



EESTI
GEOLOOGIATEENISTUS

Aastaraamat



EESTI GEOLOOGIATEENISTUS
F. R. Kreutzwaldi 5
44314 Rakvere
Telefon: (+372) 630 2333
E-post: info@egt.ee

ISSN 2733-3329

© Eesti Geoloogiateenistus 2021



EESTI GEOLOOGIATEENISTUS

Eessõna.....	3
Organisatsioonist.....	5
Koostöö.....	6
Oskuste arendamisest.....	9
Välitööde kaart.....	12

GEOLOOGILINE KAARDISTAMINE JA MAAPÕUETEAVE

Südamikpuurimised — oluline teetähis Eesti maapõueuuringutes.....	13
Ülevaade EGT puurimistöödest 2020. aastal.....	15
Ehitusmaavarade levik, kaevandamine ja kasutamine Pärnu maakonnas.....	17
Hiiumaa maavarad, geofüüsikalised anomaaliad ja Kärkla meteoriidikraater.....	22
Geoloogiline kaardistamine Pärnumaal.....	26
Digitaalse geoloogifondi ava-aasta.....	29

HÜDROGEOLOOGILISED JA KESKKONNAGEOLOOGILISED UURINGUD

Eesti põhjaveekogumite seisund perioodil 2014–2019.....	31
Ida-Virumaa põhjavee värskastumine.....	35
Kukuruse aheraineladestu põhjaveeuuring.....	37
Põhja- ja pinnavee kvaliteet suure põllumajandusmaa osakaaluga aladel.....	39
¹⁸ O kontsentratsiooni ajast sõltuv 3D mudeldamine programmpakettidega MODFLOW-2005 ja MT3DMS regionaalse ulatusega põhjavee-kihtkonnas	
Eesti arteesiabasseini näitel.....	42
Radooniuuringud väheuuritud omavalitsustes:	
Keila ja Võru linnas, Rõuge, Setomaa, Võru ning Ruhnu vallas.....	46
GroundECO - Põhjaveest sõltuvate maismaaökosüsteemide jätkusuutlik majandamine riikide üleses Gauja-Koiva vesikonnas.....	50

MEREPÕHJA UURINGUD

2019.–2020. aasta mererannikute seire tööd.....	53
Laevateede geofüüsikalised uuringud.....	56
Läänemere merepõhja setete keskkonnaseisund.....	58
Muhumaad ja Mandri-Eestit lahutav Suur väin lasub kompleksel, keeruka reljeefiga aluspõhja vagumusel.....	60

Eessõna



Sirli Sipp Kulli

Eesti Geoloogiateenistuse direktor

Noore organisatsiooni arengus on Eesti Geoloogiateenistuse (EGT) kolmas tegutsemise aasta olnud justkui maratoni esimene kontrollpeatus, kus vaatasime, kas oleme ikka sobivaimate kompetentsidega liikumas riigi majanduse taaskäivitamisele enim vajalikus suunas ning õiges tempos.

Aasta alguses vahetus EGT juhtkond, täiendunud on meeskond ning täpsustunud tulevikku vaatavad strateegilised eesmärgid.

Olen äärmiselt rõõmus, et hoolimata Covid-19 piirangutest oleme loonud kahepoolse tiheda ja avatud suhtluse nii kohalike omavalitsuste kui ka maapõue valdkonnas tegutsevate ettevõtjatega. Nende ja riigiasutustelt saadud vajaduste ja ootuste tuginedes on meil lõpusirgel EGT täiendatud arengukava paikapanek järgmiseks viieks aastaks.

2020. on olnud eriline aasta, mida keegi meist ilmselt nii pea ei unusta. Maailm on muutunud, inimeste vajadused ja ootused on muutunud, ning fookus liigub üha enam ressursitõhususele ja keskkonna säästmisele. Et rohepöörde teostamine tooks samaaegselt keskkonda säästes majanduslikku kasu Eesti riigile ja annaks meie elanikele kindluse tuleviku osas, peame teenistusega panustama teaduspõhiste ja faktidele tuginevate alusandmete kogumisse ja avalikustamisesse.

Suurt tuge oleme saanud meie ülikoolidelt ja käimasolevatelt koostööprojektidelt ootame põnevusega vilju lähimate aastate jooksul. Lisaks uuringute faktipõhiste tulemustele, loodame ülikooli lõpetajate hulgast kaasata oma meeskonda kõrgelt haritud geolooge.

Oleme loonud ja täiustamas vundamenti, et toetada oma teadmiste ja kompetentsiga riigi jaoks oluliste arenduste käimalükkamist, näiteks mere- ja maismaa tuulepargid, päikesepargid, Saaremaa püsiühendus jpt. Andsime hinnangu Raplamaa ja Pärnumaa ehitusmaavarade varustuskindlusele ning alustasime taas 30 aastat tagasi katkenud riigile kuuluvate oluliste maapõuevarade, nagu fosforiit ja graptoliitargilliit, uurimist. Samuti alustasime meie ühise tohutu varanduse, ehk umbes 80 aasta

jooksul kogutud kümnete kilomeetrite jagu puursüdamike kolimist kaasaegsetesse tingimustesse Arbaveres.

Meie ühe tähtsaima maavara, põhjavee kohta koostasime Hiiu- ja Raplamaa hüdroteoloogilised ja põhjavee kaitstuse kaardid. Meie hüdroteoloogid torkasid veel lisaks silma eelneval aastal mitmetes rahvusvahelistes projektides osalemisega, nende eeskuju teiste osakondadele on tähelepanuväärne.

Kasvav surve rannaalade kasutamiseks on Eestis süvendanud vajadust usaldusväärsete alusandmete ja baasteadmiste järele. Mererannikute seire uus meetodika ja selle edasine kasutamine võimaldab saada senisest usaldusväärsemaid andmeid mere- ja rannaalade ruumiliseks planeerimiseks ja kaitsmiseks ning riskide kaardistamiseks. Tehtud laevateede uuringuga sai Veeteede Amet kaasajastatud info süvendamistöödeks.

Emotsionaalselt keerulisena, kuid riigireformi eesmärke järgides, otsustasime konsolideerida EGT labori ning viia aastaküm-

nete jooksul kogutud kompetentsi üle Eesti Keskkonnauuringute Keskusesse. Selle sammuga tagasime nii asutusele endale kui ka ettevõtjatele laboriteenuste hinna ja kvaliteedi parema suhte aga ka töötajate pädevuse rakendamise akrediteeritud laboris. Oma põhiülesannete täitmiseks suuname fookuse just geoloogilise kompetentsi tõstmisele ja valdkonna ekspertide kaasamisele, et anda oma parim panus riigi majanduse arengule rohepöörde tingimustes.

Käesolev aastaraamat annab huvitava läbilõike meie 2020. aasta olulisematest töödest ja nende tulemustest ning heidab põgusa pilgu ka tulevikku. Artikleid leiab nii põhjavee uuringute, mererannikute seire kui ka üldgeoloogiliste uurimistööde osas. Loodame, et siia koondatud artiklid koos info- ja pildimaterjaliga tekitavad huvi ning annavad sisuka ülevaate EGT tegevustest.

Head lugemist!

Organisatsioonist

Eelarve

	2018	2019	2020
Tööjõukulud	1 300 000,00 €	1 400 000,00 €	1 400 000,00 €
Majandamiskulud	729 815,00 €	1 356 000,00 €	1 084 176,00 €
Investeeringud (sh Arbavere arendamine)	271 000,00 €	450 000,00 €	375 000,00 €
Kokku	2 300 815,00 €	3 206 000,00 €	2 856 176,00 €

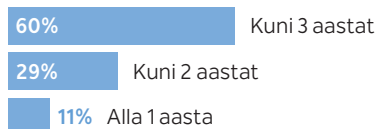
Töötajaskond

Keskmine vanus 41 eluaastat

Sooline jaotus



Tööstaaž asutuses
(EGT alustas tegutsemist 01.01.2018)



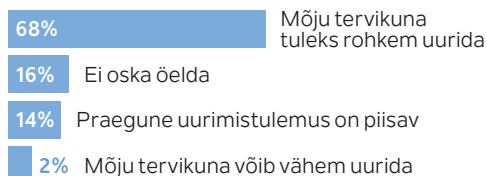
Omandatud haridustase



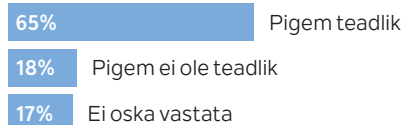
Peegeldus ühiskonnast

(Emor AS uuring 14.05–20.05.2020)

Kas Eestis tuleks rohkem uurida maavarade kasutamise mõju nii keskkonnale, majandusele ja sotsiaalsfäärile või on praegune tegevus vastav olukorrale?



Kuivõrd ollakse teadlik Eesti Geoloogiateenistuse tegevusest





ResTA infopäev (koostöös ETAGi, TÜ ja TalTechiga). Foto Sirlil Sipp Kulli.

Koostöö

Geoloogiliste uuringute põhiküsimus on ikka olnud, kus ja kui palju uurida. Täna on muutumas üha tähtsamaks ka see, kuidas uurida ja mis saab pärast uuringute tegemist. Et vastuseid leida, muutub üha olulisemaks koostöö uurijate, teadlaste ja otsustajate vahel. Eirata ei saa ka ettevõtjate ja kohaliku kogukonna vajadusi.

2020. aastal oli heaks näiteks koostööst kohalike omavalitsustega uute puuraukude rajamine Virumaale. Selgitada tuli nii uuringute eesmärke, puuraukude asukoha valikuid kui ka puurimistööde tehnilist poolt. Lääne- ja Ida-Virumaa omavalitsuste liidud suhtusid Eesti Geoloogiateenistuse plaanidesse mõistvalt. Oluline oli vallavalitsuste abi elanikkonna teavitamisel seal,

kus puurimistöid teostati. Info oli kättesaadav valdade kodulehtedel ja vallalehtedes ilmusid pikemad selgitavad artiklid. Ka EGT kodulehel oli pidevalt saadaval teave puurimistööde kulgemise kohta. Üksikud tekkinud probleemid olid pigem seotud kohalike teede olukorraga ja needki lahendati kiiresti. Omavalitsused tunnevad jätkuvat huvi uuringutulemuste vastu ja kindlasti me tutvustame neid, kui need on saanud kaante vahele.

Jätkuvalt panustame koostöösse teiste riigiasutustega. Nii on mitmed teinud uuringud lähtunud teiste riigiasutuste vajadusest kasutada teadmistel põhinevate

otsuste tegemiseks adekvaatset infot. Näiteks võib tuua 2020. aastal Veeteede Ameti (nüüdse Transpordiameti) tellimisel valminud laevateede uuringu, Keskkonnaministeeriumi tarbeks tehtud põhjaveekoogumite seisundi hindamise, mererannikute seiretööd ja pinnase kiirgusseire, ehitusmaavarade varustuskindluse hindamise Pärnumaal jms.

Koostöö riigiasutustega jätkub ka 2021. aastal. Järjest enam on esile tõusnud maakasutuse küsimused olemasolevatel ja perspektiivsetel maardlatel. Tähelepanu all ehitusmaavaradega varustatuse perspektiivid, seda eriti Harjumaal. Arendajad on hakanud tundma huvi meretuulepargiks kavandavate alade geoloogiliste tingimuste vastu. Huvi kasutada geoloogilist infot oma vajadusteks on üles näidanud Kaitsevägi.

Eesti Geoloogiateenistuse loomisest saati alates 2018. aastast tehakse tihedat koostööd Tartu Ülikooli ja Tallinna Tehnikaülikooli geoloogiateadlastega. Kahtlemata on sellele on kaasa aidanud kahe projekti – ResTA (Ressursside väärimise alase teadus- ja arendustegevuse toetamine) ja RENE (Ressurss nutikale Eestile) – rahastamine Euroopa Liidu poolt. Eesti Geoloogiateenistus projekti-partnerina on hankinud ülikoolidele teadustööks vajalikku kivimmaterjali. Pikaajalisem koostööeesmärk ülikoolidega on pakkuda võimalusi geoloogide õpetamiseks ja teadustööks. Selleks tegeleb EGT jätkuvalt Arbavere maapõue uurimiskeskuse taristu arendamisega.

Välispartneritega on seni enim koostööd teinud hüdrogeoloogid. Põhiliselt hõlmab koostöö piiriüleste põhjaveeresursside ja inimõju hindamist, hindamismetoodikate väljatöötamist ja valideerimist.



Koostöö Keskkonnaameti maapõuebürooga.
Foto Jaak Jürgenson.

Välisprojektid

Eesti-Läti Interreg projekt WaterAct

Eesti-Läti Interregi projekt GroundEco

LIFE IP CleanEST

EU-Waterres - Piiriülesteh põhjaveeressursside ja inimõju integreeritud hindamine

GeoERA

EMODnet Geology

Siseriiklikud koostõõprojektid

Põhjaveekogumite seisundi hindamine (Keskkonnaministeeriumiga)

Põhjavee kloriidide sisalduse tõusu põhjuste ja päritolu uuring Sillamäel (KIK)

Geoloogilise informatsiooni säilitamistingimuste parandamine (KIK)

Merepõhja setete keskkonnaseisundi hindamise metoodika arendamine ja rakendamine (KIK)

Piinase kiirgusseire (riiklik)

Mererannikute seire (riiklik)

EGT ruumiandmete ärianalüüs (SF)

Eesti mereala innovaatiliste analüüsi- ja hinnangumeetodite arendamine ning testimine pilootala (RITA, TalTech)

Maapõueuuringute valdkonna teadus- ja arendustõõ tugitegevuste läbiviimine (ResTA)

Ressurss nutikale Eestile (RENE)

Hea nõu kulub alati marjaks ära ja nii sai 2020. aastal ellu kutsutud vanemgeoloogide koda, kuhu palusime silmapaistvad ja pikaajalise kogemusega geoloogiateadlased ja -praktikud. Eesmärgiks on, et nad oma parimate teadmistega saaks toetada Eesti Geoloogiateenistust põhimäärusega sätestatud ülesannete täitmisel. Seda võimalust oleme usinalt kasutanud. Meie töötajad on saanud seeläbi oma ülesannete täitmisel metoodilist nõu ja tõstnud oma kompetentsi.

Aitäh teile!

Jaak Jürgenson

Jaak.Jurgenson@egt.ee



Edmund Sides annab Eesti geoloogidele ülevaadet PERC-i standardist; seminariruum TalTechis. Foto Hardi Aosaar.

Oskuste arendamisest

Kompetentsete ja asjatundlike inimeste olemasolu on geoloogiateenistuse jaoks võtmetähtsusega. Ei ole mingi saladus, et geoloogide „pink“ Eestis ei ole väga pikk ning paljusid kaasaegseid teadmisi ja oskusi maapõue valdkonnas tuleb omandada väljastpoolt Eestit. Seetõttu soovime EGT-s üha rohkem ressursi inimeste arendamisse ja koolitamisest panustada. 2019. aastal osalesid meie töötajad kokku 1807 akadeemilises koolitustunnis, 2020. aastal tõusis osalemine 2677 tunnini. Peamiselt täiendati geoloogia-alaseid teadmisi ning õpiti kasutama kõige uuemaid tarkvaralahendusi.

PERC aruandluse standard

Maailma eri regioonides on kasutusele võetud standardid, kuidas maavarade uuringuid läbi viia ning nende tulemusi esitada. Tänapäeval on maailmas kasutusel kolm-neli enamtuntud standardit. EGT on uuringute jaoks oma geograafilise asendi tõttu välja valinud PERC-i – *Pan-European Reserves & Resources Reporting Committee* standardi. Üldistatult on selliste standardite põhituum selles, et kõik uuringuetapid tuleb väga detailselt dokumenteerida. Praegusel ajal on standardinõuetega väga hästi kursis ka investorid ja pangad, nii et kaevandusprojektile on pea võimatu leida



Dr Petri Peltonen (punase vesti ja prillidega) tutvustab Arbavere uurimiskeskuses geoloogilise kirjelduse andmebaasi ülesehitust. „Lauaks“ on Jõhvi raudkvartsiidi puursüdamiku kastid. Foto Johannes Vind.

rahastust, kui ressursid ei ole kinnitatud mõne üldtunnustatud standardi alusel.

Koolituse viis läbi kogemustega geoloog dr Edmund Sides, kes on viimased 15 aastat töötanud kaevandamisfirmade konsultandina ning kel on märkimisväärne kogemus PERC-i ja teiste rahvusvaheliste raporteerimisstandarditega.

Meregeoloogia koolitused Soomes

Meregeoloogia osakond koolitas end 2020. aastal Soomes. Suvel õpiti kasutama **seismoakustilist profilaatorit Boomer/Sparcker** ning sügisel **lehviksonari** installeerimist ning kasutamist. Koolituse viis läbi Oy Meridata Finland Ltd., kes on üks meie regiooni juhtivaid kõrglahutusega meregeofüüsikaliste toodete, süsteemide ja tarkvara arendajaid ja tootjaid. Koolitus oli üks osa EGT meregeoloogia osakonna plaanist täiendada aparatuuri ja meetodeid, mis võimaldavad välitöödel ühe korruga koguda väga erinevat ja mitmekülgset informatsiooni samal ajal. Meregeoloogiliste andmete puhul, mis on väga mahukad, on väga oluline andmete hilisem töötlus vastavate tarkvaraprogrammidega. Kuna oleme kasutanud Meridata

tarkvara ka juba olemasoleva aparatuuri käitamiseks ning andmete interpreteerimisel, oli nii mõnigi aspekt koolitusel juba tuttav. Siiski lisanduvad iga uue meetodiga/masina tarkvarale uued nüansid, mille kätte harjutamine on tarkvara loojatega koos oluliselt lihtsam. Eesti merealad peidavad endas veel palju saladusi ja EGT meregeoloogidel on nüüd võimalus astuda nende saladuste avastamisel üks samm edasi.

Maagistumise ja südamike kirjeldamise koolitus

Eestigeoloogidel on mõnevõrra aegade kadunud järjepidevus kristalsete kivimite uurimisel, mis asuvad settekivimite all ning paljanduvad maapinnal alles teisel pool Soome lahte. Neid saab Eestis uurida vaid paari sõrme jämedustest puursüdamikest. EGT kutsus koolitust andma Helsinki Ülikooli professori dr Petri Peltoneni, kes tegeleb aktiivselt ka maagi- ja kullaotsingutega. Koolituse eesmärk oli saada kaasaegset õpetust nii teoreetilise maagigeoloogia kohta kui harjutada puursüdamiku kirjeldamist Arbavere uurimiskeskuses hoiustatud aluskorra moondetavate kivimite näitel. Kirjeldamise eesmärk oli eelkõige tuvastada maagistumisnähtusi. Kõige väärtuslikumateks kujunesid arutelud mõtete üle, kuidas me uuringute ühte või teist aspekti võiksime Eestis edaspidi lahendada.

WellCAD koolitus

Ühest puursüdamikust ehk maa seest välja tõstetud kivimist ning puuraugust ehk järele jäänud õõnsusest maapinnas kogutakse märkimisväärne hulk informatsiooni. Kõik see tuleb tõlgenduste koostamiseks kuidagi visuaalselt esitada, et erinevaid andmeid võrrelda ja rööbistada. Üks maailma juhtivaid tarkvaralahendusi selles vallas on WellCAD. Well programmi nimetuses tähistab puurauku ja lühendiga CAD (= *computer-aided design*) tähistatakse tehnilist joonestamist.



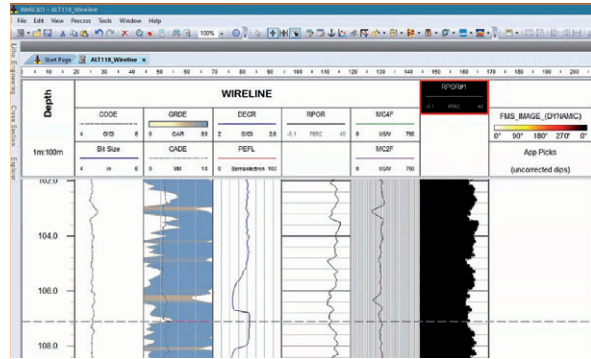
Lehviksonari seadistamine Lohja järvel, Soomes. Foto Sten Suuroja.

Õpetuse andis edasi programmi arendusega tihedasti seotud Mariano Rodríguez ning kolmepäevase aktiivse osalusega treening toimus veebikeskkonnas.

ArcGIS Pro kasutamine

Eesti Geoloogiateenistuse üheks sihiks on oma tööülesannete täitmisel kasutada mitmekülgseid ja kaasaegseid töövõtteid ja tarkvaralahendusi. Üks samm sellel teel on ruumiandmete analüüsis ja töötlemises ArcGIS Pro kasutusele võtmine. Kuna meie geoinformatsiooni osakonnas oli juba kompetentsus seda tarkvara kasutada olemas, siis otsustati programmi laiemalt tutvustada sisekoolitusel. Hando-Laur Habichti juhendamisel toimus erinevate osakondade inimestele kaks koolitust Tallinnas.

Sisekoolitus andis esmase ülevaate ArcGIS Pro-st ja selle funktsioonidest ning kursuse käigus vaadati läbi kõik põhilised sammud teel programmi avamisest valmis kaardini. Koolituse läbinud õppisid looma ArcGIS Pro-s projekte, kaasama projekti andmeid erinevatest andmeallikatest, looma ise uusi andmekihte, kasutama põhilisi ruumiandmete loomiseks ja muutmiseks



Kuvatõmmis WellCAD-i koolituse ekraanist.

vajalikke tööriistu, kujundama ja koostama trükikaarte ning jagama oma andmeid teistele ruumiandmetega töötavatele inimestega.

