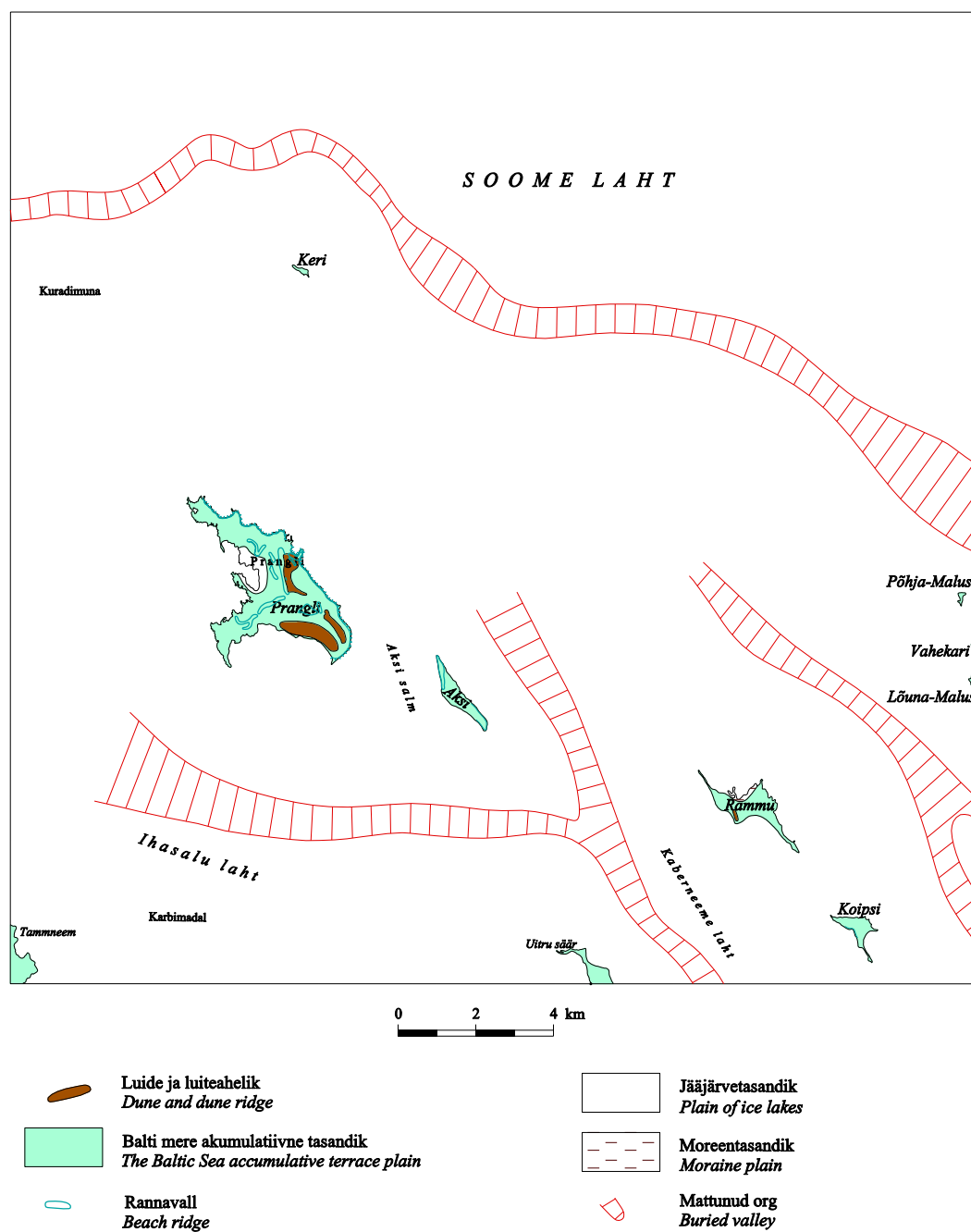
Prangli lehe aluspõhja reljeefi kaardi puhul on tegu aluspõhja geoloogilise kaardi juurde kuuluva abikaardiga, mis on koostatud olemasoleva andmestiku vahetu interpreteerimise alusel, st samakõrgusjooned on välja joonistatud puuraukudes ja vaatluspunktides fikseeritud andmete alusel (joonis 4).

Aluspõhja reljeefi iseärasustest lähtuvalt eristub kaardilehel kolme, enam-vähem ida-lääne suunaliselt kulgevat alaregiooni:

Vendi terrass, mis on justkui rannanõlva jätkuks ja kulgeb kaardilehe piires Tammneeme – Põhja-Malusi joonel, kus aluspõhi süveneb lõunaosa 40–60 meetrilt kuni põhjaosa 100–120 m-ni amp. Aluspõhjas avanevaiks kivimeiks sellel alal on, nagu ütleb nimetuski, valdavalt Vendi liivakivid. Vendi terrassi lõikunud ürgorgude vahelistele seljandikele jäävad ka põhilised saarteahelikud: Kolga ja Andimeeme ürgoru vahelisele seljandikule Malusi saared ning Andineeme ja Kaberneeme ürgoru vahelisele seljandikule Rammu ja Koipsi saar.

Soome lahe süviku osa ala hõlmab eelmainitud joonest põhja jääva ja suurema osa (ca 60 %) kaardilehest. Siinsel alal jääb aluspõhi valdavalt 100–120 m amp tasemele, laskudes üksnes seda läbivate ürgorgude piires kuni 140 m-ni amp. Avanevaiks kivimeiks sellel alal on aluskorra tard- ja moondekivimid. Kuradimuna madal ja Prangli ning Aksi saar asuvad ühisel 20–40 m kõrgusel Vendi liivakividest aluspõhjalisel seljandikul. Keri saare aluseks on aga kuni 6 km pikkune ja 2 km laiune 20–30 m kõrgune eraldiasetsev aluspõhjaline seljandik. Kõik loetletud seljandikud on loode–kagu suunaliselt välja venitatud.

Ala läbivate ja 40–60 m sügavuselt aluspõhja lõikunud laugeveereliste klindilahtede-ürgorude (Ihasalu klindilaht ja Kaberneeme, Andineeme, Kolga ürgorg) kulg on hästi jälgitav üksnes Vendi terrassi piires, sest Soome lahe süviku ja kristalse aluskorra levialale jõudes need haihtuvad või siis on see üksnes tinglik (Kolga ürgorg). Ürgorgude kulg on loode–kagu suunaline ja üksnes Kolga ürgoru kulg muutub selles osas, kus see aluskorra avamusalale jõuab, ida-lääne suunaliseks.



Joonis 6. Geomorfoloogia skemaatiline kaart.
 Figure 6. Schematic geomorphological map.

2. PINNAKATE JA PINNAMOOD

Pinnakatte geoloogiline kaart (vt joonis 5), sarnaselt teistelegi komplekti kuuluvatele geoloogilistele kaartidele, põhineb varasematel käsikirjalistel suure- ja keskmisemõõtkavalistel geoloogilistel kaartidel (Stumbur jt, 1965; Kulikov, Tšeussova, 1962). Kasutatud on maavarade (põhjavesi, liiv, gaas) otsingu- ja uuringutööde (Kulikov, Tšeussova, 1962; Helm, 1994; Kala, Belkin, 1999; Krõlov, 1948; Petersell jt, 1992; Šufertov, 1960; Talpas jt, 1994) ning ehitusgeoloogiliste (Sobolev, 1984; Šalangina, 1985) uuringute materjale. Oma osa pinnakatte uurimisse on andnud Tallinna Tehnikaülikooli ja Tartu Ülikooli geoloogia instituudi spetsialistid (Lepland, 1995; Liivrand, 1991; Liivrand, Valt, 1996; Linkrus, 1998; Raukas, 1978 jt), teadlased väljastpoolt Eestit (Tšeremisinova, 1961) ning juba klassiku tiitlit kandvad loodusuurijad (Bartels, 1937; Luha, 1946; Mickwitz, 1903; Öpik, 1940 jt).

Välitöödel kasutati topograafilise alusena 1:25 000 mõõtkavalisi nõukogudeaegseid kaarte ja 1:10 000 mõõtkavalisi katastrikaarte ("lehmanahk"). Pinnakatte käsikirjaline kaart koostati algselt 1:25 000 mõõtkavas. Kaardil kujutatakse üldistatuna kvaternaarse setete pindalalist levikut, kusjuures mõtteliselt on eemaldatud umbes 50 cm paksune pindmine kiht (ligikaudu kahekordne huumusehorisont), et mullatekkeprotsessid ei segaks setete määramist. Erandina on Prangli saarel näidatud ka vaid 30–50 cm paksuse turbakihi väikesed sood, mis eristuvad selgesti nii pinnamoes kui taimeistikus.

Pinnakatte akvatooriumi-osa geoloogiline kaart on koostatud Eesti Geoloogiakeskuse poolt läbi viidud Soome lahe regionaalsete (1:200 000; 1:50 000) geoloogiliste ja geofüüsikaliste uuringute (Talpas jt, 1994; Kõrvel jt, 1986; Malkov jt, 1984; Malkov jt, 1986) andmeil, kasutades ka TTÜ GI töid (Lepland, 1995; Lutt, Raukas (toim.), 1993; Sakson, 1993) ning madalmeres liiva otsingu tulemusi (Helm, 1994; Petersell jt, 1992; Sobolev, 1984). Kuna 1:200 000 mõõtkavalise kaardistamise tulemused ei vasta 1:50 000 kaardi nõuetele, on merepõhja setete puhul kasutatud lihtsustatud legendi.

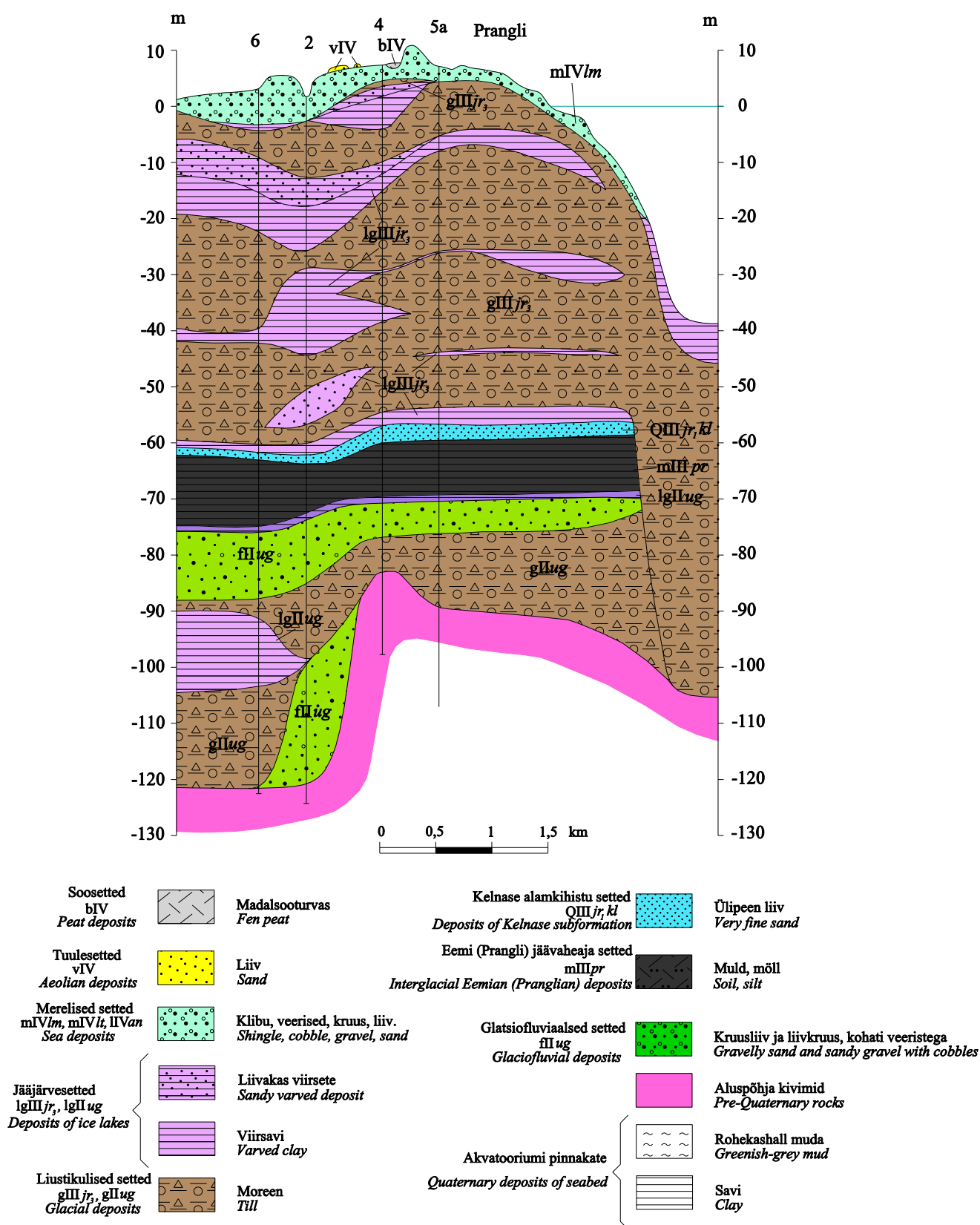
Järgneval pinnakatte setete kirjeldamisel on lähtutud eelkõige K. Kajaku (1992) poolt koostatud Eesti kvaternaarse setete ja geomorfoloogilise kaardi (mõõtkavas 1:50 000) tugilegendist. Erinevate allikate põhjal koostatud pinnakatte setete stratigraafiline skeem on toodud tabelis 1, Holotseeni (pärajääaja) täpsem liigestus aga vastavas alapeatükis. Setete vanusest rääkides mõtleme, kui pole teistmoodi mainitud, 14C aastaid enne 1950. a, mis näiteks Pleistotseeni-Holotseeni piiril annab vastavatest kalendriaastatest ligi 1300 aastat väiksema vanuse.

Pinnavorme (joonis 6) vaadeldakse koos neid moodustavate setete või kujundanud protsessiga. Eelkõige aluspõhjaliste setenditega seotud jäätumiseelseid pinnavorme, vaadeldakse lähemalt aluspõhja reljeefiga seoses (peatükk 1.3.).

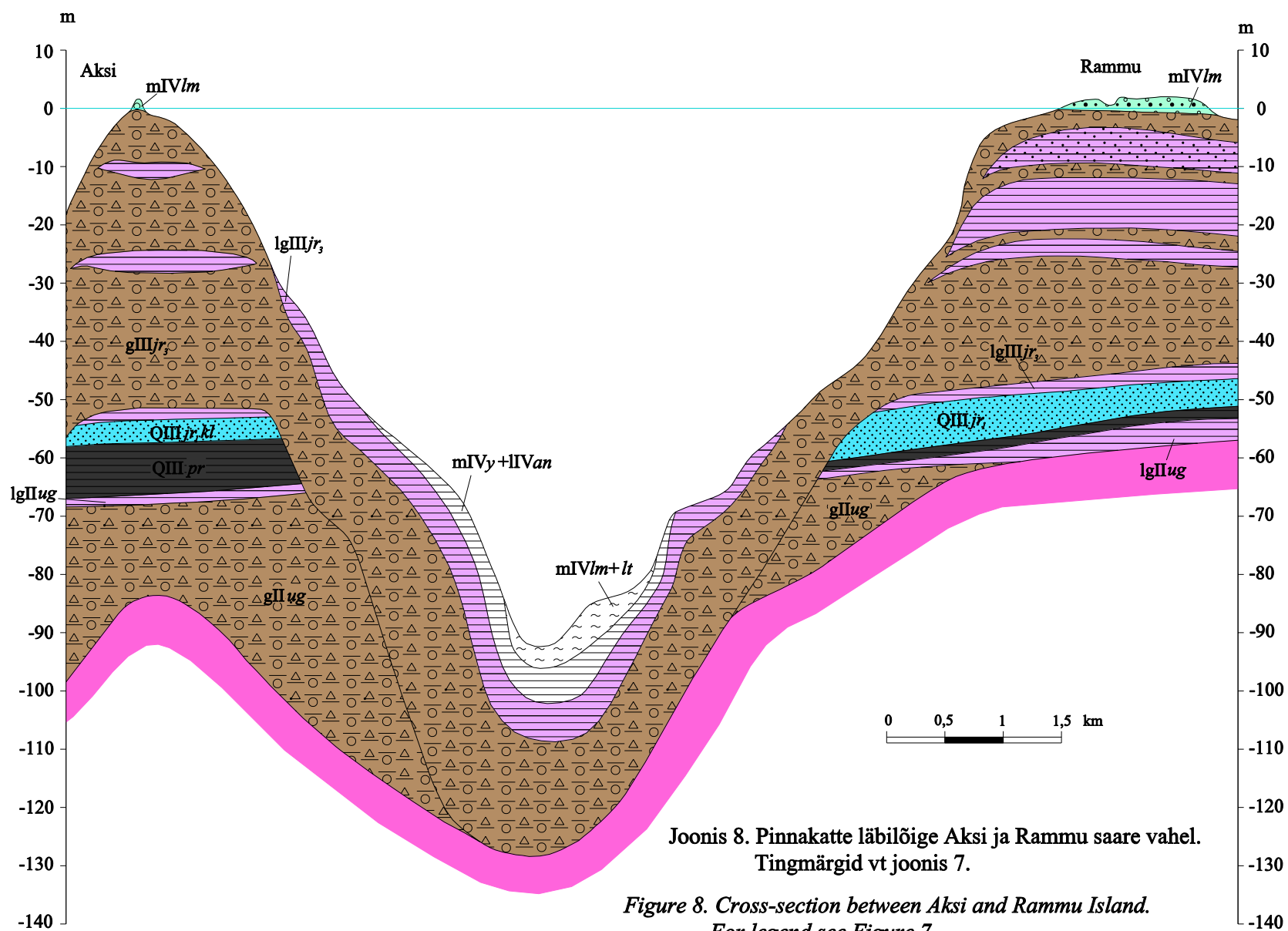
Tabel 1. Pinnakatte setete stratigraafiline skeem (Kajak jt, 1992; Raukas, Kajak, 1995; Liivrand, 1991; Donner, 1995)

Table 1. Stratigraphy of the Quaternary deposits in the mapped area (Kajak et al., 1992; Raukas, Kajak, 1995; Liivrand, 1991; Donner, 1995).

Ladestik, Ladejärk	Eesti			Lääne-Euroopa		Al. piiri vanus, tuh. a.
	Kihistu	Alamkihistu	Kihistik	Lade		
Holotseen				Flandria		10
Ülem- Pleistotseen	Järva	Ülem-		Weichsel	Ülem-	25
		Kesk-			Kesk-	74
		Alam-			Kelnase	Alam-
	Prangli				Eem	
Kesk-Pleistotseen	Ugandi			Saale		

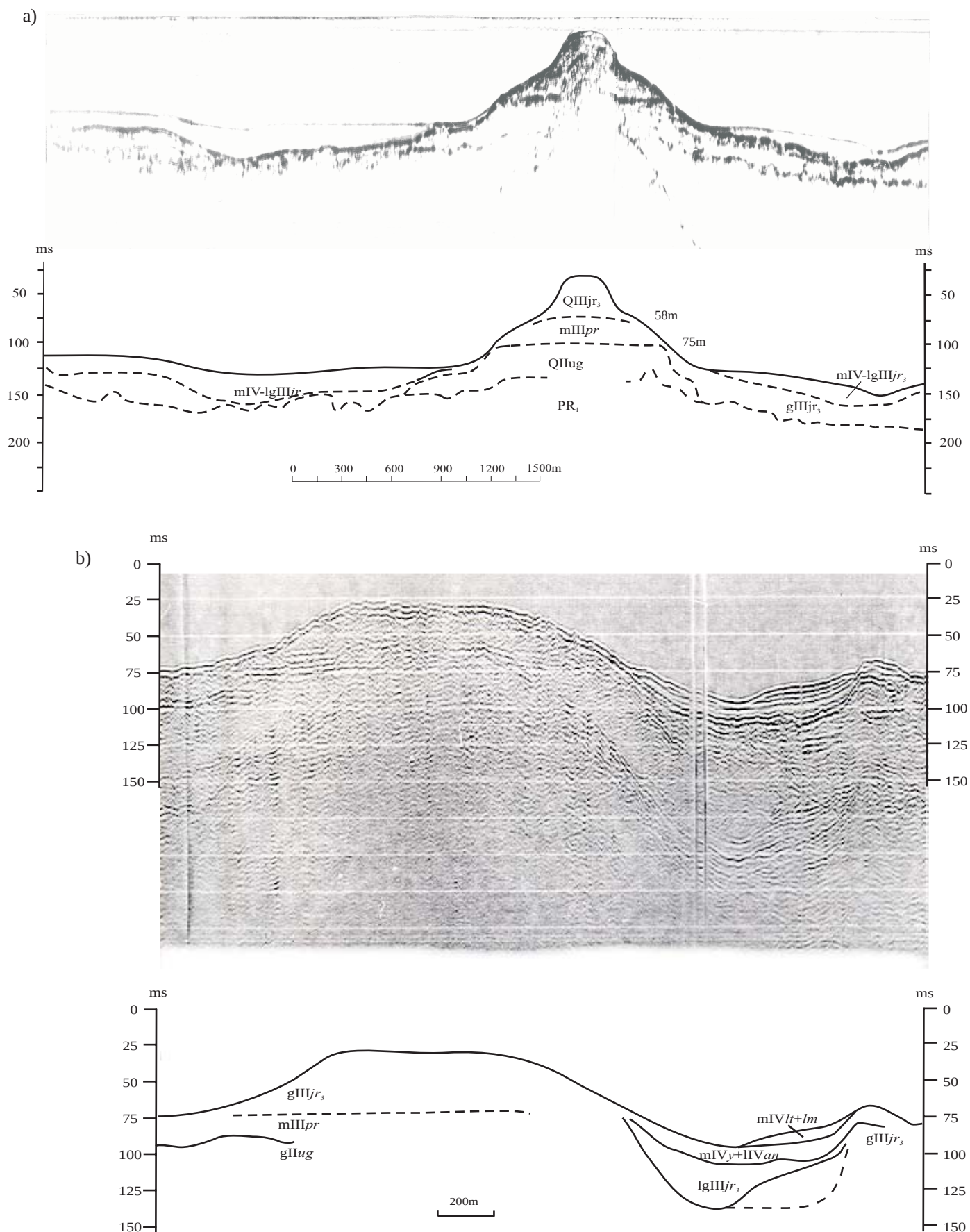


Joonis 7. Pinnakatte läbilõige Prangli saarel.
Figure 7. Cross-section of Prangli Island.



Joonis 8. Pinnakatte läbilõige Aksi ja Rammu saare vahel.
Tingmärgid vt joonis 7.

Figure 8. Cross-section between Aksi and Rammu Island.
For legend see Figure 7.



Joonis 9. Seismiline profiil a) Prangli saarest põhja pool (Malkov jt., 1986)

b) Aksi ja Ihasalu poolsaare vahel (Malkov jt, 1983)

Figure 9. Seismic profile a) north of Prangli Island (Malkov et al, 1986)

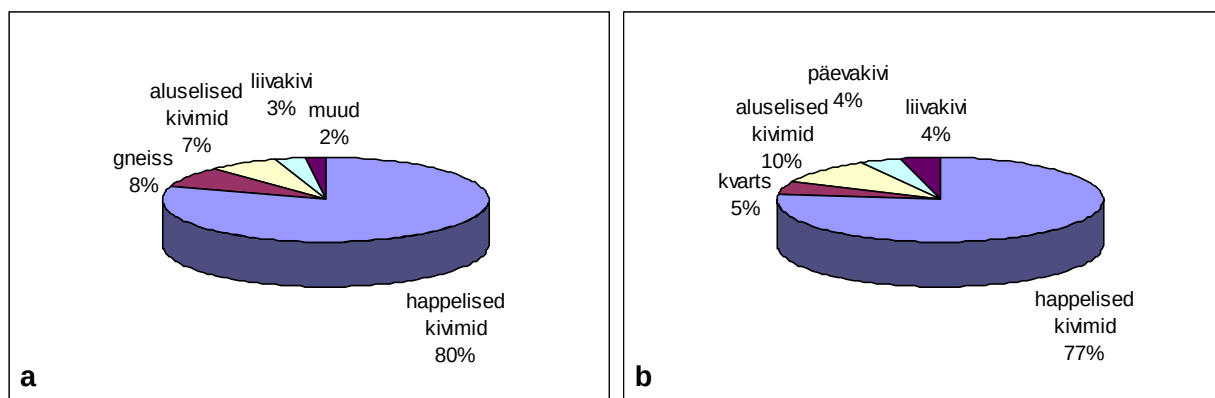
b) between Aksi Island and Ihasalu Peninsula (Malkov et al, 1983)

2.1. PLEISTOTSEEN

2.1.1. Kesk-Pleistotseen. Ugandi kihistu (Q_{IIug})

Eelviimasele, Saale (Kesk-Vene) jäätumisele vastavasse Ugandi kihistusse (Q_{IIug}) loeme me tinglikult kõik viimase jäävaheaja omadest vanemad pinnakatte setted, ehkki nende alumist piiri pole kusagil dateeritud. Tihti kihistus eristatud alamkihistute väljaeraldamine (Kajak, Raukas, 1995 jt) pole meie arvates vajalik. Kihistu setted, osalt mandriliustiku, osalt liustikualuste vooluvete kujundatud, levivad tänapäevases reljeefis saarte ja veealuste kõrgendikena väljenduvate suurvoorte tuumades absoluutsetel kõrgustel allpool 50 (70) m amp. Andmed nende esinemisest akvatooriumiala mattunud orgudes puuduvad; esinemise tõenäosuse vähenedes põhja suunas.

Ugandi kihistu moreen (g_{IIug}) levib õhukese, muutliku paksusega katkendliku kihina vahetult Eemi jäävaheaja setete all ja võimalik, et täidab aluskorra ebatasasusi kaardilehe põhjaosas ning vanu orge lõunaosas. Moreen on pruunikashall kuni pruun ja väga tihe. Jämepurru sisaldus moreenis on tavaliselt <15–20 % ja see koosneb ligi 100 % suhteliselt hästi ümardunud tardkivimilisest, peamiselt granitoidsest, kruusast ja veeristest (joonis 10).



