



EESTI
GEOLOOGIATEENISTUS

Aastaraamat

2019

EESTI GEOLOOGIATEENISTUS

F. R. Kreutzwaldi 5

44314 Rakvere

Telefon: (+372) 630 2333

E-post: info@egt.ee

ISSN 2674-5097

Aluspõhja kaart (lk 5) OÜ Regio ©Regio 2019, KL-19-066, www.regio.ee

© Eesti Geoloogiateenistus 2020



EESTI GEOLOOGIATEENISTUS

Eessõna	3
---------------	---

GEOLOOGILINE KAARDISTAMINE JA MAAPÕUETEAVE

Eesti aluspõhja geoloogiline keskmisemõõtkavaline (1:200 000) digitaalne kaart	4
Hüdrogeoloogiline kaardistamine Järvakandi, Rapla ja Hiiumaa kaardilehtedel	7
Tudengite suvine praktika Pärnumaal	9
Treimani mattunud oru seismomeetriline uuring	11
Geoloogiafond kolib veebi	13

RAKENDUSGEOLOOGILISED UURINGUD

Ehitusmaavarade levik, kaevandamine ja kasutamine Rapla maakonnas	15
Geoloogiateenistus uurib üle aastakümnete taas kristalset aluskorda	19
Vanad graptoliitargilliidi (musta kilda) puursüdamikud – kas piisav materjal uute uuringute tarbeks?	22
Fosforiidilasundi uuritus ja levik Virumaal ning lasundi modelleerimise võimalused Rakvere maardla näitel	24
Kas Eesti fosforiiti on lihtne rikastada?	28

HÜDROGEOLOOGILISED JA KESKKONNAGEOLOOGILISED UURINGUD

Põhjaveekogumite piiride kirjeldamine, koormusallikate hindamine ja hüdrogeoloogiliste kontseptuaalsete mudelite koostamine	30
Tallinna–Helsinki tunnelitrasside Eesti osa hüdrogeoloogiline 3D-mudel	32
Metaan Kambriumi–Vendi põhjaveekompleksis	34
Põhjavee sooldumise põhjustest Sillamäel	36
Moodne kullipilk puurkaevu – geofüüsikalised uuringud	38
Eesti pinnase radooniriski veebikaart annab ülevaate kodukoha radoonihust või -ohutusest	41
Hüdrogeoloogia ja keskkonnageoloogia osakond kogub välitööl andmeid nutikalt	43

MEREPÕHJA UURINGUD

Suure väina ja seda ümbritseva maismaa geoloogilisest kaardistamisest	46
Merepõhja geoloogilised uuringud	49
Merepõhja uuringud seoses võimaliku Tallinna–Helsinki tunneli kavandamisega	52
Meregeoloogilise andmevõrgustiku ja teemakaartide koostamine	54
Merepõhja pindmiste setete uuring Paldiski lahe pumphüdroakumulatsioonijaama veevõtutoru jaoks	55



Eessõna

Hea lugeja, Sinu käes on Eesti Geoloogiateenistuse aastaraamat 2019. Nii, nagu juba ehk sirvides tähele panid, on raamat mahukas ning täis huvitavat info- ja pildimaterjali. Just nii tõine ja mitmekülgne oli ka geoloogiateenistuse teine tegutsemisaasta. Astusime mitmed olulised sammud edasi geoloogilise kaardistamise ja meie maapõueressursside uurimise vallas, esitasime huvitavaid aruandeid ehitusmaavaradest ja põhjaveest, liikusime edasi geoloogilise info kaasajastamisega, tegutsesime aktiivselt nii maal kui merel. Ühesõnaga uurisime, puurisime, kirjutasime ja ehitasime.

Kahjuks ei mahu kogu meie tegevus aastaraamatu kaante vahele ning samuti on mõned olulised ettevõtmised veel liiga algusjärgus, et nendest hetkel täpsemalt rääkida. Küll aga oleme kindlad, et käesolev trükis annab hea ülevaate meie 2019. aasta olulisematest tegevustest, projektidest, uuringutest ja ettevõtmistest.

Head lugemist ja meie tegevusele kaasaalamist!

Eesti Geoloogiateenistus

Eesti aluspõhja geoloogiline keskmisemõõtkavaline (1:200 000) digitaalne kaart

Valminud on digitaalne keskmisemõõtkavaline Eesti aluspõhja geoloogiline kaart mõõtkavas 1:200 000. Kui vanemad aluspõhja geoloogilised kaardid näitasid ajaliste üksuste (lade) levikut, siis digitaalsel kaardil on kujutatud litostratigraafiliste üksuste (kihistu) paiknemist maapinnal pinnakatte setete all. Eesti rahvusatlase tarvis koostati kasutatud kaardikihi alusel lihtsustatud litostratigraafilise skeemiga (ladestike tasemel) Eesti aluspõhja geoloogiline kaart mõõtkavas 1:1 500 000.

NSV Liidu keskmisemõõtkavalise (mõõtkavas 1:200 000) aluspõhja geoloogilise kaardistamise käigus koostatud kaardilehed Eesti ala kohta ilmusid trükist 1975. aastaks. 1997. aastaks koostati eelmainitud aluspõhja geoloogiliste kaartide ja vahepeal lisandunud suuremõõtkavaliste (mõõtkavas 1:50 000) geoloogiliste kaartide põhjal digitaalne Eesti aluspõhja geoloogiline kaart mõõtkavas 1:200 000 koos seletuskirjaga.

Suuremõõtkavalise (1:50 000) geoloogilise kaardistamise käigus valminud digitaalsed aluspõhja geoloogilised kaardid katavad ligikaudu 25% Eesti territooriumist. Veel 25% territooriumi kohta on olemas üksnes käsikirjalised suuremõõtkavalised geoloogilised kaardid. Ülejäänud 50% Eesti territooriumist on suuremõõtkavaliste geoloogiliste kaardilehtedega seni veel katmata. Lähtudes ühiskonna vajadusest tänapäevase uurituse tasemel koostatud digitaalse keskmisemõõtkavalise aluspõhja geoloogilise kaardi järele, otsustati see ka koostada.

Nendele aladele, mille kohta olid olemas digitaalsed suuremõõtkavalised geologi-

lised kaardid, koostati uus keskmisemõõtkavaline kaardikiht olemasolevat materjali mõningal määral üldistades. Aladele, mille kohta olid olemas üksnes käsikirjalised suuremõõtkavalised kaardid, koostati uus kaardikiht olemasolevaid avamusalasid digiteerides ning generaliseerides. Neil aladel, mille aluspõhja kohta olid olemas vaid 1997. aasta uurituse tasemel käsikirjalised keskmisemõõtkavalised geoloogilised kaardid, saadi uued avamusalad esmast kaardimaterjali interpreteerides ja digiteerides.

Kui varasemal aluspõhja keskmisemõõtkavalisel geoloogilisel kaardil oli kujutatud geokronoloogilisi üksusi (lademeid), siis valminud digitaalne kaart on koostatud litostratigraafiliste üksuste ehk kihistute tasemel. Mõningatel juhtudel nende piirid kattusid, kuid paljudel juhtudel tuli lademetete (Pakerordi, Kunda, Nabala, Pirgu, Juuru, Raikküla, Jaani, Jaagarahu jne) piires täiendavalt välja eraldada veel hulk kihistuid. Probleeme oli ka kontaktaladega, sest paljudel juhtudel ei kattunud suuremõõtkavalistelt kaartidelt võetud kihistute avamusalad keskmisemõõtkavaliselt kaardilt võetud lademetete alusel välja eraldatud avamusaladega. Selleks tuli esmane kaardi-pilt uuesti interpreteerida ja puursüdamike andmebaasis olevad puuraugud taas läbi vaadata ning selle informatsiooni alusel joonistada välja uued avamusalad. Lisaks neile koostati teemakihid tektoonilistele rikelele, kihistute stratotüüpidele ja meteoriidikraatritele.



Eesti aluspõhja ehitus / Bedrock geology of Estonia

(mln/a) 359	D ₃	ÜLEM-DEVONI LADESTIK
383	D ₂ g ₂ -am	GAUJA-AMATA KIHISTU
385	D ₂ ar-br	ARUKÜLA-BURTNIEKI KIHISTU
388	D ₂ pr-nr	PÄRNU-NARVA KIHISTU
393		ALAM-DEVONI LADESTIK
419	S ₄	PRIDOLI LADESTIK
423	S ₃	LUDLOW LADESTIK
427	S ₂	WENLOCKI LADESTIK
433	S ₁	LLANDOVERY LADESTIK
444	O ₃	ÜLEM-ORDOVIITSIUMI LADESTIK
458	O ₂	KESK-ORDOVIITSIUMI LADESTIK
470	O ₁	ALAM-ORDOVIITSIUMI LADESTIK
485	Ca	KAMBRIUM
541	E	EDIACARA
635		MESOPROTEROSOIKUM
1000		MESOPROTEROSOIKUM
1600	PP	PALEOPROTEROSOIKUM
2500		PALEOPROTEROSOIKUM

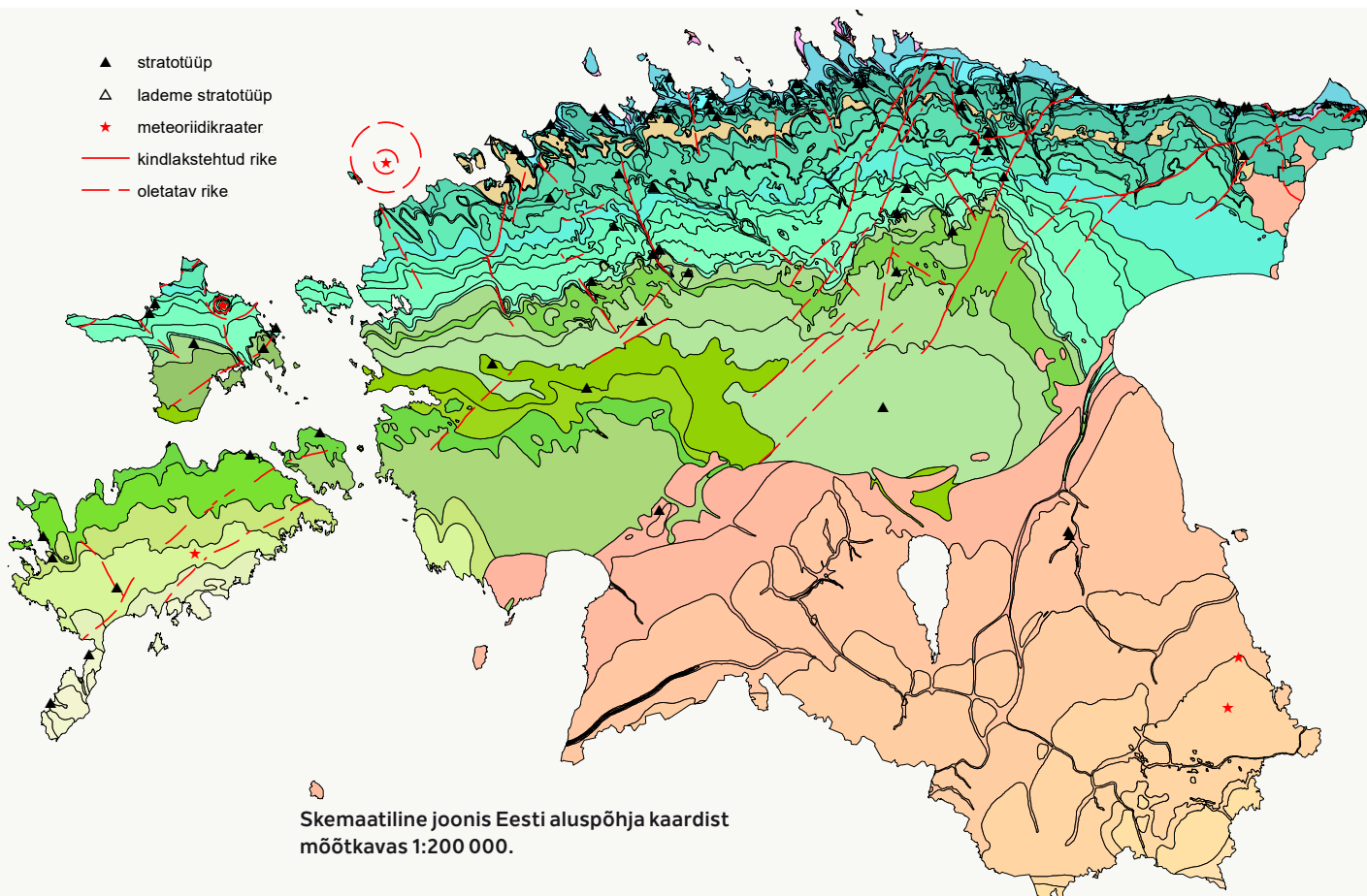
Allikas: Eesti Geoloogiateenistus 2019

Põlevikvi kaevandused
Oil shale mines

- põlevikvikarjäär
Oil shale quarry
- maa-alune kaevandus
Underground mine
- planeeritav kaevandusala
Perspective mining area
- pank, paljand / Klint, outcrop
- meteoriidkraater / Meteor crater
- muuseum / Museum

Aluspõhja geoloogiline kaart
Eesti rahvusatlases (vähendatud).