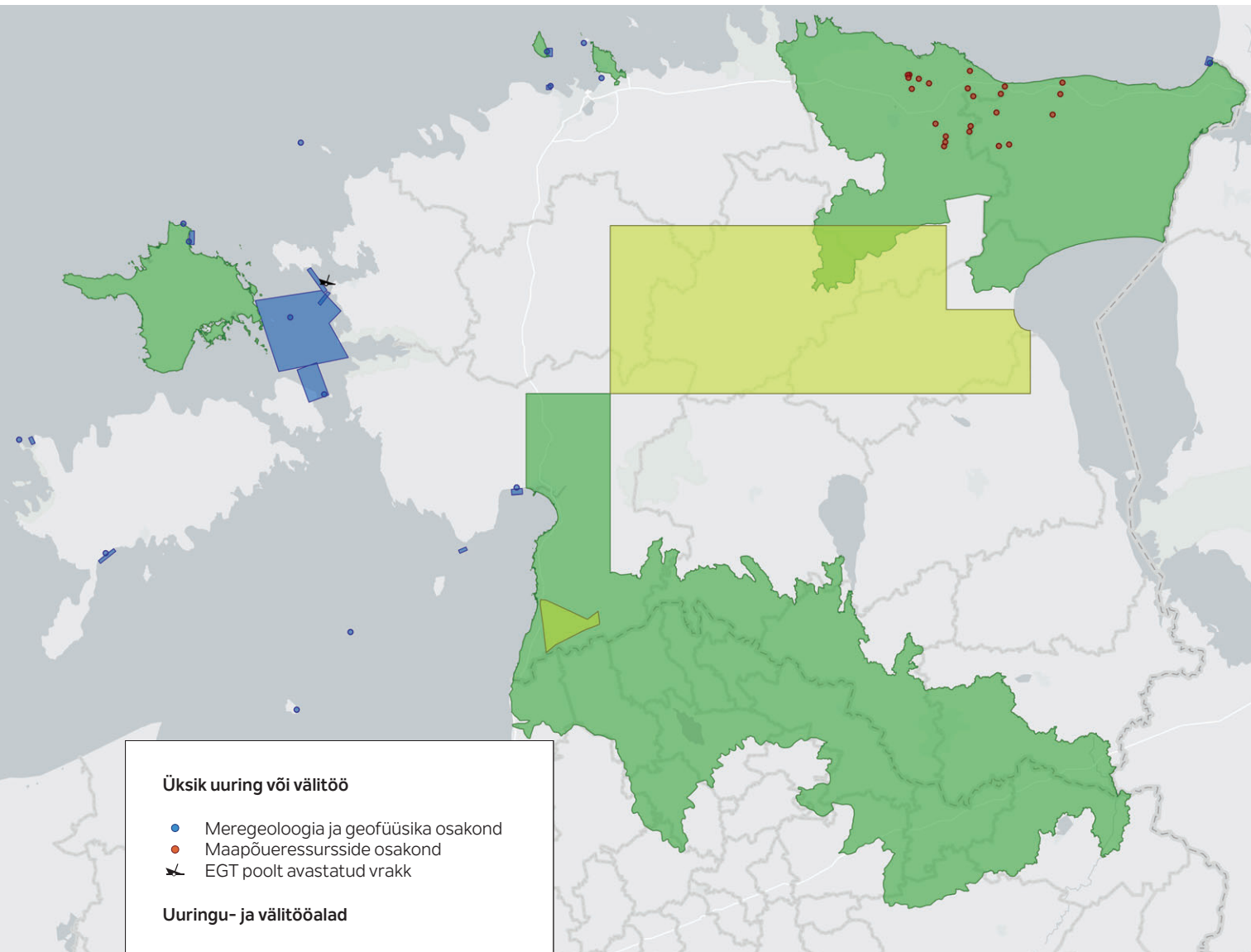
ESRI GIS-tarkvara koolitused

Aasta jooksul osales palju töötajaid erinevatel igapäevaste tööülesannete teostamist toetavatel ESRI GIS-tarkvara koolitustel. Näiteks koolitus „3D-andmetega töötamine ArcGIS-is“, kus tutvustati kolmemõõtmeliste andmete (3D-objektid, pinnamudelid) olemust, erinevaid võimalusi luua 3D-andmeid ning vastavaid ruumianalüüsi meetodeid (nt pindade interpoleerimine jne). Kõikide teemade käsitlemine toimus praktiliis ülesandeid lahendades. Või siis koolitus „Pythoni skriptide kasutamine geotööstuses“, kus anti üldised oskused Pythoni skriptide loomiseks, mis võimaldavad ArcGIS-i vahendeid kasutades automatiseerida andmehalduse, objektide redigeerimise, geotööstuse ja kaarditootmise ülesandeid. Lisaks ka koolitus „Veebikaardid ja nutirakendused edasijõudnutele“, kus läbi praktiliste ülesannete tutvustati ArcGIS-i veebipõhiseid vahendeid interaktiivsete kaartide ja teenuste loomiseks kui ka erinevaid nutiseadmetele mõeldud GIS-rakendusi.

Johannes Vind
Sten Suuroja
Hando-Laur Habicht

Johannes.Vind@egt.ee
Sten.Suuroja@egt.ee
Hando-Laur.Habicht@egt.ee

Välitööd aastal 2020



Üksik uuring või välitöö

- Meregeoloogia ja geofüüsika osakond
- Maapõueressursside osakond
- ✈ EGT poolt avastatud vrakk

Uuringu- ja välitööalad

- Meregeoloogia ja geofüüsika osakond
- Geoinformatsiooni osakond
- Hüdrogeoloogia ja keskkonnageoloogia osakond

Aluskaart: Maa-amet



Südamikpuurimised – oluline teetähis Eesti maapõueuuringutes

Geoloogiliste uuringute ulatus on määratult laiem kui kõigest puurimine. Sellegipoolest on puurimistööd olnud ja jäävad asendamatuks viisiks saada uuringuteks vajalikku materjali, mis ei paljandu maapinnal. Kaudsete meetoditega, nagu geofüüsikaliste väljade uurimine, saab palju eelinfot, kuid põhjalikumate järelduste tegemiseks tuleb kivim maapinnale tuua.

Viimastel aastakümnetel on korduvalt kõlanud väide, et riik on oma maapõue uurimise unarusse jättnud. On võimalik, et selliste uuringute põhjal oleks saanud mõjusamalt lee-

vendada potentsiaalset sotsiaal-majanduslikku kriisi Ida-Virumaal, kuid selle hinnangu saavad anda alles tulevased ajaloolased.

Millal toimusid viimased puurimised Eesti Vabariigi tingimustes? Eks nad sinna okupatsioonieelsesse aega jäävad. 1938.-1939. aastast on teada viimased fosforiidiuuringute puuraugud Aseri maardla piirkonnas. Niisiis on arusaadav, miks on viimasel kahel aastal toimunud puurimistööd sümbolse tähtsusega – nii otsustame eestimaalastena meie ise, mida me uurida tahame, ning ka võimalikud kasud kuuluvad ainult meile endile.



Multifunktsionaalne puurpink Massenza MI8.



Fragment fosforiidist puursüdamikus PH004.



Fragment graptoliitargilliidist puursüdamikus GA004.

Tänaseks oleme vaatamata eksirännakutele olukorras, kus puurimistööd on alanud juba kõigis EGT tegevusvaldkondades. Alustati süvapuurimistega Jõhvi magnetanomaalia alal. Selle käigus toimus veel üks n-ö Eesti esimene – maagikeha vertikaallähedase asendi tõttu teostati kaldpuurimine. 2020. aasta suvel alustati fosforiidi ja sellega kaasnevate ressursside puurimistega, mis lõpetati 2021. aasta kevadel. Fosforiidiuuringute käigus rajati ka hüdrogeoloogilised vaatluskaevud, mille abil täiendatakse olemasolevat mudelit ja prognoositakse võimaliku kaevandustegevuse mõjusid. Kaardistamise ja ehitusmaavarade uurimiseks vajalikud puurimised on siiski osaliselt edasi lükkunud, mõned puuraugud on rajatud vaid Pärnu maakonnas. Meregeoloogias ei ole seni veel pealmisest ühemeetriseist settekihist sügavamale puuritud. Mere- ja impaktgeolooge paelub lisaks pikaajaline unistus – avada puurimisega Osmussaare lähedal asuv Neugrundi meteoriidkraater.

On äärmiselt oluline, et EGT alustas kohe laiahaardeliselt mitmesuguste geoloogiliste tegevustega, selmet tegeleda ainult puht-teoreetiliste küsimuste ja andmebaaside loomisega. Justkui oleks kuulda võetud minu doktoritöö juhendaja deviisi „Do it in parallel!“ – „Tehke seda paralleelselt!“. Nõnda saamegi nüüd ühel ajal kasutada nii uut digitaalset teavikufondi kui ka uurida värsked ja ennenägematu saagisega puursüdamikke Arbavere uurimiskesuses.

Nüüd, kus on loodud tingimused maapõue mitmekülgseks uurimiseks, lasub meil, geoloogidel, suur vastutus sellest võimalusest parim tulemus uute teadmiste näol päevalgele tuua. Kuulutame uue ajajärgu Eesti maapõueuurimises alanuks!

Johannes Vind

Johannes.Vind@egt.ee

Üldgeoloogilise uurimistöö luba	Maardla või selle lähiala	Uuringuruumid	Puur-augud	Seire-kaevud	Min sügavus m	Max sügavus m	Keskmine sügavus m
Nr 333901. Kallavere kihistu uuringuruumid Virumaal	Rakvere	8	8	3	73,6	116,5	96,6
Nr 333711. Virumaa graptoliitargilliidi geokeemilise uuringu uuringuruumid	Aseri	8	8	1	20,05	55	37,8
Nr 509155. Kallavere kihistu uuringuruumid Virumaal 2. etapp	Toolse (6), Aseri (1)	7	21	2	24,6	45	37,3

2020. aastaks välja antud uuringuload.

Ülevaade EGT puurimistöödest 2020. aastal

Eestis on varasematel aastatel läbi viidud erinevaid fosforiidi (levib Kallavere kihistus) ja graptoliitargilliidi (levib Türisalu kihistus) uuringuid. Paraku jäävad need uuringud osaliselt isegi enam kui 50 aasta tagusesse perioodi. Aegade jooksul on arenenud puurimistehnikad ja laborite võimekus. Kätte saadakse parema kvaliteediga puursüdamikud ja täienenud on analüüside läbiviimise meetodid ja täpsusaste. On võimalik täpsemalt mõõta väikemas koguses elemente. Seega tuleb ka piiritletud maardlate veelgi täpsemate ruumimudelite koostamiseks võrrelda olemasolevat andmestikku materjaliga, mida kogutakse uuringutes moodsa laboratoorse aparatuuri abil.

2019. a alustas Eesti Geoloogiateenistus kahe, 2020. a ka kolmanda üldgeoloogilise uuringuloo taotlemist Keskkonnaametist. Eeltööd taotlusteks alustasid 2018. aastal Johannes Vind ja Jüri Nemliher, kes valisid geoloogiafondi vanade aruannete alusel välja puuraukude potentsiaalselt huvipakkuvad asuko-

had. Valiti välja soovitud uuringuruumide eeldatavad koordinaadid ja vanade aruannete põhised arvata- vad litoloogilised kirjeldused. Selleks kasutati erineva vanusega uuringute aruandeid, millest vanim oli aastast 1938. ja uusim 1977. aastast. Esimeses järjekorras esitati 2019. a märtsis uurimistöö loa taotlused kahele uuringuruumile: (1) „Virumaa graptoliitargilliidi geokeemilise uuringu uuringuruumid“ ja (2) „Kallavere kihistu uuringuruumid Virumaal“. Vastavad üldgeoloogilise uurimistöö load väljastati EGT-le 2019. a novembris. Juunis 2020 esitati kolmas taotlus: (3) „Kallavere kihistu uuringuruumid Virumaal 2. etapp“. Luba väljastati augustis 2020. a.

Lubade (1 ja 2) alusel alustas EGT mais 2020 puurimise riigihanke menetlust. Hankemenetluse tulemina jagati tööd kolmeks osaks ja sõlmiti vastavalt 3 lepingut, eesmärgiga saada täpsemaid resultate, arvestades puuraukude uuringuiseloomu. Mõlemad tööd kohustus puurija üle andma sama aasta oktoobris. Lepingutega nähti ette südamikpuurimised *triple-barrel* (kolmekordse kattekihiga puurtoru) meetodiga,

puursüdamiku väljamist ja ladustamist kärnikastidese, transporti Arbavere maapõue uuringukeskusesse ja puuraukude sulgemist ning platside korrastamist. Hangekeprotsessi võitnud OÜ Inseneribüroo STEIGER alustas puurimistöödega puuraukul GA005 6. juunil ja lõpetas esimeste lepingute puurimistööd 21. oktoobril 2020 puuraukul PH005. Kokku puuriti kahe üldgeoloogilise loa alusel 16 puurauku, neist 8 puurauku tähisega „GA“ olid graptoliitargilliidi geokeemilise uuringu uuringuruumides ja 8 tähisega „PH“ puurauku kuulusid vastavalt Kallavere kihistu uuringuruumidesse. 16 puuraukust laiendati 4 põhjavee seirekaevudeks, mis manteldati vastavalt nõuetele ja milles viiakse läbi põhjavee seiret lubade tähtaja lõpuni 2022. a.

Kolmanda loa alusel, millega võis puurida 7 uuringuruumis, alustati puurimistööde riigihankega septembris. Hange oli jagatud kaheks osaks. Kolmanda loa eripära oli see, et igas uuringupunktis puuriti kolm puurauku. Põhjuseks kahe projekti - ResTA („Ressursside väärindamise alase teadusja arendustegevuse toetamine“) ja RENE („Ressurss nutikale Eestile“) koostöö. Puurimistööd finantseeritakse RENE eelarvest. Nimetatud projektide alusel on ette nähtud suurema hulga teadusmaterjali saamine puursüdamike näol ja selle jagamine Tallinna Tehnikaülikooli ja Tartu Ülikooli teadlastega. Perioodil 2020. a sügis kuni 2021. a kevad on ette nähtud puurida 7 uuringuruumist kokku 21 puursüdamikku. Kahes uuringuruumis rajatakse loa kehtivuse perioodiks jällegi põhjavee vaatluskaevud. Töödega alustati 29. oktoobril 2020 uuringuruumis PH011. Lepinguliste tööde lõpp on määratud 2021. a aprilli lõppu.

Kõikide tööde läbiviimisel kasutati kahte puuragregaati – MI8 ja ZBO S15. Puurimine, nagu tehnilised tööd ikka, ei kulge paraku alati tehniliste viperusteta. Mobiilsemal seadmel MI8 tuli pooleaastasel perioodil ette 2 pikemat tööseisakut aparaadi remondi tõttu. Suuremat ja ilma autonoomse liikumisvõimeta seadet ZBO S15 ei saanud maastiku iseloomu keerukuse tõttu alati igale uuringuruumile transportida.

Kõikide uuringupunktide lõpetamisel oli ja on oluline tööplatside ja ligipääsuteede nõuetekohane korrastamine ja viimine välimusest algsega võimalikult sarnasesse seisukorda. Tööde lõpetamise järel kontrollis EGT platside seisukorda uuringuruumides, võimalusel mõõtis geoloogiateenistuse GPS-ga üle puuraukude asukohtade koordinaadid ning alles seejärel sai vormistada puuraukude likvideerimise akti ja uuringuruumi üleandmise-vastuvõtmise aktid. Likvideerimise akti korral pidi nõusoleku korrastamise kohta andma ka maaomaniku esindaja.

Kõik saadud puursüdamikud toimetatakse puurija Arbavere maapõue uuringukeskusesse ja ladustatakse südamikuhoiulates. Arbaveres töötavad südamikega EGT geoloogid, kes kirjeldavad ja pildistavad südamikud ning seejärel võtavad proovid, mis analüüsitakse erinevates laborites, s.h ka väljaspool Eestit. Proovide uuringute eesmärgid võib jagada üldjoontes kaheks:

1. teha kindlaks kivimi füüsikalise-mehaanilised omadused ja
2. erinevate keemiliste elementide sisaldused. Esimesed proovid jõudsid 2020. aasta jooksul laborisse ja tulemused laekuvad 2021. aastal.

Kaido Kansi

Kaido.Kansi@egt.ee



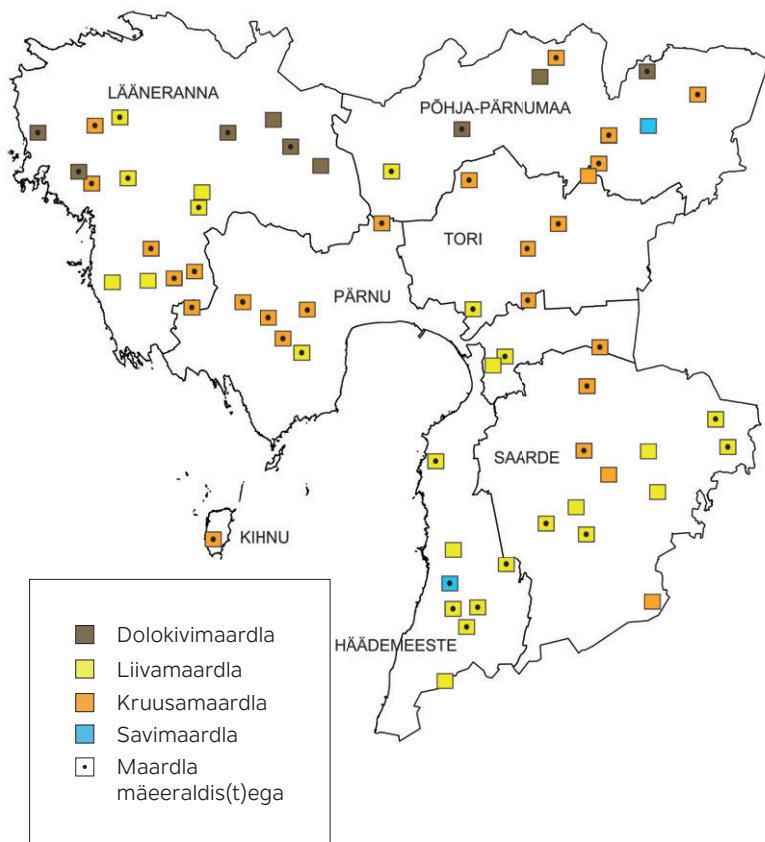
Ehitusmaavarade levik, kaevandamine ja kasutamine Pärnu maakonnas

Keskonnaregistris on arvele võetud kuus ehitusmaavara: lubjakivi, dolokivi, aluskorra ehituskivi, liiv, kruus ja savi. 2018. aastal tegi Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium vastloodud Eesti Geoloogiateenistusele (EGT-le) ülesandeks hinnata ehitusmaavarade levikut, kaevandamist ja kasutamist Harju, Rapla ja Pärnu maakonnas.

Töö vajadus tulenes Eestis hoogustunud ehitustegevusest, mistõttu suurenes ehitusmaterjalide tarbimine ja tekkis vajadus analüüsida kohalike ehitusmaavarade varustuskindlust.

Uurimistööd Harju- ja Raplamaa ehitusmaavarade kohta koostati EGT-s aastatel 2018–2019.

Uurimistöö Pärnumaa ehitusmaavarade ressursside, nende perspektiivi ja kasutamise kohta valmis 2020. aastal. Maakonnas leidub Siluri ajastul tekkinud paekivi,



Ülevaade ehitusmaavarade maardlate paiknemisest Pärnu maakonnas.

Devoni ajastu savi ja Kvaternaari ajastu liiva, kruusa ning savi.

Pärnu maakonna uurimistöö eesmärk oli anda terviklik ülevaade ehitusmaavarade levikust, kaevandamisest ja kasutamisest maakonnas ning analüüsida praegust varustuskindluse olukorda. Töös anti hinnang ka ehitusmaavaradega varustatuse võimalustele kuni aastani 2030 ja pikemas perspektiivis aastani 2050.

Uurimistöö ülesanne oli riigi huvist lähtudes esile tõsta Pärnumaa need piirkonnad, kus loodusliku maavara omaduste

järgi on võimalik eeldada ehitussektori, sh eelkõige teedehituse jaoks vajaliku toorme nõuetele vastava ehitusmaavara kaevandamist. Kui järgnevatel aastatel suureneb eeldatavalt riigiteede ja raudteetaristu ehitus, siis kasvab ka nõudlus kohalike ehitusmaavarade järele.

Uurimistöö lähtematerjalidena kasutati EGT ja selle eelkäija Eesti Geoloogiakeskuse geoloogilise kaardistamise andmeid, geoloogiafondis säilitatavaid geoloogiliste tööde aruandeid ning keskkonnaregistri maardlate nimistu (edaspidi maardlate nimistu) andmekogu koos maavaravarude koondbilanssidega. Uurimistöös esitati ülevaade ka ehitusmaavarade kasutamise kohta kehtestatud õigusaktidest ning kirjeldati alternatiivsete ehitusmaterjalide kasutamise võimalusi.

Pärnu maakonnas (pindalaga 5418,73 km²) paiknevate dolokivi-, liiva-, kruusa- ja savimaardlate pindala on kokku ligikaudu 2810,95 ha ehk 28,11 km². Seega moodustavad need maardlad 0,5% kogu maakonna pindalast.

Dolokivi levikualal on arvele võetud üheksa dolokivimaardlat ja need paiknevad Pärnu maakonna põhjaosas, Lääneranna ja Põhja-Pärnumaa valla aladel. Samas piirkonnas on lisaks maardlatele välja eraldatud ka perspektiiv- ja levialad. Dolokivi geoloogilisteks uuringuteks on perspektiivne ka Valistre piirkond Põhja-Pärnumaa ja Tori valla piiril, kuid edasi lõuna pool geoloogilised eeldused dolokivi kaevandamiseks suure tõenäosusega puuduvad, sest pinnakatte paksus suureneb ja Pärnu jõest lõuna pool avanevad pinnakatte all juba Devoni ajastu vanusega mergli kihid ning terrigeensed purdsetted.

Liiva levikuala moodustavad ulatuslikud jääjärve ja Läänemere setetega kaetud alad. Need setted on kas savikad ehk väga

peeneteralised (suure savi- ja tolmuosakeste sisaldusega) või esinevad maapinnal väga õhukeste kihtidena.

Kruusa levikuala moodustavad hajusalt esinevad liustikujõesed, mis on omaduste poolest kõige sobivamad ehitusmaavarana kasutamiseks. Kuid Pärnumaal on nende liustikujõesetete levik piiratud ja seetõttu arvele võetud ehituskruusa varu kogus on väike, võrreldes ehitusliiva varuga.

Savi levikuala paikneb Pärnumaal hajusalt ja ehitusmaavarana sobivat savi leidub vaid vähestes kohtades. Arumetsa maardla on seotud aluspõhja Devoni mereliste setete levikuga. Väandra maardla varu ja savi levialasid moodustavad jääjärve ning Läänemere vanemate arengustaadiumite ajal tekkinud setted.

Seisuga 31.12.2018 oli Pärnumaal maardlate nimistusse kantud kokku 62 ehitusmaavarade maardlat, kus dolokivi aktiivset varu oli kokku ligi 111,3 mln m, liiva- ja kruusa aktiivset varu kokku ligi 48 mln m ning savi aktiivset varu 9,3 mln m (tabelis on varu hulka arvatud ka kaasneva maavara varu).

Pärnu maakonna ehitusmaavarade kaevandamise maht moodustab Eesti ehitusmaavarade kaevandamise kogumahust ligi 6%, ulatudes 2018. aastal veidi üle 0,6 mln m. Pärnumaa ehitusmaavaradest on maard-



Kurevere-Esivere karjäär. Foto Janne Tamm.

late nimistus arvele võetud dolokivi-, liiva-, kruusa- ja savimaardlad. Uurimistöös on põhjalikumalt analüüsitud varustuskindlust dolokivi-, liiva- ja kruusavaruga ning nende maavarade perspektiivseid alasid.

Pärnu maakonna ehitusmaavaradega varustuskindluse tagamiseks aastani 2030 on uurimistöö käigus kogutud andmete põhjal ehitusmaavarade vajadus kokku ligikaudu 15,5 mln m, mille põhilised kasutajad on Maanteeamet (ligi 8,2 mln m) ja Rail Baltica (ka RB, ligi 6,5 mln m). RB taristu jaoks olulisemad Pärnumaa ehitusmaavarade maardlad paiknevad kavandatud trassist kuni 45 km kaugusel. Lisaks on võimalik kasutada alternatiivseid ehitusmaterjale,

Ehitusmaavarade varu Pärnu maakonnas seisuga 31.12.2018 (tuhat m³).

Ehitusmaavara	Maardlate arv	Aktiivne tarbevaru	Aktiivne reservvaru	Passiivne varu	Kaevandamise maht 2018. aastal
		aT	aR	pT+pR	
Dolokivi	9	34 669,6	76 635,0	12 384,0	293,0
Liiv	kokku 51	21 774,1	18 016,1	12 390,0	233,6
Kruus		5 388,7	3 395,0	1 000,0	87,6
Savi	2	8 106,7	1 210,0	272,0	–

Ehituspaekiviga varustuskindluse tagamiseks Pärnu maakonnas aastani 2030 ja pikemas perspektiivis aastani 2050 esitati uurimistöö aruandes järgmised ettepanekud:

- **I ettepanek:** nimetada Valistre perspektiivne ala ehitusmaavarade geoloogilise uuringu piirkonnaks;
- **II ettepanek:** teha geoloogilisi uuringuid Kaisma dolokivimaardla ja Sohlu ning Rinnaku kruusamaardla piirkonnas nii kruusa kui ka dolokivi omaduste uurimiseks, et täpsustada võimaliku maavara kõlblikkust ehituskillustiku tootmiseks ning seejärel võtta arvele täiendav ehitusmaavara varu;
- **III ettepanek:** laiendada ehituspaekivi kaevandamise võimalusi Anelema, Koonga ja Kurevere maardlas;
- **IV ettepanek:** varustada Pärnu maakonda nii lühemas kui ka pikemas perspektiivis Kunda maardla Vão kihistu kõrgemargilisest ehituslubjakivist toodetud ehituskillustikuga.