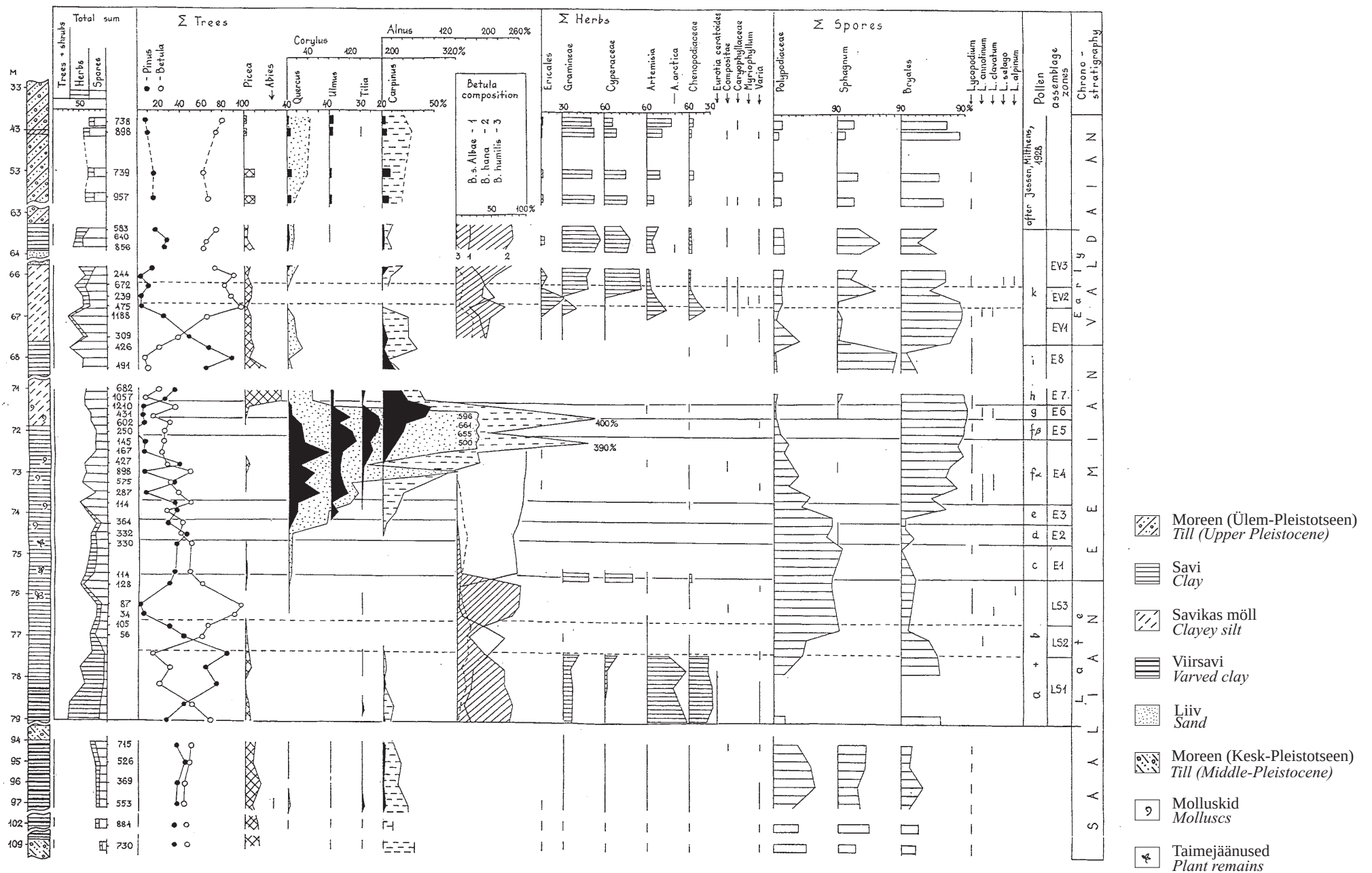
Joonis 10. Ugandi moreeni jämepurru kivimiline koostis Prangli saarel fraktsioonis >1 cm (a) ja 0,5–1 cm (b).

Figure 10. Petrographic composition of clasts with diameter a) >1 cm, b) 0.5–1 cm, of Saalean tills from Prangli Island.

Ugandi kihistu glatsiofluviaalsed ehk liustikujõelised setted (f_{IIug}) on fikseeritud Prangli saare põhjaosas (vt joonis 7). Kuni 25 m paksune, rohkesti keskmiselt kuni hästi ümardunud kristalliinseid veeriseid sisaldav punakaspruuni liivkruusa või kruusliiva kompleks lasub otse aluspõhjal. Seda katavad Ugandi kihistu moreenid, aga tihti moodustavad lasumi ka õhukesed sama-ealised viirsavid. Analoogselt Põhja-Eesti klindi astanguga võib liustikujõeliste kruusliivalasundite olemasolu eeldada ka saarte ja madalike (Aksi, Kuradimuna) jalamitel, eriti põhjanõlvadel, vahetult Vendi liivakivi astangute ees. Prangli saarel moodustavad Ugandi kihistu liustikujõelised liivad I gaasihorisoni.

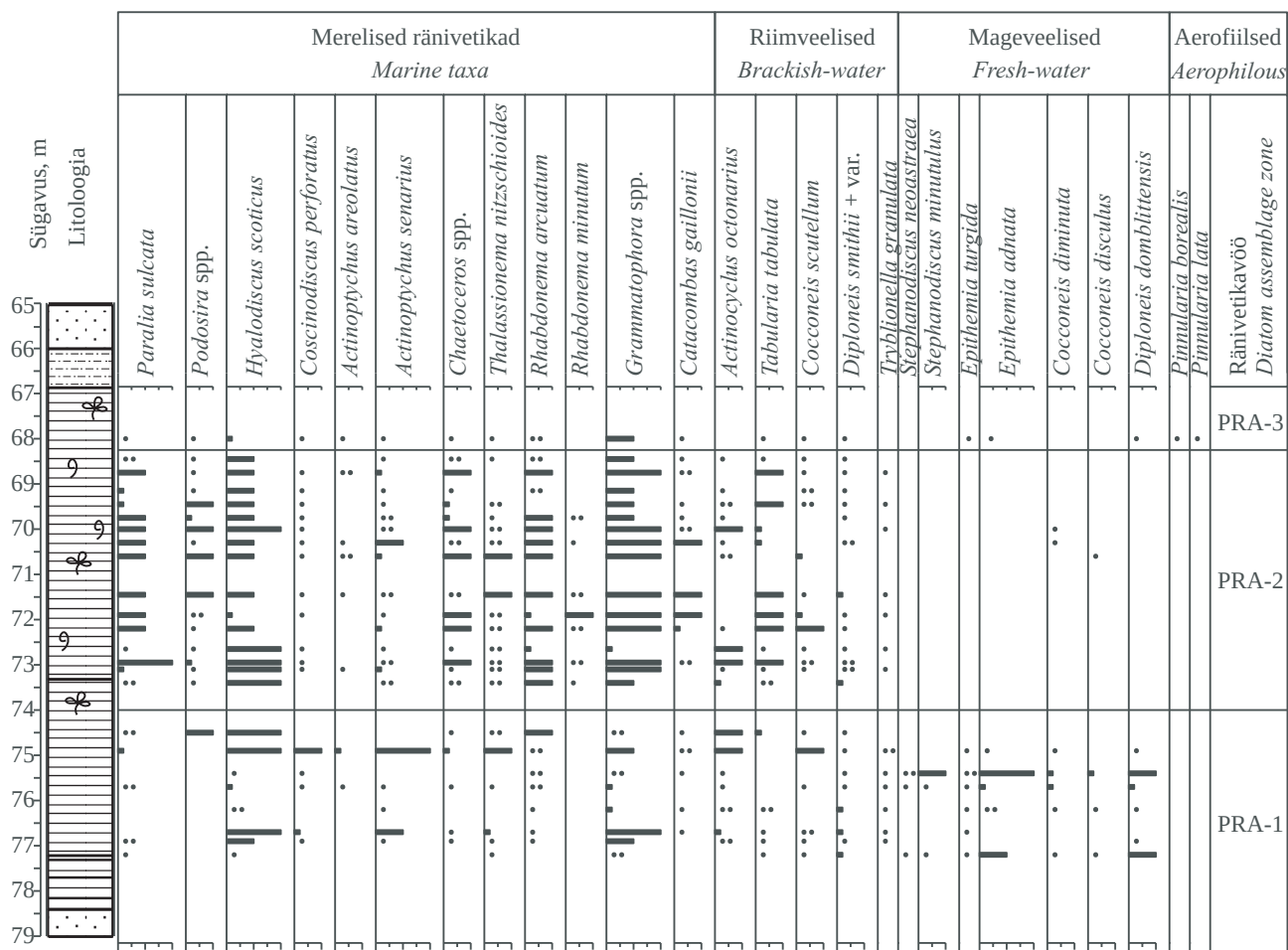
Jääjärvelised (glatsiolakustrilised või limnoglatsiaalsed) setted (lg_{IIug}). Ugandi kihistu kõige ülemises osas levib küllalt väljapeetud jääjärveliste savide kihid paksusega 0,5–4 m (vt jooniseid 7 ja 8). Mainitud savi on äärmiselt sitke, horisontaalkihiline, selge pruuni värvusega.

Ehkki geoloogiliste tõendite (kvaliteetse puursüdamik) puudumine jätab mitmeid võimalusi akvatooriumil tehtud akustilise pidevsondeerimise andmete tõlgendamiseks, on setete levikus ometi täheldatav seaduspära. Põhjapoolsetel saartel ja madalikel (Keri, Prangli, Aksi, Kuradimuna) on aluspõhjaline tuum madal või praktiliselt puudub, Saale/Ugandi jäätumisaegne erilmeline kompleks,



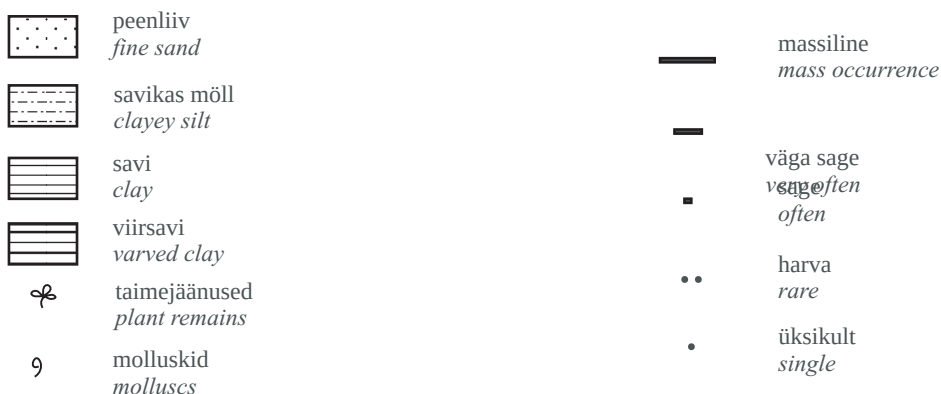
Joonis 11. Prangli puuraugu (6) õietolmu diagramm (Liivrand, 1991). Õietolmu sisaldused on arvutatud Gritšuki (1961) järgi.

Figure 11. Pollen diagram of Prangli (6) core (Liivrand, 1991). Pollen frequencies are calculated after Gritchuk (1961).

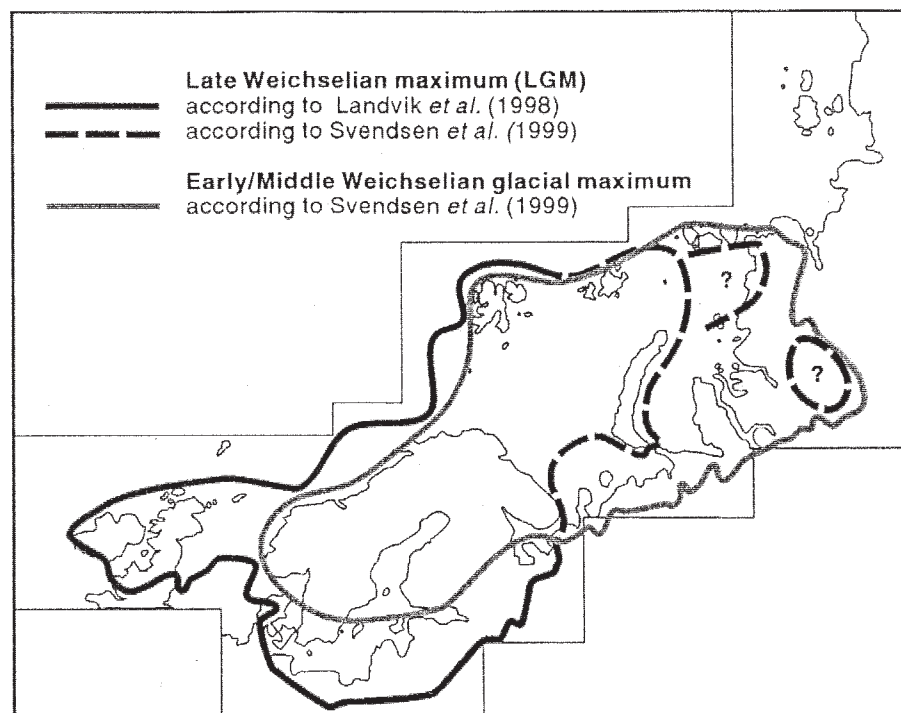


J. Tšeremisinova (1961) analüüsid
analyses: Y. Cheremisinova (1961)

Ränivetika taksonite ohtus preparaadis 5 pallises skaalas:
Relative abundance of diatom taxa:

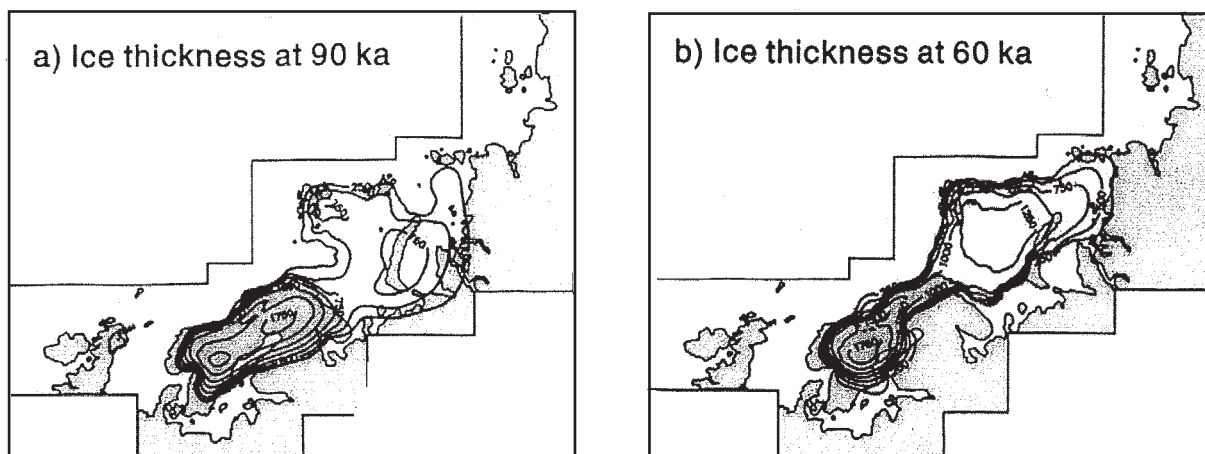


Joonis 12. Ränivetikate levik Prangli puuraugus 4. A. Heinsalu ja K. Ploom J. Tšeremisinova (1961) järgi.
Figure 12. Diatom diagram from Prangli (4) core. Modified by A. Heinsalu and K. Ploom after Y. Cheremisinova (1961).



Joonis 13. Weichseli jäätumisulatus (Siegert jt, 2001)

Figure 13. The maximum extent of Weichselian ice sheets (Siegert et al, 2001)



Joonis 14. Jääkilbi paksuse “maksimaalmudel” (Siegert jt, 2001 järgi)

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

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

Figure 14. Ice-sheet thickness for the “maximum” model (Siegert et al, 2001) reconstruction at

a) 90 000 years ago (Early-Weichsel)

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

eelkõige moreenid, aga on hästi säilinud. Lõunapoolsete saarte (Rammu, Koipsi) südamiku moodustavad see-eest kuni 85 m paksused Vendi setendid (liivakivid), mida katab vaid õhuke Ugandi viirsetete kiht. Veealuste madalike enam erosioonile allunud põhjajalamitel võivad need maismaal sügavale jäävad setted ka paljanduda. Ugandi kihistu setendite levik Malusi saartel ning Karbi (Karpovi) madalal on senini lahtine.

2.1.2. Ülem-Pleistotseen.

Prangli kihistu (QIII_{pr}). Eesti põhjarannikule ja akvatooriumile on iseloomulik Eemi (Mikulini) jäävaheajale vastavate Prangli kihistu **mereliste setete (mIII_{pr})** esinemine. Neid kihitatud halle, roheka varjundiga savisid ja mölle, mis sisaldavad tihti taimejäänuseid, karbifragmente ja vivianiiti, võib leida kuni 10 m paksuse lasundina allpool veidi põhjasuunas kaldu, kuid küllaltki väljapeetud taset 50–65 m amp, pinnakatteliste kuhjevormide südamikes (vt joonised 7–9), Keri saarel ilmselt mõnevõrra sügavamal. Setete jäävaheaegset päritolu tõestavad nii iseloomulikud ränivetika- kui õietolmukooslused. Kihistu stratotüübiks on vahemik 67,6–75,5 m maagaasi uuringute käigus 1961. a puuritud puuraugus nr 6 (Kajak, 1961; Kulikov, Tšeussova, 1962; vt tekstilisa III). E. Liivranna järgi (Liivrand, Valt, 1966; Liivrand, 1991; vt joonis 11) asenduvad selles läbilõikes jäävaheaja alguse kask ja mänd Eemi eale tüüpilise laiaheheliste puude järgnevusega: tamm–jalakas–pärn–valgepöök. Kliimaoptimumi järel valdasid aga kuusk ja, hiljem, mänd. Selline õietolmuvööde aegrida näitab kuiva ja küllalt sooja kliima muutumist tänapäevasestki soojemaks ning, seejärel, niiskemaks ja taas järk-järgult jahedamaks. Kliimaga sünkroonis muutus ka veetase. Puuraugus Prangli 4 eraldas J. Tšeremisina (1961; vt joonis 12) välja kaks ränivetikavööd. Alumist vööd (PRA-1) iseloomustab nii mageda-, riim- kui soolaseveeliste diatomeede kooseksisteerimine, mis näitab merevee sissetungi algust jääjärve juba Ugandi/Saale jäätumise lõpul. 73,5–74,5 m sügavuselt valdavad juba merelised (ka soojaveelised), ehkki valdavalt suhteliselt madalaveelised liigid. Arvestades, et puuraugus Prangli 4 on sügavused 1–2 m väiksemad kui puuraugus Prangli 6, vastab PRA-1/PRA-2 piir hästi ajale (õietolmuvööde c ja d piirile), mil tekkis ühendus tollase Valge mere ja Balti mere vahel (Funder jt, 2002). Erinevalt J. Tšeremisinaovast eraldasime me puuraugus Prangli 4 tinglikult välja ka kolmanda ränivetikavöö PRA-3. Diatomeede üldise ja kiire kadumise juures ligikaudu 68–68,5 m sügavusel ilmuvad siin, ehkki väikeses koguses, uuesti mageveelised, sealhulgas ka aerofiilsed liigid, tähistades basseini kiiret madaldumist ja magestumist.

Järva kihistu (QIII_{jr}). Traditsiooniliselt (Raukas, 1978; Kajak, 1999 jt) on Eesti viimase, Weichseli (Valdai, Würm) jäätumise setteid jagatud kolmeks, peamiselt liustikuliste setetega esindatud Alam-(e Valgjärve), ja Ülem-Järva (e Võrtsjärve) alamkihistuks, mida eraldab interstadiaalse iseloomuga Kesk-Järva (e Savala) alamkihistu. Seejuures Alam-Järva alamkihistu alumises osas, Eemi jäävaheaja ning Valgjärve glatsiaalsete setete vahel eristatakse pindalaliselt vähelevinud Kelnase periglatsiaalseid setteid.

Viimase aja uuringud (Donner, 1995; Svendsen jt, 1999; jpt) nii Skandinaavias kui Loode-Venemaal on seadnud sellise liigestuse kahtluse alla. On põhjust arvata, et Soome lõuna- ja lääneosa oli jäävaba kogu Vara-Weichselis, mis tähendab, et liustik siis Eestisse ei tunginud ning nn Valgjärve moreenid (vt ka Suuroja jt, 1997) on hoopis nooremad ja kujutavad endast viimase jäätumise stadiaalseid setteid. Mõningatel andmetel (Liivrand, 1991) kattis mandrijää Eesti uuesti Kesk-Weichseli alguses, jättes maha nn Mägiste moreeni, ehkki mammutijäänused tõendavad ulatuslike jäävabade alade olemasolu kogu Fennoskandias (Lõugas jt, 2002; Lõugas, 2001) ka sel ajal. Kesk- ja Vara-Weichselis jääpealetungide varem arvatust hoopis väiksemat ulatust kinnitavad peale geoloogilise andmestiku (Svendsen jt, 1999; vt joonis 13) ka arvutimodelleerimise tulemused (Siegert jt, 2001; vt joonis 14). Järelikult peaks kogu Alam-, aga võib-olla ka Kesk-Weichselile, Põhja-Eestis vastama Kelnase kihistik (kihistu?). Et tekkinud vastuolu vanade ja uute



Foto 1. Selline munakatest nina Prangli läänerannikul viitab moreeni lähedusele. T. Saadre foto.
Photo 1. Such “pavement” made of cobbles and boulders indicates proximity of tills.

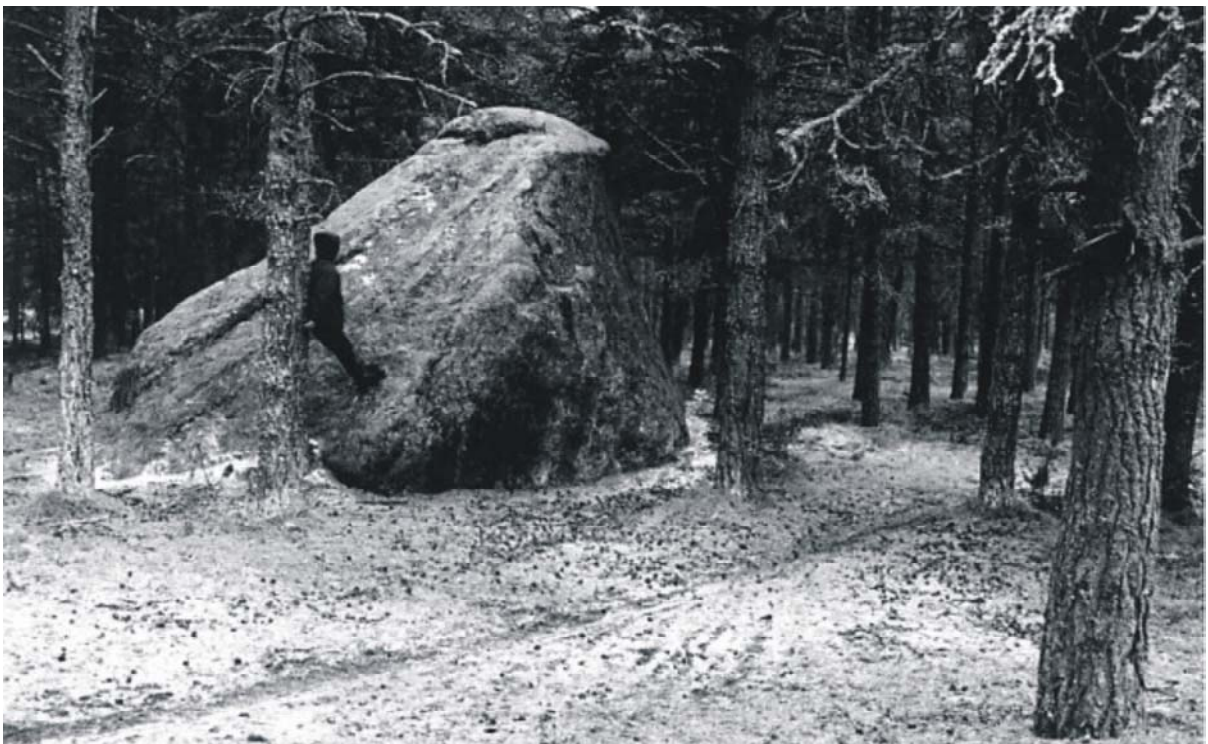


Foto 2. Kotkakivi Prangli põhjaosas on tõesti kotka moodi. H. Pärnaste foto.
Photo 2. Kotkakivi (Eagle-Stone) boulder on Prangli Island, indeed, resembles an eagle.

vaadete vahel mitte võimendada, on esialgu loobunud kohanimeliste kohalike litostratigraafiliste üksuste kasutamisest. Säilinud on vaid Kelnase kihistik, mille positsioon on mõlema liigestuse järgi sarnane (ehkki mahud erinevad).

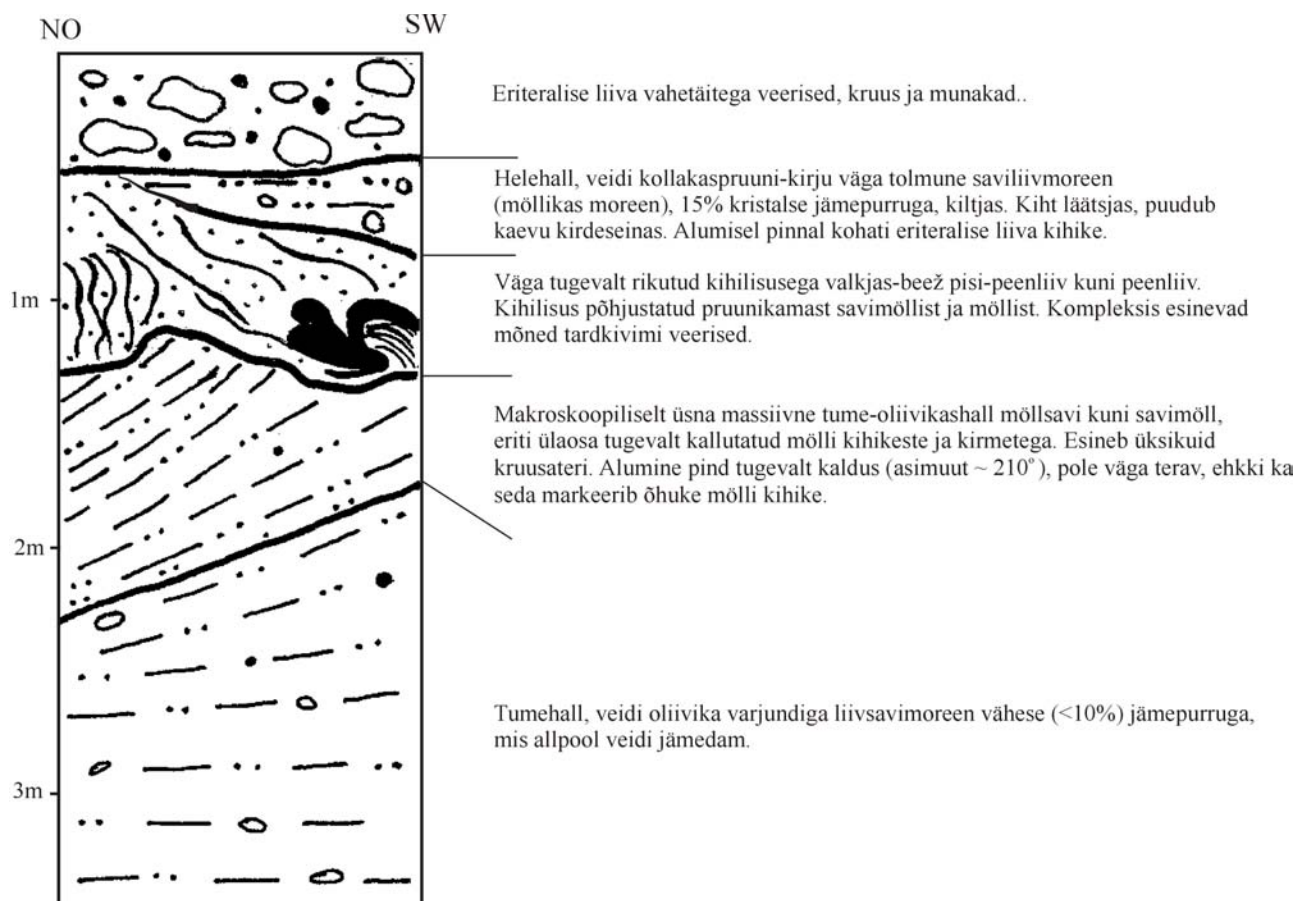
Alam-Järva alamkihistu. Kelnase kihistikku (QIII_{Jr₁kl}), mis on oma nime saanud küla järgi Prangli põhjaosas, kuuluvad viimase jäävaheaja järel ja viimase jäätumise eel moodustunud kontinentaalsed setted. Need, peamiselt järvelise tekkega möllid ja liivad, harvem (viir)savid, levivad õhukeste läätseliste kihtidena klindilahtedes ja mattunud orgudes 45 m amp tasemest sügavamal (vt joonis 10). Eespool juba mainitud, Ugandi moreenil lasuva 2–5 m paksuse liivakas-savika mölli kihile Prangli puuraukudes on E. Liivranna (1991) teatel iseloomulik järgmise koostisega õietolm: puud 66–76 %, rohttaimed 7–10 %; puude õietolmust moodustas mänd 30–48 %, kuusk 9–20 % ning kask 35–39 % (vaevakask 14 %); rohttaimedest valdasid maltsalised, puju ja kuld kann. Selline (osalt võib-olla kaugkandega seotud) külma- ja kuivalembene kooslus viitab subarktilisele kliimale.