KL-19-066 ©Regio 2019



Erinevatel aegadel ja erineva suunitlusega tööde käigus geoloogilistele kaartidele kantud struktuuririkete olemuse väljaselgitamiseks tehti tektooniliste rikete revisjon. Selle käigus eristati oletatavad ja kindlakstehtud riked ning põhjendati nende välja eraldamise vajadust. Kindlakstehtud rikete puhul on peale aluspõhja kivimite struktuurist lähtuvate lineamentide vajalik ka aluspõhja kivimites fikseeritud nihke vertikaalse amplituudi või purustussooni olemasolu täpsustamine. Senini on kaardile kantud 50 kohanimedega märgistatud tektoonilist riket või rikketsooni.

Eesti rahvusatlase tarvis koostati aluspõhja keskmisemõõtkavalise geoloogilise kaardi alusel lihtsustatud litostratigraafilise skeemiga (ladestike alusel) skemaatiline kaart mõõtkavas 1:1 500 000. Lisaks ladestike avamusaladele on kaardil ära toodud ka tähelepanuväärsemad aluspõhja kivimite paljandid (pangad, müürid jne), meteoriidikraatrid, põlevkivi kaevandamisalad ja kivimiekspositsioonidega muuseumid.

Kalle-Mart Suuroja
 Anu Veski

Kalle.Suuroja@egt.ee
Anu.Veski@egt.ee

Hüdrogeoloogiline kaardistamine Järvakandi, Rapla ja Hiiumaa kaardilehtedel



Väljavõte Rapla hüdrogeoloogilisest kaardist.



Jalase küla Suurekivi allikas, millele on rajatud kaev. Foto T. Vahtra.

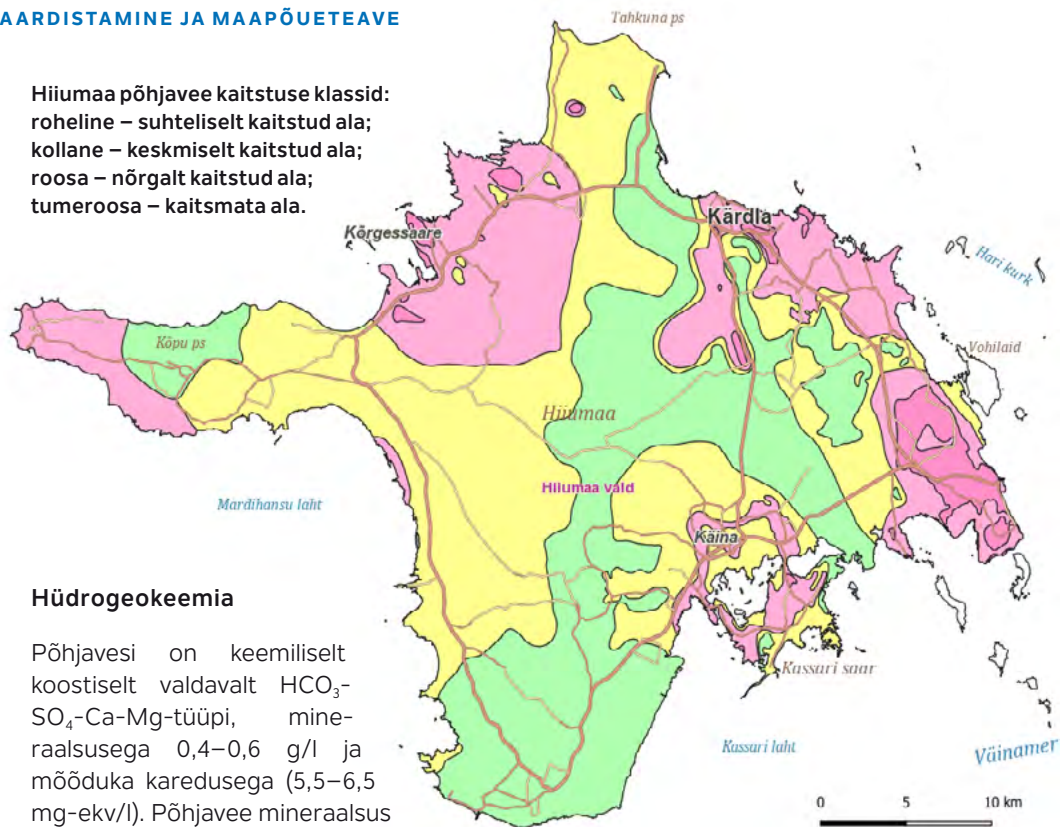
Hüdrogeoloogia

Kaardistatud piirkonnas esinevad Siluri ja Ordoviitsiumi lõhelised ja karstunud karbonaatsed kivimid. Peamiseks tarbeveeallikaks kaardilehtede piirkonnas on Siluri-Ordoviitsiumi (S-O) põhjaveekompleks, mille ülemises osas on tihti välja eraldatud ka Siluri (S) põhjaveekiht. Veetaseme absoluutkõrgus väheneb kirdest (65 m ümp) lääne-edela suunas (15 m ümp). Piirkonnas levib arvukalt karstivorme, nende hulgas Märjamaa ja Kaunismaa karstijärve nõod ehk järtad ning Palamulla karstiaala. Samuti levib piirkonnas rohkelt soid, millest suuremad on Hagudi raba, Kodila Linnuraba, Kaisma

2018. ja 2019. aastal koostati mõõtkavas 1:50 000 Rapla ja Järvakandi kaardilehtede hüdrogeoloogia ja põhjavee kaitstuse teemakaardid, mis katavad suuremat osa Rapla maakonnast ja Pärnu maakonna põhjaosa. Lisaks koostati 2019. aastal Hiiumaa põhjavee kaitstuse kaart.

raba ja Tõrasoo. Suuremad jõed on Vigala ja Velise jõgi. Piirkonna suurim järv on Kaisma järv (140,4 ha). Sügavamatest põhjaveekihtidest levib kogu kaardilehe ulatuses ka Ordoviitsiumi-Kambriumi põhjaveekompleks, mis asub sügavusel 350–450 m ning mille surve-tase on põhjaosas 40 m ümp ja langeb lõunaosas kuni 25 m ümp.

Hiiumaa põhjavee kaitstuse klassid:
 roheline – suhteliselt kaitstud ala;
 kollane – keskmiselt kaitstud ala;
 roosa – nõrgalt kaitstud ala;
 tumeroosa – kaitsmata ala.



Hüdrogeokeemia

Põhjavesi on keemiliselt koostiselt valdavalt HCO_3^- - SO_4 -Ca-Mg-tüüpi, mineraalsusega 0,4–0,6 g/l ja mõõduka karedusega (5,5–6,5 mg-ekv/l). Põhjavee mineraalsus on valdavalt kontrollitud lubjakivide lahustumise põhjal, mis väljendub väga suurtes HCO_3^- ja Ca^{2+} kontsentratsioonides. Peamiselt põllumajandusega seotud reostusindikaatori NO_3^- kontsentratsioonid on kogu kaardilehtede ulatuses alla lubatud joogivee piirnormi (50 mg/l). Mikrokomponentidest on kaardistatud alal täheldatud kõrgemaid fluorisisaldusi põhjavees, kuni 5 mg/l (piirnorm 1,5 mg/l), kontsentratsioonide tõusuga edela suunas.

Maapinnalt esimese aluspõhjalise põhjaveekihi kaitstus

Rapla, Järvakandi ja Hiiumaa põhjavee kaitstuse kaartidel on kujutatud maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi (S-O) looduslikku kaitstust. Esimest korda Eesti geoloogilise kaardistamise käigus koostati põhjavee kaitstuse kaart, kasutades automatiseeritud Drastic-metoodikat.

Meetod võtab arvesse erinevad põhjavee kaitstust mõjutavaid aspekte (veekihi sügavus ja omadused, netoinfiltratsioon, aeratsioonivöö mõju, topograafia jt) ning hindab põhjavee kaitstust skaalas 1 kuni 10, viies need vastavusse kehtiva kaitstuse klassifikatsiooniga. Kõiki parameetreid ning nende kaalukust arvesse võttes koostati GIS-mudel, mille abil genereeriti ala põhjavee kaitstuse kaart. Kaardistamise tulemused näitavad, et Rapla ja Järvakandi kaardilehtedel esitatud aladel on põhjavesi valdavalt kaitsmata või nõrgalt kaitstud.

Hiiumaal on peamiselt keskmiselt kaitstud põhjaveealad.

Magdaleena Männik
Magdaleena.Mannik@egt.ee



Esimene praktiline töökogemus Tali lähedal Marinas.

Tudengite suvine praktika Pärnumaal

Sel aastal jätkati geoloogilise kaardistamise välitöid Pärnumaal Rail Balticu trassi ümbruses. Pinnakatte uuringuid tehti 1475 km² suurusel alal Ikla 5312 ja Häädemeeste 5314 kaardilehtedel, kus välitööde käigus kaeti seni mõõtkavas 1:50 000 kaardistamata alad igakülgset geoloogilist teavet sisaldavate vaatluspunktide võrguga.

Oma panuse andmete kogumisse andsid ka Tartu Ülikooli ja Tallinna Tehnikaülikooli geoloogia bakalaureusetudengid ja magistrandid, kes tegid sel moel oma õppekavas oleva kaardistamise praktika. Tartu Ülikooli tudengid osalesid välitööl juuni alguses 10 päeva ja nende baasiks oli Tartu Ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituudi Kilingi-Nõmme linnuökoloogia välilabor. Tallinna Tehnikaülikooli tudengid ööbisid 4 ööd juuni teisel nädalal Nigula loodus-

Geoloogiline kaardistamine on oluline, kuna pakub ühiskonnale terviklikku informatsiooni maapõue kohta. Kompaktse teabe kogumine geoloogilise kaardi koostamiseks on aga aeganõudev ja mahukas tegevus ning seetõttu kasutab Eesti Geoloogiateenistus võimalusel heade partnerite pakutud abi-väge. Tänavu suvel osalesid teist aastat järjest välitöödel ka Tartu Ülikooli ja Tallinna Tehnikaülikooli tudengid.

kaitseala keskus. Esmase väljaõppe ja pideva abi tagas Eesti Geoloogiateenistuse (EGT) geoinformatsiooni osakond.

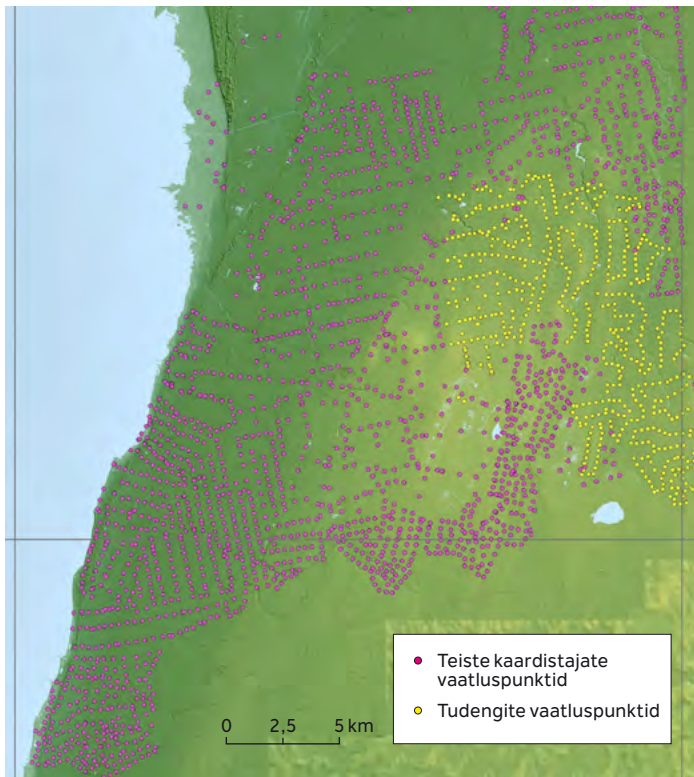
Välitööd olid edukad. Tudengid töötasid 2–3-liikmeliste gruppides ning kahe nädala jooksul kogusid nad infot 131 km² suuruselt alalt, lisades andmestikku 604 pinnakatte vaatluspunkti. Välitööd tegi lihtsamaks ja kiiremaks korralik ettevalmistus tööpäevaks ja nutika välipäeviku kasutamine. Esmalt panid grupid igal õhtul omale



Nigula rabas teel Salupeaksini.