Liiva ja kruusaga varustuskindluse tagamiseks Pärnu maakonnas aastani 2030 ning pikemas perspektiivis aastani 2050 on uurimistöö aruandes tehtud järgmised olulisemad ettepanekud:

- **I ettepanek:** teha geoloogilisi uuringuid perspektiivsete liiva- ja kruusamaardlate piirkonnas täiendava varu arvele võtmiseks (Potsepa, Taganõmme jt);
- **II ettepanek:** teha üldgeoloogilisi uurimistöid ning geoloogilisi uuringuid geoloogilise kaardistamise käigus kirjeldatud liustikujõesetete levikualade piirkonnas ning piiritletud liiva ja kruusa levi- ja perspektiivvaladel ning nende lähiümbruses, lähtudes geoloogiast, reljeefist, asustusest ja kitsendustest (kaitstavatest loodusobjektidest jt);
- **III ettepanek:** hinnata ümber maardlate nimistus arvele võetud ehitusliiva ja -kruusa varu ehitusmaavaradele kehtivate nõuete järgi.

näiteks paekivi kaevandamisega kaasnevaid paesõelmeid ja põlevkivi kaevandamisel saadud aherainet, millega saab osaliselt vähendada ehitusmaavarade kaevandamise kogust, kuid aheraine kasutamise korral tuleb arvestada ka transpordi suurema kuluga, seda eriti Pärnumaal, ja samuti on aherainest saadava ehitusmaterjali kvaliteet madalam kui näiteks kõrgemargilisest ehituspaekivist toodetud ehituskillustikul.

Pikemas perspektiivis on aastatel 2031–2050 vaja Pärnumaa riigiteede ehituseks

ja hoolduseks ehitusmaavarasid kokku ligikaudu 12,7 mln m. Lisaks Maanteeameti ja raudteetaristu ehitusmaavarade vajadusele on arvestatavad ehitusmaavarade tarbijad veel KOVid, kes vajavad eelkõige ehitusliiva ja -kruusa. Nende põhiline ehitusmaterjalide tarve tuleneb kohaliku tähtsusega teede ehitusest ja remondist.

Rail Baltica eelprojektis ehitusmaterjalide vajaduse järgi tehtud analüüsi põhjal on taristu rajamiseks nii Pärnu kui ka Rapla maakonnas ehitusotstarbeliste karbonaatsete

kivimite varu killustiku tootmiseks olemas. Kuid võttes arvesse nendes maakondades ülejäänud teetööde mahtu, ei saa rahuldavaks lugeda varustuskindlust kõrgemargilise ehituspaekiviga aastani 2030, sest alates aastast 2024 kasvab Maanteeameti vajadus III klassi ehituskillustiku järele riigiteede ehitus- ja hooldustöödeks.

Sama Rail Baltica eelprojekti järgi on Pärnumaa (samuti Raplamaa) liiva- ja kruusavaru nii madala kui ka kõrge savi- ja tolmusisalduse arvestuses kriitilised. Seega tuleb toetada ettevõtjate taotlusi selliste geoloogiliste uurin-gute tarvis, mille eesmärgiks on võtta arvele ehitusliiva ja -kruusa täiendav varu.

Ehitusmaavaradega varustuskindluse ta-gamiseks on oluline geoloogilise uuringu ja kaevandamisloa taotluste menetlemisel seada esikohale riigi huvi, arvestades ehi-tusmaavara tegelikku vajadust nii lähemas kui ka pikemas perspektiivis aastani 2050. Pärnumaa uurimistöös esitatud ettepane-kud geoloogiliste uuringute kavandamiseks on tehtud EGT-s kasutada olevate andmete ja praeguste teadmiste põhjal.

EGT koostatud uurimistöodes nii Pärnu-maa kui ka Rapla- ja Harjumaa kohta on ehitusmaavaradega varustuskindluse ta-gamiseks tehtud mitmeid ettepanekuid geoloogilisteks uuringuteks ja kaevanda-miseks. Samuti on uuringute tegemiseks välja pakutud perspektiivsed alad. EGT esitatud ettepanekutega ei välistata kae-vandamise või uuringu tegemise vajalik-kust piirkondades, mis ei ole uurimistöo-des esile tõstetud, kuid kuhu on juba lubade taotlusi esitatud või esitatakse edaspidi. Loa andjal tuleb kaaluda lubade andmise võimalust eelkõige riigi huvist lähtudes.

Uurimistöös tehtud ettepanekud ehitus-maavaradega varustuskindluse tagamiseks on täiendav teave, mis võimaldab kohalikel

omavalitsustel kujundada ehitusmaavarade kaevandamisega seotud seisukohti ning et-tevõtetal taotleda lube üldgeoloogilise uuri-mistöö ja geoloogilise uuringu jaoks.

Uurimistöo tegemisele aitasid kaasa Pärnu maakonna kohalikud omavalitsused, Ma-jandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Keskkonnaministeerium, Maanteeamet, Keskkonnaamet, Maa-amet ning ehitusmaa-varade valdkonna eksperdid ja ettevõtjad.

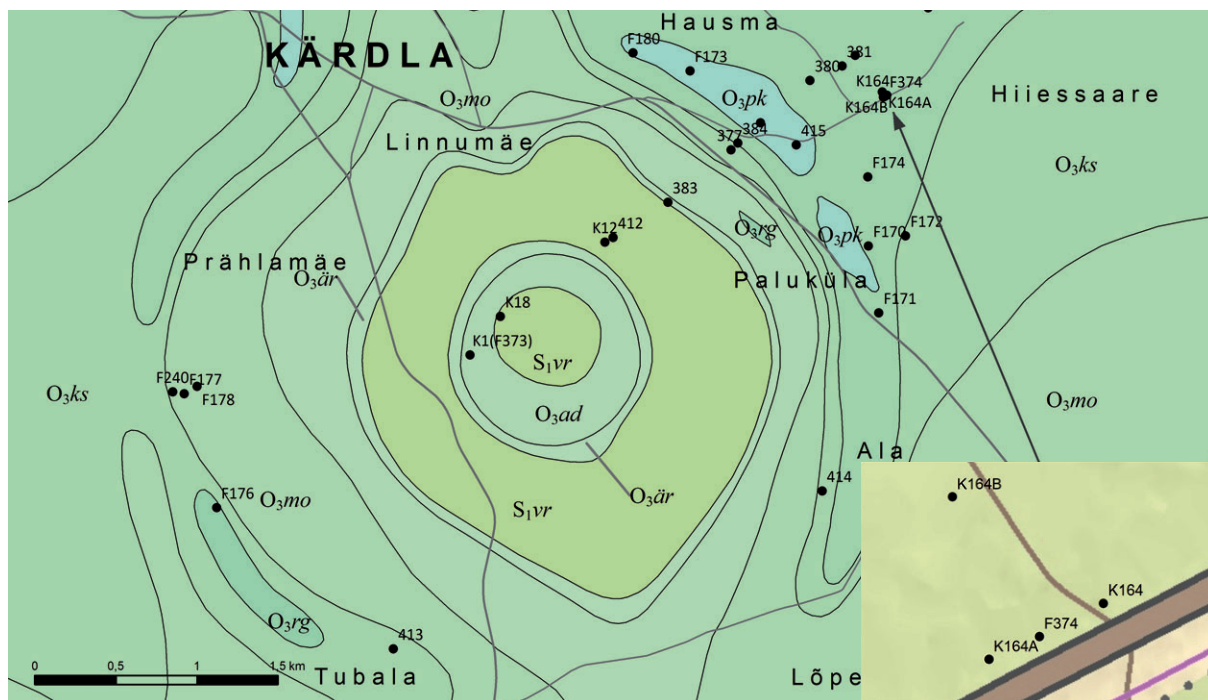
Tamm, J., Liivamägi, S., Bauert, H., Pärn, T., Kuiv-kaev, H. 2020. Ehitusmaavarade levik, kaevanda-mine ja kasutamine Pärnu maakonnas. Uurimis-töö aruanne. Eesti Geoloogiateenistus, Rakvere, 174 lk.

KASUTATUD KIRJANDUS

- ¹ „Ehitusmaavarade levik, kaevandamine ja ka-sutamine Harju maakonnas“. EGT, 2018. EGF aruanne nr 8994. <https://fond.egt.ee/fond/egf/8994>
- „Ehitusmaavarade levik, kaevandamine ja ka-sutamine Rapla maakonnas“. EGT, 2019. EGF aruanne nr 9334 <https://fond.egt.ee/fond/egf/9334>
- ² „Ehitusmaavarade levik, kaevandamine ja ka-sutamine Pärnu maakonnas“. EGT, 2020. EGF aruanne nr 9333 <https://fond.egt.ee/fond/egf/9333>
- ³ Määrus nr 52. Üldgeoloogilise uurimistöo ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded /.../ <https://www.riigiteataja.ee/akt/119122018028>

Janne Tamm

Janne.Tamm@egt.ee



Kärkla kraatriala Hiiumaa aluspõhja geoloogilisel kaardil ja Lennuvälja tee maagistumisala (all paremal nurgas).

Hiiumaa maavarad, geofüüsikalised anomaaliad ja Kärkla meteoriidikraater

2020. aastal valmisid EGTs geoloogilise baaskaardi Hiiumaa kaardid ja seletuskiri, kus muuhulgas keskenduti geoloogilis-geofüüsikalise tõendusmaterjali alusel Hiiumaa kerkeala välja eraldamisele, Kärkla meteoriidikraatri piirkonna maavaradele ja nende ilmingutele, Kaevatsi magnetanomaalia perspektiivsuse hindamisele ning Hiiumaa naftailmingute uurimise ajaloole. Kärkla meteoriidikraatri ala on oluline, sest sellega on seotud paljude maavarade leiukohad (sealhulgas kruus, ehituslubjakivi, tehnoloogiline lubjakivi, savi, mineraalvesi, kristalne ehituskivi) ja nende ilmingud (polümetalne maagistumine, looduslikud bituumenid).

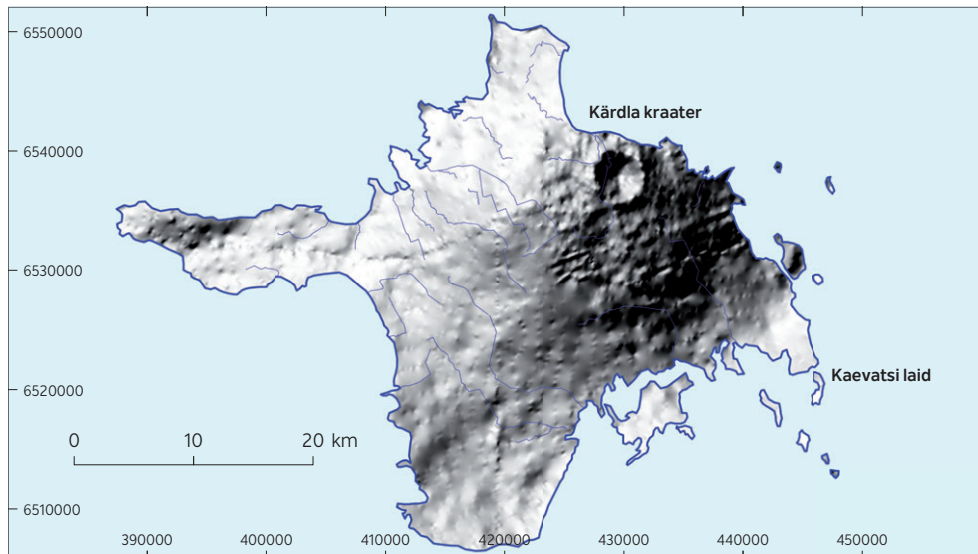
Kõige ilmekamalt kajastub Kärkla meteoriidikraater raskusjõuväljas, mis on kraatri ümbruses mõõdistatud tihedusega 9 punkti ruutkilomeetri kohta. Raskusjõuvälja jääkanomaalial (ehk teisi sõnu füüsikalise välja suhteliselt lühilainelisel koostisosal) on statistiliselt oluline korrelatsioon geoloogiliste struktuuridega, mida saab geoloogilises kaardistamises kasutada. Ometigi ei ole kraatri maapealne ringvall rõngakujulise anomaalia ainsaks põhjuseks

– aitavad kaasa ka meteoriidiplahvusest tekkinud sügavamad aluskorra struktuurid, kus suhteliselt kergemate lõhestatud kivimite all asuvad raskemad kivimid.

Partsi kruusamaardla kujunemisel on olnud määravaks ka kraatri ringvallilt lähtuva maasääre mõju. Ringvalli katvate Rägavere ja Saunja kihistu peitkristalsete lubjakivide lasundis on välja eraldatud tehnoloogilise ja ehituslubjakivi maardlad. Kraatrisüviku kohal Soovälja alal on välja eraldatud keeraamilise savi maardla. Palukülas meteoriidikraatri ringvallil maapinnast vaid 15–25 m sügavusel on välja eraldatud kristalse ehituskivi maardla. Kraatri keskosas rajatud Soovälja puuraugust K18 ammutati aastatel 1985–1993 mineraalvett „Kärdla“, mille vastu on arendajad kuni viimase ajani vahetevahel huvi tundnud.

Üheks põnevamaks ja enam huvi pakkuvaks maavarailminguks Kärdla meteoriidikraatri piirkonnas on Palukülast lennuväljale viiva

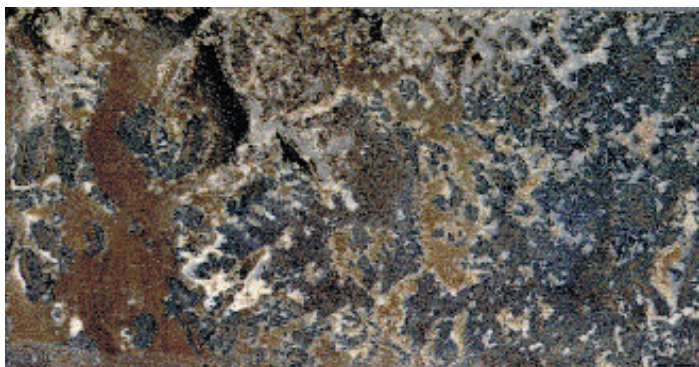
tee ääres 1990. aastal süvakaardistamise käigus avastatud sulfiidne maagistumine. Puurauk F374 rajati eelnevalt sorbentide meetodil pinnases avastatud plii anomaalia piirkonnas. Puurauk avas maapinnast umbes 40 m sügavusel kraatrit katvate pae-kivide ja plahvuseelsete tugevasti deformeeritud Kambriumi liivakividest-savidest koosneva lasundi kontaktil kuni 5 m paksuse dolomiidistunud ja sulfiididest läbi immutatud lubjakivi kihi. Selles oli Zn kuni 20% (keskmiselt 0,5%), Pb kuni 2% (keskmiselt 0,2%) ning Cu kuni 0,6% (keskmiselt 0,05%). Pärast kraatriala umbes 40 km² geokeemilist kaardistamist, mis kinnitas samuti puuraugu piirkonnas pinnases plii ja tsiingi anomaalia olemasolu, puuriti puuraugu F374 lähedusse veel kolm puurauku. Neist vaid üks, mis jäi esimesest puuraugust 10 m edela poole, avas umbes samas sügavuses ja analoogses situatsioonis asetseva maagikeha. Ülejäänud kahes puuraugus, mis puuriti esimesest (maaki sisaldavast) puuraugust vastavalt 10 m kirde ja 30 m loode



Raskusjõuväli Bouguer' paranditega Δg .



Maagikeha puuraugu F374 puursüdamik.



Käsi-pala puuraugu F374 südamikust 45,4 m sügavuselt: pruun (sfaleeriit), tumehall (galeniit), valge ja helehall (kaltsiit ja dolomiit).

poole, maaki ei olnud. F374-st kagu poole puurauku rajada ei õnnestunud seal asuva maantee tõttu.

Lennuvälja tee äärse maagikeha piiratud levikule viitab ka see, et puuraugust F374 umbes 200 m loode pool asuvas puuraugus 381, mille piirkonna pinnases on geokeemilise kaardistamisega registreeritud samuti Pb anomaalia, ei ole analoogses situatsioonis (umbes 40 m sügavusel Vasa-lemma lausdetrüitsete lubjakivide ja tugevasti deformeeritud Kambriumi liivakivide-savide kontakti) asuvates kivimites

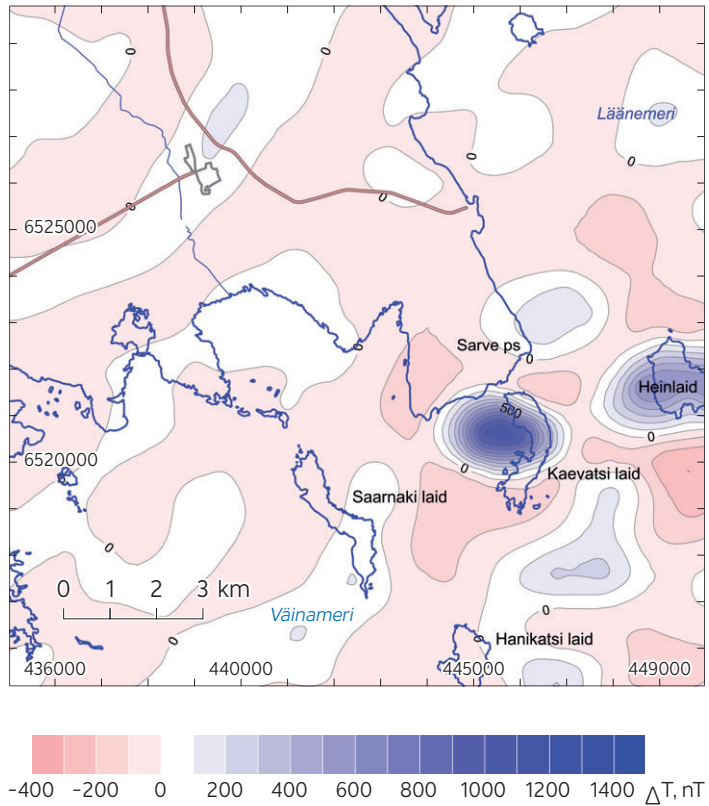
mingeid jälgi maagistumisest ega isegi mitte dolomiidistumisest. Seega väide, et pinnases registreeritud elementide anomaalsed sisaldused on seotud sügavamal maapõues olevate maagikehadega, ei pruugi alati tõele vastata. Ka kraatri Tubala-poolses osas asuva puuraugu F178 läbilõikes, kus Pb ja Zn anomaalsed sisaldused on seotud umbes 140 m sügavusel lasuvate Kahula kihistu alumise osa (endise Idavere alamlademe) lubiilivakividega, ei ole 12 m paksuste mereliste liivade peal olevas pinnasekihis Pb ega Zn anomaaliaid.

Kärdla sulfiidne maagistumine kuulub oma olemuselt Mississippi Valley tüüpi madalatemperatuuriliste hüdrotarmaalsete maagistumiste hulka. Kärdla maagistumise puhul on oluliseks olnud eeskätt sulfiidseid maake kandvate fluidide eraldumist soodustavate lõhesüsteemide olemasolu, aga mitte niivõrd nende kontsentreerumist soodustavad litoloogilis-struktuursete lõksud. Nii lõhesüsteemide kui ka litoloogilis-struktuursete lõksude tekitajaks on olnud umbes 455 miljoni aasta eest toimunud Kärdla meteoriidiplahvatus. Sulfiidseid maakmineraale kandvate fluidide eraldumine toimus vähemalt kolmes etapis ja miljonid aastad hiljem ning oli seotud ilmselt tollal aset leidnud tektooniliste aktivatsioonide tsüklitega.

Väga spekulatiivsete arvutuste kohaselt võiks Lennuvälja tee umbes 1 ha suurusel pindalal leiduv 5 m paksune ja umbes 100 000 t raskune maagikeha sisaldada kuni 500 t Zn, 200 t Pb ja 5 t Cu. Eestis, kust ei ole seni ühtegi polümetalsete sulfiidsete maakidega seotud maagikeha leitud, on tegu küll konkurentsituul suurima maagistumise nähuga, kuid kahjuks pole sel maavaralist perspektiivi. Kärdla kraatriala puhul peaks maavaraliselt perspektiivikas

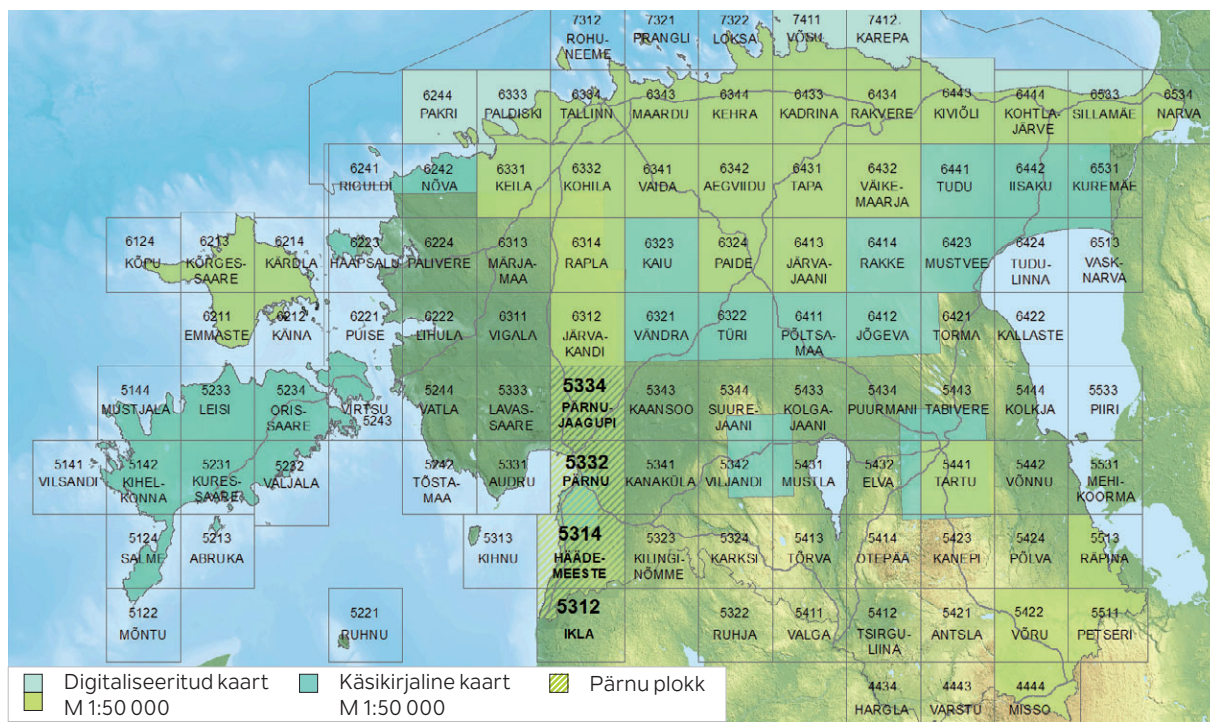
maagikeha olema mahult kümneid, kui mitte sadu kordi suurem ja ka kasulike komponentide sisaldused selles kordi kõrgemad. Niisuguse „unistuste“ maagikeha olemasoluks ei ole sadakonna puuraugu ja geofüüsikaliste meetoditega läbi uuritud Kärkla kraatrialal aga ruumi.

Lisaks Kärkla meteoriidikraatrile on leitud anomaaliaid ka Kaevatsi laiul. Näiteks ei pruugi Kaevatsi lai magnetanomaalia (tippväärtusega 1800 nanoteslat) olla muud põhjust kui maagikeha, sest teisi niivõrd magnetilisi mineraale looduses ei esine. Keha keskmise sügavus nii magnetomeetria kui ka gravimeetria andmeil on 500 meetrit (Štokalenko, 2017). Aluskorra sügavus Kaevatsi laiul on 300 meetrit ning lähim puurauk asub anomaalia tipust 4 km kaugusel. Magnetvälja mõõdistuste lennukõrgust arvestades on Kaevatsi lai anomaalia Jõhvi anomaaliast 3 korda nõrgem. Raskusjõuvälja anomaalia põhjal ulatuvad raua varud Kaevatsi laiul hinnanguliselt 100 miljoni tonnini, mis vastab keskmiste varudega rauamaagi maardlale. Jõhvi maardla puhul annab sama meetod tulemuseks 1 miljardi tonni rauda. Kõrvutades Kaevatsi lai maagikeha Jõhvi maardlaga, saab oletada, et Kaevatsi rauamaak on Jõhvi omast rikkam. Võttes arvesse, et magnetiit on suhteliselt raske mineraal ja tekitab raskusjõuvälja anomaaliaid ning kuna Heinlaiul, Kaevatsi laiust kirde pool, selline anomaalia puudub, ei saa seal ka olla olulisi magnetiidi varusid, kuigi võrdlemisi tugev magnetanomaalia on olemas.