Kesk-Järva alamkihistu. Et seni pole Põhja-Eestis Kesk-Weichseli ealiste setete esinemist tõestatud, loetakse käesolevas töös ka võimalikud Kesk-Järva glatsiaalsed setted tinglikult Ülem-Järva alamkihistikku, periglatsiaalsed setted ega Kelnase kihistikku.

Ülem-Järva alamkihistu (QIII_{Jr₃}). Ülem-Järva alamkihistusse kuuluvad kõik viimase, maksimaalse jäätumisega seotud setted. Alamkihistu on esindatud liustikuliste, liustikujõeliste ning jääjärveliste setetega. Setete paksus võib ulatuda kuni 60 meetrini klindiesise ala hiidvoortel, paksus vanades orgudes pole teada. Jagada neid kaheks mandrijää (retsessioonidega) taandumise Pandivere ja Palivere staadiumidele vastavaks kompleksiks, nagu tihti tehtud, uuritava alal ei õnnestunud. Prangli saarel on võimalik välja eraldada 4–5 jääjärveliste setetega vahelduvat moreenikihti (joonis 7). Neist mõni võib oma tekkelt olla analoogne nn Heinrich'i kihtidega, st seotud mitte otseselt mandriliustikuliustikuga, vaid hoopis jäämägede laialdasema levikuga (vt ülemine moreenilääts joonisel 15).

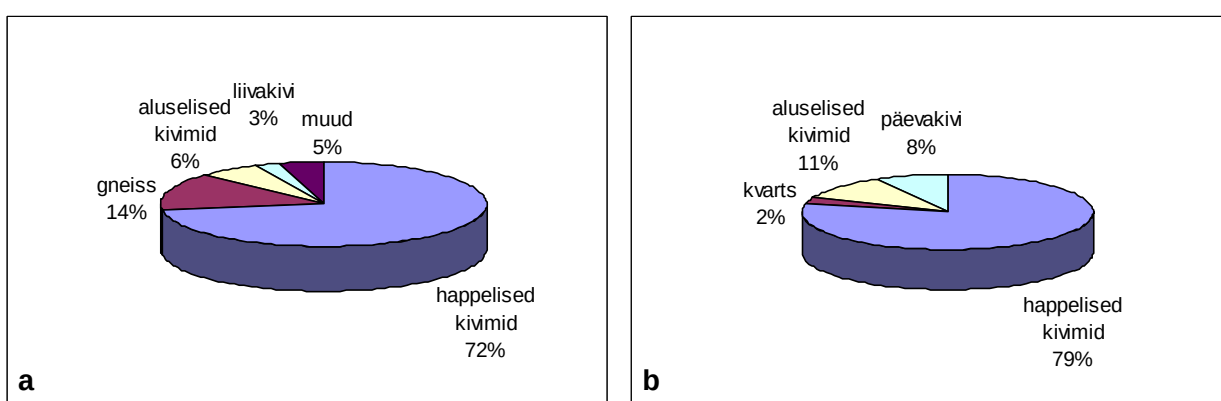
Kui vanuse järgi on **viimase jäätumise moreene (gIII_{Jr₃})** raske liigestada, siis pindalalise leviku ning sellest tingitud lähtekivimite litoloogilis-mineraloogiliste iseärasuste järgi kuuluvad kõik ala moreenid selgelt klindiesise e rannikumadaliku moreenide hulka. **Klindiesise moreeni (gIII_{Jr₃})** paksus jääb enamasti alla 20 m, kuid võib voorjates moodustistes koos erinevate vahekihtidega mõningatel juhtudel ulatuda 60 meetrini (vt joonis 7). Moreen paljandub vähe ja on enamasti kaetud nooremate, jääjärveliste või mereliste setetega. Moreeni eripära on seotud kogu settematerjali päritoluga Kambriumi ja Vendi sette kivimite või aluskorra avamusalalt, kus karbonaatkivimid puuduvad. Moreen on sinakas- või rohekashall, küllalt savikas ning samas üsna väikese jämepurdse materjali sisaldusega. Kõige iseloomulik on selle moreeni kivimiline koostis (joonis 16), kus kristalset materjali on tavaliselt üle 70–95 %, seejuures happelisi kivimeid on 70–90 %. Vähesel määral esineb suhteliselt pehmeid aleuoliite ja liivakive, veelgi harvem saviseid. Karbonaatkivimite leidumine on erand ning seda on isegi raske põhjendada.

Liustikuliste setetega on seotud ka arvukad rändrahnud. Need kogu Euroopas ainulaadse suurusega kivimürakad on veennud põlvkondi geolooge ja loodusuurijaid jäätumisteooria õigsuses ning ühtlasi andnud infot mandriliustike liikumise kohta. Juba XIX sajandi keskel nimetas akadeemik G. Helmersen Põhja-Eesti suuri rändrahne geoloogilisteks mälestusmärkideks ja luges säilitamist väärivaks kõiki üle 5 m–se läbimõõduga kive. Ka Prangli kaardilehele jääb oma hiidrahn, st rahn pikima läbimõõduga 10 m ja enam. Kujult veidi Muuga Kabelikivi meenutav **Punane kivi** Prangli lõunaosas Mõlgi sadama lähedal (pikkus 11,1 m, laius 7,0 m, kõrgus 5,0 m, ümbermõõt 30,0 m). Suuri rahne ja kivikülve on saarel aga kümneid (fotod 2, 9).



Joonis 15. Jäätma talu (Prangli kaguosa) kaevu läbilõige.

Figure 15. Cross-section of the dug well of Jäätma farmstead, SW Prangli.



Joonis 16. Järva kihistu moreeni jämepeuru kivimiline koostis Prangli saarel fraktsioonis >1 cm (a) ja 0,5–1 cm (b).

Figure 16. Petrographic composition of clasts with a diameter a) >1 cm, and b) 0,5–1 cm, of Weichselian tills from Prangli Island.

kirdenõlvad on järsemad kui edelanõlvad (Karukäpp ja Vassiljev, 1992). Ilmselt on ikkagi tegu jää liikumissuuna erinevustega mandriliustiku arengu erinevatel etappidel (vt ka Boulton jt, 2002).

Kui kaugele akvatooriumil taandus Pandivere liustiku serv enne Palivere pealetungi ning kas ja milline Prangli saare moreenikihtidest neile vastab, pole täpselt teada. Pandivere ja Palivere staadiumi moreenideks võivad osutuda, nagu eespool juba viidatud, varem vastavalt Valgjärve ja Võrtsjärve alamkihistikesse loetud (Raukas, 1978) moreenid.

Liustikujõelised ehk glatsiofluviaalsed setted ($f_{III}j_r$). Viimase jäätumisega seotud liustikujõelised setted alal iseseisvaid pinnavorme ei moodusta. Liustiku liikumise suunalised glatsiofluviaalsed moodustised puuduvad tõenäoliselt täiesti, aga võimalik on väiksemate liustikuserva esiste liivakuhjete esinemine veealuste kõrgendike jalamil.

Jääjärvelised (glatsiolakustrilised või limnoglatsiaalsed) setted ($lg_{III}j_r$). Eestis puudub senini üldtunnustatud arusaam jääjärvede arengust taanduva liustikuserva ees. Lääne-Euroopas peetakse (Björck, 1995) Balti jääjärve alguseks juba 12 600 või isegi 13 000 a.t, mil tänapäevase Balti mere lõunaosa lahtedes hakkasid settima viirsavid. Eestis loetakse Balti jääjärve alguseks tavaliselt ühtse veekogu teket Pandivere kõrgustiku ees ligikaudu 12 000 aastat tagasi (Raukas, Vassiljev, 1992). Samas kirjeldatakse kohalike jääjärvedena kõiki E. Pärna (1962) poolt eristatud nn A-grupi veekogusid ja nende seas ka nii Voose kui Kemba jääjärve, mis tekkisid enne oletatavat (Björck, 1995; Donner, 1995) jääjärve taseme esimest järsemat langust ligi 11 300 a.t ning veetaseme uut tõusu B-taseme(te)ni liustikuserva peatudes Lõuna-Soomes Salpausselkä joonel. Viimase aja uuringud Soomes (Fyfe, 1990; Donner, 1992) pole selliseid suuri veetaseme kõikumisi siiski kinnitanud ning pigem võib Balti jääjärvest rääkida kui 12 000 a.t alanud, enam-vähem ühtlaselt alaneva tasemega veekogust. Balti jääjärve areng lõppes 10 300 a.t, kui mandriliustiku serva taandumisel Billingeni mäest Kesk-Rootsis põhja poole jääjärve veetase alanes kiiresti ligikaudu 25 m, s.t maailmamere tasemeni (Björck, 1995).

Jääjärvelised setted levivad klindi ees laialdaselt. Veealuste kõrgendike ja saarte koosseisus moodustavad nad moreenidega vahelduva mitmekihilise piruka (vt jooniseid 7 ja 8), kus jääjärvelised setted võivad olla esindatud nii tüüpiliste viirsavide kui ka möllide ja liivadega. Viimasel juhul on nad sageli ka gaasisisaldavad. Ehkki valdab moreen, võib üksikute liiva- ja saviläätsede paksus selles kompleksis küündida 15 m-ni. Viirsavi varvide paksus on muutlik, savid ise tihti deformeeritud (vt joonis 16 ja foto 4). Kontaktid moreeniga võivad olla nii teravad kui üleminekulised, esineb hajusat kruusa (nn *dropstone*). Küllalt erinevatel ja suhteliselt suurtel absoluutsetel kõrgustel lasuvate savikihtide esinemine vihjab võimalusele, et kohati on tegemist olnud irdjää plokkide vahelise, võib-olla ka jääpealse settimisega. Jääjärvelised setted avanevad kohati Prangli lääneosas, moodustades tasase mölli- või saviranniku. Akvatooriumi sügavamates osades (ka orgude piires), kus jääjärvelised setted on tavaliselt mattunud nooremate meremudade alla, andmed sellise vahelduvakihilise kompleksi esinemisest puuduvad.

Mere põhjas eristuvad jääjärvelised setted selgelt Joldiamere omadest. Neile vastab “proksimaalsete ja distaalsete varvidega glatsiaalne savi” (Ignatius jt, 1981) ehk “hallikaspruunide varviliste setete” (VI) kihistik koos “kirjuvärvilise” (V) kihistikuga (Lutt, 1992). Alumine, VI kihistik, hõlmab ligi $\frac{3}{4}$ jääjärvelistest setetest ja koosneb selge viirkihilisusega, tavaliselt pruunidest savidest, mille alumises, liustikuservalähedases ehk proksimaalses osas on tihti liiva, mõnikord ka moreeni vahekihte.

Lasumi

suunas

muutub

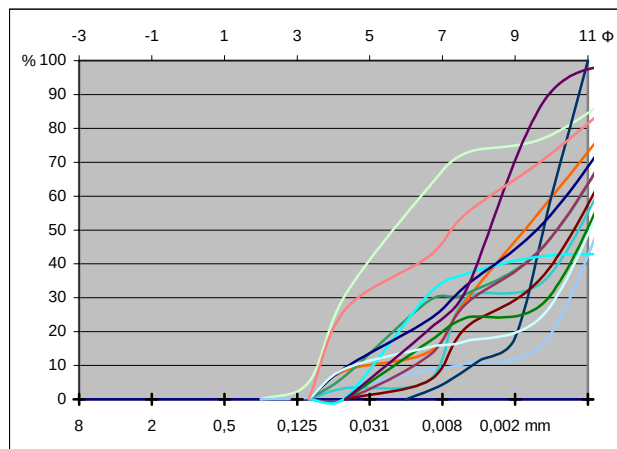


Foto 3. Viirsavidel kujunenud tasane rand Prangli lääneosas. T. Saadre foto.
Photo 3. Flat silty and clayey shore on the western coast of Prangli Island.



Foto 4. Deformeeritud viirsavid Suti puuraugus. E. Kadastiku foto.
Photo 4. Deformed varved clay in Suti core.

varvilisus ebaselgemaks. Vähem kui 2 m paksune V kihistik on esindatud kreemikate savidega, mille 1–10 mm paksused kihikesed eristuvad selgemalt alles sette kuivades. Jääjärveliste setete lõimisest annab ülevaate joonis 17. Traditsiooniline nimetus – viirsavid – on tegelikult tinglik, kuna tihti valdab setetes möll. Nii suve- kui talvekihtidele on iseloomulik liiva äärmiselt väike sisaldus.



Joonis 17. Balti jääjärve setete iseloomulikud lõimisekõverad akvatooriumilt.

Figure 17. Characteristic grain size distributions of late-glacial glaciolacustrine deposits from sea floor.

Viirsavidele on omane “liibuv lasuvus” – nad katavad suhteliselt ühtlase kihina ka küllaltki liigestatud lamamit. Savide avamused jäävad saarte ja veealuste kõrgendike nõlvadele, kus nende alumine, selge varvilisusega osa pole kuigi hästi välja kujunenud või puudub hoopis, ning esineb hajusa hüdrotroiliidi laiike ja sinise savi kuni 10 cm paksuseid vahekihte. Ebatüüpiline on läbilõige ka mandri lähedal, rannanõlval, kus üldiselt homogeensesse settesse ilmub alt üles järjest rohkem mölli mõne mm paksuseid läätsjaid vahekihte, mis koos kohatise karbonaatse materjali sisaldusega viitab basseini madaldumisele ja teatud osa sette-materjali päritolule maismaalt. Täispaksuses (>8 m) pole jääjärvelisi setteid akvatooriumil läbitud.

2.2. HOLOTSEEN

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

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

Figure 2. Stratigraphical scheme of the Holocene deposits (modified from Raukas et al., 1995; Walker et al., 1999).

Ladestik	Ladejärk	Kronotsoon	Indeks	Indeks	Piiridefinitsoon (aastat t.)	Õietolmuvöö (PAZ)	Indeks	Indeks (von Post)	Balti mere staadiumid	Alumine piir (aastat tagasi)	Alumine piir (kalendriaastat tagasi)	GRIP indeks			
Holotseen	Ülem-	Sub- Atlantikum	SA	SA3	1 000	<i>Pinus-Betula</i>	<i>P-B</i>	I	Limneameri	4 000	5 000				
				SA2	2 000	<i>Betula-Pinus-Picea</i>	<i>B-P-Pc</i>	IIa							
	SA1			2 500	<i>Betula-Alnus</i>	<i>B-A</i>	IIb								
	Kesk-	Sub- Boreaal	SB	SB2	4 000	<i>Picea</i>	<i>Pc</i>	III	Litorinameri						
				SB1	5 000	<i>Quercus</i>	<i>Q</i>	IV							
	Atlantikum	AT	AT2	6 500	<i>Tilia-Ulmus-Fraxinus</i>	<i>T-U-Fr</i>	V	Antsüls- järv							
			AT1	8 000	<i>Ulmus-Corylus</i>	<i>U-Co</i>	VI		Joldia- meri						
	Alam-	Boreaal	BO	BO2	8 500	<i>Pinus-Alnus</i>	<i>P-A</i>	VII					9 500	10 700	
				BO1	9 000	<i>Pinus - Betula - Corylus</i>	<i>P-B-Co</i>	VIII							
		Pre- Boreaal	PB	PB2	9 500	<i>Pinus - Betula</i>	<i>P-B</i>	IXa	10 300	11 600					
				PB1	10 000	<i>Betula</i>	<i>B</i>	IXb			12 650				
	Pleistotseen	Ülem-	Sub-Arktikum	Hillis- Dryas	DR3	DR3	10 800	<i>Artemisia-Betula nana</i>	<i>Ar-Bn</i>	X			Balti jääjärv	13 900	14 050
											Allerod				
ALa			11 800	<i>Pinus-Betula</i>	<i>P-B</i>	XIb	14 050								
			Kesk-Dryas	DR2	12 200	<i>Artemisia-Chenopodiaceae</i>		<i>Ar-Ch</i>	XIIa	14 050					

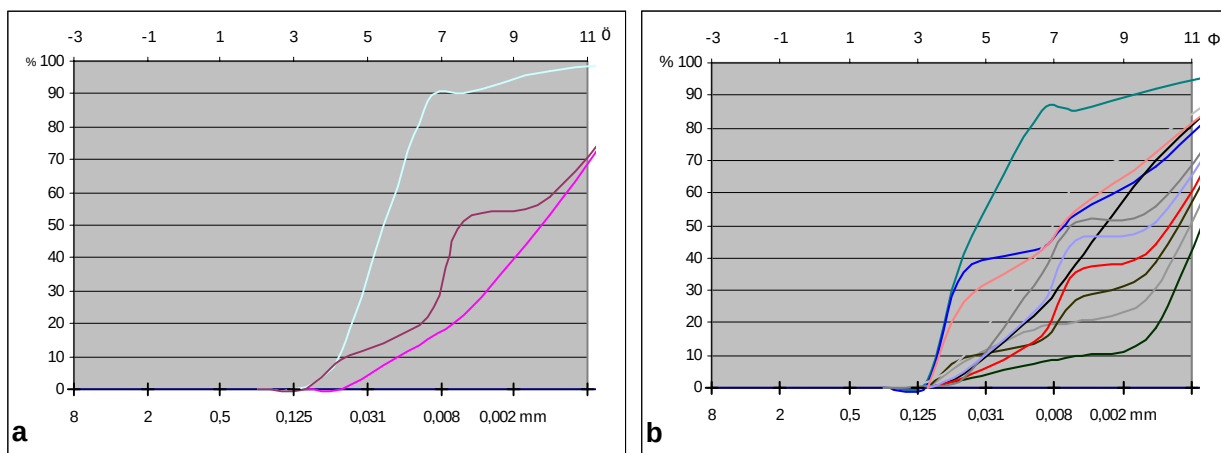
iseloomustamisel järjest enam kalendriaastaid, on senini ametlikult käibel ka liigestus kronotsoonideks (vt tabel 2).

Joldiamere setted (mIVy). Joldia meri oli regressiivse iseloomuga veekogu Balti mere pärastjääaegse arengu alguses, 10 300–9 500 a.t, mil veetase alanes uuritava alal vähemalt 28 m (Kessel, Linkrus, 1979). Kuigi mereks kutsutud, iseloomustab riimveeline fauna ja flora vaid lühikest, vähem kui 200 aastast ajalõiku selle keskel (Svensson, 1989; Björck, 1995; Heinsalu, 2001), umbes 11 300–11 060 kalendriaastat tagasi, kui kliima lühiajaline jahenemine, nn Pre-Boreali ostsillatsioon, vähendas ilmselt Balti merre voolava jääsulavee hulka. Et saarte ja madalate rannikuvööndite setted on allunud ja alluvad ka tänapäeval lainetuse tugevale abrasioonile, pole Joldiamere setted maismaal teadaolevalt säilinud. Võimalik, et viirsetete ülemine osa saarte läbilõikes on osalt Joldiamere ealine.

Erinevalt maismaast on meres Joldiamere setted laialt levinud ja äratuntavad. Nendeks peetakse Balti jääjärve viirsavidel terava põiksusega lasuvat, kuni 1,5 m paksust, mõneti ähmase mikrokihilisusega

pruunikashalli kuni hallikaspruuni möllika savi kompleksi, mida kirjanduses tuntakse “homogeense savi” (Ignatius jt, 1981) “möllika” või “halli savi” (III) kihistikuna (Kiipli jt, 1993; Lutt, 1992). Savi lamamist veidi erinev hallikas värvus viitab bioproduktiooni kasvule kliima soojenemisel Pleistotseeni/Holotseeni piiril umbes 11 500 kalendriaastat tagasi. Ilmastiku soojenemine viis ka mandriliustiku taandumise ning Balti jääjärve vete läbimurdeni Kesk-Rootsis Billingeni mäe juures. Seda nn Billingeni katastroofi tähistab Soome lahe lõunaosas väga iseloomulik, mõne mm kuni 20 cm, Kolga lahes erandlikult isegi kuni 70 cm paksune möllikas kiht Balti jääjärve viirsavide pinnal (Rennel, 1991).

Eespoolmainitud lühiajalist soolakat intervalli Joldiamere keskel (kust pärineb ka Joldiamerele nime andnud soolaseveeline karp *Portlandia (Yoldia) arctica*, aga ka soolalembesed diatomeed, nagu näiteks *Thalassiosira islandica*, *Diploneis smithii*, *Mastogloia smithii*, *Triblionella navicularis*, *Campylodiscus echeneis* jt) võivad setetes markeerida (Lepland jt, 1999) rauasulfiid hüdrotroiliidiga mustaks värvunud läätсед ja vööndid. Joldiamere lõpp ei väljendu meresetetes nii selgelt, kuna settimistingimused, ja vastavalt ka elustik, olid sarnased järgneva, Antsülusjärve alguse omadega. Nii Joldiamere kui Antsülusjärve setete kitsad avamusalad akvatooriumil, ekspositsioonist sõltuvalt sügavustel allpool 20–50 m amp, on seotud eelkõige veealuste kõrgendike nõlvadega, kus nad pole hoovuste poolt kulutatud ega ka nooremate setetega kaetud, ning kaardil kujutatud koos.



Joonis 18. Joldiamere (a) ja Antsülusjärve setete (b) iseloomulikud lõimisekõverad akvatooriumilt.

Figure 18. Characteristic grain size distributions of the deposits of Yoldia Sea (a) and Ancylus Lake (b).

Antsülusjärve setted (IIVan). Isostaatilise maakerke tulemusena katkenud Balti mere ühendus maailmamerega põhjustas mageveelise veekogu – Antsülusjärve – tekke ning sellega seonduva transgressiooni väljavoolu-isobaasist kõrgemal. See algas ligi 9 500 a.t ja kulmineerus Pre-Boreali ja Boreali piiril, ligi 9 000 a.t (Björck, 1995 jt). Antsülusjärve staadium lõppes tõenäoliselt küllalt järsu regressiooniga vähemalt 16–17 meetrini ümp ning soolase merevee sissetungiga läbi Taani väinade Balti merre umbes 8000 a.t.

Antsülusjärve setted, millele on iseloomulik mageveeliste molluskite *Ancylus fluviatilis*, *Lymnaea (Radix) ovata* ja *Bithynia tentaculata* jt pole kaardilehe maismaa-alal säilinud.

Soome lahes vastab Antsülusjärve setetele ligikaudu “sulfiidne savi” ja sellel lasuv “homogeenne savi” (Ignatius jt, 1981) ehk “hüdrotroiliitne (III) kihistik koos “sinise” (II) kihistikuga (Kiipli jt, 1993;



Foto 5. Lääneotsa küla Prangli lõunaosas asub rannavallil. T. Saadre foto.
Photo 5. Lääneotsa village (southern Prangli Island) is situated on a beach ridge



Foto 6. Halvasti sorteeritud rannavalli setted Kiviotsa poolsaarel (Prangli saar). T. Saadre foto.
Photo 6. Poorly sorted beach ridge deposits on Kiviotsa Peninsula, Prangli Island.



Foto 7. Rahnu- ja munakasillutisele vaatamata ulatub meri Ülesaare neemel (Prangli saar) aeg-ajalt randa murrutama. K. Ploomi foto.

Photo 7. In spite of protective stone and boulder pavement an abrasional scarp has formed on Ülesaare Cape (eastern coast of Prangli Island).



Foto 8. Samast lõunasse vaadates näeme tüüpilisi muutusi, kus lahepära suunas ranna-astang hääbub ning setted asenduvad järjest peenematega. K. Ploomi foto.

Photo 8. The coast and its deposits change quickly towards the bayhead.



Foto 9. Prangli loodeservast viib kaguotsa rahnuderikas laidude rivi. T. Saadre foto.
Photo 9. Small islets with abundant boulders near the western coast of Prangli Island.



Foto 10. Luited Prangli põhjaosas. E. Kadastiku foto.
Photo 10. Dunes in the northern part of Prangli Island.



Foto 11. Liivarand ja luited on eriti iseloomulikud Prangli lõuna- ja kagurannikule. T. Saadre foto.
Photo 11. Sandy shore and dunes are characteristic for the S and SW coast of Prangli Island.



Foto 12. Luitevallide taga võib merelisi setteid katta õhuke eooliliste liivade kiht. T. Saadre foto.
Photo 12. Thin blanket-like aeolian cover on marine sediments behind the dunes.



Foto 13. Selle valli (pildi parempoolne alumine nurk) on kujundanud ida- ja kagutuule deflatsiooniline tegevus ehk tuulekanne. K. Ploomi foto.

Photo 13. Deflational ridge in the eastern part of Prangli Island.



Foto 14. Tuulekühmud ulatuslikuma deflatsioonilise ala serval Idaotsa küla lähedal. K. Ploomi foto.

Photo 14. Aeolian hills on the edge of larger deflational area.



Foto 15 Terrassiks liitunud veerisevallid Aksi (Väike-Prangli) saarel. K. Ploomi foto.
Photo 15. Series of beach ridges on Aksi Island.



Foto 16. Puid ja põõsaid leiab vaid Aksi madalamas ja liivasemas keskosas. K. Ploomi foto.
Photo 16. Trees and bushes grow only in the lower and more sandy central part of Aksi Island.