Glatsiofluviaalne sete Tali küla lähedal.



Vaatluspunktid Häädemeeste ja Ikla kaardilehtedel.

paika järgmise päeva marsruudi. Selleks arvestati maastiku iseärasustega ning planeeriti juba kohti, kuhu on kindlasti vaja teha vaatluspunkt. Seejärel laaditi tööde piirkond nutikasse välipäevikusse. EGT kasutab ArcGIS tarkvara rakendust Collector for ArcGIS, mida saab nutitelefoniga alla laadida ja mis võimaldab andmeid andmebaasi sisestada juba välitööl olles. Pärast tööpäeva baasi tagasi jõudes tuli kogutud info lihtsalt interneti abil andmebaasi üles laadida. Seega jäi ära hilisem ajamahukas andmete käsitsi sisestamine. Kui eelmisel aastal oli EGT-s nutikas välipäevik pilootprojektina alles katsetusel, siis sel aastal toimus pinnakatte kaardistamine peaaegu täielikult just sel viisil.

Tudengite osalemine suvistel välitöödel tuli kasuks mõlemale poolele. Kui tudengid said oma õppekava täitmiseks juurde ainepunkte, siis EGT kasutab tudengite kogutud andmeid geoloogilise kaardi koostamisel. Loodame jätkata tudengite rakendamist kaardistamise välitöödel ka järgmisel suvel.

Katrin Kalla

Katrin.Kalla@egt.ee



Treimani mattunud oru seismomeetriline uuring

Treimani mattunud org tuvastati 1960. teisel poolel, kui Treimani, Lanksaare ja Kalita külade kaevude ja hiljem ka uuringupuuraukude puurimisel avastati, et pinnakatte paksus ulatub seal kohati kuni 200 meetrini.

Oru arvatav kulgemine tuginebki peamiselt puurkaevude andmetele. Seejuures ei ole kuigi lihtne leida mattunud oru jälgi puurkaevude läbilõigete alusel, sest kaevumeistri eesmärk on saada vajalikus koguses puhast joogivett, mitte geoloogiliste piiride täpne paikapanek. Ka uuringupuuraukudega on pinnakatte ja Devoni ladestu vahelise piiri määramine raske, sest sageli ei eristu liivakas-savikas pinnakate nõrgalt

Pärnumaa geoloogilisel kaardistamisel rakendas Tartu Ülikooli geoloogia osakond peegeldunud lainete seismomeetria meetodit. Tööde esmane eesmärk oli täpsustada Treimani mattunud oru asukohta ja sügavust, teine eesmärk oli täpsustada kogu settekeha ehitust.

tsementeerunud või murenenud aluspõhjalisest savist ja liivakivist.

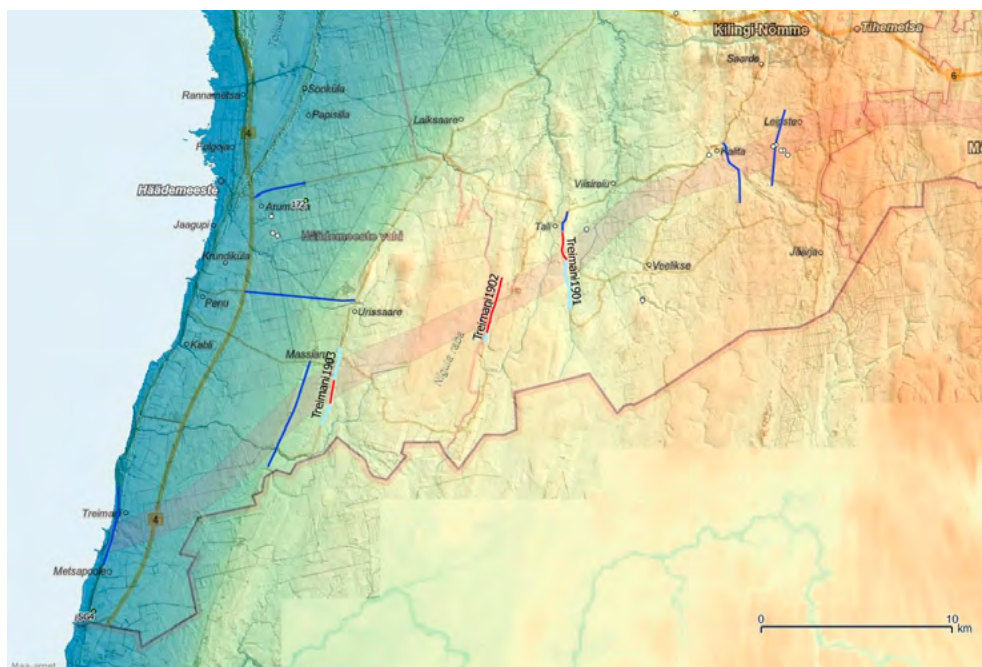
Oru otsinguks koostati Massiaru, Lanksaare ja Tali küla lähistel 3 seismilist profiili kogupikkusega üle 11 km. Laineid tekitati pinnasetihendaja ehk tamperiga, mis lõi 45 sekundi jooksul 400–500 korda vastu maad. Löökide suur arv aitab enamasti igasuguste looduslike ja inimtek-

keliste mürade vastu. Maa seest tagasi peegeldunud laineid registreeriti 72 geofonigrupiga, mis asetsevad üksteisest 10 meetri kaugusel. Erinevatelt sügavustelt saabuvate lainete registreerimine võimaldab määrata, millise kiirusega lained erinevates kivimites liiguvad, ning sel moel saab koostada ajaliste läbilõigete asemel sügavusläbilõiked.

Mattunud org ilmnes kõigil kolmel profiilil. Kõige läänepoolsemal profiilil Massiaru külas

on org vähem kui kilomeetri laiune. Teistel profiilidel on org laiem, kuid selle avaldumise ja asendi järgi võib hinnata, et need profiilid kulgevad üle oru poolviltu. Läbilõiked näitavad, et org on lõikunud läbi Devoni kivimite Silurini välja ehk on ligikaudu 200 m sügav.

Kuigi profiilid ei olnud kuigi pikad, jäi Tali külast lõuna pool tehtud läbilõikele 400–500 m sügavusel Hillis-Ordoviitsiumi või Vara-Siluri rüü. Kristalne aluskord asub ligikaudu 700 m sügavusel.



Seismilistel profiilidel tuvastatud mattunud org on tähistatud punaste joontega, Treimani oru asukoht 1:400 000 geoloogilise kaardi järgi on markeeritud roosa võõndiga. Võimalikud alternatiivid täiendavateks uuringuteks on tähistatud sinise joonega. Taustal Maa-Ameti ja Latvijas Ģeotelpiskās Informācijas Aģentūra kaardid.

Argo Jõelett

Tartu Ülikooli geoloogia osakonna vanemteadur

Kaidi Sarv

Tartu Ülikooli geoloogia osakonna doktorant

The screenshot shows the user interface of the Estonian Geological Survey's search tool. On the left, there are search filters: 'Otsing' (Search) with a checkbox for 'kasuta kaardil valitud ulatust' (use selected area on map), a search bar, 'Valdkond' (Region) set to 'maavara' (mineral resources), 'Maavara' (Mineral resource) set to 'põlevkivi' (lignite), and 'Aastate vahemik' (Time interval) set to '2010' and 'Kuni' (Until). Below these are radio buttons for search radius: 'kogu Eesti' (all of Estonia), 'suured' (large), 'keskmised' (medium), and 'väikesed' (small). At the bottom left are buttons for 'TÜHISTA OTSING' (Clear search), 'OTSING' (Search), and 'KOPEERI OTSING' (Copy search). The map on the right shows Estonia with a blue polygon highlighting a region in the north, near Narva. The map includes a search bar, navigation controls, and a scale bar.

Geoloogiafond kolib veebi

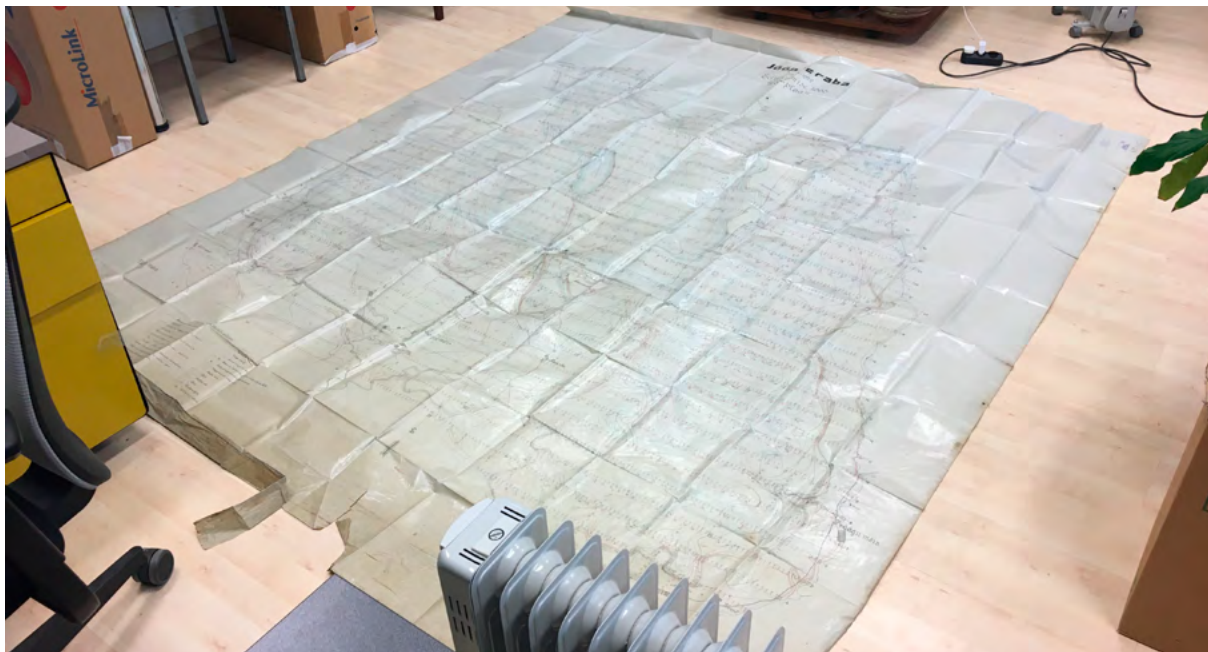
Geoloogiafond on väärtuslik infoallikas maavarade ning põhjavee kasutuse ja kaitse uuringute planeerimisel. Sageasemad fondi materjalide kasutajad on maavarauuringufirmade spetsialistid, kellele järgnevad erafirmad, riigiasutused ja omavalitsused. Kõrgkoolide puhul võib täheldada, et Tallinna Tehnikaülikooli tudengid kasutavad fondi materjale enam kui Tartu Ülikooli omad. See on ka mõistetav, sest seni on geoloogiafondi kasutamist piiranud digitaalsete materjalide puudumine.

Selle olukorra muutmiseks korraldas Eesti Geoloogiateenistus Euroopa struktuurifondi rahade toel hanke, mille käigus digiteeriti kogu geoloogiafond. Meie koostööpartnerid olid AS Datel, OÜ Regio, AS Andmevara ja OÜ Ratus. Projekti käigus skaneeriti fondi vanad aruanded koos lisade ja muu vajaliku materjaliga, kokku üle 700 000 lk materjale, ning kanti need geoloogiafondi infosüsteemi. Huvilised pääsevad edaspidi fondile ligi aadressilt <https://fond.egt.ee>.