Kaevatsi lai magnetvälja jääkanomaalia.

Kalle Suuroja Kalle.Suuroja@egt.ee
Anu Veski Anu.Veski@egt.ee
Mihkel Štokalenko Mikhail.Shtokalenko@egt.ee



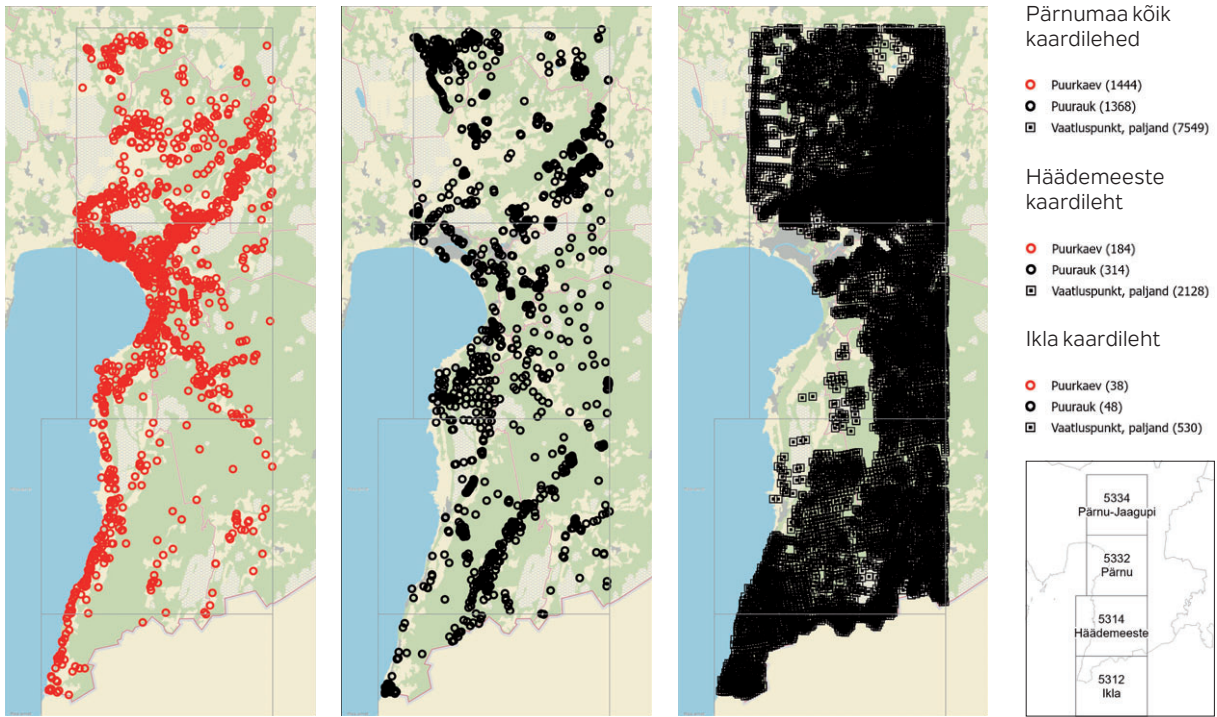
Geoloogiline kaardistamine Pärnumaal

2020. aastal lõppes geoloogiline kaardistamine Pärnumaal, täpsemalt Eesti baaskaardi (möötkavas 1:50 000) Pärnu-Jaagupi (5334), Pärnu (5332), Häädemeeste (5314) ja Ikla (5312) lehel, kokku 1760 km² suurusel alal.

Pärnumaal on aastate jooksul tehtud arvukalt ehitus- ja hüdroteoloogilisi töid ning maavarade otsinguid-uuringuid. Piirkonna maapõue kohta üldistatud ja visualiseeritud teadmisi jagavast geoloogilisest kaardistamisest saab rääkida küll ainult nende kaartide ja seletuskirjade puhul, mis koostati 1960ndate lõpus möötkavas 1:200 000 (1 cm = 2 km) Limbaži ja Pärnu lehel (vastavalt

tööd 2910 ja 3023 Eesti Geoloogifondis). Lisaks valmis 1976. aastal maaparanduse eesmärgil möötkavas 1:50 000 kaardistatud u 212 km² suurune nn Uulu–Leina objekt (EGF 3391).

Pärast kontrollimist ja ühtlustamist lisati kaardistamise faktilise materjali andmebaasi Faktika andmed ka nende ligi 1400 puuraugu kohta, mis olid tehtud varasematel aastatel muudel eesmärkidel. Välitöödel kaeti seni möötkavas 1:50 000 kaardistamata alad 7500 vaatluspunkti ja paljandist koosneva võrgustikuga. Selle



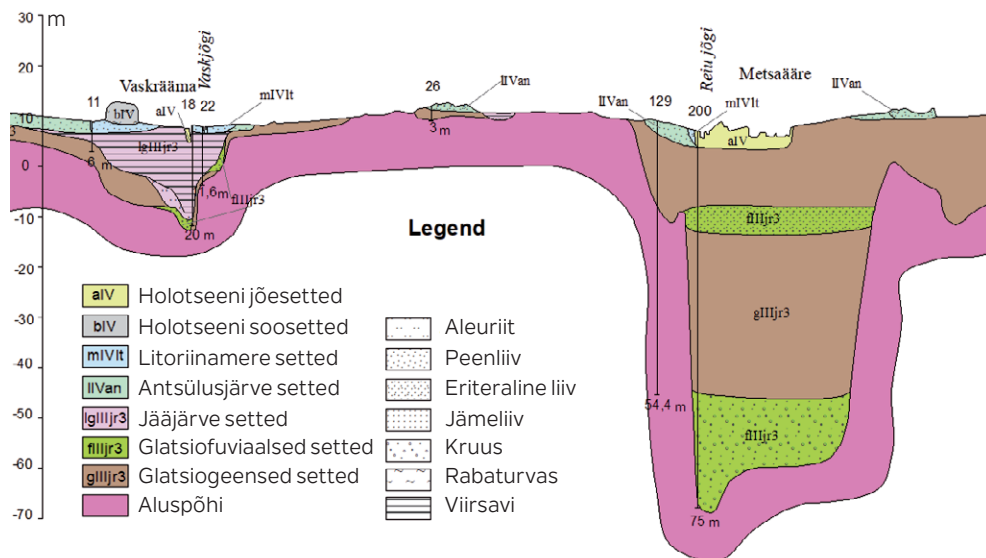
Faktiline materjal Pärnumaa kaardilehtedel seisuga 11.12.2020.

käigus said oma esimese geoloogilise välitöö kogemuse kümned Tartu Ülikooli ja Tallinna Tehnikaülikooli maateaduslike erialade tudengid ja magistrandid. Tartu Ülikooli geoloogia osakonnalt telliti eeskätt mattunud orgude leviku täpsustamiseks ka viis peegeldunud lainete seismilist profiili kogupikkusega enam kui 24 km. Pinnakatte setete ja aluspõhja kivimite omavahelistest suhetest parema ülevaate saamiseks puuriti seitse kuni 52 m sügavust südamikuga puurauku ja 62 madalat (enamasti alla 10 m) tigupuurauku. Kui arvestada siia juurde ka need enam kui 1400 puurkaevu, mis jäävad samale alale keskkonnaregistri puurkaevude andmebaasis, kasutati geoloogiliste kaartide koostamisel kokku rohkem kui 10 300 uuringupunkti andmeid. Neist ligi 2000 avasid ka aluspõhja.

Täiendavateks töövahenditeks geoloogiliste kaartide koostamisel olid Maa-ameti maapinna kõrgusmudel ja varjutuspildid ning ortofotod, samuti erinevatest raketustest pärinevad kaardid.

Kogu seda andmestikku kasutades koostati geoloogiliste kaartide komplekt, kuhu kuulub kaks põhikaarti – aluspõhja geoloogiline kaart ja pinnakatte geoloogiline kaart. Neile lisandub kuus abikaarti:

- 1) aluspõhja reljeef,
- 2) pinnakatte paksus,
- 3) geomorfoloogia,
- 4) raskusjõuvälja Bouguer' anomaaliad,
- 5) aeromagnetilised anomaaliad,
- 6) aeromagnetilised jääkanomaaliad.



Pinnakattesetete geoloogiline läbilõige Häädemeeste kaardilehel.

Kuna uut infot andvaid sügavaid struktuurpuurauke alale ei rajatud, jäi arusaam piirkonna süvageoloogiast põhimõtteliselt samaks. Küll aga muutus varasemaga võrreldes oluliselt pinnalähedase geoloogia käsitus, eelkõige aluspõhja reljeefist ja sellega seotud aluspõhjakihtide avamustest ja pinnakatte paksusest. Senise laias laastus Eesti lõunapiiri ääristava kirde-edelasihilise, tihti Eesti sügavaimaks peetud nn Treimani mattunud oru asemel joonistub nüüd välja hoopis keerulisem orgude süsteem, mis võib, eriti lõunapiiril, tulevaste uuringutega veelgi muutuda. Samas levivad kontrastiks sügavatele orgudele laialdaselt õhukese, vähem kui 1 m paksuse pinnakattega alad. Piirkonna kesk- ja lõunaosas, Devoni liivakivide, savide ja merglite levialal, on neid

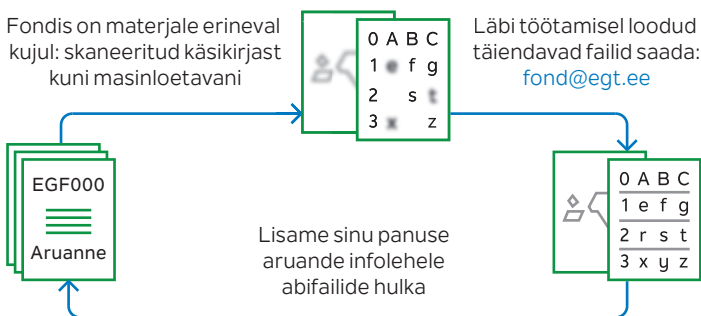
(tinglikult siis Devoni alvareid ehk loopealseid) 92 km² ehk enam kui 8%. Aluspõhja setendid on läbitud arvukatest riketest, kuid Devoni kihindite suur paksus, heade reeperite puudumine ning geoloogiliste puuraukude vähesus ei võimalda neid hästi jälgida. Mõneti selgem on piki mereranda Häädemeestest Iklani ja ilmselt edasi Lätti kulgev rike, mille maapoolne külg on 10-15 m vajunud (või on seal kivimid kulutatud Devoni eel või alguses). See rike seletab ära nii piirkonna Eesti jaoks kummastavalt sirge rannajoone kui Narva kihistu veidravõitu kitsa põhja-lõunasihilise avamuse ja paljandid rannikujõekeste suudmealadel. Ilmselt piiritleb analoogne, 5-10 m või enamgi vajunud idatiivaga rike Sakala kõrgustiku lääneseerva Urissaarest lõunas.

Kuldev Ploom Kuldev.Ploom@egt.ee
 Katrin Kaljuläte Katrin.Kaljulate@egt.ee
 Eveli Sisas Eveli.Sisas@egt.ee
 Hando-Laur Habicht Hando-Laur.Habicht@egt.ee

GEOLOOGILINE KAARDISTAMINE JA MAAPÕUETEAVE



Juurdepääsupiiranguga aruandele ligipääsu taotlemine.



Koostöö vanade aruannete kasutatavuse parandamisel.

esitamise protsessi saab edasi täiendada. Samuti tuli välja, et paljud geoloogiafondi kasutajad ei ole teadlikud võimalusest küsida isikupõhist ligipääsu juurdepääsupiirangute aruannetele.

Jätkaarendused

Geoloogiafondi rakendust edasi arendades oleme saanud tagasisidega arvestanud ja mõned soovitud uuendustest jõuavad kasutajateni juba 2021. a esimeses kvartalis. Kasutajate tagasiside põhjal lisame uue failigrupi „Fotod“ ning WFS teenusesse ilmub uus väli aruande püsilingiga. Lisaks tekib kasutajatel ka võimalus aruande faile koos ja korraga alla laadida.

Jätkaarenduste tellimisel oleme lähtunud vanasõnast „Üheksa korda mõõda, üks kord lõika!“. Probleeme kaardistades ning vajalikke muudatusi läbi mõeldes proovime tagada, et tellitavad arendused täidaksid oma eesmärgi ning tagaksid fondi kasutajate kõrge rahulolu teenusega pikaks ajaks.

Geoloogiafondi korrastamine

Geoloogiafondi veebilahendus annab parema ülevaate fondis olevatest andmetest ning võimaldab neid mugavamalt hallata. See omakorda lõi soodsad tingimused geoloogiafondi metaandmete korrastamiseks. Esmajärjekorras sai translitereeritud üle 2600 venekeelse pealkirja, mis vanas andmebaasis olid valitud tekstikodeeringu tõttu talletatud ladina tähtedega. Ulatusliku metaandmete kontrolli käigus parandasime poolikuks jäänud või valed pealkirjad ning autorite nimed. Samuti lisasime puuduvad kokkuvõtted ja märksõnad, kui need olid aruandes olemas. Tehtud paranduste eesmärk on vältida olukorda, kus huvipakkuv aruanne vale märgenduse tõttu jääb geoloogiafondi kasutajale hoopis märkamata.

Fondis olevate andmete kasutatavuse parandamisel on võimalik ka kasutajatel endil kaasa lüüa. Kuna vanemad säilikud on fondis skannitud piltidena, siis nendelt andmete tuvastamine ja korrastamine jääb tihti fondi kasutajate endi õlule. Korrastatud andmetabelid, georeferentid kaardid ja kõik muu sellise, mis võiks järgmist aruande kasutajat aidata, võtame meeleldi vastu fondis talletamiseks. Samuti kutsume üles kõiki kasutajaid andma meile aktiivselt tagasisidet nii tekkinud murede kui ka uute arendusideede kohta.

Rauno Torp Rauno.Torp@egt.ee
Jekaterina Nezdoli Jekaterina.Nezdoli@egt.ee

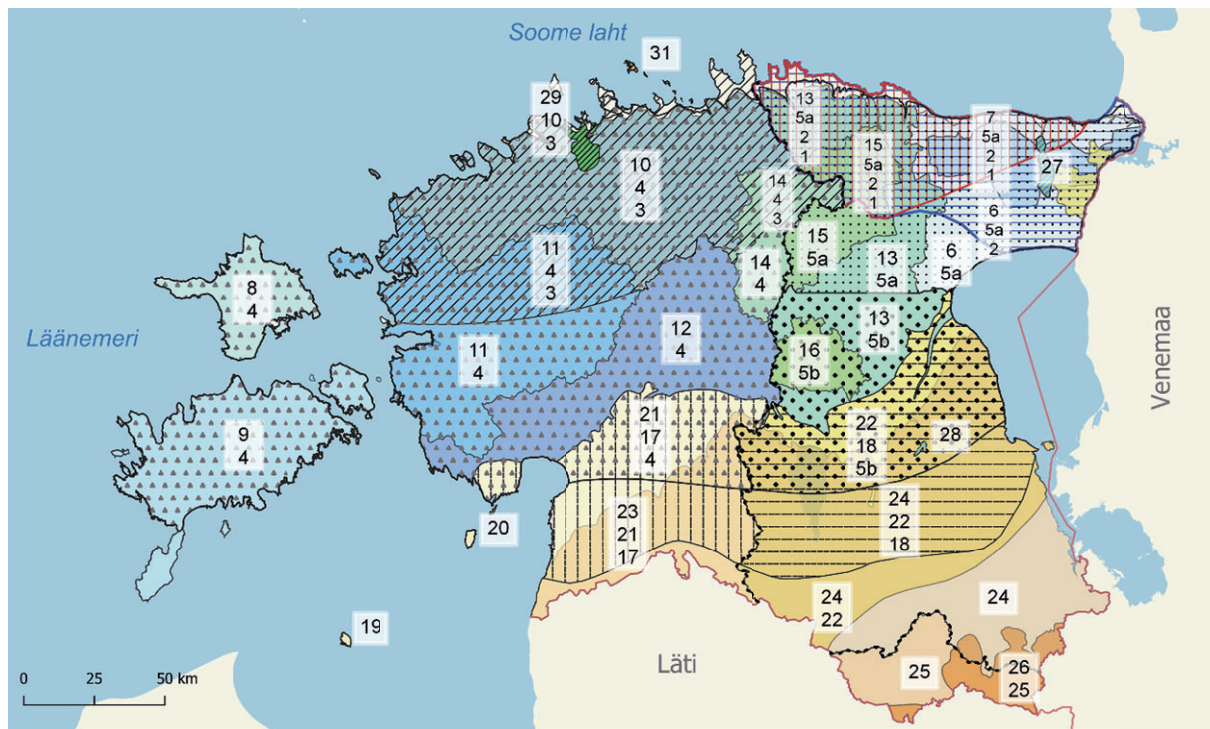


Eesti põhjaveekogumite seisund perioodil 2014-2019

23. oktoobril 2000. a võeti vastu Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2000/60/EÜ, millega kehtestati EL veepoliitika alane tegevusraamistik (edaspidi VPRD). VPRD artikli 4 kohaselt on direktiivi üheks keskkonnaeesmärgiks ka ka parandada põhjaveekogumite seisundit ning hinnata seda iga 6 aasta järel. Keskkonnaagentuuri tellimusel hindas EGT 2020. aastal Eesti põhjaveekogumite seisundit, kasutades selleks eelmise veemajanduskava (2014-2019) vältel kogutud põhjaveekogumite riikliku seirevõrgu andmeid.

Tehtud tööde käigus parandati, puhastati ja süstematiseeriti andmebaas, töötati välja 9 testi jaoks metoodika, millega hinnata põhjaveekogumite keemilist ja koguselist seisundit, hinnati põhjaveekogumite seisundit ning esitati soovitusel järgmise veemajanduskava meetmekavasse.

Läbiviidud testide tulemusena liigitus 31 põhjaveekogumist 8 (põhjaveekogumid nr 2, 6, 7, 11, 15, 24, 27 ja 31) koondseisund halvaks. Heas, kuid ohustatud koondseisundis on 10 põhjaveekogumit (1, 3, 4, 8, 9,



1 Kambriumi-Vendi Gdovi	7 Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini	14 Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere L-E vesikonnas	21 Kesk-Alam-Devoni L-E vesikonnas	28 Kvaternaari Meltsiveski
2 Kambriumi-Vendi Voronka	8 Siluri-Ordoviitsiumi Hiiumaa	15 Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere I-E vesikonnas	22 Kesk-Alam-Devoni I-E vesikonnas	29 Kvaternaari Männiku-Pelguranna
3 Kambriumi-Vendi	9 Siluri Saaremaa	16 Siluri-Ordoviitsiumi Adavere-Põtsamaa	23 Kesk-Devoni L-E vesikonnas	31 Kvaternaari Prangli
4 Ordoviitsiumi-Kambriumi L-E vesikonnas	10 Siluri-Ordoviitsiumi Harju	17 Siluri-Ordoviitsiumi D all L-E vesikonnas	24 Kesk-Devoni I-E vesikonnas	
5a Ordoviitsiumi-Kambriumi Virumaa I-E vesikonnas	11 Siluri-Ordoviitsiumi Matsalu	18 Siluri-Ordoviitsiumi D all I-E vesikonnas	25 Kesk-Devoni Koiva vesikonnas	
5b Ordoviitsiumi-Kambriumi Tartu I-E vesikonnas	12 Siluri-Ordoviitsiumi Pärnu	19 Kesk-Alam-Devoni Ruhnu	26 Ülem-Devoni	
6 Ordoviitsiumi Ida-Viru	13 Siluri-Ordoviitsiumi I-E vesikonnas	20 Kesk-Alam-Devoni Kihnu	27 Kvaternaari Vasavere	

Põhjaveekogumite piirid:
 Mirandi A., Osjajets M., Polikarpus M., et al. 2019. Põhjaveekogumite piiride kindlaksmääramine, koormusallikate hindamine ja hüdrogeoloogiliste kontseptuaalsete mudelite koostamine, EGF:9110.

Eesti põhjaveekogumid.

12, 20, 21, 28 ja 29). Vastavalt meetodikale hinnati iga testi usaldusväärsust. Testide usaldusväärsus on valdavalt madal. Madala usaldusväärsus määrati testile siis kui põhjaveekogumi seisundi muutus või ohustatus oli põhjustatud ühest seirekaevust või kui hinnangu andmine toimus liiga väheste andmete põhjal.

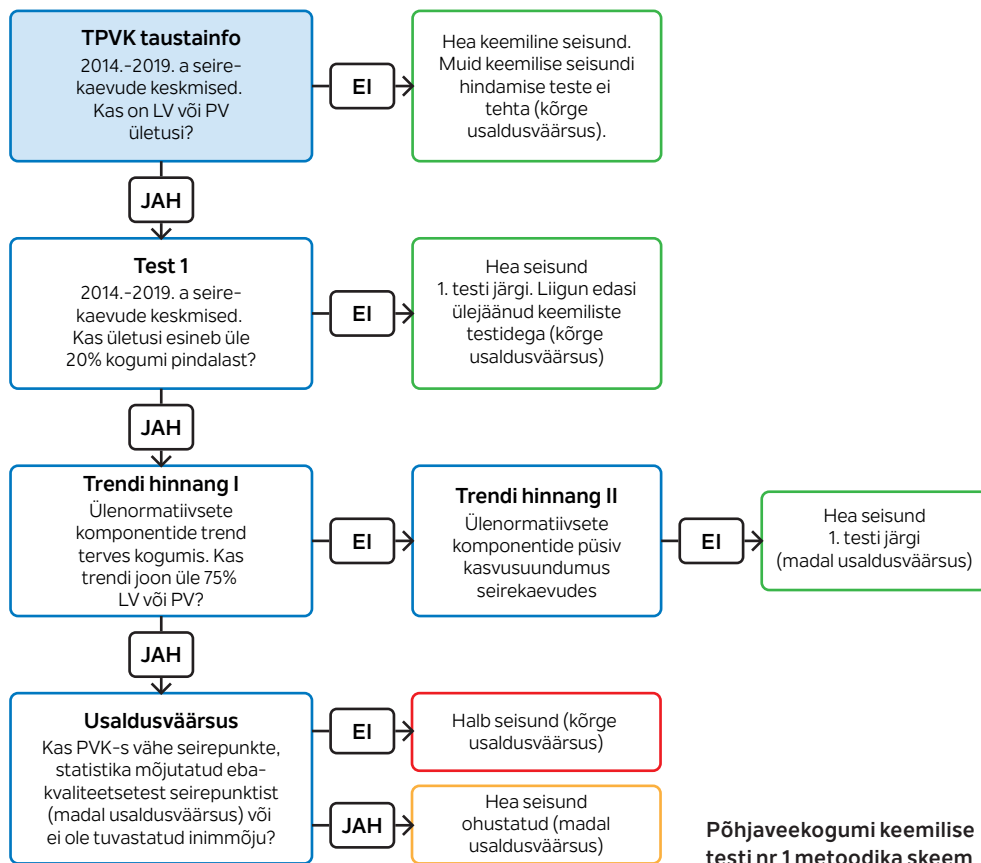
Keemilistest elementidest olid suurimad halva või ohustatud seisundi põhjustajad

NH4-iooni sisaldus ja PHT näitajad. Halb koguline seisund tuvastati Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumis (7) seoses põlevkivikaevanduste suurte pumpamismahutude mõjuga põhjaveekogumi üldisele loodulikule ressursile ning samuti Kvaternaari Vasavere põhjaveekogumis (27) seoses veevõtu mõjuga Martiska ja Kuradi järvele.