Foto 17. Rannavallide vahele tekkinud soostuv rannajärv – *hampe* – Aksi saarel. K. Ploomi foto.
 Photo 17. Shallow coastal pond between the beach ridges on Aksi Island.

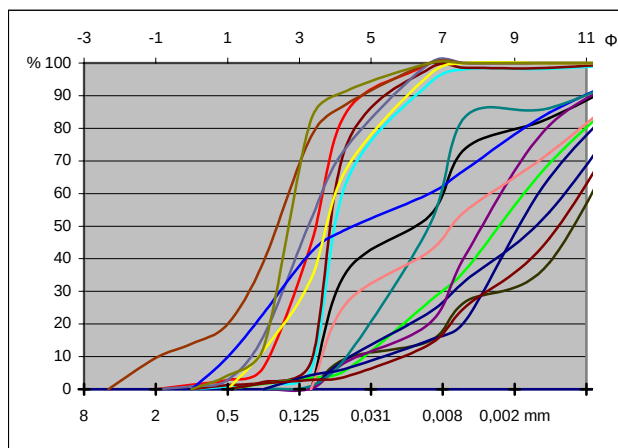


Foto 18. Munakasillutis Keri rannas. K. Ploomi foto.
 Photo 18. Boulderly pavement on Keri Island.

Lutt, 1992). Kaardil koos Joldiamere setetega kujutatud Antsülusjärve setted on esindatud hüdrotroiliidi vahekihte ja kamakaid sisaldava ebaselge kihilisusega hallika, harvem pruunika savi ja mölli kuni 4 m paksuse lasundiga. Hüdrotroiliit on eriti iseloomulik nende alumisele ja ülemisele piirile. Savi kuivades laguneb ebapüsiv hüdrotroiliit kiiresti ja sete omandab kollakaspruuni värvuse. Meregeoloogid on tavaliselt Antsülusjärve setete hulka lugenud ka tavaliselt vähem kui 0,5 m, harva rohkem kui 1,5 m paksused läätsja kihina levivad erineva varjundiga sinised savid, seda eelkõige nende väga terava, erosioonilise ülemise piiri tõttu, mis eristab neid järsult lasuvatest setetest. Sinised savid diatomeesid ei sisalda, või esinevad vaid üksikud mageveelised eksemplarid (Sakson, 1993), küll aga leidub neis rohkelt mikrokonkretsioone (püriidistunud ussikäike). Åker jt (1988) seovad diatomeede puudumise nende lahustumisega soolases vees. Autori arvates võib siin, mõneti analoogiliselt Joldiamerega, tegu olla Mastogloiamereks kutsutud (Haila, Raukas, 1992) Litoriinamere transgressiooni setetega.

Et kogu kaardileht jääb allapoole 11–12 m samakõrgusjoont (Ramsay, 1929; Kessel, Raukas, 1979), pole **Litoriinamere setted (mIVlt)** maismaaosas säilinud. Litoriinamere setted hakkasid Soome lahes kujunema ligikaudu 8000 a.t, pärast Balti mere ühenduse taastumist maailmamerega Taani väinade kaudu. Litoriinameri oli kõrgeima soolsusega etapp Balti mere arengus, mida näitab nii iseloomulik molluskifauna (*Littorina littorea*, *Littorina saxatilis*, *Cerastoderma glaucum*, *Hydrobia sp.* jt) kui soolakaveelised ränivetikad. Ligikaudu 6 000 aastat tagasi toimunud transgressiooni maksimumile järgnes veetaseme pidev alanemine ning vee magestumine koos sellest põhjustatud fauna muutustega. Litoriinamere setted lasuvad jääjärvelistel setetel, moreenil ja Antsülusjärve setetel.

Akvatooriumil vaadeldakse Litoriinamere setteid koos Limneamere setetega. Ignatiuse jt (1981) “postglatsiaalse muda” või maksimaalselt rohkem kui 10 m paksusest “meresetete ehk rohelistest (1) kihistikust” (Kiipli jt, 1993; Lutt, 1992) on Litoriinamere-ealised alumised 2–3 m. Valdavalt on tegu roheline kuni rohekashalli savikas-möllika “kohupiimataolise”, allosas ja/või sügavamaveelistes setetes tihti mikrokihilise muda lasundiga, mis sisaldab umbes 2 % orgaanilist ainet. Setted sisaldavad tihti gaasi (metaan). Lasundi alumine piir on väga terav, tähistatud katkestuspinna ning liivakate kihtidega.



Joonis 19. Liigestamata Litoriinamere ja Limneamere setete iseloomulikud lõimiskõverad akvatooriumilt.
Figure 19. Characteristic grain size distributions of marine deposits from the sea floor.

Limneamere setted (mIVlm). Traditsiooniliselt loetakse Limneamere alguseks mageveelise molluski *Lymnaea ovata* (= *Radix ovata*) immigratsioonist järk-järgult magestava Balti mere rannikuvetesse. Eestis algas see H. Kesseli (1958) andmeil ligi 4 000 a.t. Ligikaudu samal ajal on maailmameres fikseeritud (Peltier, 2002 jpt) nn kesk-holotseenne veetaseme kõrgseis. Ehkki viimane pole kaugeltki võrreldav varasemate transgressioonidega Balti meres, on (üldise neotektoonilise maakerke taustal) see veidigi püsivam rannajoon tavaliselt küllalt selgelt eristuv. Et kaardilehe kõrgeima,

Prangli saare kõrgemad kohad hakkasid Limneamere alguses alles vee alt ilmuma, siis vanemad rannasetted siin puuduvad. Eranditult kõikidel saartel on täheldatav seaduspära, et meri abradeerib nende põhjatippudes moreeni, jättes maha suhteliselt jämepurdsed setted ja/või kivisillutise (fotod 1, 18). Lainetuse ja hoovuste mõjul piki randa lõunasse kulgev settevool diferentseerub märgatavalt juba nii väikeselgi saarel nagu Keri ning kujundab liivarandlaid või maasääri suuremate saarte lõunaosas (foto 11). Materjali pikirände tõttu täieneb näiteks pidevalt Prangli lõunarannikul paikneva liivamaardla varu. Et selline ränne võib olla vägagi intensiivne, näitavad liivaga täitunud, kuni 20 meetrise läbimõõduga pommiaugud Kuradimuna madalal (Malkov jt, 1983). Samasugune seos on ka suuremate saarte ninade-neemede ning pidevalt õgvenduvate lahepärade vahel (fotod 7 ja 8). Liiva kuhjealad ulatuvad kuni 20 m, pisiteralisel liival kuni 50 m sügavuseni.

Pikirändeliste rannavormide kõrval esineb ka ristirändelisi, peamiselt tormidega kuhjunud rannavalle (fotod 5 ja 6) ja nende seeriaid. Viimased on eriti markantsed Aksi saare põhjaosas, moodustades seal ulatusliku terrassi (fotod 15 ja 16). Küllalt iseloomulik on kaardilehel nähtus, et vaatamata Soome lahes valdavatele läänetuultele esinevad nii suuremad merelised kulutus- kui kuhjevormid hoopis saarte idakülgedel. (foto 8). Siin on ilmselt põhjuseks liustike diferentseeritud liikumisega seotud pinnakatte suurvormide asümmeetria – nende kirdenõlvade suhteline järskus/sügavus.

Soome lahe põhjasetetes jätkuvad ka Limnea eal Litoriinamerele iseloomulikud setted, kuid mere-põhja reljeefi ja settimistingimuste muutlikkuse tõttu on nende levik väga mosaiikne. Nõgusid täitvate roheliste mudade peal eristub tihti veel paari meetri paksune musta, veelgi orgaanikarikkama (kuni 3 %) savikas-möllika, kohati väävelvesinikku sisaldava muda kiht. Akvatooriumi sügavamates osades võib selle musta muda paksus ületada 10 meetrit. Samas esineb Kuradimuna ja Keri saare põhjajalamil kitsaid piklikke lohke, kus mitte ainult meresetted, vaid kogu Holotseeni setted on äärmiselt kokkusurutud (ja samas terviklikud) või hoopis põhjahoovuste poolt kulutatud. Rannanõlval ning veealuste kõrgendike lagedel on küllalt tavaline, et lamavaid erivanuselisi kihte katab õhuke, tavaliselt mõne kuni mõnekümne sentimeetri paksune, väga ebaühtlase koostisega segasetete või osalt jäänuksetteist liiva ja kruusa, moreeni avamusel ka veeriste ja/või rahnude kiht, mida kaardil pole kujutatud. Sellistel pärsitud settimisega või kulutuslagedel moodustavad mõnikord kemogeense tekkega raua-mangaanikonkretsioonid (vt ka peatükk 2.4.). Konkretsioonid koosnevad amorfsete raua hüdroksiidide ja mangaani hüdraatide rütmiliselt vahelduvatest kihtidest, moodustades kerasid, kettaid või koorikuid.

Tuulesetted (vIV) on laialt levinud Prangli saarel, kattes katkendliku kaarena saare kõrgemat idaserva praktiliselt kogu selle ulatuses. Eoolilised pinnavormid on väga eriilmelised. Esineb nii üksikuid luitevalle (foto 10), väljapeetud kitsaid luiteahelikke (foto 11) kui ka küllalt tasaseid alasid, kus tuiskliiv vaid vaevu meresetteid õhukese kihina katab (foto 12). Väiksemaid luidestunud valle leidub ka Rammu saare lääne- ning Koipsi saare idaosas. Nad moodustavad Balti mere erinevatesse arengustaadiumitesse kuuluvaid valdavalt hästisorteeritud peen- või keskliivast luitevalle ja luidestikke. Markantsemad neist seonduvad transgressioonide maksimumidega, st ajaga, kui rannajoon püsis glatsioisostaatilisele maakerkele vaatamata pikemat aega ühes kohas. Eoolilisi setteid leidub kuni 5 m kõrguste vallide ja küngastena ka Limneamere levialal.

Järvesetted (IIIV). Väikesi, madalaveelisi järvi ja järvikuid leidub Rammu ja Aksi saarel (foto 17). Prangli saare kunagised rannajärved on tänaseks kuivanud või kuivendatud (Järve soo). Veel hiljuti eksisteerinud Mustkoopa loigud olid vähemalt 2001. a. suvel kuivad. Vihmasel suvel võib veidi vett koguneda ka Mõlgi sohu. Kõigi nende küllalt arvukate järvekeste lühiealisuse tõttu jääb tavaliselt küllalt turbarikaste mudade paksus neis alla 0,5 m, mistõttu kaardil neid ei näidata.

Jõesetted (aIV). Kaardilehel vooluveed puuduvad. Prangli kaguosas, Mändidealusel rannal paiknenud ainus allikas on juba aastaid kuiv. Vaid ajuti on vett mõnedes kuivenduskraavides. Veel 60-ndatel aastatel olid aga kitsa veeriba – jooma või joome – kaudu merega ühenduses kaks Mustkoopa

lõugast Prangli lõunarannikul. Sõltuvalt tuule suunast ja merevee tasemest liikus vesi mööda joomet merre või, vastupidi, merest järvedesse. Vanasti aga olevat joome ka suurte paatidega sõidetav olnud (Koskor, 1964).

Soosetted (bIV). Turvas levib Prangli saarel väikeste laikudena Väässoos, Suursoos, Alessoos ning Järve, Mõlgi ja Ülliva soos. Ehkki arvuliselt palju ja kohati üsna soo nägu, ei ületa neist teadaolevalt üheski turba paksus 0,5 m. Põhjuseks on siin soode noorus, kuna nad said tekkima hakata alles pärast Prangli kerkimist merest, vanade lõugaste kohale ja/või rannavallide vahele kujunenud järvekeste asemele. Kaardil on soodest näidatud vaid suuremad, rabastuv Suursoo saare kaguosas ning siirdesooturbaga Vää(s)soo Idaotsa külast idas. Teistele väiksematele soodele, ka soostuma hakkavatele väikestele järvikutele Aksil ja Rammul on iseloomulik õhuke, tavaliselt vähem kui 10 (20) cm paksune madalsooturba kiht.

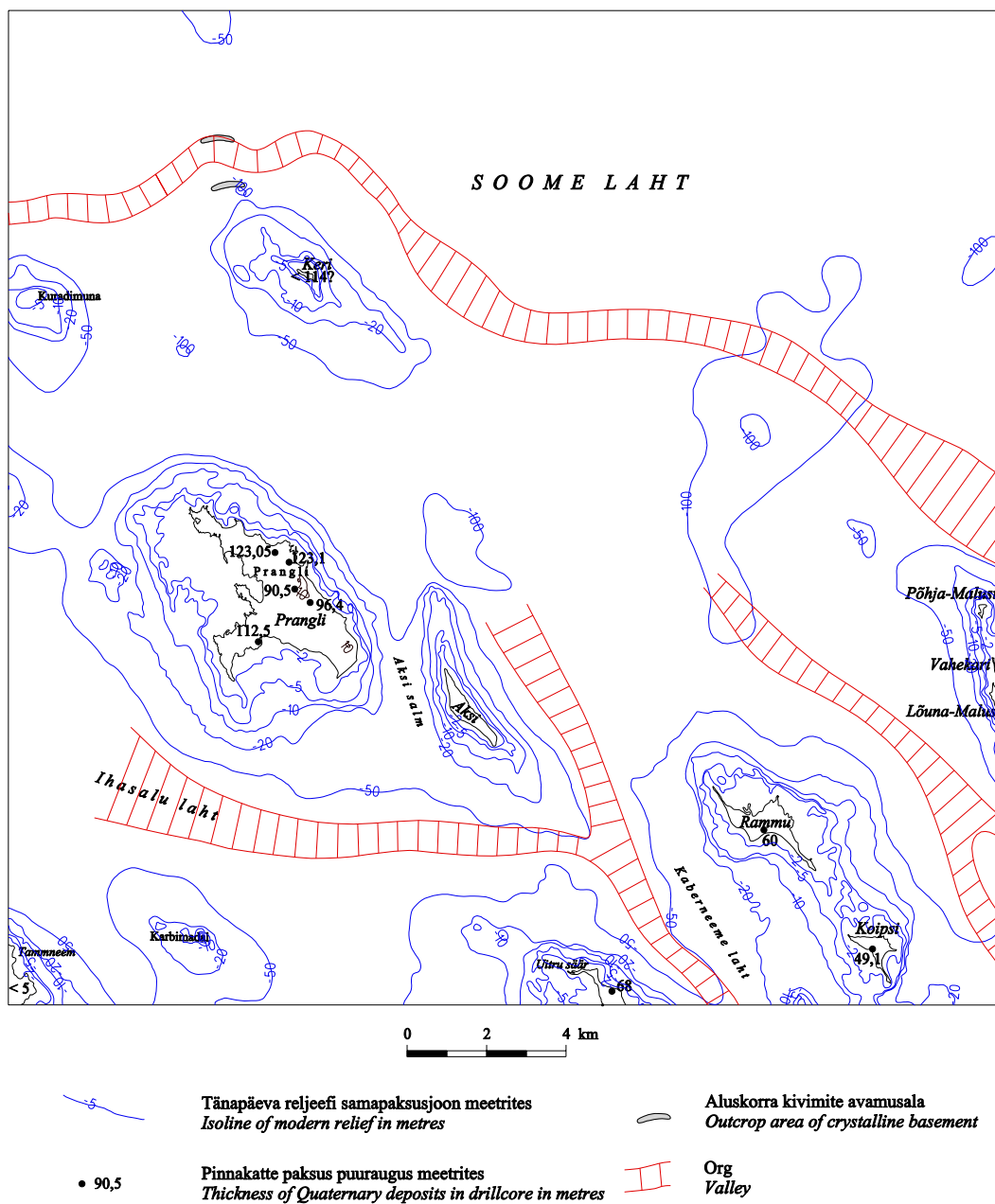
Kaardi mõõtkavas kujutamiseväärsed **tehnogeensed** ehk antropogeensed setteid (**tIV**) alal ei leidu. Mainida võiks vaid Kelnase ja Mõlgi sadamarajatisi.

2.3. PINNAKATTE PAKSUS

Pinnakatte paksuse kaart (joonis 20) on kaardikomplekti lisakaart, mis tavaliselt saadakse tänapäevasest reljeefist aluspõhja reljeefi lahutamisel. Kaardilehe iseärasustest – maismaa-ala piiratus ning akvatooriumi kohta käivate andmete vähesus – johtuvalt on kaardil näidatud vaid pinnakatte paksus vähestes olemasolevates aluspõhjani ulatuvates puuraukudes.

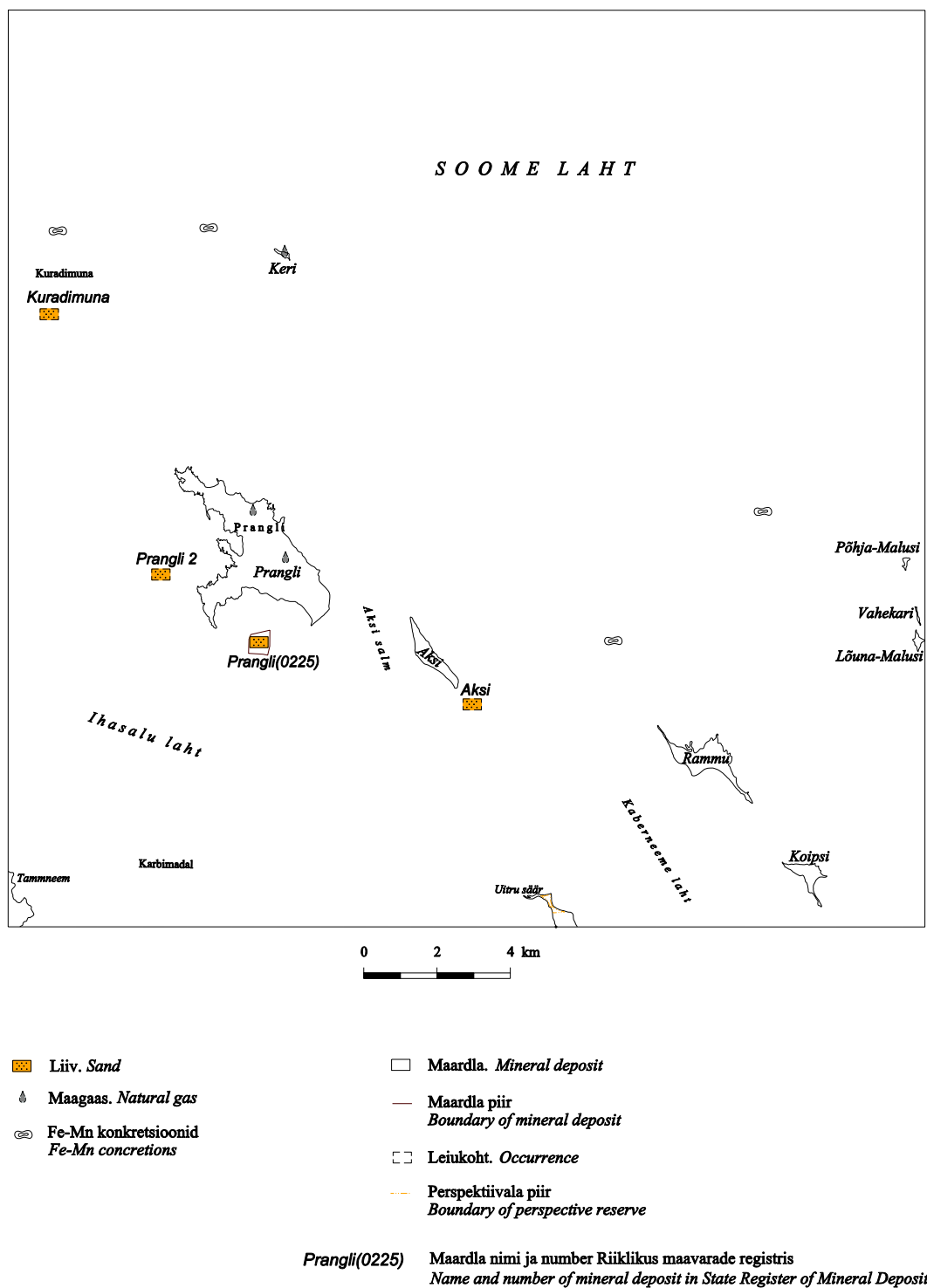
Kui tavaliselt on Põhja-Eestis suuremad pinnakatte paksused iseloomulikud vanadele, mattunud orgudele, siis Prangli kaardilehel on nad seotud hoopis saarte ja teiste veealuste jäänukkõrgendikega. Orgudest on aga nii mandrijää kui selle vooluvete valikuline kulutus, aga kohati ka merehoovused setted suures osas ära kandnud (vt joonis 7 ja 8). Prangli saarel võib Kvaternaari paksus ületada 125 m (123,5 m puuraugus 6), Keri saarel on see üle 110 m, Aksil tõenäoliselt üle 80 m, Rammul ja Koipsil 60 m suurusjärgus. Mandrile lähenedes väheneb pinnakatte paksus seega aluspõhjale üha nooremate kihtide (tihti astanguliselt) lisandudes pidevalt, olles ala edelanurka riivava Viimsi poolsaare rannikul selgema Kambriumi astangu ees mõne meetri suurusjärgus. Samas on vastupidised paksuse muutused orgudes, mis ranniku suunas pidevalt sügavamaks muutudes ühtlasi ka täituvad.

Väikesed pinnakatte paksused, <10 (20) m, on üldise tendentsina iseloomulikud ka kaardilehe põhjaosale, akvatooriumi sügavamatele aladele, kus jääajal valdas liustiku kulutus. Kui sellele on lisandunud ka merehoovuste intensiivne tegevus, nagu näiteks Keri saarest põhja pool, võib pinnakate kohati täiesti puududa ning merepõhjas paljanduvad juba kristalse aluskorra kivimid. Kindlasti on selliseid alasid rohkemgi kui kaardil näidatud, kuid nende piiritlemine on raskendatud suure sügavuse ja uuringuvõrgu hõreduse tõttu.



Joonis 20. Pinnakatte paksus.

Figure 20. Schematic map of the thickness of Quaternary deposits.



Joonis 21. Pinnakatte maavarade skemaatiline kaart.

Figure 21. Schematic map of mineral resources of the Quaternary deposits.

2.4. PINNAKATTE MAAVARAD

Liivamaardlad. Riiklikku maavarade registrisse on kantud vaid Prangli liivamaardla (Registrikaart 0225, 1997; Petersell, 1992), mis asub Prangli saare lõunarannikust ligi 1 km lõuna pool, madalmeres. Maardla pindala on 32,80 ha, reljeef lainjas, kallakusega lõunasse. Maavara lasub 4–12 m allpool merepinda. Merevett arvestamata maavaral katend puudub. Maavaraks on 0,2–2,8 m paksune kaasaja mere poolt kuhjatud vähese savi- ja tolmuosakeste sisaldusega liivakiht. Kruusa ($\varnothing > 5$ mm) on liivas keskmiselt 0,5 % ning savi- ja tolmuosakesi ($< 0,05$ mm) 1,6 %. Liiv on orgaanikavaene, keskmise peensusmooduliga 1,6, ja sobib ehitusliivaks. Maardla piires on maavara keskmine paksus 1 m ja aktiivse tarbevaru maht 328 000 m³. Maardlat on võimalik laiendada lõuna- (Helm, 1994), autori arvates ka ida (kirde)suunas; toodetava liiva asemele kanduvb hoovustega põhjast piki saare kaldaid uus liiv.

Liiva leiukohad. Prangli liivamaardla ja selle lähiümbrusega võrdväärset liiva ja kruusa leiukohad alal puuduvad.

Prangli läänerannikul (kaardil **Prangli 2**) levib Talpase jt (1994) hinnangul liiva 0,8 km² pindalal, 1 m paksuselt, seega 80 000 m³. Mainitud töö retsensendid on pidanud antud leiukohta geoloogilistelt tingimustelt perspektiivituks. Ilmselt on siiski tegu pindalalt mõnevõrra väiksema, kuid mitte päris “lootusetu” lõksuga rannanõlval, kuna Ärgisadama neemest läände on Sobolevi (1984) järgi kahes puuraugus kruusasisaldava kesk- ja jämeliiva kihi paksus 3,4 ja 1,0+ m.

Aksi saare lõunaosas on Talpase jt (1994) hinnangul liiva varu 0,5 km² * 1 m, s.o 500 000 m³. Varu on vägagi tõenäoliselt ülehinnatud, kuna proove võeti ainult haardkopaga, s.t liivakihi paksus on teadmata. Praktiliselt kogu saare lääneranniku ulatuses aga katab moreeni veepiiril vaid mõnekümne cm paksune liiva-kruusa kiht. Ainsas saare läänerannikul madalvees puuritud puuraugus (Kõrvel jt, 1986) oli liivakihi paksus 0,7 m.

Kuradimuna madalik on pinnakatte kaardil kujutatud õhukese jäänukssetete kihiga kaetud moreen-seljakuna. Talpase jt (1994) järgi on kruusa ja liiva varu siin kasuliku kihi 0,5 m paksuse juures 100 000 m³. Et madalik on geoloogiliselt ja hüdrodünaamiliselt tingimustelt sarnane Prangli saarega, võib ka siin madaliku lõunanõlval oletada pindalaliselt väiksemate, kuid oluliselt paksema liivakihi “lõksude” esinemist. Malkov jt (1983) teatavad kitsaste rahnuvallide vahelistest 50–70 m laiusetest liivaga täitunud vagumusest.

Raua-mangaani konkretsioonid.

Põhja pool **Kuradimuna** madalat ja Keri saart, osalt Naissaare kaardilehe piires, asub nii pindalalt kui keemiliste elementide sisalduselt Eesti suurimad Fe-Mn konkretsioonide leiukohti (Malkov jt, 1986; Nigul, 1987). Koos liiva ja kruusa mõne mm paksuse kirmega levivad 52 km² suurusel alal 32–120 m (keskmiselt 81 m) sügavusel viirsavil ja moreenil väga eritüübilised konkretsioonid, kuid peamiselt kettad ja ebakorrapäraseks kerad. Fe sisaldus neis on 13,9 %, Mn 12 %, P 1,6 %, Co 64 g/t, Ni 66 g/t, Zn 200 g/t, Mo 240 g/t, Sr 450 g/t. Eeldusel, et pool väljast on 0,5 cm paksuselt kaetud konkretsioonidega, lasub alal 32 500 t konkretsioone, ehk Fe – 19 000 t; Mn – 18 000 t; P – 1700 t.

Malusi veealusel põhjanõlval, keskmiselt 79 m sügavusel, lasuvad 10 km² suurusel alal jääjärvelistel või Antsülusjärve savidel Fe-Mn koorikud ja rauaga rikastunud savitükid. Tihti katab neid kruusliiva või muda kirme. Fe sisaldus konkretsioonides on keskmiselt 7 %, Mn 0,6 %, P 0,4 %, Co 18 g/t, Ni 18 g/t, Zn 18 g/t, Mo g/t, Sr 18 g/t. Hinnanguliselt lasub alal 32 500 t konkretsioone, ehk Fe – 2275 t; Mn – 130 t; P – 100 t. Ka **Rammu** saare põhjanõlval lasub ligi 10 km² suurusel alal keskmiselt 60 m sügavusel jääjärve ja



Foto 19. Keri saar ja majakas, kus 1912. a. plahvatuseni kasutati kütteks ja valgustuseks kohalikku maagaasi. K. Ploomi foto.