Eesti Geoloogiateenistuse oluline ülesanne on maapõueinfot hoida ja töödelda ning teha see kättesaadavaks. Meie valduses olev geoloogiafond on kõige põhjalikum geoloogilise info allikas, mille säilikuud tudeerimata ei planeerita Eestis ühtki geoloogilist uurimustööd. Varasemate uuringutega tutvumiseks kulutatud töötunnid aitavad teadlastel ja ettevõtjatel oma uuringuid paremini planeerida ning hoida kokku aega ja raha, mille kulu fondist saadud eelteadmisteta oleks märgatavalt suurem. Alates 2020. aasta maikuust on geoloogiafond veebi vahendusel kõigile kättesaadav.

Uut veebilahendust on mugav kasutada ka nutiseadmetes ning sealt on võimalik materjale otsida etteantud valdkonna, maavara, sobiva aastavahemiku või vabalt valitud märksõnade abil.

Otsingu hõlbustamiseks loodi projekti käigus iga aruande kohta ruumikuju, mis näitab, millise piirkonna



Suurim kaart geoloogiafondis.

kohta aruandest infot võib leida. Ruumikuju lisamine võimaldab edaspidi teha ruumiotsinguid kaardil või piirata otsitavate aruannete hulka otsinguala suuruse alusel. Selleks on uude kasutajaliidesesse lisatud kaardikomponent ning otsingupaneelile uuringuala suuruse filtrid. Päringute tulemused kuvatakse kasutajatele nii veebilehe alaosas kui ka kaardil. Igal aruandel on infoleht, kus on võimalik tutvuda konkreetse toimikuga lähemalt ning soovi korral huvipakkuvad materjalid oma arvutisse alla laadida.

GEOLOOGIAFOND NUMBRITES

- Säilikuid 8258 (seisuga 31.12.2019)
- Üle 700 000 lk skaneeritud materjale
- Üle 40 000 kaardi ja joonise
- Maht serveris üle 4,3 TB

Lisaks võimalusele materjale otsida on geoloogiafondi loodud ka aruannete esitamise lahendus. See tähendab, et edaspidi on kõigil geoloogiliste aruannete esitajatel võimalus ise oma aruanne fondi keskkonda üles laadida. Nii jõuavad Eesti Geoloogiateenistusele säilitamiseks ja avalikuks kasutamiseks antud üldgeoloogilise uurimis- ja uuringuaruanded kiiremini nii geoloogide kui ka tavakodanikeni. Lisaks hakkab Eesti Geoloogiateenistus geoloogiafondi kaudu avalikustama ka kõiki enda koostatud aruandeid jt uuringuid.

Märtsis 2020 sulgesime senise fondi, mis paiknes Kadaka teel. Aruannete pabermaterjalid arhiveeritakse ning kasutajad saavad edaspidi kogu vajaliku info kätte loodud veebilahenduse kaudu. Fondi ja fondimaterjale puudutavate küsimuste, aga ka arendusettepanekute osas palume kirjutada aadressile fond@egt.ee.

Rauno Torp
Mariliis Aren

Rauno.Torp@egt.ee
Mariliis.Aren@egt.ee



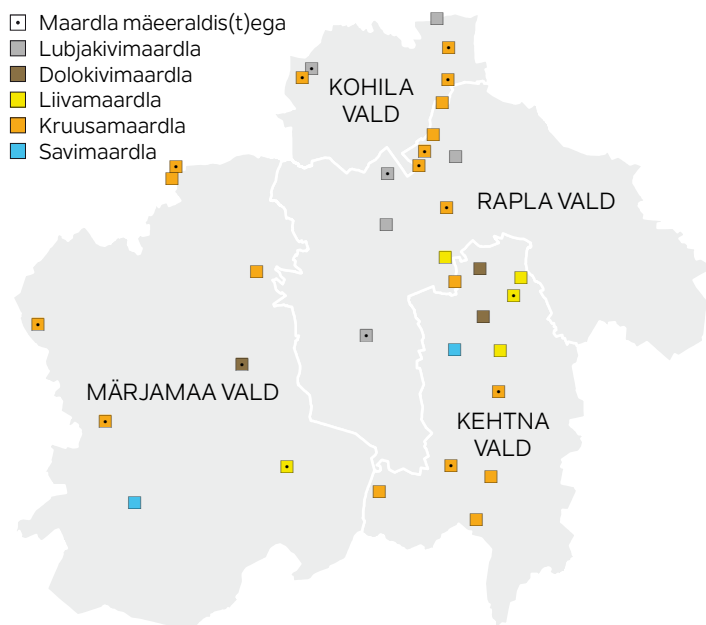
Ehitusmaavarade levik, kaevandamine ja kasutamine Rapla maakonnas

2019. aastal Eesti Geoloogiateenistuses tehtud uurimistöö Rapla maakonna ehitusmaavarade ressursside, nende kasutamise ning perspektiivi kohta on jätkuks 2018. aastal valminud sama valdkonna aruandele Harjumaa ehitusmaavaradest.

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

**Viimastel aastatel Eestis toimunud majanduskasv on hoo-
gustanud tegevust ka ehitussektoris ning toonud kaasa
ehitusmaterjalide suurenenud tarbimise ja sellest tulenevad
probleemid kohalike ehitusmaavarade varustuskindlusega.
Seetõttu andis Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium
Eesti Geoloogiateenistusele ülesande analüüsida ehitus-
maavarade levikut, kaevandamist ja kasutamise perspektiive
Harju, Rapla ja Pärnu maakonnas.**

Uurimistöö ülesanne oli esile tõsta need piirkonnad, kus loodusliku maavara omanduste järgi on riigi huvist lähtudes võimalik eeldada ehitussektori, sh eelkõige teede-ehituse jaoks vajaliku toorme nõuetele vastava ehitusmaavara kaevandamist.



Ülevaade ehitusmaavarade maardlate paiknemisest Raplemaal.

Vabariigi Valitsuse tegevusprogrammi alusel aastateks 2019–2023 suureneb järgnevatel aastatel oluliselt riigiteede ja raudteetaristu ehitus, mis nõuab täiendavas koguses ka kohalikke ehitusmaavarasid.

Uurimistöö lähtematerjalidena kasutati Eesti Geoloogiateenistuse (k.a Eesti Geoloogiakeskuse) geoloogilise kaardistamise andmeid, Geoloogiafondis säilitatavaid geoloogiliste tööde aruandeid ja Keskkonnaregistri maardlate nimistu (edaspidi *maardlate nimistu*) andmekogu koos maavaravarude koondbilanssidega. Uurimistöös kirjeldati ka ehitusmaavarade kasutamise kohta kehtestatud õigusakte ning alternatiivsete ehitusmaterjalidega asendamise võimalusi.

Seisuga 31.12.2018 oli Raplemaal maardlate nimistusse kantud kokku 36 ehitusmaavarade maardlat, kus oli arvel lubjakivi

aktiivset varu kokku ligi 104,0 mln m³, dolokivi aktiivset varu 1,9 mln m³, liiva ja kruusa aktiivset varu kokku ligi 12,0 mln m³ ning savi aktiivset varu 5,3 mln m³ (tabel ja joonis).

Raplamaal (pindalaga ligi 2765 km²) paiknevate lubjakivi-, dolokivi-, liiva- ja kruusamaardlate pindala on kokku ligikaudu 2218 ha ehk 22,18 km². Seega moodustavad need maardlad 0,8% kogu maakonna pindalast.

Ehitusotstarbeliste karbonaatsete kivimite levikuala paikneb maakonna põhja- ja keskosas, Luiste-Paluküla joonest põhja pool. Olulisemad lubjakivimaardlad asuvad Kohila ja Rapla vallas, suurim dolokivimaardla – Orgita-Haimre – paikneb Märjamaa vallas. Raplamaa lõunaosas karbonaatsete kivimite maardlaid arvele võetud ei ole ja selleks puuduvad ka geoloogilised eeldused, kuna pinnakatte all avanevad savikad lubjakivid ja lubimergel, mille kvaliteet ei vasta ehituskivimite nõuetele.

Liiva ja kruusa levikuala on seotud liustiku- jõe setete levikuga, mis on esindatud Raplamaa idaosas paiknevate põhja-lõuna- ja kirde-edelasuunaliste võõnditena. Nende setete levikuga on seotud ka suurem osa Raplamaa liiva-kruusamaardlatest ning levi- ja perspektiivaladest. Vähem on liivade-kruusade levikualal jääjärvelisi setteid.

Savi levikuala paikneb Raplemaal hajusalt ja on seotud jääjärvesetetega.

Raplamaa ehitusmaavarade kaevandamise maht moodustab Eesti ehitusmaavarade kaevandamise kogumahust ligi 5%, ulatudes 2018. aastal veidi üle 0,5 mln m³. Uurimistöös käsitleti põhjalikumalt lubja- ja dolokivivarude, liiva- ja kruusavarude ning nende maavarade perspektiiv- ja levialasid. Samuti anti üldine hinnang Rapla maakonna ehitusmaavaradega varustuskindluse kohta.

Ehitusmaavarade varu Rapla maakonnas seisuga 31.12.2018 (tuh m³)

Ehitusmaavara	Maardlate arv	Aktiivne tarbevaru (aT)	Aktiivne reservvaru (aR)	Passiivne varu (pT+pR)	Kaevandamise maht 2018.a
Lubjakivi	6	40 620,3	63 362,0	2 250,0	210,0
Dolokivi	3	926,8	936,0	62 846,4	29,4
Liiv	5	2014,4	1254,0	78,0	54,4
Kruus	20	5163,9	3500,4	715,0	217,5
Savi	2	–	5333,0	–	–

Uurimistöö käigus kogutud andmete põhjal on Rapla maakonna ehitusmaavaradega varustuskindluse tagamiseks aastani 2030 ehitusmaavarade vajadus kokku üle 9 mln m³, mille põhilised kasutajad on Maanteeamet (ligi 4,8 mln m³) ja Rail Baltica (RB; ligi 3,6 mln m³). RB taristu jaoks olulisemad Raplamaa ehitusmaavarade maardlad paiknevad kavandatud trassist kuni 40 km kaugusel. RB rajamisel on võimalik täiendavalt kasutada alternatiivseid ehitusmaterjale, näiteks põlevkivi kaevandamisel saadud aherainet, mille abil saaks osaliselt vähendada ehitusmaavarade kaevandamise kogust, kuid aheraine kasutamise korral tuleb arvestada ka transpordi suurema kulu ja materjali madalama kvaliteediga.

Pikemas perspektiivis on aastatel 2031–2050 vaja riigiteede ehituseks ja hoolduseks ehitusmaavarasid kokku üle 7,4 mln m³. Lisaks Maanteeameti ja raudteetaristu ehitusmaavarade vajadusele on ehitusmaavarade, sh eriti ehituskruusa arvestatavad tarbijad ka Riigimetsa Majandamise Keskus ja kohalikud omavalitsused. Nende põhiline ehitusmaterjalide vajadus tuleneb kohaliku tähtsusega teede ehitusest ja remondist.

Ehituspaekiviga varustuskindluse tagamiseks Raplamaal aastani 2030 ja pikema perspektiivi jaoks aastani 2050 esitati uurimistöö aruandes järgmised ettepanekud:

I ettepanek: lugeda Reinu-Härgla paekövikute vööndi piirkond (sh Reinu ja Härgla maardla) ehituspaekivi geoloogilise uuringu perspektiivseks alaks;

II ettepanek: teha geoloogilisi uuringuid täiendava paekivivaru arvele võtmiseks Lubja ja Sutlema maardla piirkonnas, et tagada varustuskindlus aastani 2050;

III ettepanek: teha geoloogilisi uuringuid Raplamaa kesk- ja lääneosas, kus geoloogilise kaardistamise käigus on välja eraldatud karbonaatsete kivimite levialad;

IV ettepanek: teha Nabala lubjakivimaardla alal paiknevate kaitstavate loodusobjektide revisjon ning võtta võimaluse korra maardla kasutusele kasvõi osaliselt, et tagada ehituslubjakiviga varustuskindlus aastani 2050 nii Harjumaal kui ka Raplamaal;

V ettepanek: teha paekivimaardlate ja -kövikute lähedal paiknevates kruusamaardlates täiendav geoloogiline uuring, eelkõige sügavuse suunas, eesmärgiga võtta võimaluse korral arvele paekivi kaasneva maavarana.