Lisaks muudele töö lõpus antud soovistustele tuleks järgmise veemajanduskava

käigus välja selgitada eelkõige ülemiste põhjaveekogumite PHT ja NH4 näitude suurenemise põhjused ning täiustada ja uuendada olemasolevat põhjaveekogumite seirevõrku. Tulenevalt hüdrogeoloogilistest tingimustest tuleks kaaluda PVK-te 17 ja 21 ning 18 ja 22 ühendamist, kuna need on hüdrodünaamiliselt samad

veekihid ning nende varusid on põhimõtteliselt võimatu eraldada. See võimaldaks korrastada seiresüsteemi ning tõsta selle esinduslikkust ja usaldusväärsust. Tuleviku veehaardeid rajades ei tohi lubada Voronka ja Gdovi põhjaveekogumite piires ehitada puurkaeve, mis avavad mõlemat põhjaveekogumit.



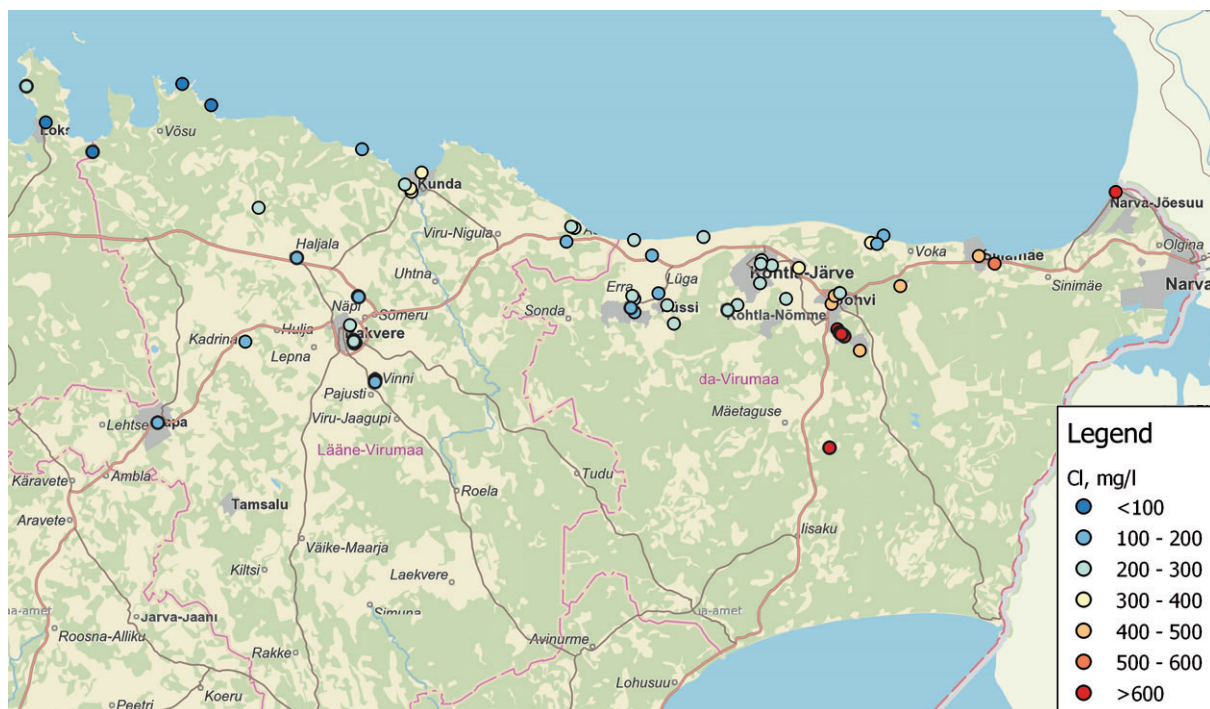
VALMINUD ARUANNE

Andres Marandi Andres.Marandi@egt.ee
Enn Karro Enn.Karro@ut.ee
Madis Osjamets Madis.Osjamets@egt.ee
Maile Polikarpus Maile.Polikarpus@egt.ee
Marlen Hunt Marlen.Hunt@egt.ee

Marandi, A., Karro, E., Osjamets, M., Polikarpus, M., Hunt, M. 2020. Eesti põhjaveekogumite seisund perioodil 2014-2019. EGF 9416. Eesti Geoloogiateenistus, Rakvere. Projekti aruanne on allalaaditav Eesti Geoloogifondist: <https://fond.egt.ee/fond/egf/9416>.

Põhjaveekogumite seisundi ja testide usaldusväärsuse koondhinnang.

PVK number ja nimi	Seisundi koondhinnang		Usaldusväärsuse koondhinnang
	Keemiline	Koguseline	
1 Kambriumi-Vendi Gdovi põhjaveekogum	Hea (O)	Hea	Madal
2 Kambriumi-Vendi Voronka põhjaveekogum	Halb	Hea	Kõrge
3 Kambriumi-Vendi põhjaveekogum	Hea (O)	Hea (O)	Kõrge
4 Ordoviitsiumi-Kambriumi põhjaveekogum Lääne-Eesti vesikonnas	Hea (O)	Hea	Madal
5a Ordoviitsiumi-Kambriumi Virumaa põhjaveekogum Ida-Eesti vk-s	Hea	Hea	Kõrge
5b Ordoviitsiumi-Kambriumi Tartu põhjaveekogum Ida-Eesti vk-s	Hea	Hea	Kõrge
6 Ordoviitsiumi Ida-Viru põhjaveekogum	Halb	Hea	Madal
7 Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogum	Halb	Halb	Madal
8 Siluri-Ordoviitsiumi Hiiumaa põhjaveekogum	Hea (O)	Hea	Madal
9 Siluri Saaremaa põhjaveekogum	Hea (O)	Hea	Madal
10 Siluri-Ordoviitsiumi Harju põhjaveekogum	Hea	Hea	Madal
11 Siluri-Ordoviitsiumi Matsalu põhjaveekogum	Halb	Hea	Madal
12 Siluri-Ordoviitsiumi Pärnu põhjaveekogum	Hea (O)	Hea	Madal
13 Siluri-Ordoviitsiumi põhjaveekogum Ida-Eesti vesikonnas	Hea	Hea	Madal
14 Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere põhjaveekogum Lääne-Eesti vesikonnas	Hea	Hea	Madal
15 Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere põhjaveekogum Ida-Eesti vesikonnas	Halb	Hea	Madal
16 Siluri-Ordoviitsiumi Adavere-Põltsamaa põhjavee kogum	Hea	Hea	Kõrge
17 Siluri-Ordoviitsiumi põhjaveekogum Devoni kihtide all Lääne-Eesti vesikonnas	Hea	Hea	Kõrge
18 Siluri-Ordoviitsiumi põhjaveekogum Devoni kihtide all Ida-Eesti vesikonnas	Hea	Hea	Kõrge
19 Kesk-Alam-Devoni Ruhnu põhjaveekogum	Hea	Hea	Madal
20 Kesk-Alam-Devoni Kihnu põhjaveekogum	Hea (O)	Hea	Madal
21 Kesk-Alam-Devoni põhjaveekogum Lääne-Eesti vesikonnas	Hea (O)	Hea	Madal
22 Kesk-Alam-Devoni põhjavee kogum Ida-Eesti vesikonnas	Hea	Hea	Kõrge
23 Kesk-Devoni põhjavee kogum Lääne-Eesti vesikonnas	Hea	Hea	Madal
24 Kesk-Devoni põhjavee kogum Ida-Eesti vesikonnas	Halb	Hea	Madal
25 Kesk-Devoni põhjavee kogum Koiva vesikonnas	Hea	Hea	Kõrge
26 Ülem-Devoni põhjaveekogum	Hea	Hea	Kõrge
27 Kvaternaari Vasavere põhjaveekogum	Halb	Halb	Madal
28 Kvaternaari Meltsiveski põhjaveekogum	Hea (O)	Hea (O)	Madal
29 Kvaternaari Männiku-Pelguranna põhjaveekogum	Hea (O)	Hea	Madal
31 Kvaternaari Prangli põhjaveekogum	Halb	Hea	Kõrge



Kloriidi sisaldused Gdovi veekihis.

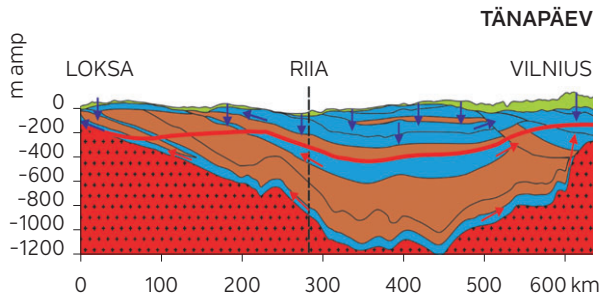
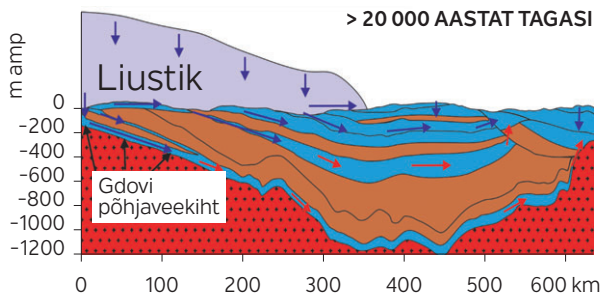
Ida-Virumaa põhjavee värskastumine

Hoolimata lokaalsetest probleemidest, nagu kõrgemad nitraadi- ja fluoriidisisaldused või põhjavete sooldumine rannikul, võib Eesti põhjavete seisundit hinnata päris heaks. Siiski on tõsiseks murekohaks kujunemas Ida-Virumaa joogiveega varustamine.

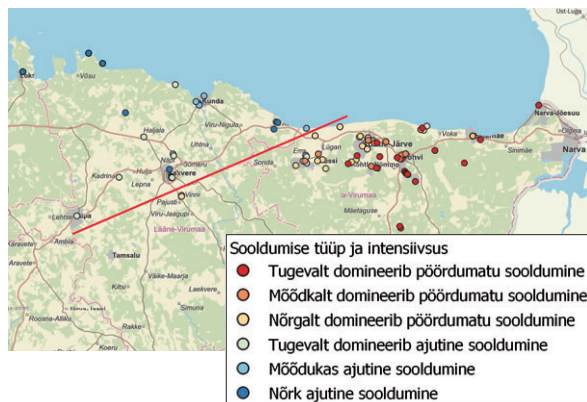
Pikki aastaid Ida-Virumaa peamiseks joogiveeallikaks olnud Gdovi põhjaveekiht on muutumas üha soolasemaks ning ei vasta paljudes kohtades enam EL joogiveestandardile, kloriidi sisaldus 250 mg/l.

Gdovi põhjaveekihi kujunemine sai alguse juba 600 miljonit aastat tagasi, kui maakoore lohku, mida nüüd tuntakse Balti settebasseinina, hakkasid kuhjuma esi-

mesed setted, milles säilis ka tollast merevett. Selle vee koostis hakkas setete mattudes aja jooksul muutuma, aga säilitas oma üldise soolsuse ja merelisele päritolule viitavad tunnused. Enam kui miljon aastat tagasi, kui Maad tabasid mitmed jääaja perioodid – viimane taandus Eestist pisut enam kui 12 000 aastat tagasi, hakkasid aga toimuma olulised muutused. Paari kilomeetri paksune mandriliustik pressis oma tohutu massiga liustiku alla kogunenud sulaveed mitmesaja meetri sügavusele kivimitesse, kus need on säilinud tänaseni. Nende protsesside käigus suruti ka reliktna soolane põhjavesi (kunagine merevesi) Gdovi põhjaveekihi sügavamasse ossa. Kui inimesed olid õppinud sügavaid puurkaeve rajama, asuti Virumaal



- Vettjuhtivad kivimid
- Vettpidavad kivimid
- Kristalne aluskord
- ▬ Soolase ja mageda vee piir
- ➔ Mageda põhjavee liikumise suund
- ➔ Soolase põhjavee liikumise suund



Sooldumise tüüp ja intensiivsus Gdovi veekihi. Punane joon tähistab ajutise ja jääva sooldumise piiri.

Mageda põhjavee kujunemine Gdovi veekihi jääaegade käigus.

ammutama ka Gdovi põhjavett. Paraku saadi alles 1980ndate lõpus aimu, et selle mageda põhjavee näol on tegemist üsna piiratud ressursiga. Mageda vee väljapumpamisel hakkas see üha enam asenduma soolasema põhjaveega, mis sarnanes pigem juba Värsksa mineraalveele.

Projekti LIFE IP CleanEST käigus viis EGT läbi uuringu, mis näitas, et kui kohati on sooldumisahtused veetarbe hajutamise tagasi pööratavad, siis Ida-Virumaal on suuresti tegemist pöördumatu protsessiga. Kuna kaevandamise käigus on enamik põhjaveekihte rikutud, on mageveeallikateks jäämas paar kiitsakamat ja suhteliselt väikese veeanniga veekihti ja Väsavere ürgorgu rajatud põhjaveehaare. Viimasesse ongi koondunud lõviosa Jõhvi piirkonna veevõtust, mis seab aga ohtu sealse Kurtna järvestu elustiku. Võimalik, et probleemi saaks lahendada veehoidla rajamisega mõnda ammendatud karjääri, või siis jääb üle lootä uuele jääajale.



UURIMISTÖÖ ELEKTROONILINE VERSIOON

https://lifecleanest.ee/sites/default/files/2021-01/Gdovi%20uuring_22.12.2020.pdf

Valle Raidla
Merle Truu

Valle.Raidla@egt.ee
Merle.Truu@egt.ee



Välitööd Kukruse aheraineladestul. Foto Siim Tarros.

Kukruse aheraineladestu põhjaveeuuring

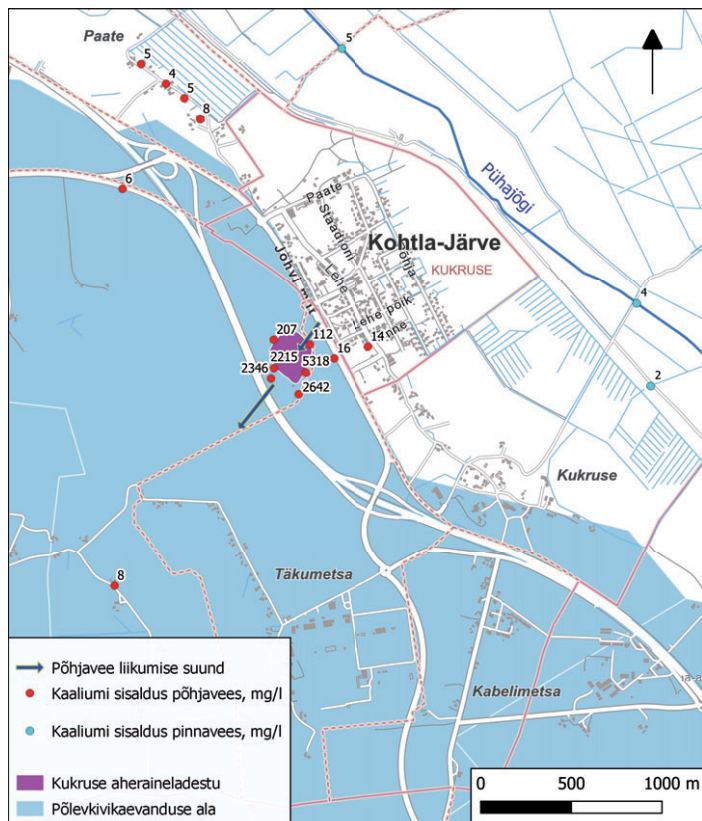
Kukruse aheraineladestu on üks mitmest Ida-Viru maal asuvast põlevkivikaevanduse aheraine ladestust. Aheraine ladestud koosnevad põlevkivi kaevandamisest väljatud lubjakivist ning vähemal määral jääkpõlevkivist. Sellisest materjalist mägi on küllaltki inertne ja iseenesest keskkonnale ohtu ei kujuta. Siiski tekitas vana ladestamistehnoloogia, kus materjal ladestati kõrgetesse ja järskude nõlvadega puistangutesse, soodsad tingimused aheraineladestute kuumenemiseks ja süttimiseks.

Kuumenemise tulemusel läbib mägedes sisalduv jääkpõlevkivi samasuguse protsessi kui õlitehastes – toimub põlevkivi utmine, mille tagajärjel eralduvad gaasid ja naftasaadused. Osa tekkivaid ohtlikke aineid liigub läbi pinnase pooride ja lõhede puistangute alusesse põhjavette. Põlenud aheraineladestuid on Eestis kokku

üheksa, enamus põlenguid toimus nendes 60. aastate alguses. Kuigi lahtise leegiga põlemist pole viimasel ajal enam esinenud, jätkuvad kuumenemisprotsessid aheraineladestutes tänaseni (Tamm jt., 2020).

Kukruse aheraineladestu puhul muudab saastuse leviku põhjavette keerukamaks asjaolu, et aheraineladestu on rajatud altkaevandatud alale. Kukruse põlevkivikaevanduse käikude põhi paikneb aheraineladestu ümbruses 10 kuni 14 m sügavusel maapinnast.

Eesti Geoloogiateenistus viis 2020. aasta vältel läbi Kukruse aheraineladestu ümbruse põhjaveeuuringu. Uuringu eesmärgiks oli tuvastada aheraineladestu sisemusest pärinevate saasteainete jõudmine põhjavette ning nende võimalik kandumine sealt edasi inimeste joogivette või pinnavette.



Kaaliumioonide kõrge sisaldus ladestu lähiümbruse põhjavees pärineb kuumenenud aherainest. Kaaliumi sisaldus on kõrge vahetult ladestu servas ning põhjavee liikumise suhtes allavoolu jäävates uuringukaevudes.

KASUTATUD KIRJANDUS

KeM 4.09.2019 määrus nr 39 „Ohtlike ainete põhjavee kvaliteedi piirväärtused“. Tamm I, Kesanurm K, Vainumäe K, Teinemaa E. 2020. Suletud kaevandamisjäätmeheidlate seisukorra hindamine. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ. Tallinn.

Uuring tuvastas aheraineladestu vahetus läheduses mõõduka põhjaveesaaste. Maa-pinnalähedane Ordoviitsiumi põhjavesi ületab objekti lähiümbruses põlevkivitööstusele iseloomulike ohtlike ainete künnisarve (KeM 04.09.2019 määrus nr 39) ja on kõrge soolsusega. Indikaatornäitajana aheraineladestu mõjust veekeskkonnale saab kasutada kaaliumioonide sisaldust vees.

Looduslikus veeringes on kaaliumioonide sisaldused väikesed. Kui aheraineladestu servast vaid 150 m kaugusele põhjaveevoolu suhtes ülesvoolu jäävas kaevus on kaaliumi sisaldus 16 mg/l, siis aheraineladestu servas asuvate ning allavoolu jäävate kaevude vee kaaliumioonide sisaldus ületas pidevalt 2000 mg/l. Põhjaveekogumite kui põhjavee majandamise ja nende kvaliteedi jälgimise üksuste tasandil, on Kukuruse aheraineladestu näol tegu lokaalse mõjuga reostusallikaga. See tähendab, et põhjaveekogum, mille kaudu põhjavee seisundit hinnatakse ja majandatakse on nii suur, et Kukuruse enda mõju selle seisundile on väike.

Kui rääkida ümbritseva piirkonna põhjaveest siis pole enam tegu väikese mõjuga objektiga ning kuna põhjavees esineb ohtlikke aineid ka väljaspool aheraineladestu jäätmeheidla maad, tuleb siiski edasise seirega jälgida, et nende sisaldus põhjavees ei suureneks. Aheraineladestu saasteainete ulatuslikku levikut põhjavee kaudu inimeste joogivette ja jõgedesse ei tuvastatud. Vaatlustega selgitati, et aheraineladestu alt läbivoolava põhjavee liikumine on suunatud edelasse ja edela-lõuna suunda. Põhjavee liikumise suunas jääb lähim säilinud erakaev aheraineladestust 1,4 km kaugusele. Kaevust võetud veep-roovis määratud põlevkivitööstusele iseloomulikke saasteaineid ei leitud.

Madis Osjamets Madis.Osjamets@egt.ee

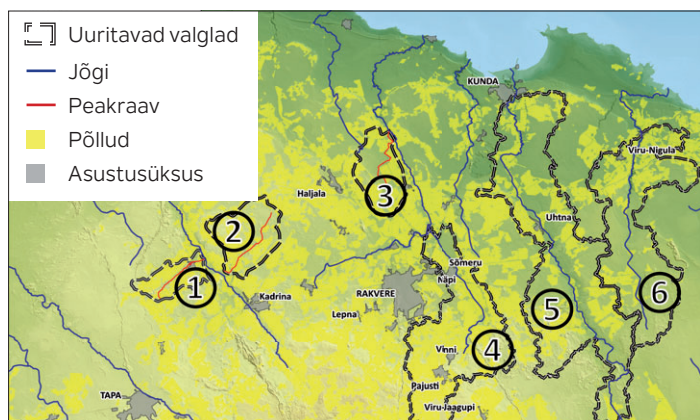


Mõdriku Vanaküla allikad. Foto Merle Truu.

Põhja- ja pinnavee kvaliteet põllumajandusmaa suure osakaaluga aladel

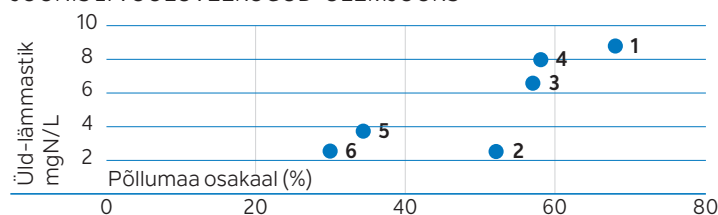
Üldiselt teab igaüks, et inimtegevus võib mõjutada nii jõgede ja järvede kui ka põhjavee kvaliteeti. Vahel on inimtegevuse kahjulik mõju seostatav mõne konkreetse saasteallikaga (nt mahajäetud tööstusalad, reovee väljalasud, sõnnikuhoidlad). Sageli ei ole aga konkreetset reostusallikat võimalik kindlaks teha, sest vee kvaliteeti mõjutab piirkonna üldine maakasutus. Just nii mõjutab vee koostist põllumajandus.

Enamasti ei saa piirkonna veekogude ja põhjavee kvaliteedi halvenemisega seostada üht konkreetset põllumajandustootjat. Seda seetõttu, et ükski veekogu ei saa oma vett ainult ühest kindlast punktist, vaid veekogud ning põhjavesi toituvad veest, mis pärineb neid ümbritsevalt laiemalt alalt. Seda ala nimetatakse selle veekogu valg-laks. Kui silmas pidada põllumajandusest pärinevaid aineid, siis mõjutab vee kvaliteeti teatud määral kogu valgjal toimuv põlluma-jandustegevus. Sellist mõju nimetatakse ka hajureostuseks või hajukoormuseks.



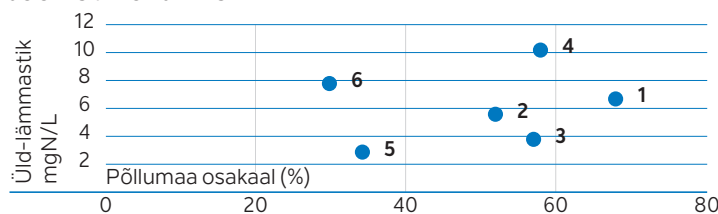
JOONIS 1. Uuringala ja uuritavate valglate asukohad: 1 – Vohnja oja; 2 – Kihlevere peakraav; 3 – Põdruse peakraav; 4 – Sõmeru jõgi; 5 – Kunda jõgi; 6 – Pada jõgi.