Photo 19. Keri Island and lighthouse where local natural gas was used until the explosion in 1912.



Foto 20. Prangli puuraugust 5a eraldub seniajani söögivalmistamiseks piisavalt gaasi. E. Kadastiku foto.

Photo 20. Natural gas is still emanating from the drillhole 5a, Prangli.

Antsülusjärve savidel õhuke kruusliiva kihike koos konkretsioonidega. Vähesed proovid, millest analüüse pole tehtud, olid esindatud koorikutega.

Ehkki konkretsioone levib hajusalt veel mitmel pool piiratud ja nullsedimentatsiooniga aladel madalate ja poolsaarte veealustel nõlvadel, praktilist tähtsust nad seal ei oma.

Maagaas. Põleva gaasi pursked on teada Prangli ja Keri ning ilminguid Aksi, Rammu ja Koipsi saarel ning Ihasalu neeme tipul ja lahes.

Prangli gaasileiukoht (Bartels, 1937; Kulikov, Tšeussova, 1962; Krõlov, 1948; Luha, 1946; Šufertov, 1960 jt) avastati 1924. a naftaotsingute käigus. Gaasipursked (puurauk Prangli 1) toimusid kvaternaariaegsete savisetete vahelistest liivadest, mis lasusid 25,6–26,8, 38,1–40,8 ja 47,5–48,7 m sügavusel (Šufertov, 1960; Luha (1946) järgi vastavalt 25,6–26,2, 37,5–38,5 ja 42,4–45,1 m; Bartels'i (1937) järgi 30, 40 ja 55–60 m). Esimesest (ülemisest) gaasihorisondist eraldus puurmeistri teatel 1,5 atm rõhu juures gaasi ~700 m³/h, teisest 2 atm juures 1000–2000 m³/h ja kolmandast koguni 20 atm juures 18 000 m³/h. Selliste selgelt ülepakutud lähteandmetega oleks gaasivarud Prangli saare piires kuni 135 mln m³, mis seletab hilisemat jätkuvat huvi Prangli gaasi vastu. Sama puuraugu purustatud suudmest eraldus veel 1945. a mitte vähem kui 50–100 m³ gaasi ööpäevas (Šufertov, 1960). Gaasi koostisest moodustas metaan 95–96 %, süsihappegaas 1,3–1,5 %, lämmastik (koos Ar+Kr+He) 1,7–2,5 % ja rasked süsivesikud <1 %.

Hiljem puuriti saarele veel kuus puurauku, 1946–1947. a puuraugud nr 2 ja 3 (Krõlov, 1948; neist nr 2 nr 1-st vaid 60 m kaugusele) ning 1959–1960 (Kulikov, Tšeussova, 1962) puuraugud nr 4, 5, 5a ja 6. Puuraukudes 2, 4 ja 5 toimusid pärast mõningat seisakut puurimises gaasipursked. Vabalt eraldunud gaasi koostis oli kõikjal sarnane puuraugust nr 1 eraldunud gaasile, st tegemist oli metaangaasiga. Märgatavalt erines aga puuraukudes 5a ja 6 määratud vees lahustunud gaasi koostis. Ehkki kõik proovid polnud võetud kvaliteetselt (neis esines ilmselt atmosfäärse päritoluga hapnikku), ilmnnes seaduspära, et Vendi liivakividest eraldus lämmastikgaas (N₂ kuni 96 %), Kvaternaari setetest aga metaan-lämmastikgaas (N₂ 25–63 %; CH₄ 36–74 %). Seejuures täheldati, et aja jooksul muutus aluspõhjast eralduv gaas raskemaks – tema metaani-sisaldus vähenes ja lämmastiksisaldus kasvas. Uuringud näitasid ka, et gaasivarude esialgsed hinnangud on selgelt ülepakutud, ning tõestasid gaasi läätseleise leviku, kusjuures gaasirikam on Prangli keskosa. Eraldati välja neli gaasihorizonti (Kulikov, Tšeussova, 1962), mis ei lange kokku puuraugu nr 1 omadega. I horisont lasub 77–91 m sügavusel ja on seotud Ugandi kihistu glatsifluviaalsete setetega. Gaasi deebit kõikis 200–450 m³ vahel (rõhk 5–8 atm). Perspektiivseimast, 62–68 m sügavusel vahetult Prangli jäävaheaja setetel lasuvast II horisondist toimusid ka gaasipursked. Nii saare lõunaosas 31–34 m sügavusel leviv III gaasihorisont (deebit on 45–50 m³/h, rõhk 3 atm) kui keskosas 9–40 m sügavusel leviv IV horisont (deebit 200 m³/h, rõhk 5 atm) on seotud moreenidevaheliste jääjärveliste liivadega.

I gaasihorisondi varudeks hindasid Kulikov ja Tšeussova (1962) 3 013 947–9 525 600 m³, II horisondil aga 2 260 901–7 215 642 m³. Sama töö retsensent L. Paasikivi järgi on gaasi varud vastavalt 10 800 000 ja 8 100 000 m³.

1959–1960. a puuritud puuraukudest 4 ja 5a eraldub tänaseni piisavalt gaasi toiduvalmistamiseks (foto 20) – huvitav fakt, mis vajaks laiematki tutvustamist. Arvestades, et tavaline gaasipõleti kulutab 1 600 kcal/h (väike 900 ja suur 2300 kcal/h) ning lugedes 95 % metaani sisaldava maagaasi kütteväärtuseks 8 000 kcal/m³, eraldub puuraugust ööpäevas gaasi:

$$24 \cdot 1600 / 800 = 4,8 \text{ m}^3$$

ja aastas:

$$365 \cdot 4,8 = 1750 \text{ m}^3$$

Keri (Kokskär'i) **gaasileiukoht** (Bartels, 1937, Luha, 1946; Šufertov, 1960 jpt) avastati 1902. a. puurkaevu puurimisel, kui 27 m sügavuselt, “kuivadest liivadest 6–8 jala paksuste savikihtidega”, hakkas

eralduma gaasi, mis põles kuni 4 m kõrguse leegiga. Sügavuse kasvades eraldus ka gaasi rohkem ning puurimine katkestati. Järgmisel aastal alustati uue puuraugu rajamist vahetult eelmise kõrvale. Veel vähemalt 4–5-st täpselt määratlemata sügavusega gaasihorisondist toimusid geisrisarnased gaasipursked, mis olid kohati nii tugevad, et registreeriti Tartu seismoloogiajaamas. Puuraugust koos liiva ja kividega väljapaiskuva gaasi undamist kuuldi Tallinnas. Põhjaveeni jõudmata lõpetati puurimine ligi 115 m sügavusel aluskorras (teistel andmetel kvartsiidirahnus). 1907. a varustati puurauk firma Siegert gaasikogumissüsteemiga ning gaasi hakati esmakordselt maailmas kasutama tuletorni (foto 19) valgustamiseks, aga ka majapidamiste kütteks. Gaasi rõhk oli nii suur, et 3 atm-le seadistatud ventiil seisis tihti lahti. 1912. a aprillist-maist algasid gaasipursked (nt 8. aprillil), millest kohalik press rääkis kui Kokskäri maavärinatest. Ligi 3 nädalat kestnud tugevate pursete seeria aasta lõpul kulutas läbi gaasitorud ja pumbamaja massiivse katuse ning paiskas gaasiga kaasahaaratud liiva ja kive majaka katusele, st vähemalt 32 m kõrgusele. Viimase, eriti tugeva purske järel gaasi intensiivne eraldumine lakkas. Tihti korratud väited puuraugu kokkuvarisemisest ei vasta tegelikkusele. EV Merejõudude komisjon insener Butte juhtimisel fikseeris 1919. aastal puuraugu sügavuseks 335 jalga (102 m) (ERA f. 527, n. 1, s. 1030, l. 50), märkides, et „Vene valitsuse aegne majaka ülem lasknud kaevu põhja torusse tsementi valada“. Ei saa välistada võimalust, et 1912. a pursete põhjuseks olid hoopis katsed puurauk tsementeerida.

Poole aasta jooksul pärast Keri puuraugu rajamist eraldus v. Winkler'i järgi (Bartels, 1937) 60 000 m³ metaanist (79,2 %) ja vesinikust? (20,8 %) koosnevat gaasi. Vesinikusisalduse seadis hiljem kahtluse alla J. Oja (1933). Gaas pidi sisaldama ka raskeid süsivesikuid, kuna ülalmainitud komisjoni teatel olevat torude kummitihendid olnud määrdunud „nafta ollusega“. Kokku kulutati Keril arvestuslikult ligikaudu 1 miljon m³ gaasi; puuraugust immitses seda vähemalt 1945. aastani.

Rahvasuu teab rääkida gaasi eraldumisest teistegi saarte ümber ja rannikul. Sellistes kohtades ei külmu talvel jää või on see kollakas ja pude; jää alla kogunenud gaas võib süttida. Bartels (1937) rõhutab eriti selliste nähtuste rohkest Ihasalu poolsaare põhjatipus, kus gaasi eralduvat ka maapinna lähedest. Aksi saare lähedal veepinnalt kogutud gaasi on analüüsitud 1923. a (Šufertov, 1960). Tegemist on samuti metaangaasiga (CH₄ 88,5–95 %, kuid kahest proovis vähemalt ühes sisaldub ka 1,9 % väävelvesinikku (mida teises proovis ei määratud) ja 9,1 % raskeid süsivesikuid.

3. HÜDROGEOLOOGIA JA PÕHJAVEE KAITSTUS

Hüdrogeoloogiline ja põhjavee kaitstuse kaart on koostatud, nii nagu teisedki, suures osas sissejuhatuses mainitud keskmise- ja suuremõõtkavalise geoloogilise kaardistamise kui ka maagaasi otsingu- ja uuringutööde materjalide põhjal. Lisaks on kasutatud Prangli saare põhjavee otsimise töö (Kala, Belkin, 1999) andmeid. Puuraukudest on hüdrogeoloogiline andmestik 10 puuraugu kohta Prangli põhjavee otsinguil, 1 puuraugu kohta maagaasi otsinguil ja 3 andmebaasi “Põhjavesi–Puurkaev” kantud tarbepuurkaevust. Veepunktide keskmine tihedus on 1 puurkaev 2 km² kohta, kuid põhiline osa neist paikneb Prangli saarel ja Viimsi ning Ihasalu poolsaare tipus.

Kaardil on kujutatud põhiliselt kivimite kollektoromadusi ja nende veeandvust. Selle koostamisel on kasutatud rahvusvahelist tugilegendit ”Hydrogeological Maps. A Guide and a Standard Legend” (Struckmeier, Margat, 1995) ja Eesti hüdrogeoloogilise kaardi M 1:400 000 (Perens, 1998) legendi, kusjuures põhiliseks on jäänud ikkagi Eesti hüdrogeoloogilise kaardi M 1: 50 000 tugilegend (Kajak jt, 1992). Ala paikneb Balti arteesiabasseini loodeosas, kus põhjavesi esineb pinnakattes, aluspõhja ja kristalse aluskorra kivimeis. Suurima mahu ja levialaga neist on aluspõhja kivimitega seotud põhjavesi (välja arvatud Prangli saar). Ala hüdrostratigraafiline liigestus on toodud tabelis 3. Kambriumi–Vendi veekompleksi hüdroisopieese pole kaardil andmete vähesusel toodud ja antud on vaid põhjavee liikumise suund. Kvaternaari veekompleksi põhjavee tase on kantud vaid hüdrogeoloogilisele läbilõikele.

Kvaternaari (pinnakatte) setetes esinevad nii surveta vett sisaldavad ja vahetult meteoroloogilistele mõjuritele alluvad poorsed põhjaveekihid kui ka survele sõltuvad põhjaveekihid. Pinnakattes tungib kogu infiltratsioon ja seda läbib suurem osa põhjavee äravoolust. Pinnakatte ülemine osa kuulub aeratsioonivöösse, kus peale filtratsioonivoolude liigub hulk vett auruna või kapillaarjõudude toimel. Esimese maapinnalähedase aluspõhjalise veekihi moodustavad poorsed terrigeensed kivimid ja mõnevõrra kõrgendatud mineraalsusega vee liikumiskiirus on väike. Aluskorra lõhedes esinev kõrgendatud mineraalsusega vesi on praktiliselt liikumatu.

Veepidemetena eristatakse (Perens, Vallner, 1997) kihte, mille transversaalne filtratsioonikoefitsient (K) on väiksem kui 10⁻² m/d. Tegelikult veevarustuse seisukohalt eristatakse piisavalt vettandvaid veekihte ning veekomplekse [kaevude valdav erideebit $q > 0,1 \text{ l/(s} \times \text{m)} > 10 \text{ m}^3/\text{d}$, $K > 1 \text{ m/d}$] ning nõrgalt vettandvaid veekihte ja veekomplekse [$q < 0,1 \text{ l/(s} \times \text{m)}$, $K < 1 \text{ m/d}$] (Perens, 1998). Erideebitina tähistatakse kaevu tootlikkust (l/s) veetaseme alandamisel 1 meetri võrra pumpamise käigus (tootlikkuse jagatis üldise taseme alanemisega). Filtratsioonikoefitsiendina (K) mõistetakse kivimi või sette omadust lasta endast läbi gravitatsioonivett. Filtratsioonikoefitsient võib olla erinev kihipindadega ristuvast (transversaalses) suunas ning nendega paralleelses (lateraalses) suunas ja ta mõõtühikuks on m³/ööpäevas (m/d). Tootlikkuse mõõtühikuna kasutatakse veetarbimises lisaks l/s ka m³/ööpäevas (m³/d).

3.1. KVATERNAARI VEEKOMPLEKS

Veekompleks on esindatud nii surveta kui survele sõltuvate veekihtidega. Surveta **meresetete (mQ_{IV}) veekiht** levib kõigil saartel ja Viimsi ning Ihasalu poolsaarel. Praktilist kasutamist leiab veekiht vaid Prangli saarel. Siin selgitati (Kala, Belkin, 1999) veekihi tarbevaru alla 0,1 km² pindalaga veehaardele. Veehaarde keskosas ulatub kesk- ja jämeteriste liivade paksus maksimaalselt 10 meetrini ja veekihi tihedus 7–8 m-ni. Erideebitid puurkaevudest saadi veehaardel 0,02–0,45 l/(s×m). Ülejäänud kaardistusalal on mereliivade kate võrdlemise õhuke (2–3 m) ja veekiht leiab kasutamist vaid üksiktarbijate salvkaevudega. Veetase on kuni 5 m kõrgusel ümber saarte keskosas (Prangli saarel maksimaalselt isegi +8 m puuraugus 30) ja nullilähedane mererannas. Veekiht toitub eranditult sademete veest ja salvkaevud võivad kuivaks jääda kõige kuivematel suvedel. Vesi on HCO₃-SO₄-Na-Ca-tüüpi ja madala mineraalainete üldsisaldusega (0,2–0,3 g/l). Iseloomulik on Fe²⁺ sisaldus põhjavees 0,5–6 mg/l.

Tabel 3. Hüdrostratigraafiline liigestus (Perens, Vallner, 1997; Perens, 1998, muudatustega).
 Table 3. Hydrostratigraphical units.

Regio- naalne strat. skeem	Koha- likud ühikud	Hüdrogeoloogilised stratonid			Val- dav pak- sus, m	Vee- tase maa- pinnast, m	Deebit, l/s	Alandus, m	Eri- deebit, l/s×m
Lades- tu	Kihistu	Vee- komp- leks	Veekiht	Veepide					
Kvater- naar Q	Holot- seen	Kvater- naari (Q)	meresetted (mQ _{IV})		2–5	1–3	0,01– 0,1	0,3–3,0	0,02– 0,45
	Järva		jääjärve setted (lgQ _{III})		2–3	1–3			<0,1
	Prangli			jääjärveline savi (lgQ _{III} , lgQ _{II})	5–20				
				glatsigeensed (moreen), setted (gQ _{III} , gQ _{II})	10–50				
				orgaanika- rikkad setted (Q _{III})	2–15				
	Ugandi		glatsiofluviaalsed (liustikujõe) setted (fQ _{II})		5–20	1–5			0,5–1,0
Kamb- rium Є ₁	Lon- tova			regionaalne veepide (Є ₁ lk-Є ₁ ln)	0–15				
Vend V ₂	Kroodi	Kamb- riumi- Vendi (Є–V)			10–60				0,5–1,0
Paleo- protero- soikum PR ₁			aluskorra mure- nemiskooriku ja lõhelise vööndi põhjavesi (PR ₁)		0–10				<0,01
			lõhedeta aluskord						

Soosetete (bQ_{IV}) veekiht kaardilehe piires puudub ning tuulesetetest kuuluvad kõik luited aeratsiooni-
 vöösse. Küll on aga kuivendatud soolaik Prangli saare keskosas ja ka luited olulised põhjavee kvaliteedi
 mõjutajana.

Survelistest veekihtidest levib **jääjärve setete (lgQ_{III}) veekiht** vaid laiguti ja on valdavalt
 esindatud moreenides esinevate peen- ja ülipeenliiva läätsedega. Kasutamist leiab see vaid paari
 salvkaevuga Prangli saare lääneosas, kus puudub mereliivade veekiht. Veevaese veekihi vesi on Cl-SO₄-

Na-Ca- või Cl-HCO₃-Na-tüüpi ning iseloomulik on kõrge rauasisaldus (Fe²⁺>10 mg/l). Üldiselt on Prangli saare lääneosa kaevude vesi kohvipruun ja kõrge orgaanilise aine sisaldusega (PHT 26,0 mg/l Linholmi salvkaevu vees). **Jääjärvelised viirsavid** paksusega kuni 20 m eraldatakse traditsiooniliselt välja veepidemena ($K < 10^{-4}$ m/d).

Moreeni (gQ_{III}, gQ_{II}) käsitletakse suhtelise (nõrga) veepidemena ja praktiliselt vaid liivsavidena ($K < 10^{-3}$ m/d) esindatud moreenide paksus küünib vanemate Ugandi kihistu setete levikualal maksimaalselt 50 meetrini. Hüdrogeoloogilise kaardi läbilõikel on moreen siiski toodud piiratud (sporaadilise) levikuga veekihina, kuna liivsavimoreenis võib esineda üksikuid liivaläätsi.

Orgaanikarikkad Prangli jäävaheaja setted (Q_{III}) koos katva õhukese peenliivakihi on tinglikult eraldatud suhtelise veepidemena, sest nii lamamiks kui lasumiks on neil jääjärve viirsavid. Setete paksus on 2–15 m, nad on esindatud savi, mooli ja ülipeenliivaga ja levivad kõigil kaardilehe saartel. Selle settekompleksiga on seotud põleva maagaasi esinemine.

Peamiseks huvipakkuvaks surveiseks veekihtiks on **glatsiofluviaalsete (fQ_{II}) setete veekiht**. Eriteristest liivadest koosneva lasundi paksus on 5–20 m. Veekihi veeandvust pole uuritud ja kogu hüdroandmestik pärineb põleva maagaasi uuringute käigus Prangli saarelt (Krõlov, 1947) võetud veeproovidest sügavuselt 60–80 m (p.a. 960). Saadi HCO₃-Mg-Ca-tüüpi vett lahustunud mineraalainete üldsisaldusega <0,5 g/l. Kaardilehel on veekiht välja eraldatud Prangli saarel, kus pinnakate lasub vahetult aluskorral. Nagu näha hüdrogeoloogilise kaardi läbilõikel, lasub sügavamal teinegi glatsiofluviaalsete setete veekiht (lääts?), mille põhjavesi peaks olema hüdrauliliselt seotuna aluskorra vetega mineraalsusega ca 5 g/l. Arvestades glatsiofluviaalsete setete esinemisega Aksi saarest kirdes (Lutt, Raukas, 1993) võib nende setete veekiht esineda ka Aksi saarel ja Keri saarel. Veekihi tarbimine pole perspektiivne, kuna maagaasi väljumine pursetena (praktikas esinenud veeseguse gaasisamba paiskumised 20–30 m kõrgusele) võib rajatava puurkaevu kergesti avarisse viia. Samuti ei vasta orgaanikarikkaid kihte läbinud põhjavesi ilmselt joogivee nõuetele oma organoleptilistelt omadustelt.

3.2. ALUSPÕHJA JA ALUSKORRA VETTANDVAD JA VETTPIDAVAD KIHID

Aluspõhja veekihid on alal esindatud vaid poorsete kivimite veekompleksiga.

Kambriumi–Vendi veekompleksi kandjaks on eelnimetatud ladestute nõrgalt kuni keskmiselt tsementeerunud jämedateralised liivakivid ja aleuroliidid. Kompleksi tüsedus on ca 50 m mandriosas ja 10–30 m saartel, kusjuures suuremal osal Prangli saarest veekompleks puudub. Veekompleks on kõrgsurveline ja põhjavee survetase ulatub, arvestades veetaseme jätkuvat tõusu veekompleksis seoses tarbimise vähenemisega mandril, saartel 0–2 m ümp (Keri saare tuletorni tegutsenud puurkaevus oli eelmise sajandi algul tase 2 sülda allpool maapinda) ning Ihasalu ja Viimsi poolsaare tipus vastavalt 0 m ja 0–2 m amp. Põhjavesi on mandril HCO₃-Cl-Na-Ca-tüüpi mineraalsusega 0,2–0,5 g/l ja saartel, kus veekompleks on seotud aluskorra põhjaveega Cl-HCO₃-Na-Ca- või Cl-Na-tüüpi mineraalsusega 1–5 g/l. Kahjuks puuduvad saartelt andmed veekompleksi veeandvuse kohta ning gaasi otsimistöödel selgitati vaid veepinna kõikumine intervallis 1–17 m (ilmselt mõõtmised enne veetaseme stabiliseerumist). Veekompleksi tarbimisele saartel on takistuseks lisaks eelpool juba mainitud maagaasi esinemisele ka põhjavee (tõenäoline) kõrge soolsus. Arvestades põhjavee erinevat mineraalsust mandri osas (läbilõike allosas soolakam põhjavesi) iseloomustavad hüdrogeoloogilisel kaardil toodud mineraalsuse näitajad veekompleksi ülaosa.

Veekompleks on mandriosas kaetud **Lükati–Lontova regionaalse veepideme** saviga tüsedusega kuni 15 m (ka Lontova kihistu Sämi kihistiku moodustavad savikad setendid). Veepideme transversaalne filtratsioonikoefitsient on enamasti 10⁻⁷-10⁻⁵ m/d (Vallner, 1980).

Aluskorra murenemiskooriku ja lõhelise vööndi põhjavett pole uuritud, kuid kuna II astme (savikas) murenemiskoorik saartel puudub ja Prangli saarel on murenemiskoorik kohati täielikult abradeeritud, siis on soolane aluskorra põhjavesi seotud Kambriumi–Vendi veekompleksi põhjaveega.

3.3. PÕHJAVEE TARBEVARU JA SELLE KASUTAMINE

Kaardistamisalal on põhjavee tarbevaru (mahus $6 \text{ m}^3/\text{d}$) arvutatud vaid Prangli saare veehaardele (Kala, Belkin, 1999). Mereliivadesse rajatud veehaare tegutseb 2000. a lõpust alates, kuid veevõtt ületab arvutatud varu üle kahe korra ($14 \text{ m}^3/\text{d}$ 2001. a). Edaspidise veepinna alanemisega võib kaasneda raua- ja orgaanikarikka vee juurdevool puurkaevudesse ja veehaarde sanitaarkaitseala laienemine kuni 150 m põhja suunas paiknevate diiselkütuse hoidlateni. Veetaseme muutumist veehaarde puurkaevudes ei jälgita, kuigi varude arvutusel oli see üheks nõutud tingimuseks. Samuti ei ole kogu kaardilehe piires ühtegi riikliku põhjaveeseire vaatluspunkti.

Vähesed väiketarbijad (talud) kasutavad mereliste setete veekihti ning Kambriumi–Vendi veekompleksi vaid mõned üksiktarbijate puurkaevud Viimsi ja Ihasalu poolsaarel (alla $5 \text{ m}^3/\text{d}$ igaüks).

3.4. PÕHJAVEE KAITSTUS

Põhjavee kaitstuse kaardi koostamise aluseks olid antud kaardikomplekti kuuluvad pinnakatte ja aluspõhja geoloogiline kaart ning ka andmebaasi “Põhjavesi–Puurkaev” andmestik. Värviga on kaardil kujutatud maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi põhjavee looduslikku kaitstust. Vaid Prangli saarel, kus aluspõhjaline veekompleks praktiliselt puudub, on kujutatud Kvaternaari veekompleksi kaitstus survetu veekihi puhul (saare idaosa veehaare) ja survealise veekihi puhul.

Legendi koostamisel on eeskujuks võetud Eesti põhjavee kaitstuse kaardi mõõtkavas 1:400 000 legend (Perens, 2001), milline üksikute täpsustustega põhineb Eesti põhjavee kaitstuse ja antropogeense koormuse kaardi mõõtkavas 1:50 000 tugilegendile (Kajak jt, 1992). Kaart on käsitletav vaid põhjavee kaitstuse kaardina ja seetõttu puuduvad seal antropogeense koormuse elemendid (reostuskoormus). Erandina on toodud vaid veehaarded kui põhjavee survepinna alandajad.

Maapinnalt esimese põhjaveekihi kaitstuse all mõeldakse selle kaetust vettpidavate või nõrgalt vettläbilaskvate setetega ja seejuures lähtutakse nende tüsedusest, litoloogiast ning siit tulenevalt filtratsiooniomadustest ja aeratsioonivöö tüsedusest. Olulise tegurina arvestatakse pinnase- ja põhjavee tasemete vahet. Survelise veekihi kaitstus on kindlalt tagatud, kui survepind on pinnasevee tasemest pidevalt kõrgemal. Eristatavad on järgmised alad (vt legendi):

1. Kaitsmata (väga reostusohklikud) alad. Põhjavesi on kaitsmata nii orgaaniliste kui ka mineraalsete reoainete suhtes. Siia alla kuulub survetu mereliste liivade veekiht (mQ_{IV})

2. Kaitstud (reostuskindlad) alad. Saviliivmoreenist pinnakatte paksus on üle 50 m või savi paksus üle 10 m. Hõlmab Lükati–Lontova regionaalse veepideme avamusala ja tüseda pinnakatte veepidemega kaetud survealise veekompleksi ala. Nõrgalt, keskmiselt ja suhteliselt kaitstud alasid pole võimalik välja eraldada.

Lisaks põhjavee looduslikule kaitsele on olulised ka puurkaevu enda konstruktsioon ja seisund ning sanitaarkaitseala olemasolu.

3.5. PÕHJAVEE KOOSTIS JA SELLE VASTAVUS JOOGIVEE NÕUETELE

Põhjavee looduslik kaitstus peaks peegelduma ka lämmastikühendite sisalduses põhjavees. Joonistel 23 kuni 25 on kujutatud lämmastikühendite sisaldust survetut Kvaternaari veekihti tarbivate puur- ja

salvkaevude vees. Musta ringiga on joonistel tähistatud rahuldavas (nitraatide puhul heasse) kvaliteediklassi kuuluv põhjavesi (Savitskaja, Savva, 1999).