Liiva ja kruusaga varustuskindluse tagamiseks Raplamaal aastani 2030 ja pikemas perspektiivis aastani 2050 esitati uurimistöö aruandes järgmised ettepanekud:

- I ettepanek:** teha geoloogilisi uuringuid täiendava varu arvele võtmiseks perspektiivsete liiva- ja kruusamaardlate piirkonnas;
- II ettepanek:** teha geoloogilisi uuringuid geoloogilise kaardistamise käigus välja eraldatud liiva ja kruusa levialadel ning nende ümbruses, lähtudes sealsest geoloogiast, reljeefist, asustusest ja kitsendustest (kaitstavatest loodusobjektidest jt);
- III ettepanek:** teha geoloogiline uuring Sutlema lubjakivimaardla piirkonnas, et selgitada kasulike kihtide levikualad nii täiendava lubjakivi- kui ka kruusavaru arvele võtmiseks;
- IV ettepanek:** hinnata ümber maardlate nimistus arvele võetud ehitusliiva ja -kruusa varu ehitustoormele kehtestatud nõuete järgi;
- V ettepanek:** tuua Raplamaale maakonna varustuskindluse tagamiseks kvaliteetset ehitusliiva lisaks Harjumaalt.

Ettepanekud, mida Eesti Geoloogiateenistuse spetsialistid uurimistöö aruandes ehitusmaavarade varustuskindluse tagamiseks esitasid, põhinevad eelkõige Eesti geoloogilisel ehitusel, sest kaevandada saab ainult seal, kus maavara leidub ja kus mäetehnilised tingimused on kaevandamiseks soodsad. Uurimistöö tulemuste põhjal on oluliselt tähtis tagada ehitusmaavaradega varustuskindlus nii Raplamaal kui ka Harjumaal lõunaosas, eeskätt riigi huvist lähtuvate taristuobjektide ehitamiseks ja remondiks (riigiteed, raudteed jm objektid). Kuna Rapla maakonna varustuskindlus kvaliteetse ehitusliivaga ei ole tagatud, siis on vaja tuua ehitusliiva juurde Harjumaalt, näi-

teks Tallinna–Saku liivamaardlast, mis jääb ligikaudu 30 km kaugusele Kohilast ja 50 km kaugusele Raplast.

RB eelprojekti toodud ehitusmaterjalide vajaduse analüüsi põhjal on Rapla maakonnas taristu rajamisel vajamineva ehitusotstarbeliste karbonaatsete kivimite varu killustiku tootmiseks olemas. Kuid võttes arvesse ülejäänud teetööde mahtu Raplamaal, ei saa rahuldavaks lugeda varustuskindlust kõrgemargilise ehituspaekiviga aastani 2030, sest alates aastast 2024 kasvab Maanteeameti vajadus III klassi ehituskillustiku järele riigiteede ehitus- ja hooldustöödeks.

Uurimistöös tehtud ettepanekud ehitusmaavaradega varustuskindluse tagamiseks on täiendav teave kohalikele omavalitsustele, kujundamaks ehitusmaavarade kaevandamisega seotud seisukohti ning ettevõtetele üldgeoloogilise uurimistöö ning geoloogilise uuringu lubade taotlemiseks.

Uurimistöö valmimisele aitasid kaasa Rapla maakonna kohalikud omavalitsused, Keskkonnaministeerium, Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Keskkonnaamet, Maanteeamet, Maa-amet ning ehitusmaavarade valdkonna eksperdid ja ettevõtjad.

UURIMISTÖÖ ELEKTROONILINE VARIANT

<https://www.egt.ee/et/eesmargid-tegevused/maapoueressursside-otsingud-ja-uuringud/projektid/rapla-ehitusmaavarad>

Tamm, J., Liivamägi, S., Kaasik, T., Bauert, H., Pärn, T., Kuivkaev, H. 2019. Ehitusmaavarade levik, kaevandamine ja kasutamine Rapla maakonnas. Uurimistöö aruanne. Eesti Geoloogiateenistus, Rakvere, 154 lk.

Janne Tamm

Janne.Tamm@egt.ee



Ülaltvaade Jõhvi magnetanomaalia puurimisalale.

Eesti Geoloogiateenistus uurib üle aastakümnete taas kristalset aluskorda

Aluskorrakivimite uuritus

Juba 19. sajandi esimesel poolel väitis mineraloogiaprofessor Otto Moritz von Engelhardt, et Soomes maapinnal paljanduvad kristalsed kivimid jätkuvad Eesti aladel siinsete settekivimite all. Seda kinnitas 1899. aastal Aseris puuritud puurkaev, mis avas enam kui 30 meetrit kristalseid kivimeid. Teades, et Eesti aluskord on osa Fennoskandia kilbist, tunnistame ka seda, et need kivimid on kujunenud Svekofenni orogeneesi käigus Paleoproterosoikumi vältel. Lisaks annab metallimaakide esinemine Skandinaavias põhjust arvata, et

sarnaseid maagistumisnähtuseid võime kohata ka Eesti kristalses aluskorras.

Metallide otsingutega aluskorrakivimitest tehti algust 20. sajandi esimesel poolel, kui Jõhvi magnetanomaalia alal korraldati esimesed geofüüsikalised mõõtmised ning rajati kaks esimest süvapuuraugu (505 m ja 721,5 m). Põhjalikum maagiotsing koos süvakaardistamisega toimus Nõukogude Liidu ajal, mil puuriti kokku enam kui 500 kristalsetesse kivimitesse ulatuvat puurauku. Kuna kristalse aluskorra uurimine kaevandamiseni ei viinud, jäi ka pärast Eesti iseseisvumist uurimine soiku.



Puurpink töötamas Jõhvi uuringualal (detsember 2019).

Kui 30 aastat tagasi oli meil majandusliku potentsiaali hindamiseks uuritud maagi-leiukohtadest üsna hea ülevaade, siis praeguseks on see info puuraukude kohta vananenud ja maapõues levivate maagi-leiukohtade perspektiivsuse hindamiseks enam ei sobi. Peamiseks põhjuseks on tehnoloogia arengust tingitud metallinõudluse muutus. Paljud tänapäeval vajalikud metallid jäid tollal laborite piiratud analüütilise võimekuse tõttu analüüsimata.

Uued teadmised

Eesti Geoloogiateenistus on saanud riigilt ülesande viia läbi Eesti aluskorrakivimite geokeemilised uuringud nende metalse maagistumispotentsiaali hindamiseks. Ehk lihtsamalt öeldes tuleb meil välja selgitada, kas ja mida väärtuslikku Eesti kristalse aluskorra kivimites leidub. Seetõttu alustasime üle 30 aasta taas riiklike maapõueresurside uuringutega.

Et tänapäevases olukorras oma maapõue kasutuse perspektiive hinnata, peaks meil

olema nüüdisaegsel tasemel teadmised maapõues levivate kivimite ja nende metallide sisalduse kohta. Eesti Geoloogiateenistuse missioon on see teave maapõue kui terviku, sh ka kristalse aluskorra kohta ajakohastada.

Üheks võimaluseks vanu analüüsitulemusi kontrollida ja täiustada on võtta kontrollanalüüse puursüdamikuhoidlates säilinud kivimaterjalist. Kahjuks on endiste proovimismeetodite tõttu tihti analüüsimiseks võetud kogu maagistunud intervallid ning analüüsides ülejäänud proovide duplikaadid hävinenud. Pea ainus võimalus sellistel juhtudel maagistumisilminguid kontrollida ja nende perspektiivsust hinnata on rajada uued puuraugud ning koguda maapõue kohta seeläbi värsket informatsiooni.

Eesti Geoloogiateenistus valis esimeseks kaheks uurimisobjektiks Jõhvi magnetanomaaliat põhjustava magnetiitkvartsiidi leiukoha ning Uljaste kerkel avalduva sulfiidse

polümetalse maagistumise ilmingu, mis on olemasoleva info põhjal hinnatud kõige perspektiivsemateks.

Puurimine

Analoogselt analüüsimeetoditega on aja jooksul toimunud arenguid ka puurimistehnoloogiates. Kui varem puuriti puursüdamik ühte puurtorusse ja iga kuni viie meetri pikkuse reisi järel tõsteti kogu puurkolonn välja, siis tänapäeval kasutatakse mitmekordset puurtorude süsteemi ja kivimimaterjali maa peale toomiseks *wire-line*-tehnoloogiat. Tänu sellele saab puurida kiiremini ning südamiku väljatulek on oluliselt parem. Teiseks suureks arenguks on võimalus puurida suunatud ja kallutatud puurauku. Kui meie horisontaalkihiliste sette kivimite uuringuteks sobisid hästi vertikaalsed puuraukud, mis läbisid kivimikihte risti, siis aluskorrakivimeid, mis on oma olemuselt pigem püstised, tuleks läbida kaldpuurimisega.

Kaldpuurimine annab omakorda võimaluse puursüdamikku hiljem orienteerida nii, nagu see looduslikult maa sees paikneb. Tänu sellele saab südamikult määrata näiteks rikete ning kivimikihtide kallakusnurki ja suundasid. Selline informatsioon aitab geoloogil modelleerimise käigus kirjeldada maagikeha võimalikku paiknemist, kuju ja suurust.

Puuraugu planeerimisest lõpliku maagileiukoha perspektiivsuse hinnangu on pikk tee, mis hõlmab paljusid erinevaid tegevusi. Aluskorruuringutel oleme otsustanud puursüdamiku käsitlemise korrektsuse ja lõpptulemuste usaldusväärsuse tagamiseks järgida maailmas tuntud PERCi (Pan-European Reserves and Resources Reporting Committee) standardit. Pärast puursüdamiku kirjeldamist ja proovide võtmist arhiveeritakse südamik kõigile erialahuvilistele Arbavere puursüdamike hoidlas.



Südamik hoiustatakse selgelt märgistatud südamikukastides Arbavere uurimiskeskuses.

Eesmärk

Kindlasti ei tähenda maapõueressursside uurimine kohest kaevandamist, vaid eelkõige keskendumine uute teadmiste hankimisele ja võimaluste selgitamisele. Kuna viimase 30 aasta jooksul pole uusi geoloogilisi uuringuid toimunud, siis olemasolevad hinnangud põhinevad vananenud andmetel. Ka ei olnud 30 aastat tagasi paljusid analüüsimeetodeid veel olemas ja paljud aspektid on üldse uurimata. Samuti tuleb meil kontrollida üle olemasolev info ja süstematiseerida senised teadmised geoloogia kohta, et uuringute tulemustest lähtudes oleks tulevikus võimalik otsustada, kas ja milliste maavaradega soovime läbipaistval viisil liikuda nende kasutuselevõtu suunas. See aga eeldab veel palju tööd.

Siim Nirgi
Tiit Kaasik

Siim.Nirgi@egt.ee
Tiit.Kaasik@egt.ee

Vanad graptoliitargilliidi (musta kilda) puursüdamikud – kas piisav materjal uute uuringute tarbeks?

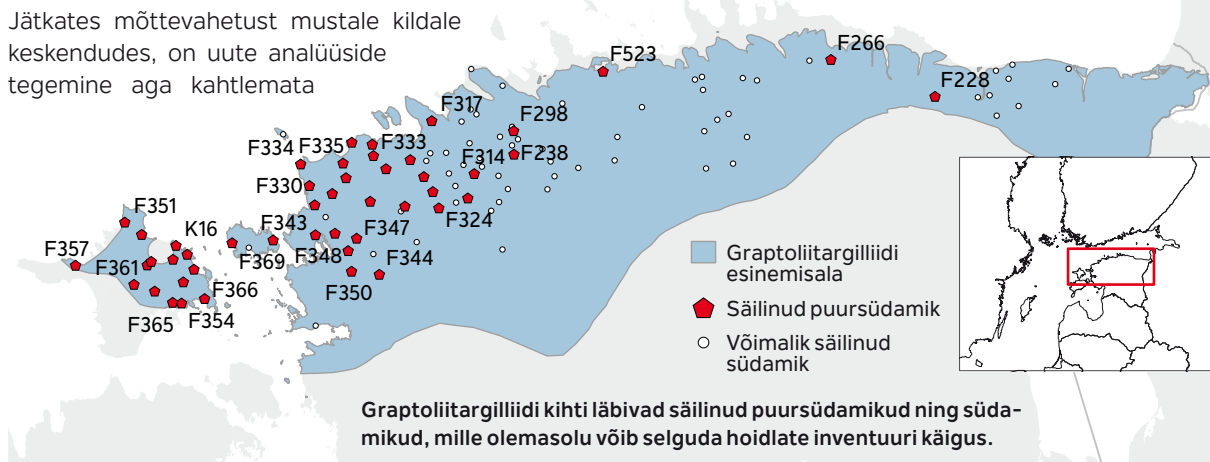
Kui geoloogilise uuringu esimeseks sammuks on olemasoleva teabega tutvumine, siis järgmiseks tuleks selgitada, kas uute analüüside tarbeks on ehk säilinud huvipakkuva piirkonna kohta ka varasemaid puursüdamikke? Tõepoolest, Eestis on hoiustatud enam kui 2200 puursüdamikku. Analüütiline võimekus areneb pidevalt ja uus tehnika pakub võimalusi aina detailsemate uuringute teostamiseks. Väga hästi säilivad näiteks lubja- ja liivakivi ning kristalsete kivimite südamikud.