JOONIS 2. VOOLUVEEKOGUD-ÜLEMJOOKS



Üldlämmastiku keskmine sisaldus uuritud vooluveekogude ülemjooksul esimesel seireaastal (2019-2020) koos valgla põllumaa osakaaluga. Numbrid vastavad valglatele joonisel 1. Vooluveekogu seisund loetakse heaks, kui selle üldlämmastiku sisaldus ei ole suurem kui 3 mgN/L.

JOONIS 3. PÕHJAVESI



Üldlämmastiku keskmine sisaldus uuritud valglate maapinnale kõige lähemas põhjaveekihis ja allikates esimesel seireaastal (2019-2020) koos põllumaa osakaaluga valglas. Numbrid vastavad valglatele joonisel 1. Tekstis mainitud inimese tervisele kahjulik nitraadisaldus 50 mg/L vastab üldlämmastiku sisaldusele 11 mgN/L, juhul kui teiste lämmastikuühendite sisaldus põhjavees ei ole märkimisväärne.

Põhja- ja pinnavee kvaliteeti halvendavad väetised, loomakasvatuses kasutatavate ravimite jäägid ja taimekaitsevahendid. Väetisega jõuavad põllumajandusmaale toitained. Nende hulka kuuluvad lämmastikuühendid (eelkõige nitraat ja orgaaniline lämmastik, mida koos iseloomustab üldlämmastiku näitaja) ja fosfori ühendid (eelkõige fosfaat ja orgaaniline fosfor, mida koos iseloomustab üldfosfori näitaja). Põllumajanduslike toitude suured sisaldused põhjustavad veekogude kinnikasvamist (eutrofeerumist). See halvendab sealseid elutingimusi (nt väheneb vee hapnikusisaldus) ja vähendab liigirikkust (nt kaovad jõgedest teatud kalaliigid). Lisaks on suured nitraadisaldused (rohkem kui 50 mg/l) kahjulikud inimese tervisele. Taimekaitsevahendid ja nende lagunemissaadused (nt glüfosaat ja selle lagunemissaadus aminometüülfosfoonhape ehk AMPA) ning loomakasvatuses kasutatavate ravimite (nt valuvaigisti diklofenaki) jäägid on mürgised nii loodusele kui ka inimesele juba väga väikeses koguses.

Põllumajandusest pärinevatel ainetel on suur mõju meie looduskeskkonnale. Sealt jõuab Eesti jõgedesse ja järvedesse vastavalt 60% ja 30% lämmastiku- ja fosforiühenditest. Sealjuures võib märkimisväärne osa toitainekoormusest jõuda pinnaveekogudesse koos põhjaveega. Jõgede kaudu jõuavad põllumajandusmaalt pärinevad ained Läänemerre. Hinnanguliselt transporditakse jõgede kaudu kuni 80% Läänemerre jõudvatest lämmastiku- ja 92% fosforiühenditest.

Euroopa Liidu ja Eesti Keskkonnaministeeriumi rahastatava projekti LIFE IP CleanEst ühe osana viiakse Lääne-Virumaal läbi pinna- ja põhjavee kvaliteedi uuring kuues valglas (joonis 1a). Selles osalevad Tallinna Tehnikaülikool, Eesti Geoloogia-teenistus ja Eesti Keskkonnauuringute Keskus. Valglates seiratakse paralleelselt

pinnaveekogude ja põhjavee koostist ja selle muutumist nelja aasta jooksul vahemikus 2019–2022. Põhjaveeuuringute eest vastutab Eesti Geoloogiateenistus. Nendega loodetakse selgitada põhjavee mõju pinnaveekogude veekvaliteedile ning peamisi looduslikke protsesse, mis võivad muuta toitainete sisaldusi põhjavees enne pinnaveekogudesse jõudmist. Uuringus keskendutakse eelkõige põllumajandusmaalt pärinevatele toitainetele, aga väiksemas mahu seiratakse ka taimekaitsevahendite ja ravimijääkide sisaldusi.

Esimese uuringuaasta (2019–2020) tulemused näitavad ootuspäraselt, et suuremad toitainesisaldused esinevad põllumajandusmaa suurema osakaaluga valglates (joonis 2 ja 3). Sealjuures on fosfori ühendite osakaal põhjavees suhteliselt väike ja peamise osa toitainekoormusest moodustavad lämmastikuühendid. Põhjavee lämmastikuühendite sisaldus on kohati suur (suurvee perioodil isegi rohkem kui 50 mg/L) ja mõjutab pinnavee kvaliteeti. Sealjuures on põhjavee üldlämmastiku sisaldused kohati suured ka valglates, kus sama sisaldus pinnaveekogudes nii kõrge ei ole (joonis 3). Lämmastikuühendite suuremad sisaldused

esinesid nii põhjavees kui pinnaveekogudes kevadel, aga ka talvel. Viimane on seletatav uuringuaasta sooja talvega, mil sadas palju vihma ja suurenes vee äravool. Maapõues leidub lämmastikuühendite suuremaid sisaldusi 20–30 meetri sügavuseni. Sügaval toimuvad põhjavees juba lämmastikku eemaldavad protsessid või levib seal vesi, mis oma suurema vanuse tõttu on tänapäevase veeringega nõrgemalt seotud.

Kuigi paljud ülalkirjeldatud seaduspärasused olid üldjoontes teada ka varem, aitab praegu käimasolev põhjaveeuuring meie teadmisi avardada vähemalt kolmes vallas. Esiteks võimaldab pinna- ja põhjavee koos käsitlemine paremini seletada põhjavee rolli pinnavee kvaliteedi kujunemisel. Teiseks võimaldab praegune uuring selgitada põhja- ja pinnavee koostise muutusi erinevate aastaegade ja erineva ilmastikuga aastate vältel. Kolmandaks on uuringu käigus vaatluse all lisaks põllumajandusega seotud ainetele veel hulk teisi parameetreid ja põhjavees lahustunud aineid. See võimaldab selgitada põhjavee tekkimise ja muutmise seaduspärasusi ning põhjavee suhtelist vanust, mis kõik on põllumajandusest pärinevate ainete levikuga tihedalt seotud.

Põhjaveeuuringud projekti LIFE IP CleanEst tegevuse C10.1 käigus. Eesti keeles.



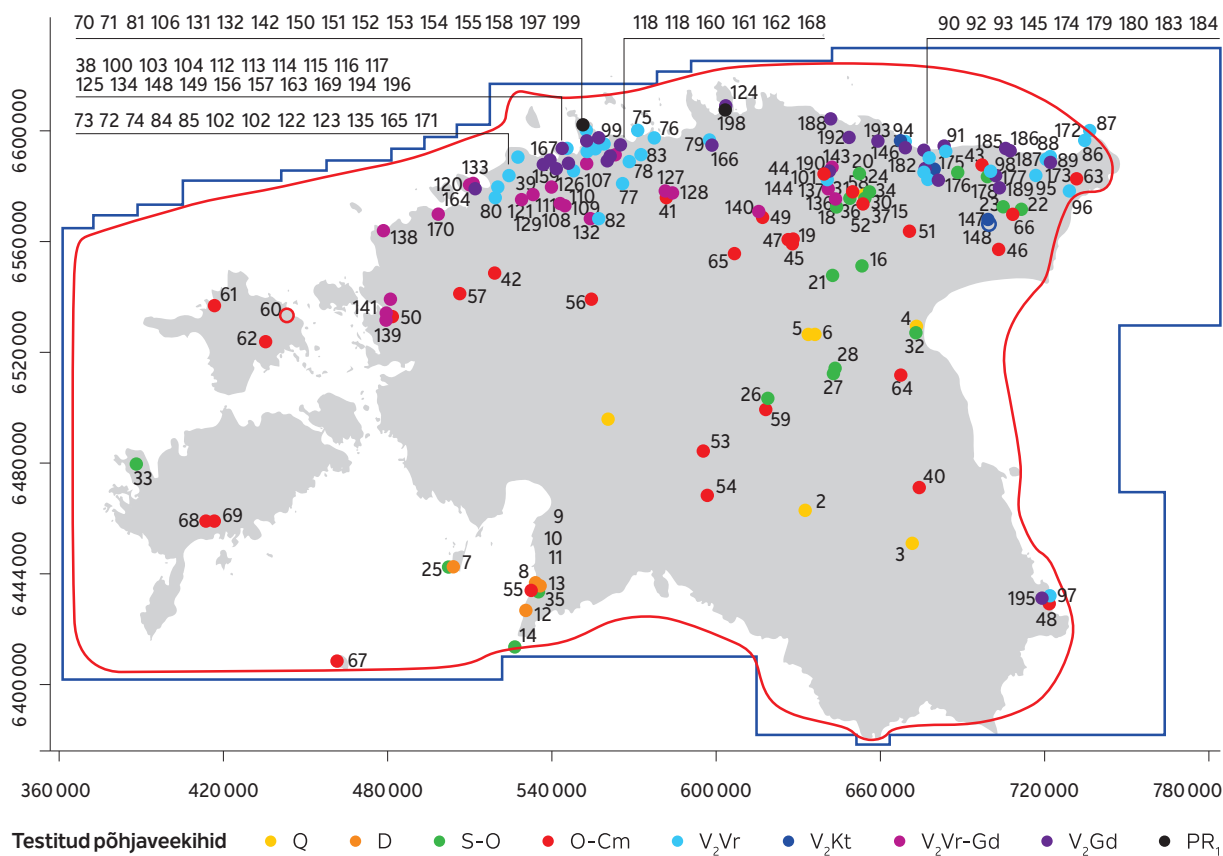
Uuringu esimese seireaasta tulemuste kohta saab lähemalt lugeda elektroonilisest aruandest: Iital, A., Kõrgmaa, V., Pachel, K., Roosalu, K., Pärn, J., Osjamets, M., Hunt, M., 2020. LIFE IP CleanEst projekti tegevus C10.1 veeuuringud. Seiretulemused. LIFE IP CleanEst projekt, Tallinn. <https://lifecleanest.ee/sites/default/files/2021-01/C10%20Veeuuringute%20aruanne.pdf>

Joonas Pärn Joonas.Parn@egt.ee
Madis Osjamets Madis.Osjamets@egt.ee
Marlen Hurt Marlen.Hunt@egt.ee
Merle Truu Merle.Truu@egt.ee



Põhjaveeproovi võtmine Kundas. Põhja-Eesti Cm-V põhjavesi on jääliustiku aegsetetest gaasidest küllastunud.
Foto: Andres Marandi.

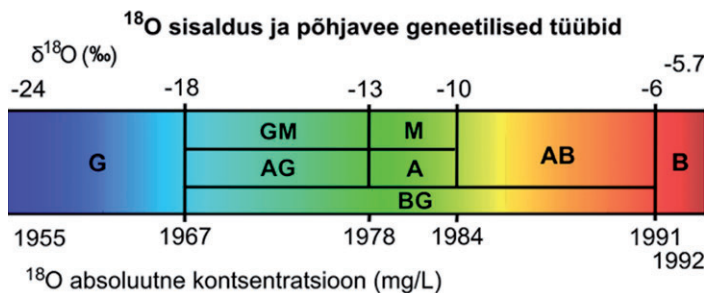
**^{18}O kontsentratsiooni ajast sõltuv
3D mudeldamine programmi-
pakettidega ja MT3DMS regionaalse
ulatusega põhjavee-kihtkonnas Eesti
arteesiabasseini näitel**



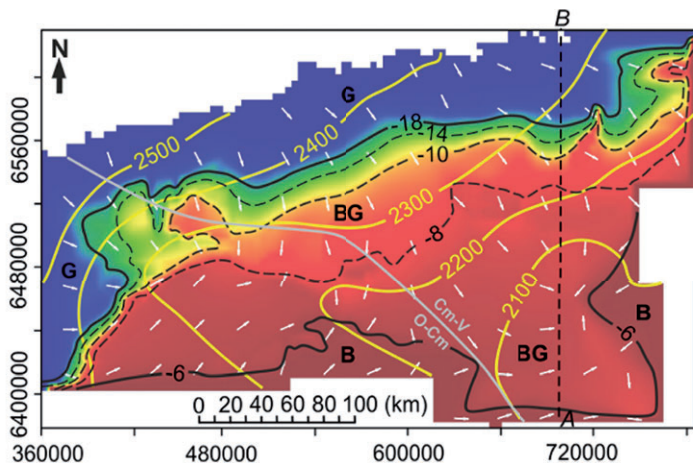
JOONIS 1. ¹⁸O testimiskaevud; punane pidevjoon – EAB piir, sinine treppjoon – EHA piir.

Hapniku raske isotoobi ¹⁸O sisaldusega loodusliku vee hulk erineb kuni mõnekümne mahupromilli võrra standardist VSMOW, mille kehtestas Rahvusvaheline aatomienergia agentuur 1968. a. Standardist suhteliselt suurem ¹⁸O sisaldus (tähistus: δ¹⁸O = 1...10‰) iseloomustab troopilises kliimas kujunenud vett (Surnumeri, Punane meri jt). Suhteliselt väiksem ¹⁸O sisaldus on omane kaasaegsetele sademetele (δ¹⁸O = -8...-12‰) ja arktilise jää sulamisveele (δ¹⁸O = -18... -24‰). Need erinevused annavad aluse põhjavee teketingimuste rekonstrueerimiseks δ¹⁸O määramispunktid.

Käesolev uurimus tugineb Eesti arteesiabasseini (EAB) kõiki olulisi kihte avavate 199 puurkaevu vee δ¹⁸O mõõtmistele (joonis 1). Originaalse meetodiga arvatati tuvastatud δ¹⁸O väärtused ümber vastavateks ¹⁸O absoluutseteks kontsentratsioonideks (joonis 2). Säärane teisendus võimaldas mudeldada ¹⁸O ajast sõltuvat ruumilist (3D) jaotumust paljukihilises ja filtratsioonitingimuste poolest heterogeenses EAB-s programmpakettidega MODFLOW-2005 ja MT3DMS. Mudeldamistulemuste küllaldast täpsust näitas sooritatud arvutiekspriiment.



JOONIS 2. Põhjavee geneetilised tüübid ¹⁸O sisalduse järgi; A/B – EAB vesi enne mandrijää tumise algust, G – mandrijää sulamis-vesi, M – sademete vesi, AB/AG/BG/GM – segunenud vesi.



JOONIS 3. Põhjavee rõhk (abs. k. m, kollased isojooned), voolusuunad (valged nooled), $\delta^{18}\text{O}$ (‰, mustad katkendlikud isojooned) ja mustade pidevjoontega eristatud põhjavee geneetilised tüübid Cm-V kihtides 18 ka enne kaasaega.

1	22,0...20,0	EAB loodeosa kattumine mandrijääga
2	20,0...18,0	terve EAB kattumine mandrijääga
3	18,0...14,7	mandrijää õhenemine sulamise tõttu
4	14,7...12,0	EAB järguline vabanemine jääkattest
5	12,0...10,3	Balti jääpaisjärve kujunemine
6	10,3... 5,0	Läänemere areng Holotseenis
7	5,0... 0,1	EAB nüüdisreljeefi kujunemine
8	0,1... 0	põhjavee intensiivne kasutamine

Osamudelite geomeetrisel ja filtratsiooniparameetrid anti L. Vallneri 2002. a konstrueeritud ja hiljem praktikaülesannete lahendamiseks aprobeeritud Eesti hüdrogeoloogilise mudeli (EHA) järgi. Põhjavee algrõhk ja esialgne ¹⁸O absoluutne kontsentratsioon omistati 1. osamudelile teaduskirjanduse andmetest lähtudes. Pärast 1. osamudeliga sooritatud arvutuste lõpetamist sisestati saadud tulemused 2. osamudelisse ning sealt samal kombel edasi kuni kogu arvutuste seeria lõpetamiseni 8. osamudeliga. Niiviisi moodustus EAB põhjavee voolu- ja transpordimudelite integraalne süsteem, mille abil rekonstrueeriti ja interpreteeriti EAB geohüdroloogiline arengulugu viimase 22 000 aasta kestel Hiliis-Pleistotseenis ja Holotseenis.

Väljatöötatud 3D arvutusmetoodika praktilise rakendatavuse tõestamiseks loodi MODFLOW-2005 ja MT3DMS najal kaheksa vastastikku funktsionaalselt seostatud EAB osamudelit, mis hõlmasid järgmisi ajavahemikke (aastatuhanded enne kaasaega) ning nende vastavaid geomorfoloogilisi ja geohüdroloogilisi protsesse:

Mudeldamine tõestas, et viimase mandrijää tumise arenemisel hakkas jääkilbi all hõõrdumissoojuse toimele tekkinud jää sulamisvesi tungima EAB ülemistesse kihtidesse transversaalselt ja alumistesse kihtidesse – lateraalselt Läänemere nõost. Tekkisid jäävee ja varem EAB-s levinud põhjavee mitmesugused segud (joonis 2). Mandrijää

taandumisel taastus põhjavee toitumine sademetest ja kihtidesse tungis ka paisutatud Läänemere vesi. Mudeldamine näitas nimetatud protsessides esinenud veevoolude suunda, kiirust ja hulka ning ^{18}O kontsentratsiooni muutusi (joonised 3–5).

Põhjavee mõõdetud ja neile vastavate arvutatud ^{18}O absoluutsete kontsentratsioonide vahel oli tugev korrelatiivne seos (korrelatsioonikordaja 0,86). See näitas, et osamudelitesse antud põhjavee-kihtkonna hüdrogeoloogilised parameetrid olid piisavalt adekvaatsed ja et kogu läbiviidud mudeldamise kontseptsioon oli õige.

Uurimusega konstrueeritud ja verifitseeritud 8. osamudel on EAB kompleksne põhjavee voolu- ja transpordimudel, mida saab kasutada veekeskonna juba toimunud tehis mõjustuste analüüsimiseks ja ka selle tuleviku-seisundite prognoosimiseks.

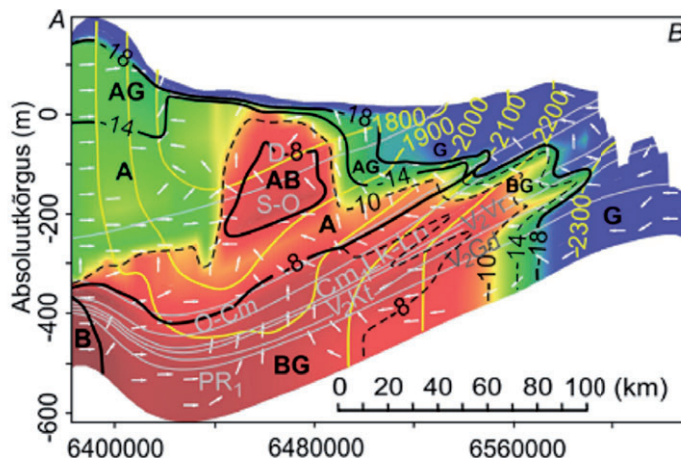
Käesolev uurimus on uudne, kuna ^{18}O kontsentratsiooni ajast sõltuvat 3D jaotumust regionaalse ulatusega kihtkonnas pole varem detailselt mudeldatud.

SEOTUD ARTIKKEL

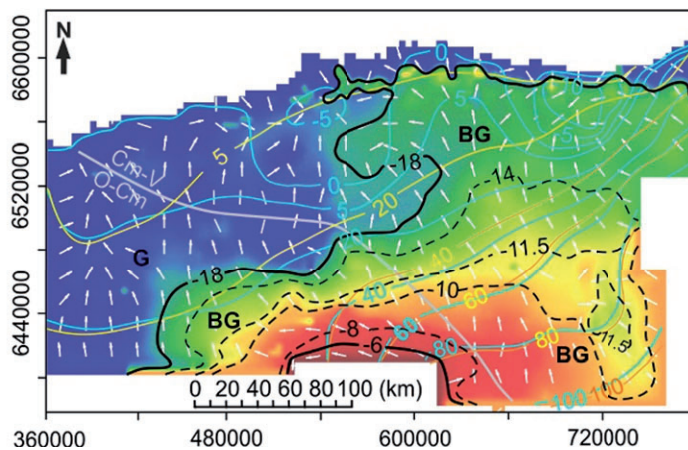
Vallner, L.; Ivask, J.; Marandi, A.; Vaikmäe, R.; Raidla, V., Raukas, A. Transient 3D simulation of ^{18}O concentration by codes MODFLOW-2005 and MT3DMS in a regional-scale aquifer system: an example from the Estonian.

Artesian Basin. Estonian Journal of Earth Sciences, 2020, 69, 3, 154–175. <https://doi.org/10.3176/earth.2020.11>.

- PhD Jüri Ivask Juri.Ivask@taltech.ee
- PhD Andres Marandi Andres.Marandi@egt.ee
- PhD Valle Raidla Valle.Raidla@egt.ee
- PhD Anto Raukas Anto.Raukas@taltech.ee
- PhD Rein Vaikmäe Rein.Vaikmae@taltech.ee
- PhD Leo Vallner Leo.Vallner@taltech.ee



JOONIS 4. Hüdrogeoloogiline olustik EAB vertikaallõikel A-B 18 ka enne nüüdisaega.



JOONIS 5. Kaasaegne hüdrogeoloogiline olustik Cm-V kihtides; kol-lased ja helesinised isojooned – põhjavee rõhk (abs. k. m) vastavalt 1910. ja 2016. a. Jooniste koordinaadid on antud L-EST97 süsteemi järgi meetrites.



Tudengid Elina Kuusma ja Markus Kivimägi täidavad pinnaseõhuga RM-2 kolbe, punane Markus 10 pumpab ise õhu pinnasepooridest oma ionisatsioonikambrisse. Foto: Krista Täht-Kok.

Radooniuringud väheuuritud omavalitsustes: Keila ja Võru linnas, Rõuge, Setomaa, Võru ning Ruhnu vallas

Puudulikult uuritud valdade radooni-uringute I etapp

Eesti Geoloogiateenistuse radooniuringud keskendusid 2019. ja 2020. aastal Keskkonnaministeeriumi tellitud radooniuringutele II prioriteediga ehk seni puudulikult uuritud valdades. Selliseid väheuuritud valdu-linnu oli uuringuid alustades 19, uuringute esimese osa lõppedes jäi neid

järele 13. Töös anti radooniriski hinnang Keila ja Võru linnale ning Rõuge, Setomaa ja Võru vallale ning Ruhnu saarele. Nimelt sätestab 2018. aastal Eestis vastu võetud määrus nr 28 "Tööruumide õhu radoonisisalduse viitetase, õhu radoonisisalduse mõõtmise kord ja tööandja kohustused kõrgendatud radooniriskiga töökohtadel" (RT I, 03.08.2018, 4), et tööruumides ei või radooni aktiivsuskontsentratsiooni aasta

keskmine ületada 300 Bq/m³. Määrus lähtub EL direktiivist 2013/59/Euratom, mis on tuntud kui Basic safety standards directive (BSS, 2013).

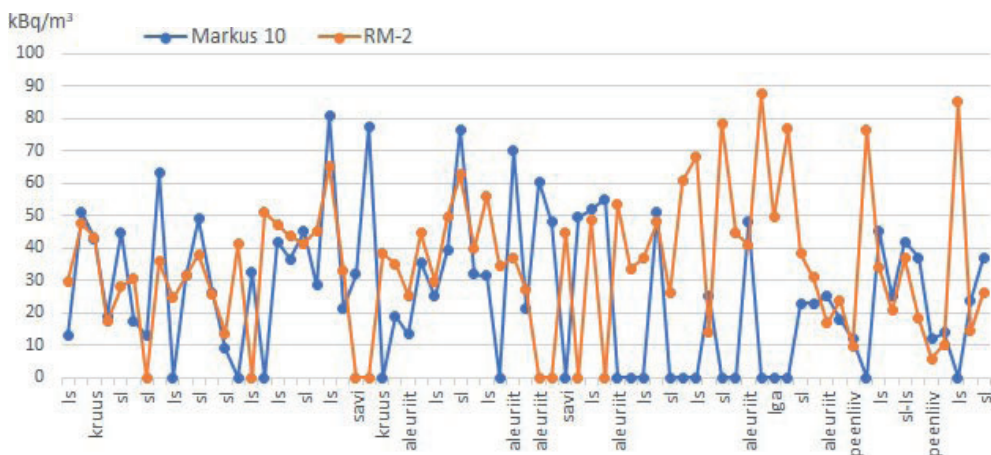
Määruse elluviimiseks prioriseeriti Eesti haldusüksused varasemate radooniuuringute alusel:

- I prioriteediga haldusüksused, kus potentsiaalne radoonirisk on kõrge;
- II prioriteediga haldusüksused ehk täiendava uuringuvajadusega alad;
- III prioriteediga haldusüksused, kus potentsiaalne radoonirisk on keskmine või madal.