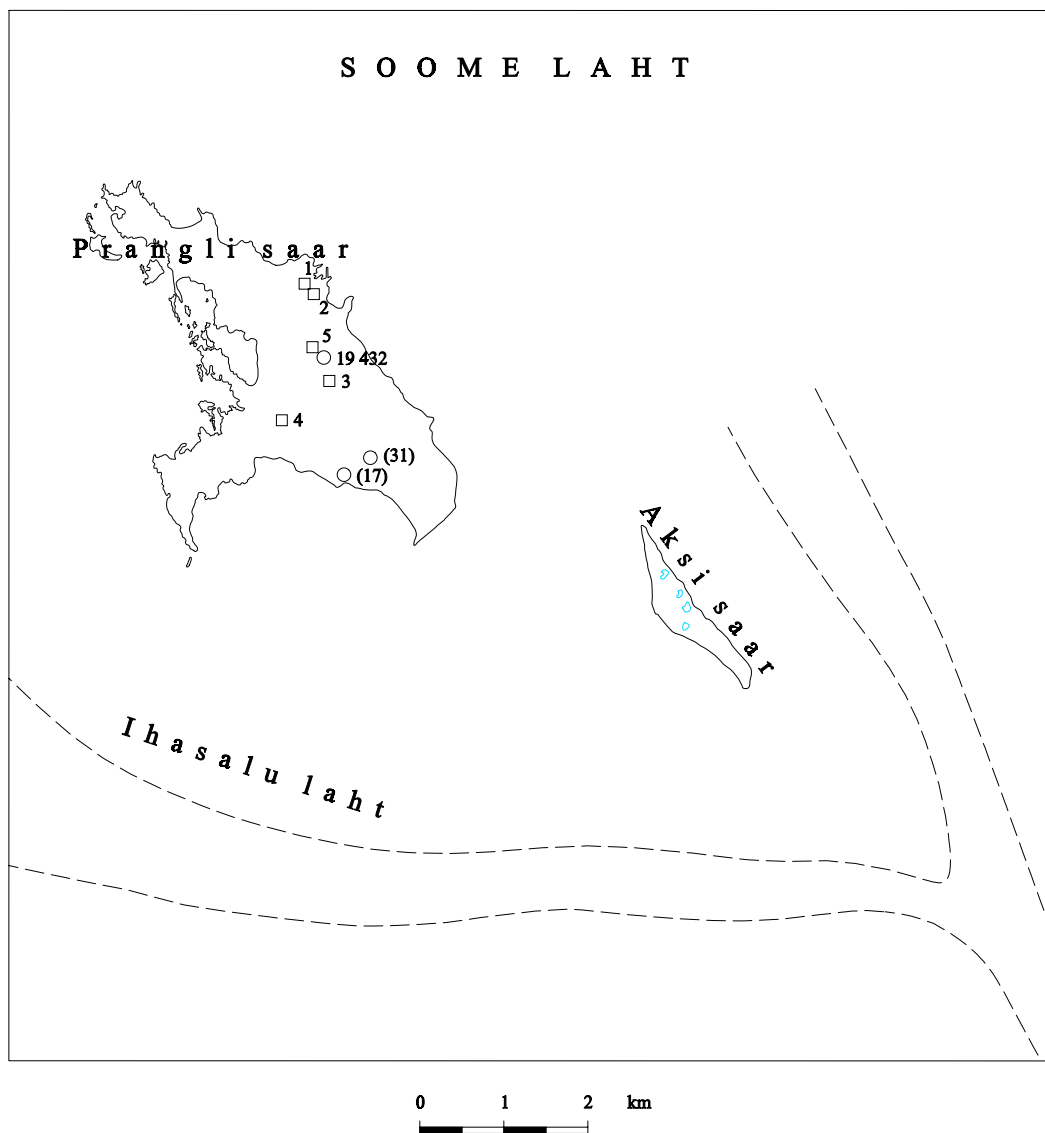
Saare ca 150 elanikku on enamuses koondunud rajatud veehaarde lähedusse Idaotsa külas, kuid vaatamata veekihi kaitsmata iseloomule ei saa põhjavee reostumisest siin rääkida, kuna puuduvad nii põllumajandus- kui ka tööstusobjektid. Heitvetest põhjustatud reostusnähtud avalduvad vaid NH_4^+ sisaldustes veehaarde lähiümbruses (puurkaevus 19 432 – 0,37 mg/l ja salvkaevus 5 – 0,17 mg/l). Viimases on samuti suhteliselt kõrgeenenud NO_3^- sisaldus (joonis 25).

Kvaternaari surveleses veekihi on põhjavesi redutseerivais tingimustes ja NH_4^+ sisaldused ei kajasta reostumist. Nii ulatub joonistel toodud puurkaevus 17 NH_4^+ sisaldus 57,9 mg/l (vesi 14 m sügavuselt) ja veehaarde läänepiirile jäävas puurkaevus 21 – 3,5 mg/l. Samuti on survelele veekihile omane kõrge looduslik Fe^{2+} sisaldus (puurkaevus 17 rauda 89 mg/l ja puurkaevus 21 – 7,9 mg/l). Koipsi saare ainsast puurkaevust (tõenäoliselt survele Q_{III} tarbija) on NH_4^+ sisalduseks saadud 1,7 mg/l (Ratas, 1999) ja rauasisalduseks 0,67 mg/l.

Kõrgsurvelisse Kambriumi–Vendi veekompleksi nii saartel kui mandril reostus praktiliselt ei jõua ning NH_4^+ sisaldus Ihasalu poolsaare tarbekaevus 14 612 (1,36 mg/l) viitab vaid iidse orgaanilise aine olemasolule selles veekompleksis.

Kloriidide sisaldus Prangli saare survetus põhjavees ulatub 5–50 mg/l veehaarde alal kuni 100 mg/l rannikul (rannikualadele siin iseloomulik suurem SO_4^{2-} sisaldus kloriididega võrreldes). Kõrgsurvelises Kambriumi–Vendi veekompleksis ulatub kloriidide sisaldus (saartel) põhjavees looduslikult 1–2 g/l (seotus aluskorra murenemiskooriku ja lõhelise vööndi põhjaveega).

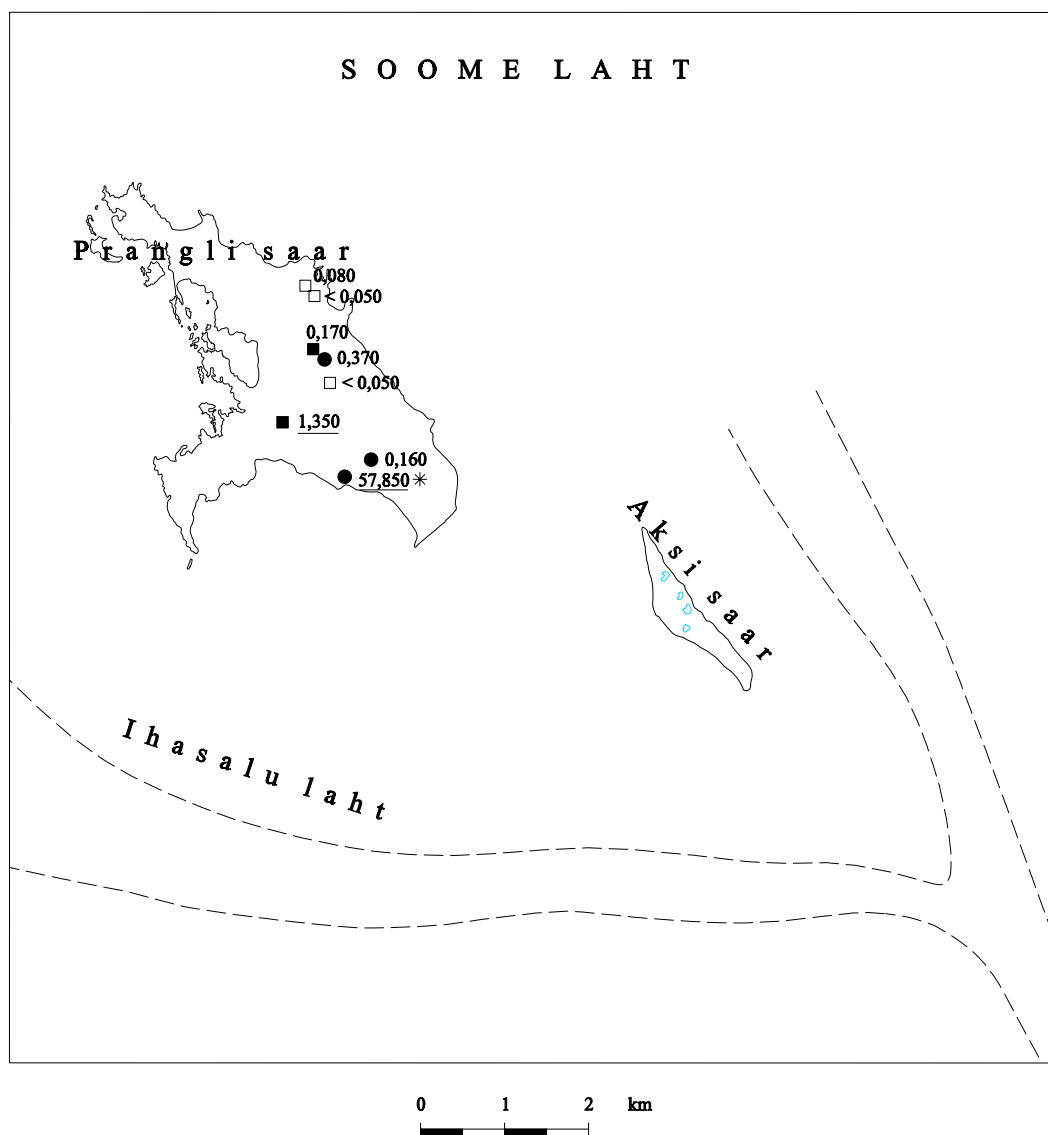
Koipsi ja Rammu saarel (Leetselja järvekese läänekaldal) on kummalgi vaid üks puurkaev, kaevude sügavust ega konstruktsiooni pole teada (ilmselt tarbivad survele Kvaternaari veekihti) ning põhjavee mineraalsus ulatub 0,5 g/l Rammul ja 0,6–1,7 g/l Koipsil (Ratas, 1999).



○ 11 548 (2) Puurkaev ja selle number andmebaasis "Põhjavesi-Puurkaev",
selle puudumisel sulgudes originaalnumber
*Well and its number in the database "Groundwater-Well",
in deficiency the latter the original number in brackets*

□ 2 Salvkaev
Dug well

Joonis 22. Veepunktide paiknemise skeem Prangli kaardilehel (1990-2002. a. veeanalüüsid).
Figure 22. Location of water observation points on Prangli (7321) sheet (analyses performed in 1990-2002).



● > 0,1 mg/l (allakriipsutatud üle 0,5 mg/l)

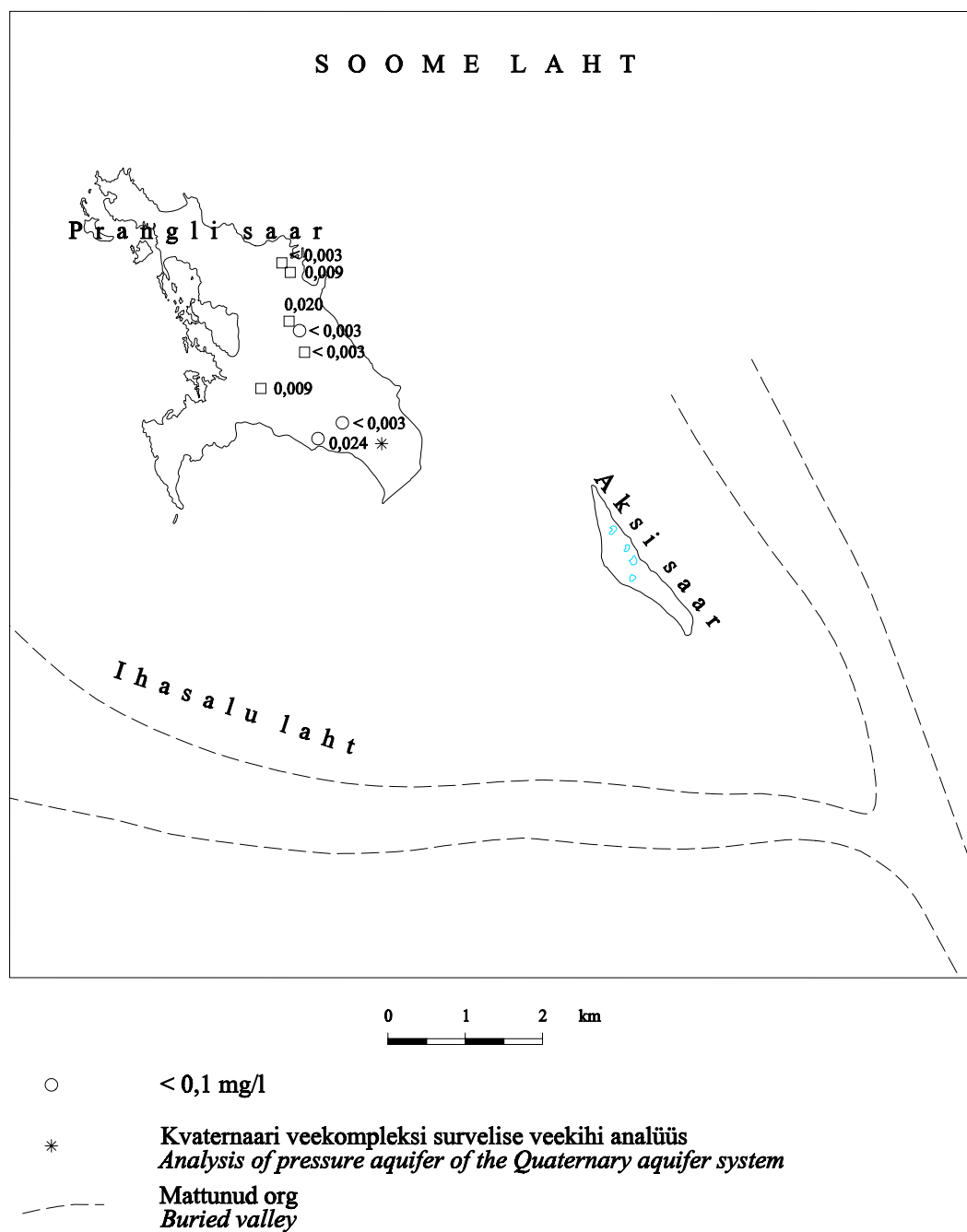
□ < 0,1 mg/l

* Kvaternaari veekompleksi survelise veekihi analüüs
Analysis of pressure aquifer of the Quaternary aquifer system

--- Mattunud org
Buried valley

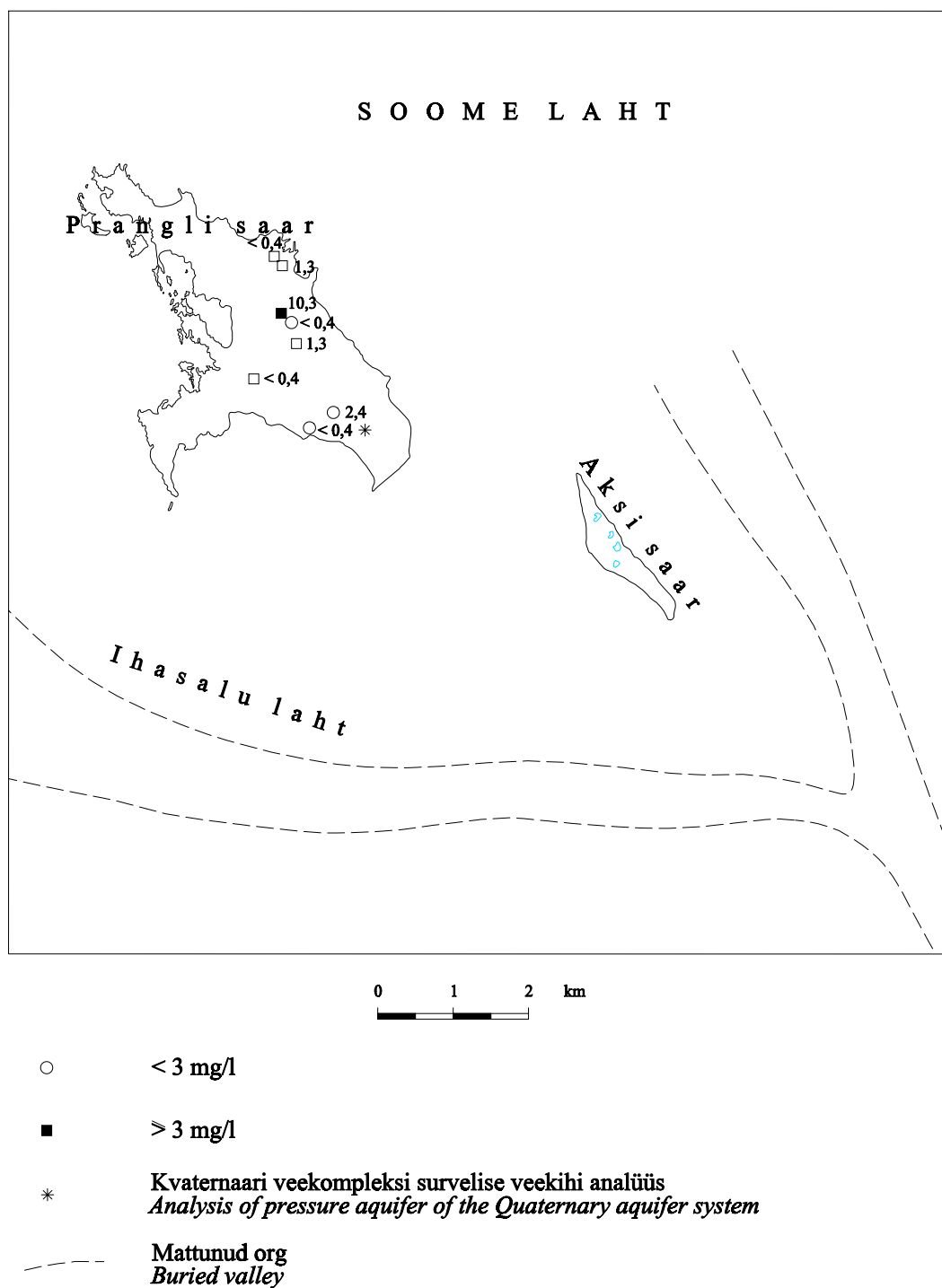
Joonis 23. NH_4^+ sisaldus Kvaternaari veekompleksi survetu veekihi põhjavees.

Figure 23. NH_4^+ content in the groundwater of the unconfined Quaternary aquifer.



Joonis 24. NO_2^- sisaldus Kvaternaari veekompleksi survetu veekihi põhjavees.

Figure 24. NO_2^- content in the groundwater of the unconfined Quaternary aquifer.



Joonis 25. NO_3^- sisaldus Kvaternaari veekompleksi survetu veekihi põhjavees.

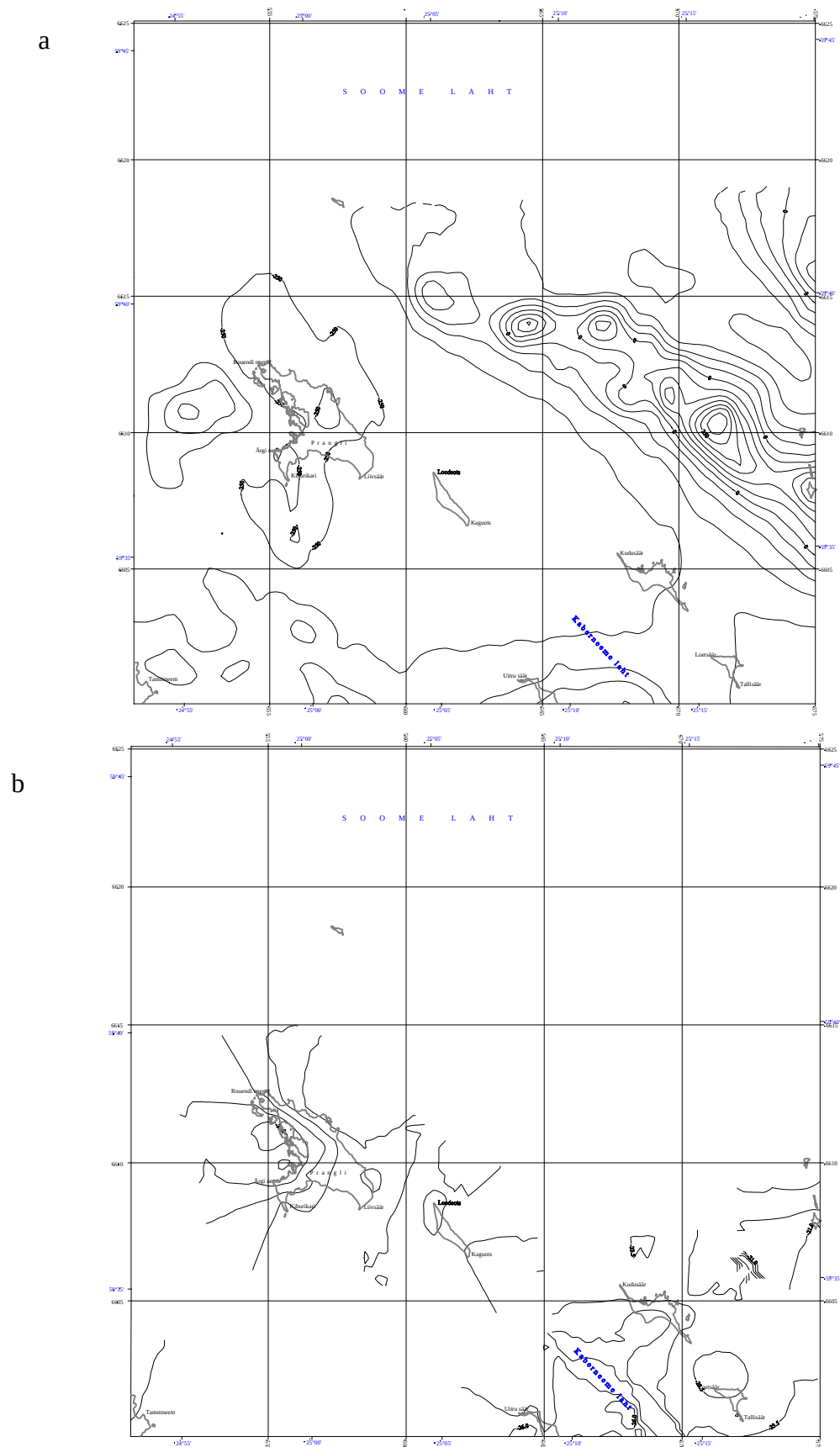
Figure 25. NO_3^- content in the groundwater of the unconfined Quaternary aquifer.

4.GEOFÜÜSIKALISED VÄLJAD

Geofüüsikaliste väljade kaardid koostati Prangli lehe kohta vaid magnetiliste anomaaliade kaart ning Bouguer anomaaliade kaart.

Magnetvälja iseloomustab siin (joonis 25a) Jägala kompleksi kivimitest tingitud monotoonne, kergelt negatiivne (0 kuni -300 nT) väljamuster, mida liigestab vaid loode–kagu suunaline positiivsete (0 kuni +300 nT) anomaaliade ahelik kaardilehe idaosas. Viimane on ilmselt tingitud amfiboolgneisside või amfiboliitide vööndist aluskorras. Aluspõhja ehitus magnetvälja struktuuri antud kaardilehe piires ei mõjuta.

Raskusjõuvälja (joonis 25b) on mõõdetud vaid maismaal (Prangli saarel), samas kui kaardileht hõlmab valdavalt akvatooriumi, üksikute väikeste saartega ning Ihasalu ja Viimsi poolsaare tippudega äärmises lõunaosas. Seetõttu on kaardilehe piires mõõdetud vaid üksikud punktid. Raskusjõu anomaaliade väärtused on Jägala kompleksi kivimite levikualale, nagu ka Tallinna struktuurilis-fatsiaalsele vööndile tervikuna, iseloomulikult tugevalt negatiivsed (-17 kuni -23 mGal). Kaardilehe lõunaosas, Ihasalu poolsaare piirkonnas langevad Bouguer anomaaliade väärtused kuni -27 mGal. Nimetatud miinimum on tingitud Neeme rabakivi massiivi väiksema tihedusega kivimitest. Pealiskorra ehitus Bouguer anomaaliade kaardil ei kajastu.



Joonis 26. Aeromagnetiliste anomaaliade (a) ja raskusjõuvälja anomaaliade (b) kaardid. Isoanomaalide samm magnetanomaalide kaardil on 50 nT ning raskusjõu anomaaliade kaardil 0,5 mGal.

Figure. 26 Aeromagnetic anomaly (a) and gravity anomaly (b) maps. The contour interval on aeromagnetic anomaly map is 50 nT and on gravity anomaly map 0.5 mGal.

5. DIGITAALSETEST ANDMEBAASIDEST

Aruande koostamisel kasutatud geoloogiline informatsioon on digitaalkujul salvestatud EGK andmebaasides. Lähem info nende kohta on saadaval EGK infotalituses. Geoloogiliste puuraukude andmed on salvestatud MS Excel'i failides Maardu–Kehra PAUL.xls ja Maardu–Kehra PAGL.xls. Neist esimene sisaldab puuraukude üldandmeid, teine geoloogilisi läbilõikeid. Prangli kaardilehele (7321) jääb 7 geoloogilist puurauku kogupikkusega 880 m, sellest pinnakattes 594 m ja aluspõhja kivimites 286 m. Säilinud ja korrastatud on ühe (F115) alal puuritud puuraugu puursüdamik kogupikkusega 7,9 m, mida hoitakse EGK puursüdamikuhoidlas. Teave puurkaevude kohta asub failis Puursüdamikud.xls (Saadre, 2001).

Aluskorda avavate puuraukude koordinaadid ja aluskorra kivimite läbilõiked (geoloogilised tulbad) on salvestatud EGK andmebaasides VOTIPC.dbf ja TULPSUM.dbf. **Keemilise analüüsi andmed** aluskorra kivimite makrokomponentide sisalduse kohta (alalt 8 analüüsi) on salvestatud failis SILKAT.dbf (Kivisilla jt, 1999). Karbonaatsete settekivimite keemilise koostise kohta leiab andmeid failist KeemiaKarb2.xls. **Eesti aluskorra õhikute kataloogi** (Niin, Kivisilla, 1999) info (alal 42 õhikut) on koondatud faili OHIKKOLL.dbf, **Eesti settekivimite õhikute kataloogi** (Niin, Kivisilla, 2001) oma aga faili OHIKSTXC.xls.