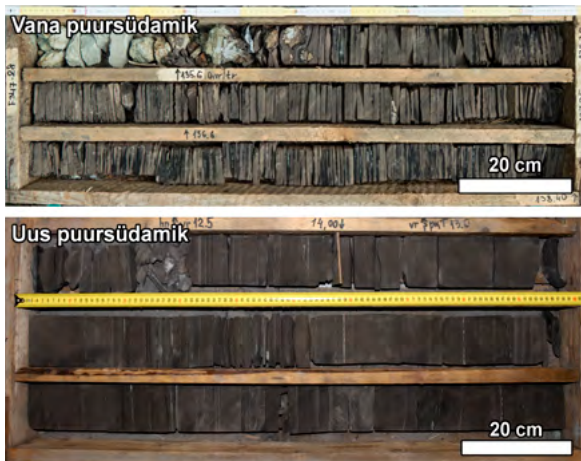
Kui arutleda Eesti tulevikumaavarade üle, siis jõuame järeldusele, et paljud meie settekivimites esinevad potentsiaalsed maavarad ei ole kergesti säilitatavad. Pärast puurimist hakkavad peamiselt õhuga kokkupuute tõttu muutuma nii glaukoniitliivakivi, fosforiidi kui ka graptoliitargilliidi (musta kilda) omadused. Seepärast tuleks nende materjalide proove koguda kohe pärast puurimist.

Jätkates mõttevahetust mustale kildale keskendudes, on uute analüüside tegemine aga kahtlemata

vajalik juba kasvõi seetõttu, et moodsate meetoditega saab kivimis peaaegu korraka määrata enam kui 30 keemilise elemendi sisaldused. Varasemate uuringute puhul määrati kõigest 4–10 elemendi sisaldused ning sedagi poolkvantitatiivsel tasemel. Kuna uute puurimiste planeerimine võtab aega, tuleb esmalt võtta proovid ikkagi vanadest puursüdamikest.

Uusi musta kilda uuringuid alustades selgus, et ainus hoiustatud puursüdamikuga kaetud ala on Lääne-Eesti. Osaliselt on see seotud asjaoluga, et Lääne-Eestis on musta kilda paksus kõige suurem (5–7 m) ning proovidest on rohkem materjali alles jäänud. Teisalt võib pidada põhjuseks ka seda, et erinevatel perioodidel viidi südamikud erinevatesse hoidlatesse, millest igaühel on omakorda isesugune saatus. Lisaks on olnud tehniliselt piirav tegur kivimi saagis südamikust – suur hulk materjali võis kaotsi minna juba puurimise käigus.





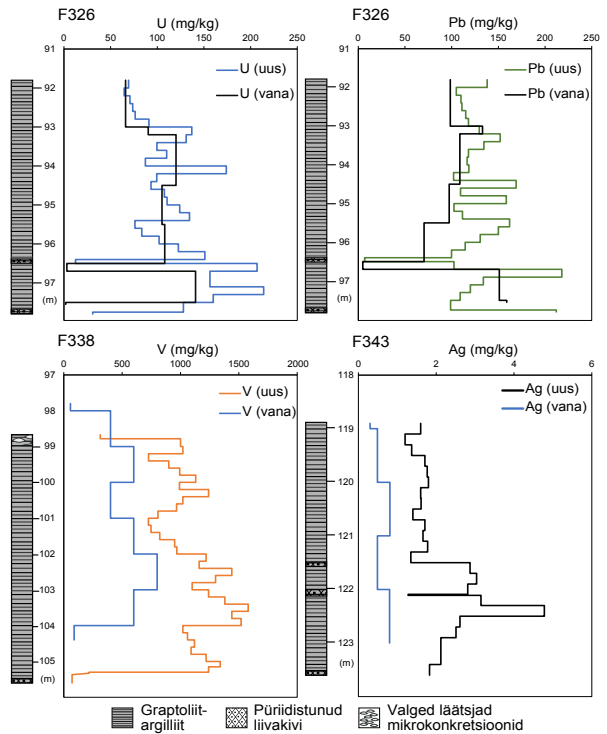
Vana ja uue puursüdamiku võrdlus. Ülal on lõik Lääne-Eestis puuritud südamikust F347 (Jalukse, kirjeldatud 1987. aastal; foto H. Bauert). All on lõik Suur-Pakriil puuritud südamikust SP-3 (kirjeldatud 2010. aastal; foto Tal-Techi arhiivist).

Lääne-Eesti musta kilda sisaldavad südamikud on puuritud peamiselt 1980. aastatel. Ei pea olema geoloog, märkamaks erinevusi musta kilda vanade ja uute südamike vahel. Vana puursüdamik on lagunenud peenteks liistakuteks ning võib olla kaetud valgete sekundaarsete mineraalidega (peamiselt kips ja jarsiit). Samuti on hoidlas seisnud südamikes toimunud muutused orgaanilises aines, mis ajapikku oksüdeerub. Orgaanika on aga otseselt seotud näiteks ühe olulisima metalliga mustas kildas – vanaadiumiga.

Tänaseks on uute uuringute tarbeks Lääne-Eesti graptoliitargilliiti läbivatest puursüdamikest kogutud ning geokeemiliselt analüüsitud enam kui 300 proovi. Heaks pidepunktiks metallide uute ja ajalooliste sisalduste võrdluseks on uraani sisaldused kivimises. Graptoliitargilliidi kui kunagise uraanimaagi omaaegsed keemilised analüüsid on väga usaldusväärsed, kuna uraanivarud tuli määrata võimalikult täpselt. Uraani (U) vanu ja uusi sisaldusi võrreldes võib öelda, et nende kokkulangevus on üsna hea, niisamuti ka molübdeeni (Mo) puhul. Erinevused tulevad aga ilmsiks vanaadiumi (V), plii (Pb), nikli (Ni) ja hõbeda (Ag) sisaldustes. Viimaste metallide puhul on nende analüüside

madal usaldusväärsus teada juba ajalooliste aruannete kvaliteedikontrolli tulemustest, seetõttu võib välistada südamike vanadusest tuleneva sisalduste muutuse. Muu hulgas on ilmsiks tulnud, et uute analüüside järgi on kivimi vanaadiumi- ja hõbedasisaldused vanade andmetega võrreldes kohati kahe- kuni kolmekordsed.

Kokkuvõtteks võib öelda, et osasid tunnuseid, nagu metallide üldsisaldust kivimises, võib uurida ka vanadest musta kilda südamikest. Mineraalse koostise ja orgaanilise aine omaduste kohta saab aga tõepäraseid järeldusi teha peamiselt vaid värskelt puuritud kivimitest. Laiemalt on aga uuringute takistuseks asjaolu, et kõige metallirikamatelt aladelt Ida-Eestis pole puursüdamikke peaaegu üldse säilinud.



Valitud metallide uute ja ajalooliste sisalduste võrdlus musta kilda puursüdamikes.

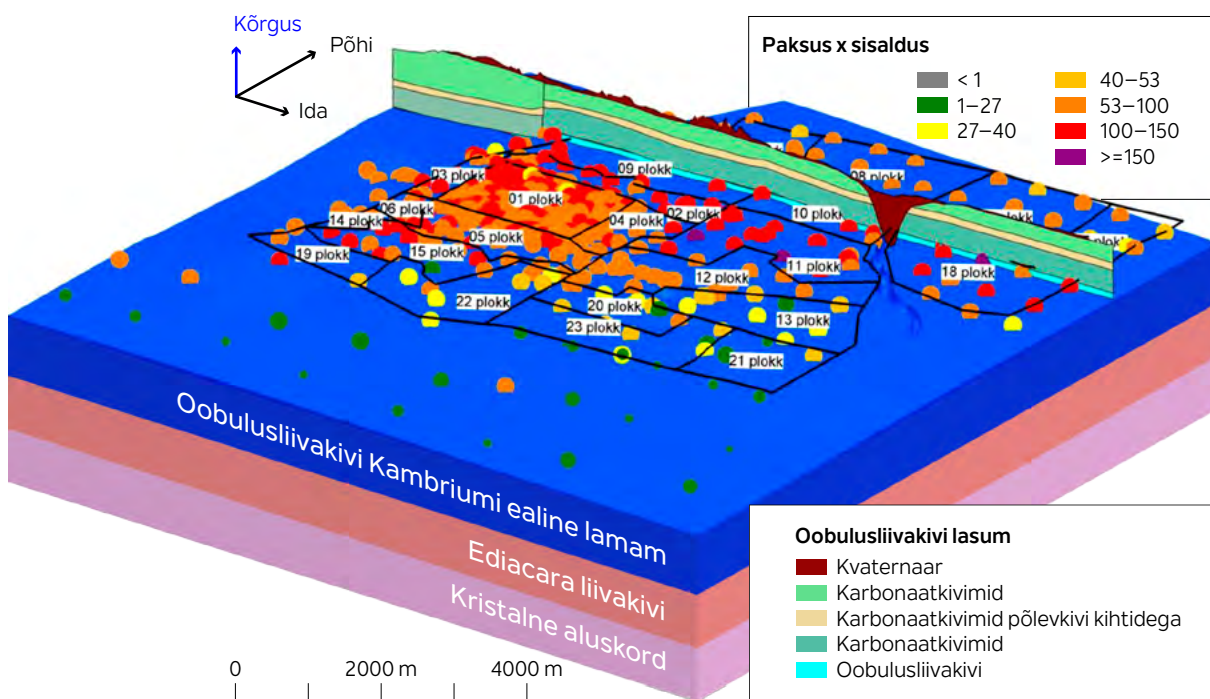
Johannes Vind

Johannes.Vind@egt.ee

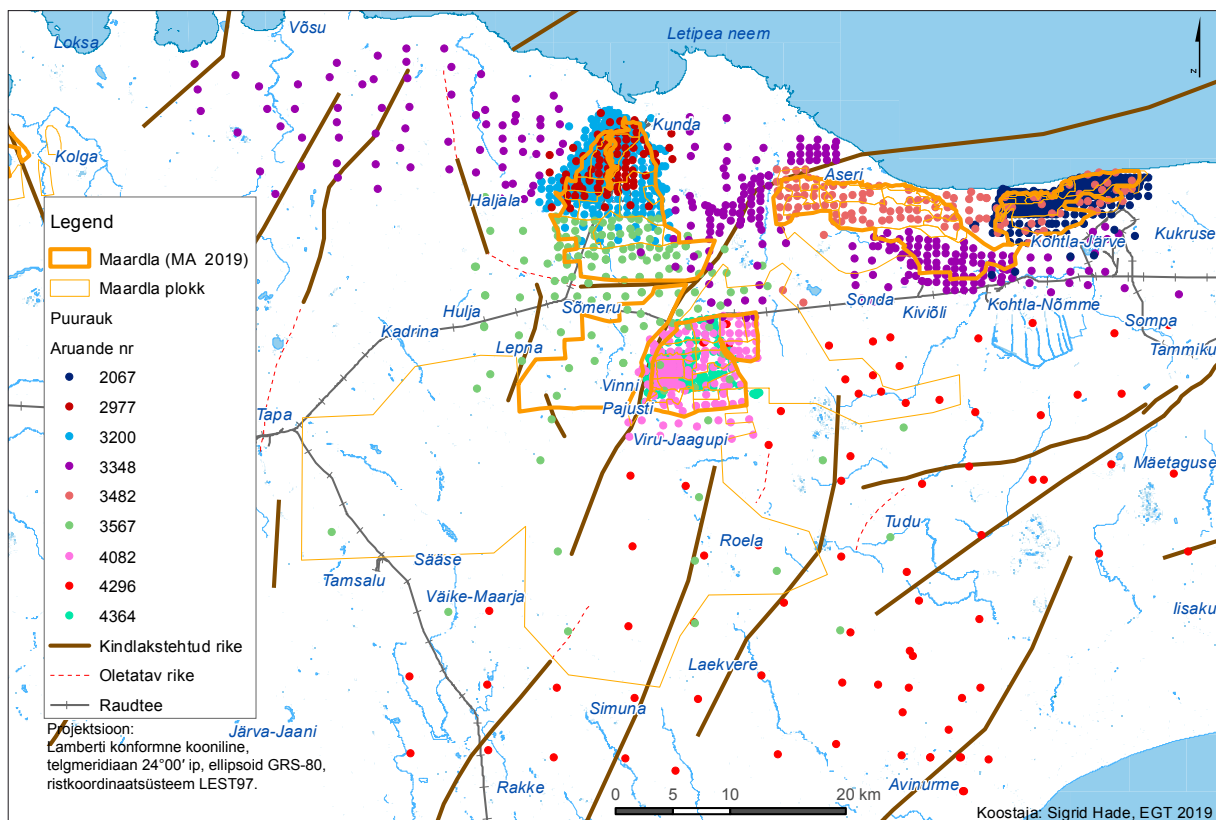
Fosforiidilasundi uuritus ja levik Virumaal ning lasundi modelleerimise võimalused Rakvere maardla näitel