Eesti haldusüksusi ei prioriseeritud mitte siseõhu, vaid pinnaseõhu radooniuuringute alusel, kuna pinnaseõhku on Eestis uuritud pea 20 aasta jooksul ning nende uuringute tulemusel avaldati 2017. aastal trükis „Eesti pinnase radooniriski ja looduskiirguse atlas“ (Petersell jt., 2017). Pinnaseõhu radooniuuringud on seotud maapinna geoloogilise ja geomorfoloogilise ehitusega ja võrreldes hoonete konstruktsioonist tuleneva

siseõhumõõtmiste mitmekesisusega, on maapinna omadused püsivamad ja paremini prognoositavad. Nimelt pärineb radoon meie oma aluspõhja kivimitest ja pinnakattesetetest, millega oleme aastatuhandeid rahulikult koos elanud. Probleemiks on radoon kujunenud alles paarikümmend aastat tagasi, kui meie ehitised muutusid väga õhutihedateks. Üheks näiteks on tavapäraste ahjude kadumine majapidamistest, mis õhuvahetusele suuresti kaasa aitasid. Lisaks mängib rolli, nii täiskasvanutel kui lastel, vaba aja suurem veetmine õues viibimise asemel siseruumides.

Töö hüpoteesina kehtestati määruks olevale siseõhu Rn aktiivsuskontsentratsiooni (Rn-sisalduse) viitetasemele 300 kBq/m³ vastavaks pinnaseõhu Rn piirsisalduseks 75 kBq/m³ (Keskkonnaministeerium 2019). Vald või linn kuulub I prioriteediga haldusüksuste hulka, kui rohkem kui 10% pinnaseõhu Rn-määrangutest on kõrgemad kui viitetasemele vastav 75 kBq/m³ või tuleneb Rn-risk ala geoloogilisest ehitusest. Viimane riskitegur on kõrge eelkõige klindi esisel ja klindipealsel alal. Eriti kõrgeid Rn-sisaldusi on mõõdetud klindipealsetel õhukese



Emanomeetriga Markus 10 ja Rn-mõõturiga RM-2 mõõdetud Rn-sisalduste jada.

Käesolev töö võimaldab Keskkonnaministeeriumil suunata ettevõtteid, mis asuvad I prioriteediga haldusüksustes, mõõtma radooniriski tööruumides ja võtma vajadusel kasutusele meetmeid radoonisisalduse vähendamiseks vastavalt 2018. aastal vastu võetud KeM ministri määrusele number 28. Kõige tavalisemaks meetmeks on ventilatsiooni tõhustamine, mille kõige esimene ja lihtsam asi on ruumide korralik õhutamine. Erasikutele ei või riik radooni osas ettekirjutusi teha, kuid I prioriteediga omavalitsustes elavaid inimesi on KeM-I plaanis võimalikust kõrgendatud radoonisisaldusest siseruumides informeerida ning jagada selgitusi ja nõuandeid selle vähendamiseks. Uusehituste siseruumides on maksimaalseks Rn-sisalduseks planeeritud 200 Bq/m^3 ja neid nõudeid reguleerib Eesti Ehitusstandard (EVS 840:2017).

Eesti Geoloogiateenistuses kasutatavate meetodite võrdlus

Radooniuringute tegemiseks on Eesti Geoloogiateenistuses olnud 2019. ja 2020.

aastal kasutusel kolm paralleelset meetodit. Kaudne meetod, kus potentsiaalset Rn-sisaldust arvutatakse eU ehk pinnases looduslikult leiduva raadiumiga tasakaalus oleva uraani järgi, ja kaks meetodit, millega Rn mõõdetakse pinnaseõhust otse.

Kirjelatud kolme meetodiga määrati Rn-sisaldus ühel ajal 145 uuringupunktis. Gamma-spektromeetriga (GT-40) määrati potentsiaalne Rn-sisaldus ja emanomeeter Markus 10 ning Rn-mõõtmisüsteemiga RM-2 määrati Rn-sisaldus otse pinnaseõhus. Emma-kumma otsemõõtmismeetodiga õnnestus kindlaks määrata Rn-sisaldus 125 uuringupunktis ehk 86%-s uuringupunktidest. Tulemus on ootuspärane, sest väga niisketes ja savipinnastes ei olegi võimalik saada tulemust otsemõõtmismeetodiga, kuna gaas sellistes tingimustes ei liigu.

Kahest otsemõõtmisviisist osutus 10% efektiivsemaks mõõtmine RM-2-ga. Markus 10-ga ei ole sageli võimalik radooni mõõta aleuriidis ja peenliivas, RM-2 töötab kehvemini alvaritel, kuid vahel ka peenliivas.

KASUTATUD KIRJANDUS

BSS 2013. Euroopa Liidu Nõukogu direktiiv 2013/59/Euratom, Euroopa Liidu Teataja, 2014.

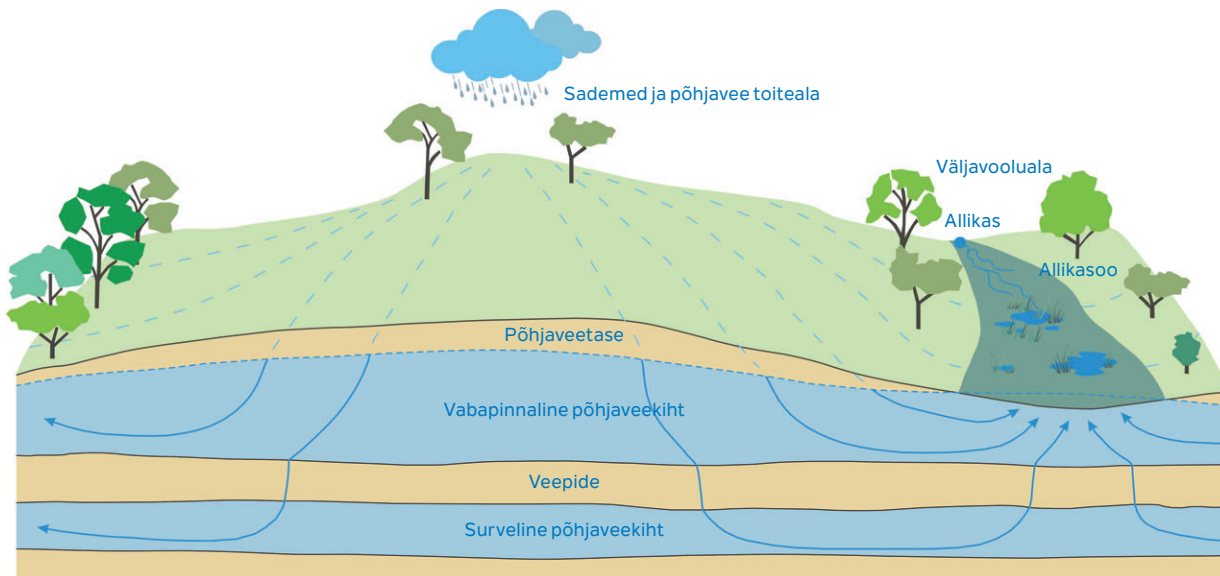
Eesti Keskkonnaministeerium 2019. Radooni riiklik tegevuskava. https://www.envir.ee/sites/default/files/lisa_2._radooni_riiklik_tegevuskava_2019.pdf vaadatud 20.01.2021.

Keskkonnaministri 06.08.2018 määrus nr 28 „Tööruumide õhu radoonisisalduse viitetas, õhu

radoonisisalduse mõõtmise kord ja tööandja kohustused kõrgendatud radooniriskiga töökohtadel” Lisa „Kõrgendatud radooniriskiga maa-alade loetelu“.

Petersell, V., Karimov, M., Täht-Kok, K., Shtokalenko, M., Nirgi, S., Saarik, K., Milvek, H. 2017. Eesti pinnase radooniriski ja looduskiirguse atlas. The Atlas of Radon Risk and Natural Radiation in Estonian Soil. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn, lk 89.

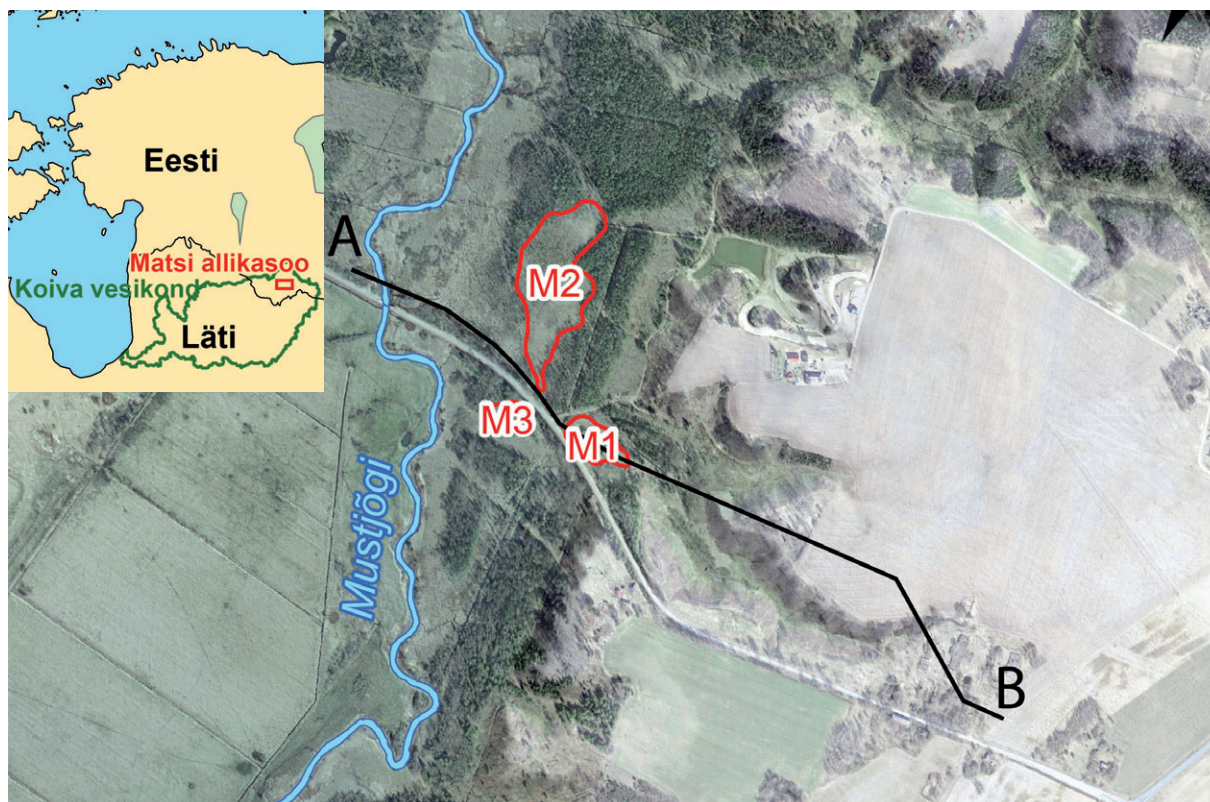
Krista Täht-Kok Krista.Taht-Kok@egt.ee
Elina Kuusma Elina.Kuusma@egt.ee



GroundEco - Põhjaveest sõltuvate maismaaökosüsteemide jätkusuutlik majandamine riikideüleses Gauja-Koiva vesikonnas

2018.-2020. aastani osales Eesti Geoloogiateenistus Eesti-Läti partnerite koostööprojekti GroundEco – „Põhjaveest sõltuvate maismaaökosüsteemide jätkusuutlik majandamine riikideüleses Gauja-Koiva vesikonnas“ (Joint management of groundwater dependent ecosystems in transboundary Gauja-Koiva river basin).

Eesti-Läti piiriga on Gauja-Koiva vesikond halduslikult jagatud kaheks alaks, kus eksisteerib ühtne põhja- ja pinnaveesüsteem. Samas on piiriülese vesikonna ühine majandamine vajalik nii geoloogiliste ja hüdroloogiliste tingimuste kui ka mõlemat riiki siduva Euroopa Liidu (EL) veepoliitika raamdirektiivi (Water Framework Directive 2000/60/EC) tõttu. Projekti käivitumise hetkel ei olnud Lätis uurimis(-teadus)asutustel meetodikat identifitseerimaks ja



Asendikaart.

klassifitseerimaks põhjaveest sõltuvaid maismaaökosüsteeme (PSMÖS) ning üks olulisemaid eesmärke projektis oli töötada välja ühtne meetodika, mis sobitaks nii Eesti kui Läti loodustingimustesse ning võimaldaks ühtset maismaaökosüsteemide majandamist mõlemal pool piiri.

Metoodika väljatöötamiseks vajalikud andmed korjati valitud pilootaladelt nii Eestis kui Lätis. Pilootaladele koostati kontseptuaalsed mudelid ning uuringu tulemusi kasutati meetoodika valideerimiseks. Eestis valiti pilootalaks Võrumaa Rõuge vallas asuv Matsi allikasoo ning Lätis Priekuļi piirkonnas asuvat Kazu leja ala. Metoodika hõlmab ka kvantitatiivseid

(veetasemete) ja kvalitatiivseid (veekemiat) hindamisskeeme, et teha kindlaks, kas põhjavee seisund põhjustab PSMÖS-dele kahju ja vajadusel kavandada halvas seisus PSMÖS-de heastamismeetmeid.

Uuringu tulemusena tuvastati väljatöötatud meetodikat kasutades Gauja-Koiva piiriüleses vesikonnas 60 PSMÖS-ala kogupindalaga ~ 732 ha (peaaegu 2/3 Ruhnu saare suuruselt). Tulevikus on plaanis meetodikat rakendada vesikondade veemajanduskavade kolmanda tsükli (2022-2027) ettevalmistamisel, millega tagatakse ühiste põhjaveevarude (kui joogivee peamise allika) ja nendega seotud ökosüsteemide pikaajaline kaitse.

Kesk-Devoni põhjaveekogum Koiva vesikonnas

Kesk-Devoni Gauja-Aruküla veekihi pärineb keskmiselt **67%** Matsi M1 soolalaotivast põhjaveest.

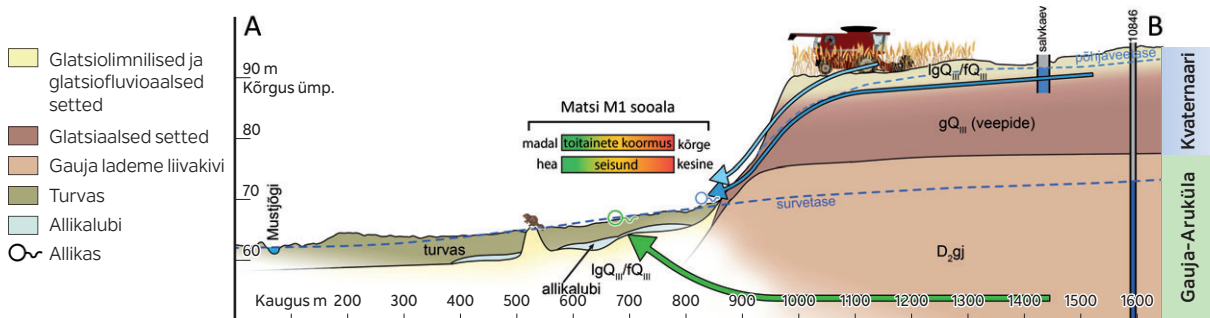
Omadused

- surveiline ja anoksiline
- ühtlane termiline ja isotoopne koostis
- pikem viibeaeg
- kõrgem üldmineraalsus
- kõrgem DIC, BA²⁺, Sr²⁺, Fe_{tot} ja SiO₂ sisaldus

Kvaternaari veekihtidest pärineb keskmiselt **33%** Matsi M1 soola toitvast põhjaveest.

Omadused

- vabapinnaline ja oksiline
- muutlik termiline ja isotoopne koostis
- lühem viibeaeg
- madalam üldmineraalsus
- kõrgem DOC, N_{tot}, P_{tot}, K⁺, SO₄²⁻, F⁻, Cl⁻, Br⁻ ja Al³⁺ sisaldus



Matsi pilootala kontseptuaalne hüdrogeoloogiline mudel.

GRUNDECO PARTNERID

Läti Keskkonna, Geoloogia ja Meteoroloogia Keskus, Tallinna Ülikooli ökoloogia keskus, Läti Ülikooli geoloogia osakond, Eesti Keskkonnaministeerium, Läti Looduskaitse Agentuur, Vidzeme regiooni planeerimis-osakond, Eesti Geoloogiateenistus



GROUND ECO LÕPPARUANDE AUTORID

Retike, I. (1,3), Kalvāns, A. (3), Priede, A. (5), Tarros, S. (7), Terasmaa, J. (2), Türk, K. (4), Bikše, J. (3), Demidko, J. (1), Koit, O. (2), Küttim, M. (2), Lode, E. (2), Pärn, J. (2), Popovs, K. (3), Vainu, M. (2), Valters, K. (1), Abreldaal, P. (2), Babre, A. (3), Bīviņa, I. (6), Caune, K. (1), Marandi, A. (7), Polikarpus, M. (7), Raidla, V. (7), Rieksta, M. (6), Sisask, K. (2)

Projekti täielik ingliskeelne aruanne (väljatöötatud meetodika, pilootuurigid ja soovitused) on allalaaditav Eesti Geoloogifondist: <https://fond.egt.ee/fond/egf/9446>

Andres Marandi Andres.Marandi@egt.ee
Siim Tarros Siim.Tarros@egt.ee

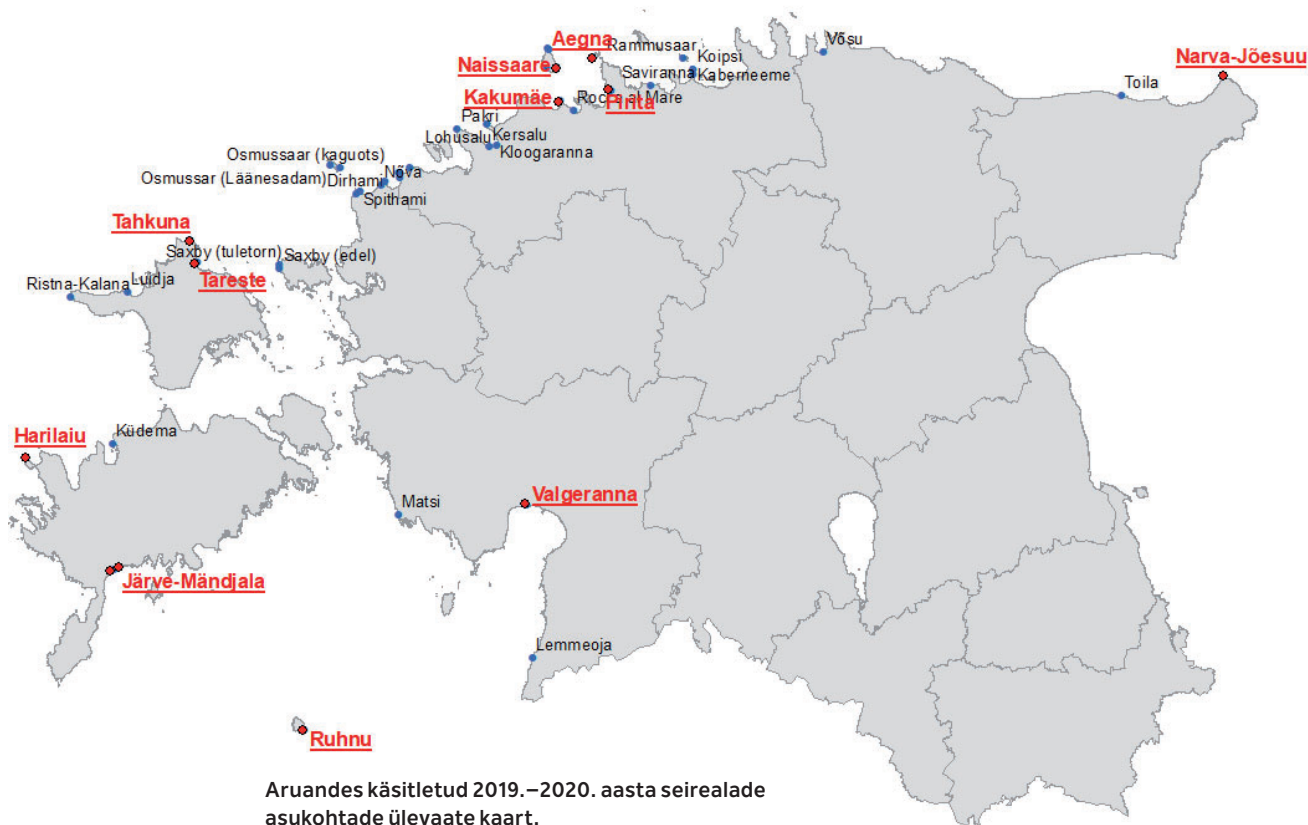


Alliklepa seireala. Foto Sten Suuroja.

2019.–2020. aasta mererannikute seiretööd

2019.–2020. aastal teostas Eesti Geoloogiateenus mererannikute seireuuringu vastavalt Keskkonnaagentuuri tellimusele. 2020. aasta lõpus valmis seiretöödest ka mahukas aruanne. Seiretööde tulemused, andmed ja GIS- teemakaardid edastati läbi keskkonnaseire andmekogu KESE Keskkonnaagentuurile.

Mererannikute seirega alustati riikliku keskkonnaseire programmi käigus 1994. aastal. Seire eesmärgiks on jälgida looduslike ja antropogeensete faktorite mõjul intensiivselt toimuvaid rannaprotsesse (kulutust ja kuhjumist) ja selgitada nende arengutendentse. Seiretöödega selgitatakse välja erinevate rannikupiirkondade võimalik areng (vajalik sadamate, ehitiste ja teede rajamisel, puhkemajanduse planeerimisel) ning antakse kogu ranniku arengu prognoos. Seirealade valikul on silmas peetud, et kaasatud oleksid geoloogiliselt ehituselt ja hüdrodünaamilistelt tingimustelt erinevad piirkonnad.



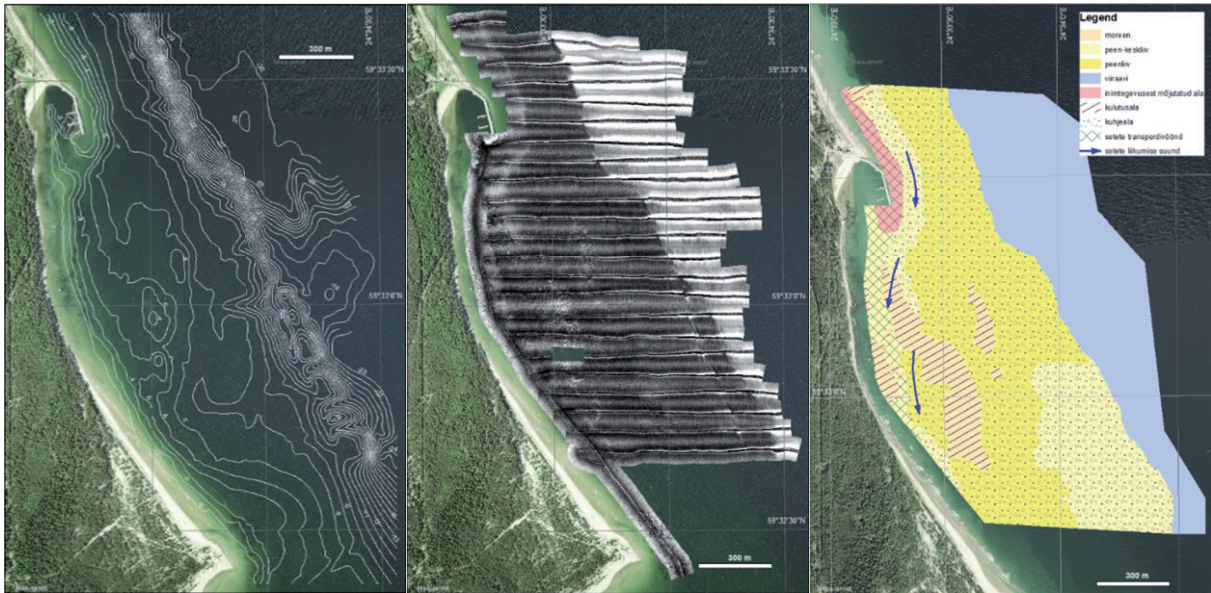
Aruandes käsitletud 2019.–2020. aasta seirealade asukohtade ülevaate kaart.