MS Access'is koostatud puurkaevude andmebaas **Põhjavesi-Puurkaev** (sh Riiklik põhjavee kataster) sisaldab andmeid alale jääva 7 erineva puurkaevu kohta (kõik geoloogilise läbilõikega), millest 3 avavad Kvaternaari veekompleksi ja 4 Kambriumi–Vendi veekompleksi. Andmebaasiga on võimalik tutvuda EGK koduleheküljel <http://www.egk.ee/egk.html>.

EGK hallatav **riiklik maavarade register** sisaldab andmeid ühe uuritud alale jääva liivamaardla kohta. Maardla bilansist (bilanss.mdb) saab ülevaate EGK koduleheküljel (<http://www.egk.ee/egk.html>) andmebaasist **Maavaravarude koondbilanss**.

Kogu **geofüüsikaline andmestik**, nii algandmed kui programmpaketi Quattro-Pro makroprogrammiga Catalex töödeldud info, säilitatakse EGK serveris tekstifailidena ASCII formaadis. Alale jääb 434 gravimeetrilist ning 2025 magnetomeetrilist andmepunkti.

SUMMARY

The set of digitised geological-geophysical-hydrogeological maps of Prangli sheet (7321) at the scale of Base Map of Estonia (1:50 000) is compiled mainly on the ground of former similar maps and data obtained in the course of searching and prospecting for several mineral resources. The set of maps includes the following ones: 1) bedrock, 2) bedrock relief, 3) Quaternary deposits, 4) geomorphological, 5) hydrogeological, 6) groundwater vulnerability, 7) aeromagnetic anomalies. The maps of bedrock (1), Quaternary deposits (3), hydrogeological (5), and aeromagnetic anomalies (7) are considered primary, other maps – additional. The description of Neeme drillcore (F-115) is added as well. All maps and explanatory note to these are digitised and initial information is stored in the data server of the Geological Survey of Estonia.

The topographic base of the maps is modified after the Estonian Base Map which is presented in Lambert conformal conical projection, ellipsoid GRS-80 (Lambert-Est, standard parallels 58°00' and 59°20'). The coordinates of corners of the sheet are: 24.8841° E and 59.5354° N; 24.8900° E and 59.7598° N; 25.3349° E and 59.7561° N; 25.3260° E and 59.5316° N. The sheet's area covers 625 km² in the eastern part of Harju County in northern Estonia. From this majority (612 km²) is the aquatory of the Gulf of Finland, while 7 small islands (Prangli, Keri, Aksi, Rammu, Koipsi, Lõuna-Malusi, Põhja-Malusi) make up only 13 km². The northernmost ends of Ihasalu (Uitru säär) and Viimsi peninsulas, too, are included in the map area. The sea depth is mostly 80–100 m and except the islands there are also some banks: Kuradimuna (*Develsei*) – 6.5 km northwest of Prangli, Nygrund – 5 km west of Prangli and Karbimadal – 5 km east of Tammneeme. Prangli Island (6.28 km²) is situated 9 km northeast of Viimsi Peninsula (Leppneeme). The shoreline of the island is dissected by a number of peninsulas, capes and bays and there are also 35 islets. Several big erratic boulders occur but only one of them (Punane Kivi) can be classified as a gigantic boulder (more than 10 m in a diameter). The island has been populated since XIV century. Today it belongs to Harju County (Viimsi Parish) and has 150 inhabitants. The map sheet's northernmost, Keri Island (*Kokskär*, ca 5 ha) is famous for its lighthouse built in 1719. The seepage of natural gas (methane) is observed on the island and in 1907–1912 it was used for lighting the lighthouse.

The bedrock geological map is compiled on the basis of data obtained from 10 drill holes reaching the bedrock (among these 7 reach the crystalline basement). The bedrock is mostly covered by 1–10 m thick Quaternary cover and is exposed only on Viimsi Peninsula (Tammneeme Cape). Structurally most of the territory (northern part) is situated at the southeastern boundary of the Baltic Shield and only southern edge of the map area belongs to Russian Plateau. In this area the crystalline basement which consists of the Palaeoproterozoic metamorphic rocks is covered by the up to 100 m thick sequence of the Palaeoproterozoic (Vendian) and Palaeozoic (Cambrian) sedimentary rocks.

CRYSTALLINE BASEMENT lies at the depth 90–125 m and is dipping gently (2–3 m per km) southward. It belongs to the Tallinn structural belt which is represented by different (mica-, biotite-amphibole-, granite-, quartz-feldspar- etc) gneisses of the Jägala complex. Neeme rapakivi massif occurs in the southern part of the sheet. The upper 1–70 m thick part of the crystalline rocks is weathered.

BEDROCK. In the southern part of the area the crystalline rocks are covered by up to 100 m thick layer of the Lower Cambrian and Vendian siliciclastic deposits. The Lower Cambrian deposits are represented only by siliciclastic deposits of the Lontova Formation (50–65 m, mostly “blue clay”). The ca 50 m thick Vendian sequence crops out only on the sea floor and is represented by siliciclastic deposits of the Kroodi Formation (sandstones with interbeds of silty claystone).

QUATERNARY DEPOSITS AND GEOMORPHOLOGY. The map of the Quaternary deposits (see also *Fig. 5*) is a digital compilation from various geological (mapping, hydrogeological, engineering

geological, exploration for mineral resources) sources. The maps composed by G. Eltermann at the scale of 1: 200 000 (Jõgi et al., 1966) and E. Mardla at scale 1: 50 000 (Stumbur et al., 1965) are of greatest importance for the mainland. Representative cores were obtained during the exploration of natural gas (Kulikov, Tšeussova, 1962). G. Rennel (Malkov et al., 1986) and A. Talpas (Talpas et al., 1994) composed principal maps of seabed at the scale of 1:200 000. Because of differences in scale and peculiarities of geological building, the legend of seabed deposits is simplified and made using different patterns only. The map of the Quaternary deposits displays also the deposits and occurrences of mineral resources. Schematic maps of geomorphology (*Fig. 6*) and thickness of Quaternary deposits were compiled as well.

The whole map sheet is situated northward of the North-Estonian Klint, thus belonging to the North-Estonian Coastal Plain and Gulf of Finland. The oldest known deposits in the area are represented by up to 45 m thick complex of the Saalian glaciation (Ugandi formation, *QII_{ug}*; see also Table 1): tills, glaciofluvial sands and gravels and glaciolacustrine clays (*Fig. 7 to 9*) at the base of big underwater hillocks – megadrumlins. The upper part of Saalian deposits is usually represented by thin (0.5–3 m) layer of laminated clays. Below the altitudes of ca 50–60 m b.s.l. grey marine silts with plant fragments and shell detritus of the Eemian (Pranglian) interglacial may be present. Interval 67.6–75.5 m in borehole 6 (*Fig. 11; Appendix*) from Prangli Island is regarded as a stratotype of marine Prangli Formation (*mIII_{pr}*). Judging by the coexistence of large-lake and marine diatom taxa, the ingressions of saline water into the Baltic started already at the end of Saalian glaciation (*Fig. 11, 12*). Normal marine but quite shallow water conditions existed from the beginning of Eemian pollen zone *d* and ended abruptly during the pollen zone *h*. Transition from the warm and dry interglacial environment to the last glacial maximum is sometimes represented by several metres thick silt of the Kelnase Member (named after the village on Prangli Island) with pollen of cryo- and kserophilous, periglacial plants.

Overwhelming majority of Quaternary deposits is represented by the clayey tills of Weichselian glaciation (Järva Formation, *gIII_{jr3}*), with moderate content of coarse-grained material, mainly granites (*Fig. 8, 11*). In the core of islands up to 5 Weichselian till layers are distinguished, intercalating with glaciolacustrine deposits. The uppermost, thin and lenticular till layer is probably of ice-rafted origin. Glacial laminated clays (*lgIII_{jr3}*) are widespread in the area, usually covering tills, but sometimes sandwiched between them. Quick facial changes, glaciotectonic disturbances etc. indicate the formation of these clays near the ice margin, sometimes probably in dead ice or even supraglacially. On the seabed varved clay with maximum thickness more than 8 m is concordantly covering even steep till hillocks. Narrow outcrops of glacial clay are situated on the slopes of megadrumlins, not eroded by the currents and not yet covered by younger sea muds.

Holocene is mainly represented by deposits of different Baltic Sea stages. The whole terrestrial area (highest point Kullamägi Hill, Prangli Island – 11.5 m) emerged from the sea less than 4000 years ago, during the so-called Limnea Stage of the Baltic. It has been heavily influenced by littoral reworking, which has notoriously removed older marine sediments on the islands. They have preserved on the slopes of shoals below depths 20–40 m. The boundary between them and underlying varved clays is sharp and often erosional and/or marked by 2 mm–20 (70) cm thick complex of silty layers, marking the final drainage of Baltic Ice Lake at Mt. Billingen, Central Sweden. Ca 1.5 m thick indistinctly stratified silty clays represent the deposits of Yoldia Sea. Slightly more greyish colour than in underlying interval is probably due to increased bioproduction at the Holocene/Pleistocene boundary. Quite similar are the sediments of Ancylus Lake, the main difference being frequent occurrence of black bands, pockets or fine-dispersed Fe-monosulphides (hydrotroilite) in the latter, especially at the lower and upper boundaries. Narrow outcrops of Yoldia and Ancylus deposits (*Fig. 5, 8*) are therefore united on the map of seabed (*mIV_y+IIIV_{anc}*). Traditionally an uppermost thin (<0.5 m) unit of mostly homogenous blue-

coloured clays, usually barren of diatoms, is also included into this complex, although it can already represent the beginning of Littorina Sea. The transgression of Ancylus Lake reached altitudes up to 38 m in the area, following with quite sharp drop and then stillstand of water level.

At the beginning of Littorina Sea, the first real saline interval in the history of the Baltic, water level rose up to 24 m a.s.l. Owing to the continuous glacioisostatic land upheaval, all the following history of Baltic has been regressive, with a minor slow-down at the beginning of Limnea Sea ca 4 000 years ago. Very variable (see *Fig. 18*) laterally and quite uniform vertically deposits of Littorina and Limnea Sea are therefore united into one complex of marine sediments (mIVlt+lm) on the seabed. Up to 12 m thick greenish or black muds, with high content of organic matter and laminated structure, fill the deepest depressions, covering older sediments, often with erosional contact. Tops and slopes of shoals are devoid of modern sediments or covered with thin residual deposits. In the coastal zone, depending on source material, topography and hydrodynamic peculiarities, very variable sediments occur. On all islands, without any exception, similar picture can be seen: boulder and cobble pavement (bench) as a remnant of till abrasion is widespread on northern capes of islands (*Photo 1, 18*). By longshore transport sediments of successively finer composition are deposited forming sandy spits at southern ends of islands, if the movement distance has been long enough. Similar process can be seen in straightening bays (*Photo 7, 8*). Less pronounced but still clear is the phenomenon that, in spite of prevailing westerly winds, both beach ridges and coastal scarp are usually better expressed on the eastern coasts (*Photo 7*). Widespread beach ridges and their complexes (*Photo 5, 6, 15*) are the evidence of frequent storms.

Aeolian activity is closely related with marine processes. A fragmentary dune arc, opened to the west, extends from the northwestern part of Prangli Island to its southern coast. Besides of accumulative forms such as fore-dunes, hillocks, ridges and sand sheets (*Photo 10 to 12*), also quite rare in Estonia deflational landforms, both positive and negative (*Photo 13, 14*) are present there. Only single small dune ridges occur on Rammu and Koipse Islands.

Lakes on the islands (*Fig. 17*) formed between beach ridges or representing former lagoons, are an excellent illustration to the postglacial isostatic uplift in the area. Quite numerous, but small and heavily influenced by human activity, they have a tendency to overgrow. Due to geologically young age, the thickness of lake deposits does not exceed 0.5 m. Similarly thin is the peat cover in small bogs, locally formed at the place of lakes. Reverse process can be followed on Aksi Island, where due to stopped up old drainage system, lakes started to form again (*Photo 17*). Several drainage ditches, only temporarily filled with water represent rivers in the area.

THICKNESS OF QUATERNARY DEPOSITS. The thickness of superficial deposits is usually between 20–60 m, but can reach more than 125 m on the huge drumlin-like islands and shoals. It is decreasing in direction of the axis of the Baltic Sea, due to glacial erosion and present day non-sedimentation. There exist even small outcrops of crystalline basement north of Keri Island. Thickness of overburden is decreasing also to the south, in accordance with often stepwise addition of younger bedrock layers in direction of mainland, being less than 2 (5) m on the coast of Viimsi Peninsula.

MINERAL RESOURCES OF QUATERNARY DEPOSITS. All mineral deposits and occurrences in the area (see *Fig. 21*), except natural gas, are situated on the sea floor. The usage of sand and gravel from the islands is impossible due to environmental restrictions. There is only one deposit of Quaternary **sand** – south of Prangli Island –, registered in the State Register of Mineral Resources, but several occurrences exist. Also **Fe-Mn concretions** of different kind have been observed on the northern slopes of Keri, Kuradimuna, Rammu and Malusi shoals, within the areas of restricted sedimentation. Well-known are the traces of **natural gas** on the territory. Local gas was used for the first time in the world for lighting of Keri lighthouse (*Photo 19*) in 1907–1912. The reserve of natural gas more than

17 million m³ was estimated on Prangli Island in 1961. Gas is still emanating from several boreholes on Prangli Island (*Photo 20*).

HYDROGEOLOGY AND GROUNDWATER VULNERABILITY. Basic information on hydrogeology was obtained from the database “Groundwater-Well” at the Geological Survey of Estonia, from the data of hydrogeological mapping at the scale of 1:50 000 and from the results of investigations for groundwater supply of Prangli Island. Within the bounds of the map sheet groundwater occurs in three principal hydrostratigraphical units: in sandy Quaternary deposits, in the terrigenous Neoproterozoic rocks and in the zone of weathering and fissured part of the crystalline basement.

Units of hydrogeological stratigraphy are presented in Table 3. Aquitards are the strata, the transversal conductivity K of which is generally less than 10^{-2} m/d. In terms of the real water supply, the aquifers and aquifer systems can be subdivided into sufficiently water yielding aquifers and aquifer systems (with specific capacity of wells correspondingly $q > 0,1$ l/(s×m), $K > 1$ m/d) and weakly water yielding aquifers and aquifer systems ($q < 0,1$ l/(s×m), $K > 1$ m/d). Groundwater of the Quaternary aquifer system is consumed by dug wells on islets and by single private wells for domestic needs. On Prangli Island the water intake from this aquifer system is 0.02 thousand m³ per day. The groundwater of confined Quaternary aquifer in glaciofluvial deposits has not been explored by pumping tests. Deep-lying Cambrian–Vendian aquifer system is the main bedrock aquifer for groundwater supply, but it is not used because the deposits covering the aquifer system contain natural gas. Also the mineralization (TDS) of groundwater can be more than 1 g/l and this aquifer system has no proved groundwater reserves within the bounds of the map sheet. Groundwater of the Cambrian–Vendian aquifer system is covered by Cambrian clays with thickness nearly 70 m and is therefore very well protected. The subsoil water of the Quaternary aquifer system is extremely highly vulnerable. The content of nitrogen compounds in the groundwater of the Quaternary aquifer system is not alarming and is shown in Figures 23–25. The high content of iron in the groundwater causes several problems.

GRAVITY AND MAGNETIC FIELD. For the Prangli sheet only aeromagnetic and Bouguer anomaly maps were compiled. Because of very small area, covered by gravity measurements, it was not reasonable to calculate the residual gravity anomalies at current scale. The pattern of magnetic field registered here is characteristic for Tallinn structural zone (Jägala complex) – low and uniform field pending around the values 0 to –300 nT. The only disturbance of the uniformity is the NNW trending positive anomaly belt in the eastern part of the map area. The latter is produced by belt of amphibole gneisses and/or amphibolites. The sedimentary cover does not have any significant influence on the structure of magnetic field. As most of the sheet area is occupied by the sea, the coverage with on-land gravity measurements is poor. However, the usual type, for Tallinn structural zone, of Bouguer anomaly pattern, characterised by very low (–17 to –23 mGal) uniform field was registered here. In the southern part of the map, on Ihasalu Peninsula, the lowest (–27 mGal) values were measured. This gravity low is subjected to the Neeme rapakivi intrusion occurring here.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Åker, K., Eriksson, B., Grönlund, T., Kankainen, T., 1988. Sediment stratigraphy in the Northern Gulf of Finland. *Geol. Surv. Finland, Special Paper*, 6, 101–117.
- Bartels, W., 1937. Die Erdgas vorkommen Estlands. *Petroleum*, 1, 1–7.
- Björck, S., 1995. A review of the history of the Baltic Sea, 13.0–8.0 ka BP. *Quaternary International* 27, 19–40.
- Donner, J., 1992. Is there evidence in the zone of the first Salpausselkä moraine in Finland of a transgression of the Baltic Ice Lake before its drainage? *SGU*, ser 81, 87–90.
- Donner, J., 1995. *The Quaternary History of Scandinavia*. Cambridge University Press, Cambridge, 200.
- Funder, S., Demidov, I., Yelovicheva, Y., 2002. Hydrography and mollusc faunas of the Baltic and the White Sea – North Sea seaway in the Eemian. *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoec.* 184, 275–304.
- Fyfe, G. J., 1990. The effect of water depth on ice-proximal glaciolacustrine sedimentation: Salpausselkä I, southern Finland–Boreas 19, 147–164.
- Grichuk, V., 1961. Fossil floras as a palaeontological basis for the stratigraphy of Quaternary deposits in the north-western part of the Russian Plain (in Russian). *Nauka, Moscow*, 25–71.
- Gromov, O., Pastuhova, A., 1970. Keila Geoloogilise Rühma aruanne geofüüsikalistest uurimistest aluskorra kaardistamisel Tallinn–Loksa piirkonnas aastail 1968–1970 (vene keeles). EGF 3089, 179.
- Gromov, O., Rehemäe, Ü., Saaremet, V., Jeresko, J., 1995. Põhja-Eesti keskosa gravimeetrilise kaardi (mõõtkavas 1:50 000 ja 1:200 000) koostamine. Tallinn, EGF 5329.
- Haila, H., Raukas, A., 1992. Ancylus Lake. In: Raukas, A., Huvärinen, H. (eds.). *Geology of the Gulf of Finland*. Tallinn, 283–296.
- Heinsalu, A., 2001. Diatom stratigraphy and the palaeoenvironment of the Yoldia Sea in the Gulf of Finland, Baltic Sea. *Annales Universitatis Turkuensis*, II, 144, 1–41.
- Helm, A., 1994. Muuga sadama täite- ja ehitusliiva otsingu aruanne. Prangli saarest lõunas asuv polügoon. Tallinn RAS REI.
- Ignatius, H., Axberg, S., Niemistö, L., Winterhalter, B., 1981. Quaternary geology of the Baltic Sea.–In: Voipio, A. (ed.) *The Baltic Sea*. Elsevier, 54–104.
- Jõgi, T., Kala, E., Keerup, O., Pastuhova, A., Petersell, V., Eltermann, G., 1966. Paide rühma aruanne keskmisemõõtkavalisest komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest ENSV põhjaosas (kaardileht O-35-II) aastail 1963–1966 (vene keeles). Tallinn, EGF 2893, 294.
- Kajak, K., 1961. Kvaternaarse setete Prangli saare tugiprofiil. VI Eesti Loodusuurijate päeva ettekannete teesid. Tartu, 20–21.
- 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) tugilegidid. Tallinn–Keila. Tallinn, EGF 4615.
- Kajak, K., 1999. Eesti kvaternaarse setete kaart 1 : 400 000. Eesti Geoloogiakeskus.
- Kala, E., 1966. NSVL geoloogiline kaart (aluspõhi) mõõtkavas 1:200 000 (kaardileht O-35-II). Vene keeles. Min. Geo. SSSR, Moskva.
- Kala, E., Belkin, V., 1999. Prangli saare joogivee otsimise tööd. Tallinn, EGF 6366.
- Karukäpp, R., 1996. Baer – Pabineet law in glacial dynamics. – *Proc. Estonian Acad. Sci. Geol.*, 45, 4, 216–224.
- Kask, J., Talpas, A., Suuroja, S., 2000. Fiiberoptilise sidekaabli trassi uuring Muuga lahe loodeosas. Tallinn, EGF 6406.

- Kessel, H., 1958. Uusi andmeid Läänemere subfossiilsest ja retsentsest limustefaunast Eesti NSV-s. ENSV TA Geol. Inst. Uurimused III. Tallinn, 253–268.
- Kessel, H., Raukas, A., 1979. The Quaternary History of the Baltic. Estonia. Uppsala, Vol.1, 127–146.
- Kattai, V., 1996. Põleva maagaasi ilmingud Eestis. Eesti Loodus, 8, 265.
- Kattai, V., Pihlak, A., 1993. Maagaasi ilmingutest Eestis. EGK 3/1, 40–47.
- Kiipli, T., Liivrand, E., Lutt, J., Pirrus, R., Rennel, G., 1993. Pinnakate. Eesti šelfi geoloogia, 76–102.
- 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.
- Koistinen, T. (ed.), 1994. Precambrian basement of the Gulf of Finland and surrounding area. 1:1 mill. Geological Survey of Finland, Espoo.
- Koppelmaa, H., 2000. Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart. Mõõtkava 1:400 000. Seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus.
- Koppelmaa, H., Kivisilla, J., 1998. Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart mõõtkavas 1:200 000. Kaart ja seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn. 4 kaarti, 33.
- Koskor, I., 1964. Prangli saar. TRÜ geograafiliste tööde kogumik II, Tartu, 3–20.
- Krõlov, V., 1946. Aruanne loodusliku gaasi uuringust ENSV Suur-Prangli saarel 1946. a (vene keeles). EGF 46.
- Krõlov, V., 1948. Geoloogiline aruanne loodusliku gaasi uuringutest Prangli saarel 1947. a (vene keeles). EGF 137.
- Kulikov, K., Tšeussova, J., 1962. Aruanne loodusliku gaasi uuringutöödest Eesti NSV Suur-Prangli saarel (vene keeles). EGF 1776.
- Kõrvel, V., Malkov, B., Kiipli, T., Tammik P., 1986. Aruanne Balti mere Eestiga piirneva šelfiala geoloogiliste kaartide komplektist mõõtkavas 1:500 000 (vene keeles). Tallinn, EGF 4197.
- Lepland, A., 1995. Kolga lahe saarte randade geoloogia. Eesti Loodusuurijate seltsi aastaraamat. 76. köide. 109–136.
- Lepland, A., Heinsalu, A., Stevens, R., 1999. The pre-Littorina ditom stratigraphy and sediment sulphidisation record from the west-central Baltic Sea: Implications of the water column salinity variations. GFF, 121, 57–65.
- Liivrand, E., 1991. Biostratigraphy of the Pleistocene deposits in Estonia and correlations in the Baltic region. University of Stockholm, Department of Quaternary Geology, Report 19. Stockholm, 114.
- Liivrand, E., Valt, E., 1966. Results of the palynological investigations of marine intermorainic deposits on the Prangli Island (Estonia). Byulletin Komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda 31, 117–119. (in Russian).
- Linkrus, E., 1998. Põhja-Eesti rannikumadalik ja Soome lahe saared. Tallinn, 102.
- Luha, A., 1946. Eesti NSV maavarad. Tallinn, 192.
- Lunkka, J., Saarnisto, M., Gey, V., Demidov, I., Kiselova, V., 2001. Extent and age of the Last Glacial Maximum in the south-eastern sector of the Scandinavian Ice Sheet. Global and Planetary Change in press. 31, 407–425.
- Lutt, J., 1992. Bottom deposits. Geology of the Gulf of Finland. Tallinn, 158–218.
- Lutt, J., Raukas, A., (toim.), 1993. Eesti šelfi geoloogia. Tallinn, 178.
- Lõugas, L., 2001. Mammutid Eestis. Eesti Loodus, 8.
- Lõugas, L., Ukkonen, P., Junger, H., 2002. Dating the extinction of European mammoths: new evidence from Estonia. Quaternary Science Reviews 21, 1347–1354.
- Maapõueseadus ja selle rakendamise õigusaktid I. Eesti Vabariigi Keskkonnaministeerium, Tallinn, 1996, 227.

- Malkov, B., Kiipli, T., Rennel, G., Tammik, P., Dulin, J., 1986. Balti mere Eesti NSV territooriumiga piirneva šelfiala regionaalne geoloogilis-geofüüsikaline uurimine mõõtkavas 1:200 000 1984–1985. a (vene keeles). Tallinn, EGF 4188.
- Metlitskaja, V. I., Papko, A. M., 1992. Eesti territooriumi mõõtkavas 1:25 000 ja 1:50 000 aeromagneetilise kaardistamise tulemused. Töögrupp nr 49, aastail 1987–1991. Report of Investigation. Geological Survey of Belorussia, Minsk.
- Mickwitz, A., 1903. Die brennende Gasquelle auf Kokskär. *Rewv Zeit.* Nr. 244.
- Männil, R., 1966. Balti basseini areng Ordoviitsiumis (vene keeles). Tallinn, Valgus, 200.
- Nigul, S., 1987. Raua-mangaani konkretsioonidest Naissaar–Väike-Tütarsaar vahelisel alal. Tartu, 146.
- Oja, J., 1933. Maagaasist Eestis. *Loodusvaatleja*, nr. 1, 44–48 ja nr. 3, 79–82.
- Pass puuraugule nr 3-k Suur-Prangli saarel (vene keeles), 1948. Tallinn, EGF 142.
- Peltier, W. R., 2002. On eustatic sea level history: Last Glacial Maximum to Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 21, 377–396.
- Perens, R., 1998. Eesti hüdrogeoloogiline kaart 1:400 000. Seletuskiri. Tallinn, 40.
- Perens, R., 2001. Eesti põhjavee kaitstuse kaart 1:400 000. Tallinn, EGF 7120, 47.
- 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., Talpas, A., Zhukov, S., Tammik, P., Genno, E., 1992. Prangli saare lõunaranniku madalmeres piires täiteliiva otsingute ja uuringute aruanne. EGF 4586, 35.
- Petersell, V., Puura, V., Koppelmaa, H., Detkovski, S., Kivisilla, J., Keerup, O., Möttus, V., Niin, M., Suuroja, K., 1971. Tallinn–Loksa piirkonna kristalse aluskorra väikesemõõtkavalise süvakaardistamise aruanne (vene keeles). Tallinn, EGF 3163, 314.
- Petersell, V., Talpas, A., Žukov, S., Tammik, P., Genno, E., 1992. Prangli saare lõunaranniku madalmeres täiteliiva otsingute ja uuringute aruanne. Tallinn, EGF 4586.
- Pirrus, E., 1999. Väravapostid Soome lahel: Tohune saar Prangli. *Eesti Loodus*, 5, 198–200.
- Pärna, K., 1962. Balti jääjärve ja suurte kohalike jääjärvede geoloogiast Eesti territooriumil (vene keeles). Tallinn, 1–21.
- Ramsay, W., 1929. Niveauverschiebungen, eisgestaute Seen und Rezession des Inlandeises in Estland. *Fennia*. Bd. 52, N 2, 48.
- Ratas, U. (toim.), 1991. Kolga lahe saarte looduslik seisund. Tallinn, 48–51.
- Raukas, A., 1978. Pleistotseeni setted ENSV-s. Tallinn, Valgus, 310.
- Raukas, A., Hiväriinen, H. (eds.), 1992. *Geology of the Gulf of Finland*. Tallinn, 422.
- Raukas, A., Kajak, K., 1995. Quaternary stratigraphy in Estonia. *Proc. Estonian Acad. Sci. Geol.*, 44/3, 149–162.
- Raukas, A., Saarse, L., Veski, S., 1995. A new version of the Holocene stratigraphy in Estonia. *Proc. Estonian Acad. Sci. Geol.*, 44/4, 201–210.
- Raukas, A., Teedumäe, A. (eds.), 1997. *Geology and mineral resources of Estonia*. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 436.
- Sakson, M., 1993. Ränivetikate levikust Soome lahe põhjasetteis. *Eesti šelfi geoloogia*, 103.
- Savitskaja, L., Savva, V., 1999. Põhjavee kvaliteediklassid. Tallinn, EGF 6357, 21.
- 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.
- Sobolev, S., 1984. Tallinna Uus-sadam. Dokumentatsioon 1985. a ehitusmahtude kohta (vene keeles). Tallinn, EGF 4051.
- Struckmeier, W. F., Margat, J., 1995. *Hydrogeological Maps. A Guide and a Standard Legend*. International Association of Hydrogeologists. Hannover, 177.