Põllumajanduse intensiivistumise ning sellega kaasneva fosfaattoorme vajaduse kasvu tõttu pälvis Eesti fosforiit möödunud sajandil nii Eestis kui hiljem ka Nõukogude Liidus suurt tähelepanu. Virumaal rajati eelmisel sajandil kuni 2500 puurauku fosforiidi uurimiseks. Uuringu-

andmete tulemusel on välja eraldatud Aseri, Toolse ja Rakvere fosforiidimaardla. Neist suurim on Rakvere maardla, mille kohta on koostatud digitaliseeritud andmete põhjal 3D-mudel. Mudel võimaldab paindlikult arvutada etteantud parameetritega maavarade mahtusid.



Rakvere fosforiidimaardla ruumiline mudel vaatega loodesse. Mudelil on 10-kordne vertikaalne ülekõrgendus. Modelleeritud oobulusliivakivii lasuvad kivimid on mudelil näidatud ühe läbilõikena, oobulusliivakivi lamamuse aga ruumisiste plokkidena. Fosforiidi sisalduse protsent (maagi piirmäär $\geq 8\% \text{ P}_2\text{O}_5$) korrutatuna kihi paksusega individuaalsetes puuraukudes on näidatud eri värvidega. Rakvere maardla ressursiplokkid on joonisel kuvatud mustade polügonidena.



Virumaale spetsiaalselt fosforiidi otsinguteks ja uuringuteks rajatud puuraukude suudmete asukohad uuringuaruannete (Eesti Geoloogifond, EGF) kaupa.

Harjumaa fosforiidimaardlate uuringutega alustas 1920. aastatel osaühisus Eesti Vosvoriit. Virumaal otsis ja uuris fosforiidimaardlaid juba Eesti Geoloogiline Komitee. Praeguse Aseri fosforiidimaardla territooriumile rajati esimesed puuraukud 1938. a. Hilisemate, juba Nõukogude Liidu ajal läbiviidud otsingu- ja uuringutööde tulemusena piiritleti lisaks Aseri maardlale ka Toolse ja Rakvere fosforiidimaardla. Passiivse varuna eksisteerivad need Keskkonnaregistri maardlate nimistus ka täna. Tollest perioodist viimaseks fosforiiduurimuseks jäi Rakvere fosforiidimaardla Lääne-Kabala detailuuringu aruanne, mis ilmus 1989.

Fosforiidile Nõukogude Liidus kehtivad normatiivid ja nendest tulenevad nõudmised toormele muutusid

oluliselt potentsiaalse kaevandamisemeetodi ja rikastus- ning keemiatööstuse tehnoloogia muutudes. Ennekõike tõusis P_2O_5 sisalduse vajalik minimaalmäär kivimis 4%-lt kaalus 6%-ni, aga ka tootuskihi minimaalse paksuse ning rikastamist raskendavate Fe, Mg ja Ca-karbonaatide maksimaalse sisalduse piirmäär. Samuti muutus puurimistehnoloogia (koos sellega ka südamiküla väljatuleku protsent) ja lasundist võetud proovide analüütiline võimekus ning huvipakkuvate komponentide hulk neis. Uuriti ennekõike P_2O_5 sisalduse variatsioone (nii lateraalselt kui ka läbilõikes), pisteliselt ka põllumajanduslike fosforiproduktide seisukohalt kahjulike lisandite (U, Sr, Cd) esinemist. Haruldaste muldmetallide esinemist meie fosforiidis on mainitud vaid viimati ilmunud Rakvere maardla Lääne-Kabala osa käsitlevas aruandes.

Rakvere fosforiidimaardla passiivse tarbevarude plokkide omaduste võrdlus Keskkonnaregistri maardlate nimistu (P_2O_5 piirmäär 6%) ja ressursside ümberhindamise vahel (P_2O_5 piirmäär 8%)

pTa Plokk	Maardlate nimistu, P_2O_5 piirmäär 6%			Minimaalne P_2O_5 piirmäär 8%		
	Paksus	P_2O_5 %	Ressurss P_2O_5 t	Paksus	P_2O_5 %	Ressurss P_2O_5 t
01 plokk	7,70	13,97	9 234 000	6,00	16,00	8 121 408
02 plokk	7,80	15,35	5 052 000	7,00	16,16	4 698 752
03 plokk	7,90	14,42	1 883 000	6,80	15,53	1 720 131
04 plokk	7,40	13,89	3 487 000	5,30	16,88	3 008 957
05 plokk	7,80	13,14	6 379 000	4,80	17,68	5 186 658
06 plokk	7,60	13,75	1 263 000	5,70	15,79	1 063 744
07 plokk	5,90	16,27	7 007 000	5,80	15,87	6 565 774
08 plokk	5,70	16,35	13 831 000	5,10	16,32	8 562 188
09 plokk	7,40	16,26	8 812 000	6,80	16,46	8 005 248
10 plokk	7,10	17,66	5 513 000	6,50	18,36	5 120 243
11 plokk	7,60	15,59	11 946 000	6,20	17,63	10 765 386
12 plokk	7,20	11,10	8 022 000	3,50	17,67	6 131 273
13 plokk	6,40	7,98	4 221 000	2,60	11,89	2 519 066
14 plokk	8,70	12,86	954 000	6,20	15,52	801 389
15 plokk	8,60	12,19	6 742 000	4,70	17,48	5 153 822
16 plokk	5,90	14,12	9 229 000	5,60	13,69	8 407 347
17 plokk	5,70	12,82	3 989 000	4,80	13,15	3 421 500
18 plokk	7,00	16,71	11 909 000	5,50	19,48	10 833 325
Kokku/keskmise %		14,86	119 473 000	5,5	16,41	100 086 210

Ressursi tonnide protsent maardlate nimistu omast:

83,8%

Olemuslikult on Eesti fosforiit seotud Kambriumi- ja Alam-Ordoviitsiumi-aegsete lingulaatide (apatiitse kojaga lukuta brahhiopoodide) poolmete ja nende detriidi esinemisega Kallavere kihistu kvarts-liivakivis. Virumaal esinevad Kallavere kihistu kivimid kõikjal, kuid selle omadused on väga muutlikud. Tuginedes möödunud sajandi fosforiidiuringute puuraukude andmetikule ja fosforiidilasundi uuritusele on võimalik välja tuua järgmist:

- Virumaa põhja- ja kaguosas on Kallavere kihistu liivakivi kaetud Türisalu kihistu orgaanikarikka graptoliitargilliidiga, mis lõuna- ja edelaosas puudub. Seetõttu

on põhja pool paiknevate Aseri ja Toolse maardla fosforiidi võimaliku kasutuselevõtu korral vaja kasutada ära ka Türisalu kihistu kivimid.

- Seni teada olevale infole toetudes on majandusele potentsiaalselt huvipakkuv P_2O_5 kontsentratsioonimäär ja tootevikhi paksus koondunud Virumaal Aseri (Keskkonnaregistri maardlate nimistu registrikaart 191), Toolse (registrikaart 193) ja Rakvere maardla piiresse (registrikaart 192). Aseri maardla piiresse jääva kivimi omadustega fosforiidilasundit võib leida ka Rakvere maardlast kagus nn Sonda uuringuväljal,

kuid maardlana ala piiritletud ei ole, ilmselt hõreda puuraukude võrgu tõttu.

- Mujal Virumaal fosfaat-toorme mõistes tootmisväärsete omadustega Kallavere kihistu kivimeid ei esine.
- Tootevkihindi paksus maardla ja maardlate piires võib kõikuda märkimisväärses ulatuses, muude parameetrite (FeS_2 , Mg, Fe sisaldus) jaotus on mosaiikse iseloomuga.

Tuginedes Rakvere fosforiidimaardla eel- ja detailuuringu faktilisele andmestikule (kokku 615 puurauku, millest 568-l on aruannetes esitatud piisava detailsusega stratigraafiline kirjeldus) loodi lihtsustatud litoloogiline 3D-mudel 12 x 12 km suurusele alale (Rakvere fosforiidimaardla Aseri rikkast idapoolse jääv ala). Mudel on loodud Leapfrog Geo Implicit modelleerimistarkvaraga, kasutades puuraukude andmestiku interpoleerimist 3D-karkasside loomiseks. Mudel võimaldab valideerida puuraukude asukohti, mõista maardla üldist geoloogilist ehitust, hõlbustab geoloogiliste läbilõigete loomist ja mahuarvutusi ka oluliste parameetrite (P_2O_5 sisaldus ja tootevkihindi maksimaalne paksus) piirmäärade muutmise korral. Litoloogiline mudel on aluseks ressursihinnangu plokkudelile.

Viimati kehtis tootevkihile nõue, et plokki kontuurivas puuraugus on P_2O_5 sisaldus keskmiselt 6% ja eraldi seisvas proovis 3%. Kui vaadata horisontaalset lõiget puuraukude südamikest võetud proovide järgi, selgub, et Kallavere kihistu erinevus P_2O_5 sisalduse osas on maardla võimaliku kasutuse korral olulise tähtsusega. Mudeli abil mängiti läbi piirmäärade tõstmise 8%-ni ning selgus, et ühest küljest suureneb tootevkihi keskmine P_2O_5 sisaldus ja teisest küljest väheneb ploki piires nii maavara ressurss kui ka tootevkihi keskmine paksus. Fosfori jaotumises modelleeritud pindalal võib täheldada, et valdavalt on Rakvere maardlas P_2O_5 sisaldus kõrgem Kallavere kihistu ülemises osas ja väheneb kihi alumise osa suunas. Ning kõrge P_2O_5 sisaldusega oobulusliivakivi õheneb lõuna suunas kiirelt vaid meetripaksuseks kihiks, koondudes Kallavere kihistu kivimite ülemisse ossa.

Tänapäeval on 3D geoloogiline modelleerimine maavarade uuringutes möödapääsmatu ja- lihtsustab märkimisväärselt geoloogi tööd. Majanduslikult tasuva tootmise tarbeks tuleb eelnevalt selgitada, millistele nõuetele peaks kivim vastama. Loodud fosforiidi puuraukude andmebaas ja sellel baseeruvad geoloogilised 3D-mudelid võimaldavad algandmete õigsuse kinnitumise korral hõlpsasti hinnata fosforiidivaru, võttes arvesse levikuala pindala, tootevkihi paksust, P_2O_5 sisaldust kihis ja mahumassi, ning on baasmaterjalina kasutatavad uute uuringutööde planeerimisel.

SEOTUD TÖÖD

EGF-2067. Petersell L., Petersell M. Aruanne geoloogiliste uuringutööde tulemustest 1955.-1962.a Saka fosforiidimaardlas Eesti NSV-s, 1963.

EGF-2977. Viru I. & Raudsep R. (toim.) Aruanne eeluuringust Toolse fosforiidimaardlas 1966.-1967.a, 1968.