Arvestades kasvavat vajadust rannaala geoloogiliste andmete järele ning pidades silmas Euroopa Liidu direktiividest tulenevaid ülesandeid ja vajadusi, täiustati käesoleva uuringuga oluliselt senist rannikuseire meetodikat. Esmakordselt tehti lisaks maismaalt lähtuvatele kõrgusprofiilidele, kus seireprofiil kulgeb risti rannajoonega ca 1,5 m sügavuseni, ka eelvalitud rannikualade geofüüsikalisi väikelaevalt mõõdistamisi kuni 10 m sügavusel veealusel rannanõlval. Selline kombineeritud meetodika võimaldab koguda andmeid oluliselt efektiivsemalt, suuremal alal ja suuremas mahus ning jälgida rannavööndis toimuvaid protsesse nii kulutus- kui kuhjealadel.

Seiretöödel kogutud mõõtmisandmestiku põhjal:

- koostati digitaalsed seireprofiilid, mille võrdlemisel varasemate aastate kujutisega analüüsiti ja kirjeldati rannavööndis toimunud muutusi;
- koostati seirealade ja seireprofiilide paiknemist iseloomustavad kaardid: batümeetria, litodünaamika ja põhjasetete kaardid, märkides ära abrasiooni- ja akumulatsiooni piirkonnad, setete liikumise trendid ja inimtegevusest mõjutatud alad.

Rannikualade geofüüsikalistel mõõdistusandmetel põhinevad teemakaardid ja andmemudelid võimaldavad teha senisest



Kajaloodi profiilide alusel koostatud batümeetria kaart, külgvaatesonari profiilide mosaiik, setete leviku ja dünaamika kaart Naissaare seirealal.

tõhusamaid otsuseid ranna ja merealade pikaajaseks planeerimiseks ja ennetada seega ranna ja mereala kasutusega seotud riske (sh. ranna erosiooni, sadamate ja laevateede ummistumist jne).

Uuringu käigus mõõdistati maismaalt lähitüdes RTK-GPS meetodil kõrgusprofiilid 11 seirealal: Aegnal, Harilaiul, Järve-Mändjalal, Kakumäel, Naissaarel (sadamas), Narva-Jõesuus, Pirital, Ruhnus, Tahkunas, Tarestes ja Valgerannas. Täiendavalt teostati neist 7 seirealal (Harilaiul, Järve-Mändjalal, Kakumäel, Naissaarel (sadamas), Narva-Jõesuus, Tarestes ja Valgerannas)

esmakordselt ka veealuse rannanõlva geofüüsikalised uuringud, kus setete leviku ja koostise määramiseks kasutati setteprofiilaatoreid ja külgvaate sonarit. Veealuse rannanõlva mõõdistamise alade valiku kriteeriumid olid vajaduspõhised – sadamate ummistumisega seotud alad (Narva-Jõesuu, Tarestes, Naissaare) ning alad, kus toimub aktiivne setete liikumine (Kakumäe, Järve-Mändjala). Lisaks tehti ka kõigi Eesti seirealade revisjon, kus anti hinnang seirealale ning toodi välja võimalikud tulevikusuundumused (inimtegevus, setete liikumine, sadamate ummistumine, erosioon, akumulatsioon).

Anu Veski
Sten Suuroja
Martin Liira
Igor Tuuling

Anu.Veski@egt.ee
Sten.Suuroja@egt.ee
Martin.Liira@egt.ee
Igor.Tuuling@egt.ee



Profileerimine Kuivarahu kanalis. Foto S. Suuroja.

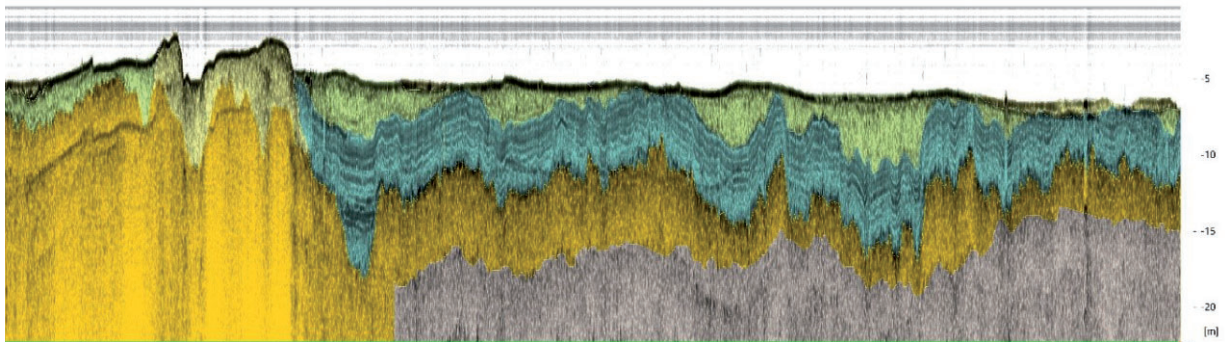
Laevateede geofüüsikalised uuringud

Laevateede uurimiseks kasutatud geofüüsikalised uurimismeetodid võimaldavad saada asjakohaseid alusandmeid süvendamist vajavate laevateede merepõhja geoloogia kohta.

Seoses Väinamere geoloogilise kaardistamisega viidi 2020. aastal läbi geofüüsikalised uuringud järgmistel süvendamist vajavatel laevateedel:

1. Sviby kanal;
2. Kuivarahu kanal;
3. Väinamere laevatee Kesse siht;
4. Saareotsa kanal.

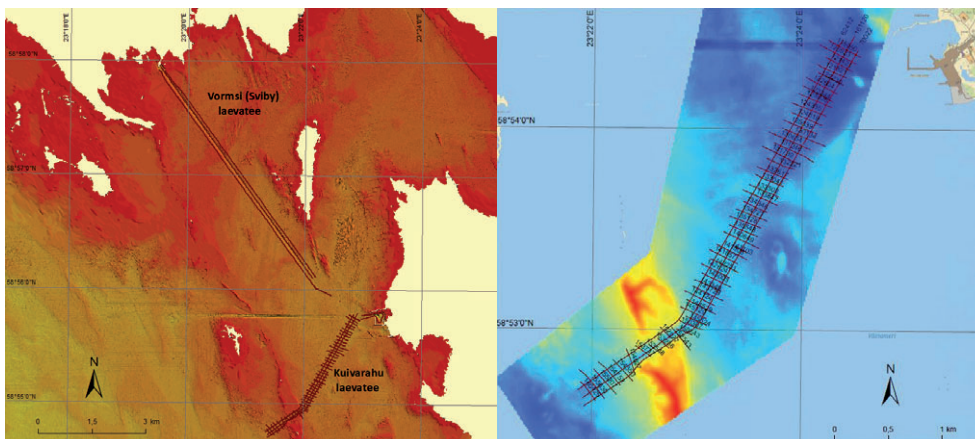
Geofüüsikalisteks uuringuteks kasutati erinevate sagedusvahemikega setteprofilaatoreid ja külgvaate sonarit. Uuringu tulemusena saadi informatsiooni uuritud kanalite ja nende ümbrusalas levivate setete tüüpide, litoloogilise koostise, leviala ja paksuse kohta.



Põhjaprofiilaatori Chirp edela–kirdesihiline interpreteeritud profiil Kuivarahu seljaku piirkonnas.

Töö tulemusena koostatud merepõhja geomorfoloogia ja setete pindalase leviku andmestikku ning interpreteeritud seisimokustilisi läbilõikeid saab kasutada kui vajalikku ja usaldusväärset alusmaterjali laevatatavate kanalite rajamiseks ja rekonstrueerimiseks. Samuti saab setete koostise ja leviku järgi planeerida kanalite rajamise ja käigushoidmisega kaasnevat

setete litodünaamikat, sh nii lainetuse ja hoovuste kui ka laeva sõukruvidest tekitatavat erosiooni merepõhjale. Eriti peab sellega arvestama nende kanalite puhul, kus kanal süvendatakse kas moreeni või glatsiofluviaalsetesse setetesse, kuna tekib oht “välja pestud” purdmaterjali kuhjumiseks süvendisse.



Profiilide asukohad Vormsi ja Kuivarahu laevateedel.

Anu Veski
Sten Suuroja

Anu.veski@egt.ee
Sten.Suuroja@egt.ee



Välitööd uurimislaevaga „Salme“ septembris 2020. Foto Martin Liira.

Läänemere merepõhja setete keskkonnaseisund

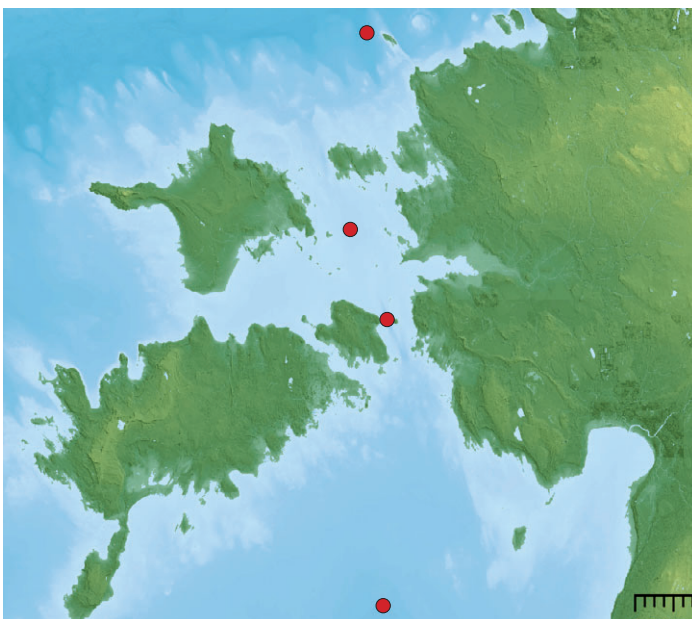
Selgitamaks Eesti merealade setete keskkonnaseisundit ning arendamaks vajalikku metoodikat keskkonnaseisundi hindamiseks, viib Eesti Geoloogiateenistus ellu projekti „Merepõhja setete seisundi hindamiseks vajaliku metoodika arendamine ja rakendamine“ (2020 – 2022), mida kaasrahastab Keskkonnainvesteeringute Keskus. Projekti on suunatud merepõhja keskkonnaseisundi parandamisele ning projekti tulemusena täieneb mereala keskkonnaseisundi hindamise metoodika ja selleks vajalik lähteandmestik.

Praegune Läänemeri on geoloogiliselt noor, poolsuletud riimveeline meri, mis on ühendatud Põhjameriga läbi kitsaste Taani väinade, mille kaudu toimub Läänemere suhteliselt vähene veevahetus Atlandi ookeaniga.

Valgala ehk maa-ala, millelt vesi Läänemere voolab, on ca 1,7 miljonit km², mis on enam kui neli korda suurem Läänemere pindalast ja kus elab peaaegu 85 miljonit inimest. Meie kodumerd iseloomustavad mitmed gradiendid: bioloogiline mitmekesisus, liigiline koostis, vee temperatuuri ja soolsuse järkjärguline muutus lõunast põhja suunas. Bioloogiline mitmekesisus on kogu Läänemeres üldiselt madal ja paljud organismid elavad oma taluvuse piiri lähedal. Eespool toodud omadused muudavad Läänemere ökosüsteemi eriti tundlikuks keskkonnamõjude suhtes. Kõige tõsisemaks keskkonnaprobleemiks Läänemeres peetakse eutrofeerumist.

Läänemere eutrofeerumist põhjustab vee-
kogu rikastumine inimtekkeliste toitainete-
tega: 20. sajandil on lämmastiku sissekanne
Läänemeresse suurenenud kolm korda ja fos-
fori sissekanne on kasvanud koguni viie-
kordseks. Kuna teadlikkus eutrofeerumise
kahjulikest tagajärgedest on tõusnud, on
lämmastiku heide Läänemeresse vähenenud
aastatel 1994–2010 16% ja fosfori heide
18%. Sellest hoolimata pole vee kvaliteet
ootuspäraselt paranenud ehk toitainete
kontsentratsioonid ei ole vähenenud. Eel-
nevate aastakümnete jooksul toimunud
ulatusliku toitainete sissekanne tagajärjel
on fosfor kogunenud merepõhja setetesse,
kust vabaneb järk-järgult tagasi vette. Sel-
list fenomeni nimetatakse sisemise fosfori
koormuseks. Fosfori vabanemisega sete-
test on seotud paljud tegurid, kuid suurima
mõjuga on lahustunud hapniku madal sisal-
dus põhjalähedases vees – hüpoksia.

Hüpoksia (määratletud kui põhjalähedase
vee hapnikusisaldus alla 2 mg/l) on ülemaa-
ilmselt kasvav probleem, alates 1960. aast-
tatest on nn. surnud tsoonid ranniku me-
revetes plahvatuslikult laienenud. Hüpoksia
on levinud nähtus ka Läänemeres. Niivõrd
madalad merevee hapnikusisaldused hal-
vendavad ökosüsteemi vastupidavust ning
mõjutavad lämmastiku ja fosfori setetest
taasvabanemise kiirust. Merepõhja sete-
tesse kogunenud fosfor võib esineda
mitme eri vormina ning ainult osa neist on
mobiilsed ehk võimelised liikuma tagasi
merevette ja põhjustama selle eutrofeeru-
mist. Hüpooteetiliselt võib setetes esineda
olukord, kus fosforit on küll palju, kuid see
on kõik väheliikuv vormis ehk settes kinni
ning täiendavat eutrofeerumist ei põhjusta.
Reeglina on osa fosforit siiski alati liikuv



Proovivõtupaikade asukohad Soome lahe suudmealal, Väinameres, Suures väinas ja Liivi lahes.

vormis, kuid Eesti merepõhja kohta vasta-
vad andmed puuduvad.

Käsiloleva uurimisprojektiga hinnatakse
Eesti rannavete merepõhja keskkonnasei-
sundit, liikudes Soome lahe suudmealalt üle
Väinamere piirkonna Liivi lahe põhjaossa.
Tööde tulemusel koostatakse meetodika
ja alusandmestik (sh. kaardikihid), mis on
vajalikud Eesti merealale kvantitatiivsete
indikaatorite ja hindamismeetodite väljaa-
rendamiseks ning seirealade süstemaatilise
möödistamise uuendatud (seire)meetodika
kehtestamiseks. 14.–16. septembril 2020
toimus projekti osana merereis uurimislae-
vaga “Salme”, mille käigus koguti settema-
terjale proovivõtupaikadest ning tehti et-
tevalmistusi analüütilise programmi jaoks.

Martin Liira

Martin.Liira@egt.ee



Vaade Suurele väinale Muhu saarel paiknevalt Püssina pangalt. Miski ei reeda, et Suure väina kompleksse aluspõhja vaondi suurimad sügavused (~ 40 m alla merepinda) jäävad selle põhjaossa, mida poolitaval Kesselaiul kerkib aluspõhja reljeef hoopiski ~ 15 m merepinnast kõrgemale. Siinsed arvukad Siluri klindi astangud viitavad Kainosoikumi jõgede ja Pleistotseeni liustike kulutuslikule tegevusele. Foto I. Tuuling.

Muhumaad ja Mandri-Eestit lahutav Suur väin lasub kompleksel, keeruka reljeefiga aluspõhja vagumusel

Kümmekonna aasta eest tundus Eestimaa rannikumere geoloogiline kaardistamine kättesaamatu ettevõtmisena. Nüüd, mil EGT esmased merepõhja kaardistustööd Suures väinas on teoks saanud, võib julgelt seada sihte edasiseks merepõhja kaardistamiseks.

Madalmere kaardistamine sai võimalikuks tänu EGT uurimispaadile, millele monteeritavad eri sagedustel töötavad seismoakustiliste profilaatorite tüübid (Pinger, Chirp, Boomer) ja külgvaate sonar võimaldavad uurida nii merepõhja reljeefi kui ka pinnakatte liigestust.

2019. a suvel kaeti Suur väin regulaarse (iga 1 km, kohati isegi 500 m tagant) lääne-loode- ja ida-kirdesihiliste seismoakustiliste profiilide võrguga. Täielikuma pinnakatte läbilõike andsid Boomeri profiilid, kus

impulsi parameetrite hilisem muutmine võimaldas enamikel profiilidel eristada ka aluspõhja ja pinnakatte kontakti. Saadud andmete alusel koostati pinnakatte ja aluspõhja reljeefi kaardid. Piirkonna lubjakivi kihtide lasumuse ja väina aluspõhja reljeefi andmed võimaldasid esmakordselt kontuurida ka erinevate Siluri lademetete avamusi Muhumaa ja Mandri-Eesti vahel.

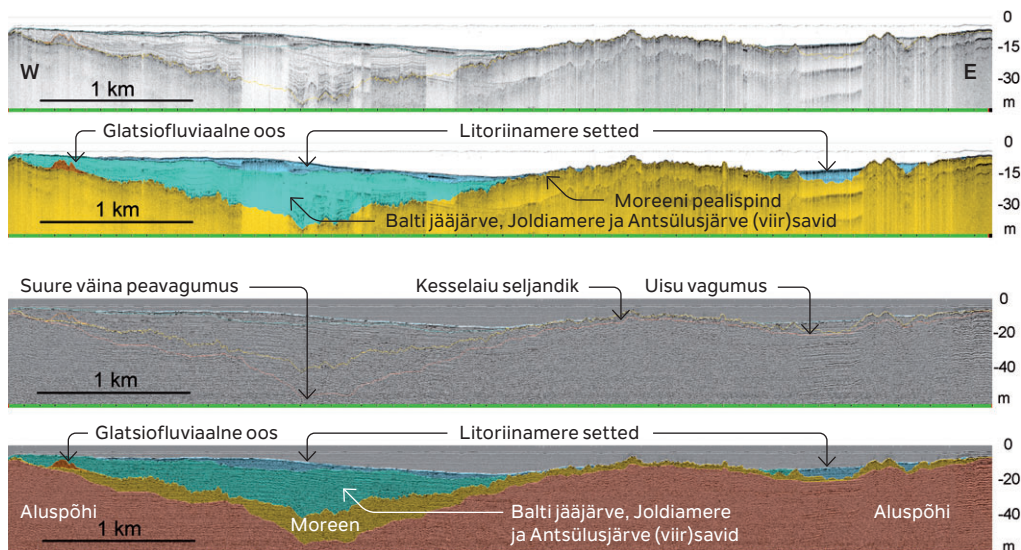
Kogu saadud informatsiooni uudsust arvestades oli üheks olulisimaks tulemiks Suure väina aluspõhja reljeefi välja selgitamine. Aluspõhja reljeefi kaardil eristub Väinamerd ja Liivi lahte ühendav kompleksne vagumus, kus nii reljeefi liigestatus kui ka sügavused suurenevad Väinamere suunas. Sellest tulenevalt eristuvad väina põhjaosas kaks selget, 30–40 m a.m.p. laskuvat aluspõhjalist vagumust, mille vahele jääval Kesselaiul kerkib aluspõhi ca 15 m ü.m.p. Väina lõunaosas, kus aluspõhi tõuseb aegamisi Suure väina ja Liivi lahe vahelisele tasandikulisele



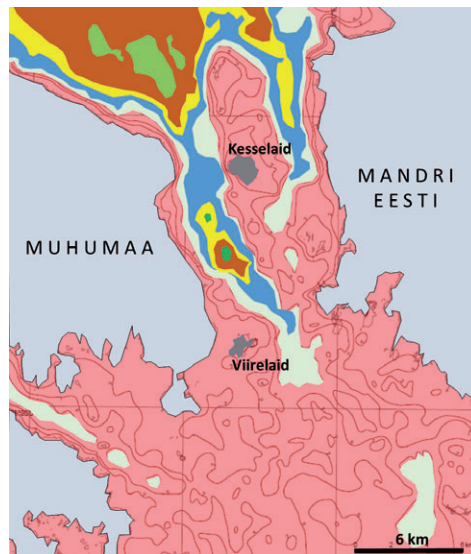
EGT uurimispaat Kuivastu sadamas. Poordis põhjaprofiilaatori Chirp kiirgur-vastuvõtja.

Foto S. Suuroja.

veelahkmealale, eespool mainitud vagumuste sügavus ja laius järk-järgult vähenevad ning suureneb maismaad ääristavate aluspõhjaplatoode osakaal. Kogu Suurt väina läbiv vagumus eristub üksnes selle



Boomeri seisimokustiline profiil Kesselaiust vahetult lõunas, mille impulsi parameetrite hilisem seadistamine võimaldab profiilidel eristada moreeni ja aluspõhja kontakti ning sellest tulenevalt ka peamisi Suure väina aluspõhjareljeefi üksusi.



Suure väina pinnakatte paksuste kaart.



Suure väina aluspõhja reljeef ja selle väljaeraldatud üksused.

Muhumaa-poolses servas. Selline aluspõhja reljeefi liigestatuse ja kõrguste üldpilt ning muutumise trendid lubavad oletada, et väina kompleksse aluspõhjavagumuse on vorminud Pleistotseeni jäätumise eelsete põhja suunas voolanud jõgede ning siit hiljem üle liikunud liustike kulutuslikud protsessid. Arvestades, et Saaremaa ja Hiiumaa vaheline Soela väin asetseb oletataval Pleistotseeni jäätumise eelsel Kasari mattunud jõeoru pikendusel, mille lõunapervel kujunes Siluri klindiastring, võime Suure väina vagumust võrrelda Põhja-Eesti klindi juures välja eraldatud klindilahtedega. Selle tõenduseks on arvukad, Suure väina põhjaosa ääristavad Siluri klindi astringud (Kesse, Püssina, Üügu, Uisu jt.). Kas need oletused ka paika peavad, annab vastuse Väinamere jätkuv kaardistamine.

Pinnakatte paksuste kaardilt nähtub, et Suures väinas toimub setete liikumine (kooskõlas tuule valitsevast suunast tingitud veemasside liikumisega) valdavalt Väinamere suunas. Selle tulemusena on setted järk-järgult täitnud Kesselaidu ümbritsevaid ja Väinamere keskosa aluspõhja süvendeid. Pinnakatte paksuse vähenemine väina kitsaimas lõigus, Kesselaidu ja Muhumaa vahel, on ilmselt põhjustatud seal võimenduvast põhjahoo-vusest, kus Väinamere keskosa suunas liikutavat veemassi piltlikult läbi pudelikaela pressitakse. Tänapäeva põhjareljeefis tuleb seal esile selgelt kulutuslik, ümbritsevatest aladest >5 m sügavam vaond, mis osutab Suure väina kõige sügavamaks piirkonnaks.

Igor Tuuling
Sten Suuroja
Anu Veski

Igor.Tuuling@egt.ee
Sten.Suuroja@egt.ee
Anu.Veski@egt.ee

**EESTI GEOLOOGIATEENISTUS
AASTARAAMAT 2020**

RAKVERE 2021