- Stumbur, H., Jõgi, S., 1965. Aruanne otsingu-kaardistamistöödest Suur-Tallinna ja selle ümbruse territooriumil mõõtkavas 1:50 000 (vene keeles). Tallinn, EGF 2394.*
- Suuroja, K., Jalakas, I., Kadastik, E., Mardim, T., Morgen, E., Saadre, T., 1997. Lahemaa geoloogilis-hüdrogeoloogiline kaardistamine mõõtkavas 1:50 000 (1:25 000). Tallinn, EGF 5631.*
- Suuroja, K., 2002. Põhja-Eesti pank. Geoloogilis-hüdrogeoloogiline kaardistamine mõõtkavas 1:50 000 (1:25 000). Tallinn, EGF 7476.*
- Svendsen, J. I., Astakhov, V. I., Bolshiyarov, D. Y., Dowdeswell, J. A., Gataullin, V., Hjort, C., Hubberten, H., Larsen, E., Mangerud, J., Möller, P., Saarnisto, M., Siegert, M. J., 1999. Maximum extent of the Eurasian ice sheets in the Barents and Kara Sea region during the Late Weichselian. Boreas. 28, 234–242.*
- Svensson, N. O., 1989. Late Weichselian and Early Holocene shore displacement in the central Baltic, based on stratigraphical and morphological records from eastern Småland and Gotland, Sweden. Lundqua Thesis 25, 1–195.*
- Šalangina, T., 1985. Tallinna Uus meresadam. Ehitiste kompleks 1986.–1988. a. tööjoonistega (vene keeles). Tallinn, EGF 4177.*
- Šufertov, A., 1960. Looduslikud gaasid (vene keeles). – Geologija SSSR, XXVIII, 286–294.*
- Talpas, A., Kask, J., Väling, P., Mardla, A., Sakson, M., Genno, E., 1994. Balti mere šelfiala geoloogiline kaardistamine lehtedel O-34-VI, O-34-XII, O-35-I, O-35-II. Tallinn, EGF 4860, 94.*
- Talpas, A., Kivisilla, J., Kõrvel, V., Mardla, A., Petersell, V., Popova, L., Rennel, G., Skitiba, A., Tammik, P., Fokin, A., 1989. Soome lahe geoloogilis-geofüüsikaline regionaalne uurimine mõõtkavas 1:200 000 (kaardilehe O-35-II idapoolne osa, O-35-III) 1986–1989 (vene keeles). Tallinn, EGF 4339, 195.*
- Talpas, A., Sakson, M., Genno, E., 1994. Kruusa ja/või liiva esinemispiirkondade kindlaksmääramine Muuga lahe ümbruses (mereakvatooriumis). Tallinn, EGF 4781.*
- Cheremisinova, Y., 1961. Diatoms of the marine interglacial deposits in the Estonian SSR (in Russian) Doklady Akademii Nauk SSSR 141, 3, 698–700.*
- Vallner, L., 1980. Geohüdrodünaamiline liigestus ja Eesti põhjavete bilanss (vene keeles). Rmt.: Vallner, L. (toim.). Eesti hüdrogeoloogia probleeme. TA GI, Tallinn, 11–120 (vene keeles).*
- Varep, E., 1970. Prangli – kalurite saar. Eesti Loodus, 6, 346–349.*
- Vilbaste, G., Pihlak, A., Aksberg, H., 1992. Põlev gaas Keri (Kokskäri) saarel. Eesti Loodus, 5, 306–310.*
- Öpik, A., 1940. Läänemere NS Vabariikide geoloogiline struktuur ühenduses maagaasi, nafta ja soola probleemiga. Tallinn, EGF 1582.*

TUGIPUURAUK F-115 (NEEME)

ÜLDANDMED PUURAUGU KOHTA

Puuraugu asukoht (koordinaadid ja lühikirjeldus): 59°32,081'p.l. ja 25° 09,179' i.p. ja see asub Ihasalu (Neeme) poolsaare tipus Neeme küla loodeservas mere ääres.

Puurimise aeg: 1970. aasta veebruar – juuli.

Puurimise eesmärk: Tallinn-Loksa piirkonna geoloogiline süvakaardistamine.

Puurinud organisatsioon ja puurmeister: ENSV MN Geoloogia Valitsus, A. Raamat.

Esmakirjelduse autor: aluskord – Kalle Suuroja; aluspõhi – Olavi Keerup.

Seletuskirjas toodud kirjelduse autor: Kalle Suuroja.

Suudme kõrgus 2,5 m ümp.

Sügavus: 207,9 m.

Puuraugu ja puursüdamiku seisukord: puurauk likvideeritud; südamikust on säilinud vaid kristalse aluskorra osa, mis asub EGK Arbavere puursüdamikehoidlas.

Aruande number EGF-is: 3163.

GEOLOOGILINE KIRJELDUS

0,0–30,0 (30,0/6,0) Q_{IVm} (Kvaternaar, merelised setted) – Segateraline liiv tard- ja moondekivimitest kruusa teradega.

30,0–49,1 (19,1/7,0) Q_{IVfg} (Kvaternaar, jääjärvelised setted) – Hall plastne savi vähese peenliiva sisaldusega – viirsavi. Intervalli alaosas on tard- ja moondekivimite väikesi (2–3 cm läbimõõdus) veeriseid.

49,1–63,6 (14,5/5,5) ϵ_{m1lnS} (Alam-Kambriumi Lontova kihistu Sämi kihistik) – Rohekashall aleuriitne savi rohkete jämeterise kvartsaleuriidi kelmete ja püriidistunud ussikäikudega ning harvade õhukeste (0,1–0,5 m), vähesel määral glaukoniiti sisaldava ja kohati tugevasti tsementeerunud kvartsliaivakivi vahekihtidega.

63,6–127,0 (63,4/4,2) V_{2vr} (Ülem-Vend, Kroodi kihistu) – tuginedes gammakiirguse karotaaži ja puursüdamiku üles tõstetud fragmentidele, on kihistus eristatud järgmisi alaintervalle:

63,6–71,8 m (8,2/4,2 m): Valkjashall keskterine nõrgalt tsementeerunud kvartsliaivakivi. Intervalli alaosas violetse muskoviidirikka savika aleuroliidi õhukeste (kümme-kond sentimeetrit);

71,8–80,0 m (8,2/7,0 m): Violetne muskoviidilehekeste rikas savikas aleuroliit, helehalli kõvasti tsementeerunud peenterise kvartsliaivakivi õhukeste (1–2 cm) vahekihtidega;

80,8–83,8 m (3,0/2,5 m): Valkjashall peenterine nõrgalt tsementeerunud kvatsliaivakivi;

83,8–86,8 m (3,0/2,6 m): Violetne peenkihiline muskoviidilehekeste rikas savikas aleuroliit;

86,8–117,8 m (31,0/18,8 m): Hall eriterine nõrgalt tsementeerunud kvartsliaivakivi jämeterise kvartsliaivakivi hajusate vahekihtidega;

117,8–119,4 m (1,6/1,2 m): Violetne, peenelt horisontaalkihiline muskoviidilehekeste rikas savikas aleuroliit;

119,4–127,0 m (7,6/5,5 m): Kollakashall peenterine nõrgalt tsementeerunud kvartsliaivakivi, alumised 2 meetrit jämeterised kruusa teradega.

127,0–207,9 (80,9/79,0) PR_{2jg} (Paleoproterosoikum, Neeme rabakivimassiiv, aluskord) – Läbilõige on kristalse aluskorra osas esindatud porfüüriilaadse rabakivigraniidiga.

Porfüüriilaadne rabakivigraniit on roosakashall massiivne tardkivim, mis koosneb keskmisekristalsest plagioklass (andensiin Nr 28–30) – kvarts – biotiidi põhimassist ja kaaliumpäevakivi (mikrokliini) 1–5 cm läbimõõduga idiomorfsetest fenokristallidest. Kivimi mineraalne koostis on keskmiselt järgmine: mikrokliin – 35–45 %; plagioklass – 15–20 %; kvarts – 20–25 %; biotiit – 5–10 %. Lisaks leidub

vähemal määral titaanomagnetiiti, apatiiti, fluoriiti, sfeeni jne. Sügavustel 136,7–137,3; 144,6–145,0; 151,7–153,8 ja 165,0 m on kivim läbitud arvukatest 60–70° all kulgevatest 1–5 mm laiustest lõhedest, mille seinad on kaetud kas kaltsiidi või epidoodiga.

Sügavusel 127,0–130,7 m, st 3,7 m ulatuses on rabakivigraniit murenenud – **nn murenemiskoorik**. Ülemise osas ca 1 m ulatuses, selles osas, mis puursüdamikus puudub, on murenemine olnud ilmselt intensiivne, kuid puursüdamikuga esindatud alumises osas on see nõrk kuni keskmine. Alumine piir üleminekuline.

PUURAUGU PRANGLI 4 SÜDAMIKU GEOLOOGILINE KIRJELDUS

Puurauk asub Prangli saare keskosas, kauplusest u. 200 m idas ja selle koordinaadid on: 557221,2; 6610543,8. Puuraugu suudme absoluutne kõrgus 7,47 m ümp ja sügavus 105,5 m. Puuriti maagaasi otsingute käigus 1959. a tollase ENSV Geoloogia Valitsuse poolt suurmeister A. Hisanfovi juhendamisel. Projektne sügavus (150 m) jäi saavutamata gaasipurske tõttu. Puurauk on osaliselt tsementeeritud, sellest immitseb tänini gaasi.

Puuraugu esmakirjeldus on koostatud J. Tšeussova poolt. Kuna puursüdamik pole säilinud, on siintoodud kirjeldus püütud esitada võimalikult originaalilähedaselt. Seetõttu on lahtised ka mitmed interpreteeringud (moreen *versus* jääjärveline savi). Esmakirjeldust sisaldav aruanne: Kulikov, Tšeussova, 1962. Aruanne loodusliku gaasi uuringutöödest Eesti NSV Suur-Prangli saarel (vene keeles). EGF 1776. K. Kajaku kirjeldusel põhinev mõneti erinev läbilõike interpretatsioon on toodud A. Raukase (1978) töös (tulp joonisel 29). Kirjeldus ise pole autorile teadaolevalt aga kahjuks säilinud.

PINNAKATE

0,0–3,2 m (3,2/3,2) m_{IV} (tänapäevased merelised setted) – Kollakashall peeneteraline kvartslüüv, kuni sügavuseni 0,5 m – eriteraline, tardkivimilise (edaspidi TMK – tard- ja moondekivimid) kruusa, veeriste ja munakatega,

3,2–3,7 m (0,5/0,5) $g_{III}jr?$ (viimase (Järva) jääaja moreen?) – Liivsavi TMK kruusa lisandiga, rohekashall, liivakas, tihe, sitke.

3,7–4,5 m (0,8/0,8) $g_{III}jr_3?$ (Järva moreen?) – Pisiteraline kvartslüüv TMK kruusa lisandiga, tumehall, savikas, allosas tugevalt savikas.

4,5–5,15 m (0,65/0,65) $g_{III}jr_3$ (Järva moreen) – Savi, rohekashall, mudane(?). 4,7 m – tumehalli pisiteralise liiva vahekiht.

5,15–11,5 m (6,35/6,0) $g_{III}jr_3$ (Järva moreen) – Savi, tumehall roheka varjundiga, liivakas, kruusakas, tihe, karpliku murdega. Esineb halli pisiteralise liiva pesi ja söestunud (?) materjali kirmeid.

11,5–16,8 m (5,3/1,8) $lg_{III}jr_3$ (Järva jäätumise jääjärvesetted) – Peeneteraline kvartslüüv, hall, savikas, sisaldab TMK kruusa ja veeriseid.

16,8–19,6 m (2,8/0,5) $lg_{III}jr_3$ (Järva jääjärvesetted) – Pisiteraline kvartslüüv, rohekashalli savi õhukeste vahekihtidega.

19,6–21,8 m (2,2/2,05) $g_{III}jr_3$ (Järva moreen) – Liivakas savi, tumehall, vilguga, tihe, sitke. Sisaldab TMK ümardunud kruusa läbimõõduga 1–3 cm. Esineb lihkepinna ja halli pisiteralise liiva õhukesi vahekihte.

21,8–37,15 m (15,35/14,7) $g_{III}jr_3$ (Järva moreen) – Savi, tumehall, TMK peenkruusaga, ebaühtlaselt liivakas, vähese vilgu lisandiga. Alumisel piiril halli pisiteralise liiva kirme ning TMK munakad.

37,15–62,0 m (24,85/23,9) $g_{III}jr_3$ (Järva moreen) – Savi, tumehall, nõrgalt liivakas, vähese vilgu lisandiga, TMK kruusa, veeriste ja munakatega.

62,0–64,2 m (2,2/1,8) $lg_{III}jr_3$ (Järva jääjärvesetted) – Viirsavi, tumehall, kihilisus on tingitud heledamate ja tumedamate kihikeste vaheldumisest, kihipindadel esineb pisiliiva kirmeid.

64,2–66,8 m (2,6/1,7) $Q_{III}jr_1kl$ (Kelnase alamkihistu periglatsiaalsed setted) – Pisiteraline kvartslüiv, ümardunud teradega, kollakashall.

66,8–73,3 m (6,5/5,8) $m_{III}pr$ (Prangli jäävaheaja setted) – Savi, tumehall, nõrgalt liivakas, helehalli kvartslüiva õhukeste vahekihtidega. Esineb söestunud (?) materjali pesi ja vahekihte, samuti taimejäänuseid ning fauna halvasti säilinud fragmente.

73,3–77,2 m (3,9/3,2) $m_{III}pr$ (Prangli jäävaheaja setted) – Savi, tumehall, tihe, sitke, taimejäänustega.

77,2–78,35 m (1,15/1,15) $lg_{II}ug$ (eelviimase (Ugandi) jäätumise jääjärvesetted) – Viirsavi, punakaspruun, kihiti punakashall, tihe, sitke. Horisontaalkihilisus ilmneb eri värvitoonide vaheldumises; kihipindadel esineb halli pisiliiva puisteid ?prisõpki.

78,35–83,8 m (5,45/2,8) $fg_{II}ug$ (Ugandi liustikujõesetted) – Peeneteraline kvarts-päevakivi-liiv, hallikaspruun, kruusakas, TMK veeriste lisandiga. 78,35 ja 79,5 m sügavusel munakad.

83,8–90,5 m (6,7/4,1) $g_{II}ug$ (Ugandi moreen) – Saviliiv, peeneteraline(?), punakaspruun, kvartslüiva vahekihtidega, TMK kruusa ja veeristega.

ALUSPÕHI

90,5–91,05 m (0,55/0,3) V_2gd (Ülem-Vend, Gdovi kihistu) – Savikas pisiteraline kvartslüivakivi, nõrgalt tsementeerunud, helehall, kohati rohekashall. Horisontaalkihiline, rohke vilguga kihipindadel. Esineb punakaspruuni tiheda kiltja savi vahekihte.

91,05–93,55 m (2,5/2,5) V_2gd (Ülem-Vend, Gdovi kihistu) – Nõrgalt tsementeerunud peeneteraline kvarts-päevakivi-liivakivi, kihiti jämedateraline ja kruusakas. Helehall, kohati rohekashall; punakaspruuni savi läätседega.

93,55–98,9 m (5,35/4,0) V_2gd (Ülem-Vend, Gdovi kihistu) – Keskteraline kvartslüivakivi rohke glaukoniidiga, rohekashall, kohati kruusakas.

98,9–105,5 m (6,6/2,1) V_2gd (Ülem-Vend, Gdovi kihistu) – Kesk- kuni jämedateraline liivakivi rohke vilguga, kihiti pisiteraline; helehall kuni valge, tiheda punakaspruuni savi vahekihtidega.

PUURAU GU PRANGLI 6 SÜDAMI KU GEOLOOGILINE KIRJELDUS

Puurauk asub Prangli saare põhjas ja selle koordinaadid on: 6611461,4; 556725,3. Puuraugu suudme absoluutne kõrgus on 3,37 m ümp ja sügavus 125,05 m. Puuriti maagaasi otsingute käigus 1960 a. tollase ENSV Geoloogia Valitsuse poolt suurmeister A. Hisanfovi juhendamisel. Puurauk on konserveeritud. Puuraugu esmakirjeldus on koostatud J. Tsheusova poolt (vt puurauk 4). K. Kajaku kirjeldusel põhineva, alltoodust veidi erineva lühikirjelduse on ära toonud E. Liivrand (1991) ja litoloogilise tulba A. Raukas (1978). K. Kajak ise on publitseerinud (1961) vaid lühikese Prangli saare koondlabilõike.

PINNAKATE

0,0–0,2 m (0,2/0,2) – muld.

0,2–6,0 m (5,8/2,3) m_{IV} (tänapäevased merelised setted) – Keskmise- ja jämedateraline kvarts-päevakiviliiv, oranžikas-kollane, keskmiselt ümardunud, tumedate mineraalide teradega (?). Ülemises osas vähese kruusa ja veeriste lisandiga, all TMK munakaid ja veeriselt arvukalt.

6,0–8,0 m (2,0/1,5) $g_{III}jr$ (Järva moreen) – Liivakas savi TMK kruusa ja veeristega, hall. 30 cm paksuses põimkihilises vahekompleksis esinevad vilkuisaldava pisiliiva 3–5 mm paksused kihikesed.

8,0–12,0 m (4,0/1,3) $g_{III}jr$ (Järva moreen) – Liivakas savi TMK kruusa ja veeristega, kollakashall.

12,0–18,35 m (6,35/2,9) $lg_{III}jr$ (Järva jääjärve setted) – Savi, tumehall, ebatasase ja kareda murdepinnaga. Esineb kruusateri ja helehalli kvartslüiva kirmeid, tekstuur ebakorrapärane, muljutud.

18,35–20,95 m (2,6/1,4) $lg_{III}jr$ (Järva jääjärve setted) – Savi, kollakashall, pehme, sitke, pisiteralise kvartslüüva läätsedega.

20,95–21,5 m (0,55/0,55) $lg_{III}jr$ (Järva jääjärve setted) – Viirsavi, horisontaalkihilisus on põhjustatud 1–3 mm paksuste tume- ja kollakashallide kihikeste vaheldumisest.

21,5–25,3 m (3,8/2,3) $lg_{III}jr$ (Järva jääjärve setted) – (Viir)savi, tumehall, tihe. Ebakorrapärane katkendlik-lainjas kihilisus väljendub hallide ning peaaegu valgete kihikeste vaheldumises. Kompleksi ülaosas on tekstuur tugevalt rikutud, esinevad peaaegu mustad läikivd lihepinnad.

25,3–43,35 m (18,05/14,25) $g_{III}jr$ (Järva moreen) – Liivakas savi TMK kruusa, veeriste ja munakatega, tumehall. Lüüva sisaldus kasvab allapoole.

43,35–45,5 m (2,15/2,15) $lg_{III}jr$ (Järva jääjärve setted) – Savi, rohekashall, nõrgalt liivakas, konarliku murdega, alumises osas lainjaskihiline.

45,5–63,15 m (17,65/14,0) $g_{III}jr$ (Järva moreen) – Liivakas savi TMK kruusa, veeriste ja üksikute munakatega, tumehall roheka varjundiga, tihe.

63,15–63,75 m (0,6/0,6) $lg_{III}jr$ (Järva jääjärve setted) – Viirsavi, tumehall, liivakas. Peen horisontaalkihilisus on põhjustatud tume- ja helehallide kihikeste vaheldumisest. Ülemises osas esineb lihepindu.

63,75–65,85 m (2,1/0,2) $lg_{III}jr_{kl}$ (Kelnase alamkihistu periglatsiaalsed (?) setted) – Kollakashall keskmiseteraline kvarts-päevakiviliiv.

65,85–70,8 m (4,95/3,2) $m_{III}pr$ (Prangli jäävaheaja merelised setted) – Rohekashall savi, ülal veidi liivakas, vivianiidi (?) sinakate laikudega; all eriteralise kvartslüüva väikeste läätsede ja vahekihtidega (kohati halvastiväljendunud läätsja kihilisusega).

70,8–78,25 m (7,45/7,45) $m_{III}pr$ (Prangli merelised setted) – Rohekashall savi, nõrgalt liivakas, tihe, sitke. Esineb orgaanilisi jäänuseid, mis ülal paiknevad ebakorrapäraselt, all aga horisontaalsete kihikestena., samuti üksikuid valgeid halvastisäilinud subfossiilse fauna tükke.

78,25–79,45 m (1,2/1,2) $lg_{II}ug$ (Ugandi jäätumise jääjärvesetted) – Pruun viirsavi, tihe, sitke. Kihipindadel esineb kollakashalli kvarts-päevakiviliüüva õhuke kirme.

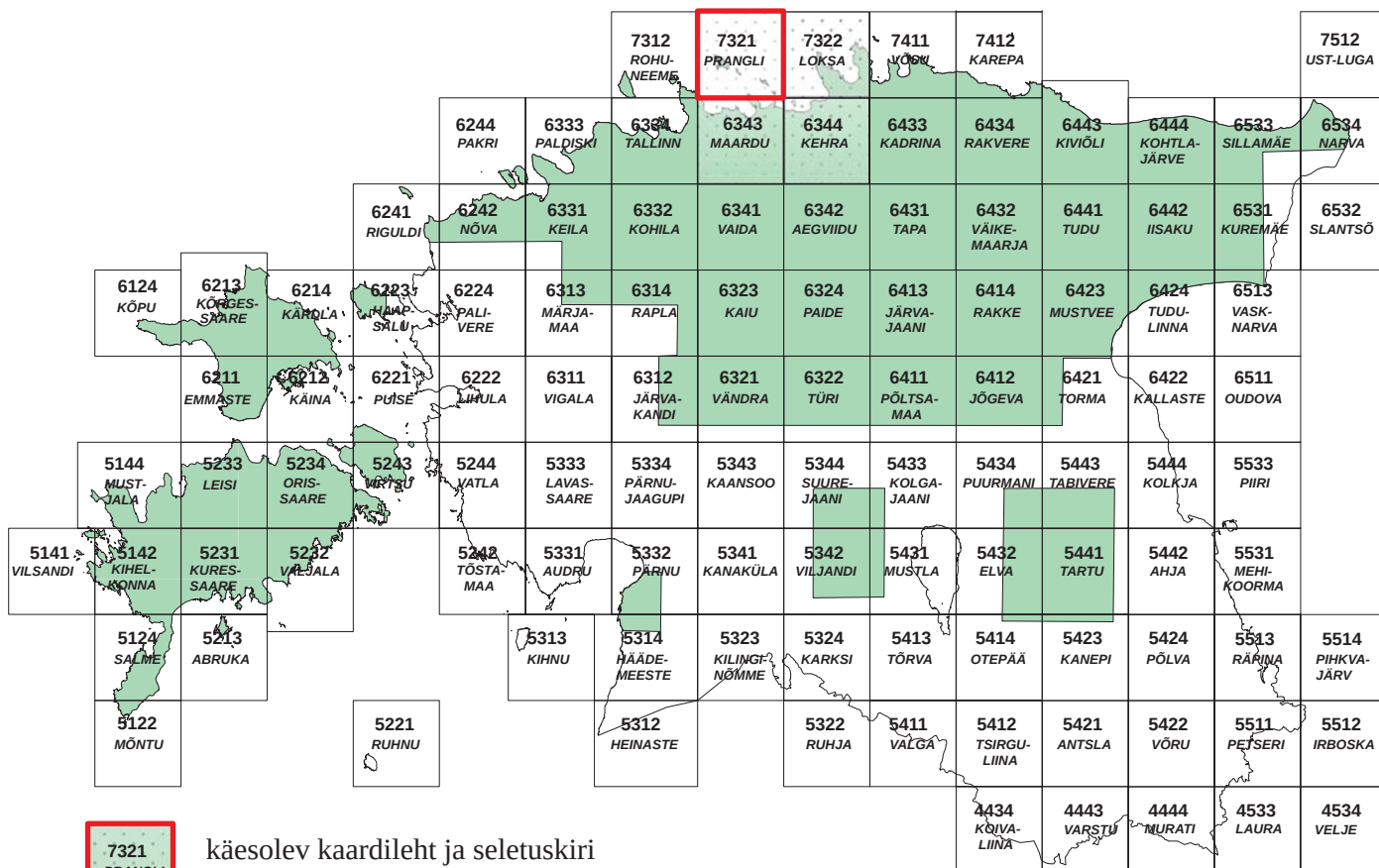
79,45–91,4 m (11,5/1,7) $f_{II}ug$ (Ugandi jäätumise liustikujõesetted) – Kruusakas eriteraline kvarts-päevakiviliiv, kollakashall. Esineb punakaspruuni savi õhukesi vahekihte ning TMK munakaid ja veeriseid.

91,4–109,6 m (18,2/13,8) $lg_{II}ug$ (Ugandi jääjärvesetted) – Pruun nõrgalt liivakas savi, tihe, harva TMK kruusaga; ülemisel piiril granitogneisi rahn.

109,6–123,05 m (13,45/2,8) $g_{II}ug$ (Ugandi moreen) – Pruunikashall saviliiv TMK kruusa, veeriste ja munakatega, peeneteraline (?).

KRISTALNE ALUSKORD

123,05–125,05 m (2,0/1,65) PR_2 (Paleoproterosoikum) – Helehall peenkristalne biotiitgraniit (Murene-miskooriku puudumine jätab mulje, et tegemist võib olla ka graniidi rahnuga – K. P.).



käesolev kaardileht ja seletuskiri
present sheet and description to the maps



digitaalne kaart
digitized map



mõõtkavas 1 : 50 000 kaardistatud ala
mapped area at a scale of 1 : 50 000