EGF-3200. Raudsep R. & Sinisalu R. (toim.) Aruanne Toolse fosforiidimaardla detailuuringust 1969.-1971. a, 1972.

EGF-3482. Mardiste A. (toim.) Aruanne Aseri maardla fosforiitide järeluuringu tulemustest ja nende tehnoloogiliste omaduste hindamisest 1974.-1977. a.

EGF-3567. Eskel J., Raudsep R. & Liivrand H. (toim.) Aruanne fosforiitide otsingutööde ja prognoosihinnangu tulemustest Toolse maardlast lõuna pool, 1979.

EGF-4082. Raudsep R. jt Aruanne fosforiitide eeluuringu tulemustest Eesti NSV Rakvere maardla Lääne-Kabala osas 1982.-1984. a, 1984.

EGF-4296. Martin T. Fosforiidiotsingute tulemused Rakvere fosforiidirajooni ida- ja lõunaosas 1985.-1988. a Keila, 1988).

EGF-4364. Raudsep R. jt Detailuuringu tulemused Rakvere fosforiidipiirkonna Kabala maardla kaeveväljal. 1989.

EGF-3348. J. Eskel J. Liivrand H. & Kivimägi E. 1975. Aruanne fosforiidisalduse hinnangust Ida-Eestis 1971.-1974. a.

Jüri Nemliher
Reedik Kuldkepp
Sigrid Hade

Jyri.Nemliher@egt.ee
reedik1977@gmail.com
Sigrid.Hade@egt.ee

Kas Eesti fosforiiti on lihtne rikastada?

Enamasti on „kas“ küsimustele lihtne vastata, lihtsalt kas „ei“- või „jah“- vastusega. Eesti fosforiidi uurin-gute hetkeolukorrast lähtudes on aga meie vastus pealkirja küsimusele: „Ega tegelikult veel täpselt ei tea!“. Võttes arvesse seni tehtud katseid, võiks eel-dada, et Eesti fosforiiti on lihtne rikastada, kuid siiski on oluline taas käivitada nii selle maavara enda kirjel-damise kui edasiste töötlemisvõimaluste uuringud.

Maailma peamised fosfaadivarud (~75%) on sette-list tüüpi: (a) silikaatsed, kus põhiliseks eraldatavaks lisandmineraaliks on räni, ja (b) karbonaatsed, mille rikastamise puhul peab eraldama nii räni kui ka karbo-naatsed mineraalid. Selleks, et kasulik osa (nt P_2O_5 , REEd jne) eraldada lisanditest (nt liiv, dolomiit jne), tuleb materjali enne rikastada. Vaadeldes fosfaatsete maakide enamlevinud töötlemistehnoloogiaid (viimasel kümnendil), võib öelda, et Eesti fosforiiti rikastada on lihtne. Kindlasti tuleb arvestada, et Kallavere fos-foriit on maailmas haruldane, kuid siiski tuleks ka selle puhul järgida fosfaatsete maakide käitlemise prot-sessi mõjutavaid üldlevinud põhimõtteid, mille järgi:

- sõltuvad rikastamisetapid maagi mineraloogili-sest ja keemilisest koostisest ning füüsikalistest omadustest;
- on oluline jälgida materjali purustus- ja jahvatus-astet, mis tagavad mineraalide (nn kasuliku osa ja lisandite) üksteisest eraldatuse;
- mõjutavad separatsiooni efektiivsust, produktide puhtust ja saagikust sõelumine, šlammärastus (muda ehk ülipeenete osakeste eraldamine jämedast), flotatsiooni parameetrid, termiline töötlus, happega töötlemine jne;
- on oluline jälgida lisandite ja raskmetallide sisaldust fosfaatproduktides, viimase kontroll on võimalik

tagada spetsiaalsete seadmete lisamisega toot-mistsükklisse või täiesti uute tehnoloogiate välja-töötamisega;

- on oluline jälgida rikastamisel ressursisäästlikkust, keskkonnamõjusid ja ringmajandust.

Võrreldes teiste fosforirikaste maakidega on meie fosforiidil järgmised peamised eelised:

- väärtuslik mineraal apatiit sisaldub oobuluskarbi-kestes, kus fosfaadi kontsentratsioon on kõigist võimalikest kõrgeim (kuni 35% P_2O_5);
- peamiseks aherainemineraaliks Eesti fosforiidis on kvarts. Kuna kvartsi ja apatiidi pinnaomadused on väga erinevad, siis nende eraldamine on lihtne ka neutraalsetel tingimustel, veelgi enam – teatav kogus reaktiivset räni on fosforhappe tootmisel kasulik, SiO_2 takistab korrosiivse vesinikfluoriid-happe teket, samuti on termilisel töötlemisel üks peamisi sisendmaterjale kvarts;
- lisandmineraalidest esineb vähesel määral püriiti ja dolomiiti. Püriitne lisand esineb peamiselt väga peenete osakeste kujul, viimased on võimalik eral-dada šlammärastusega. Kuigi dolomiidil ja franko-liidil on väga sarnased mineraloogilised ja pinna-omadused, siis dolomiiti separeerides eraldatakse MgO peaaegu täielikult;
- apatiit on suure vabastusastmega, seega pole tarvis pikka jahvatusaega;
- dekanteerimise abil on lihtne läbi viia šlammärastus, mis peenete osakeste koguse vähendamise tõttu parandab regentide efektiivsust;
- raskmetalle, nt Cd, sisaldab Eesti fosforiit erakord-selt vähel (1–5 ppm), seega pole vaja neid maagist eraldada ega eraldi käidelda;

Eesti fosforiit



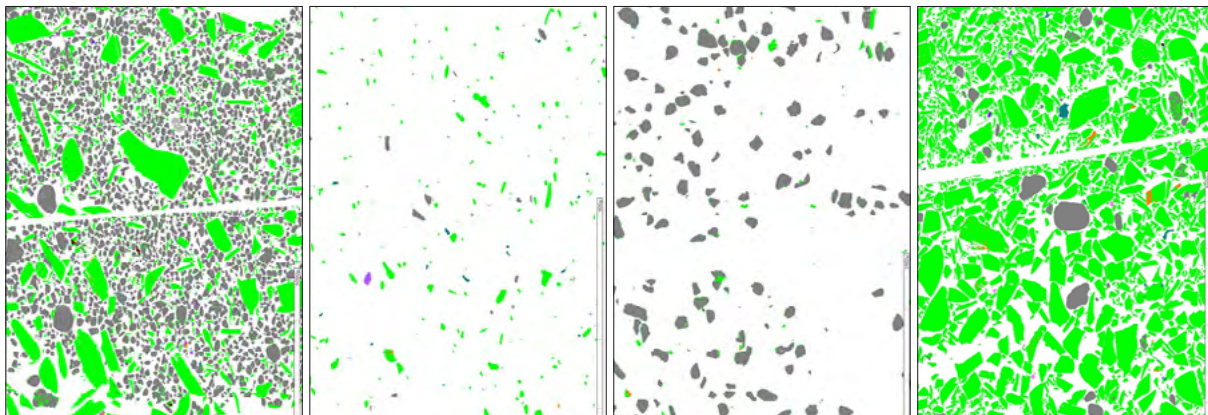
Sõelutud maak (+50 mm)

Ülipeened osakesed (-20 µm)

Rikastusjääk (liiv)

Rikastatud kontsentraat (apatiit)

Mineraalide vabastusanalüüs (heleroheline – apatiit, tumehall – kvarts)



rikastusetappides tekkivate lisandite, sh REEde liikumist on võimalik jälgida ja kontrollida, mis tõstab töötlemise efektiivsust.

Üldiselt on ränirikikaid fosfaatmaake (sh Eesti fosforiiti) flotatsiooni teel suhteliselt lihtne rikastada, kuna peamiste mineraalide hüdrofiilsust ja hüdrofoobsust on kerge reguleerida. Meie fosforiidi väärtust on lihtne tõsta ka hapete või termilise töötlemisega. Seda kinnitavad nii varasemad andmed (nt Tatarskii jt 1982) kui lähiajal teostatud rikastuskatsed (PUTJD705 ja RITA1/01-01-11). Keerulisemaks ja vähem efektiivseks on osutunud raua- ja magneesiumilisandite eraldamine.

Sellegipoolest on toodud parameetrite (koos)mõju arvestamiseks ja optimaalsete rikastustingimuste väljaselgitamiseks vaja iga leiukoha maagi jaoks läbi viia vastavad töötlemiskatsetused.

Uurimistööd on finantseerinud Eesti Teadusagentuur (PUTJD705).

Kadriann Tamm

Kadriann.Tamm@egt.ee

Põhjaveekogumite piiride kirjeldamine, koormusallikate hindamine ja hüdrogeoloogiliste kontseptuaalsete mudelite koostamine

Veepoliitika raamdirektiivi (2000/60/EÜ) rakendamiseks on EL liikmesriigid moodustanud põhjaveekihtides põhjaveekogumid ning koostanud nende iseloomustused. Iga veemajandustsükli lõpus tehakse uuringud, mille käigus täpsustatakse ja kaasajastatakse juba moodustatud põhjaveekogumite ulatus ja piirid vastavalt uuenenud geoloogilisele, hüdrogeoloogilisele ja muule asjakohasele teabele. Selle põhjal vaadatakse üle ja täiendatakse põhjaveekogumite hüdrogeoloogilised kontseptuaalsed mudelid ning hinnatakse arvutuslike mudelitega põhjaveekogumite looduslikud põhjaveeresursid. 2018. ja 2019. a süstematiseeris Eesti Geoloogiateenistus Keskkonnaministeeriumi tellimusel Eesti põhjaveekogumite kohta kogutud infot ning kaasajastas põhjaveekogumite kontseptuaalsed mudelid vastavalt uuele andmestikule.

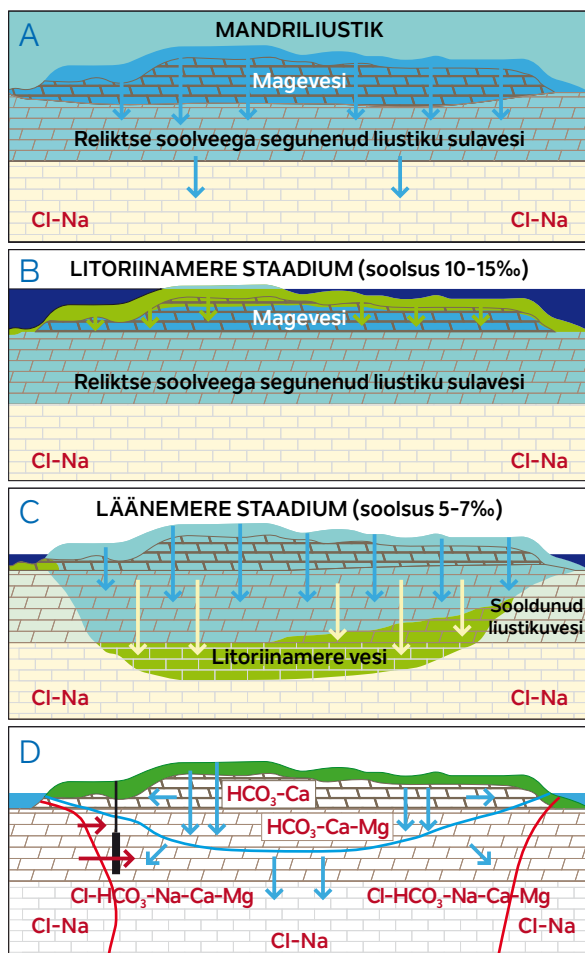
Uuringu käigus anti ülevaade tähtsamatest põhjaveekogumeid mõjutavatest koormusallikatest ja hinnati oluliste koormusallikate võimaliku mõju põhjaveekogumite seisundile. Lisaks vaadati üle põhjaveekogumitele kehtestatud läviväärtused ja tehti ettepanekud nende muutmiseks. Viimaks analüüsiti olemasolevat põhjaveekogumite seirevõrku, seire sagedust ja tihedust ning esitati ettepanekud põhjaveekogumite seirevõrgu muutmiseks, arvestades riikliku põhjaveeseire andmeid, kehtivaid põhjaveekogumite seisundi hinnanguid ning uusi vajadusi.

Suurima muudatusena pakuti välja Ordoviitsiumi-Kambriumi Ida-Eesti vesikonna (kogum nr 5) jagamine kaheks eraldi kogumiks – Ordoviitsiumi-

Kambriumi Virumaa põhjaveekogumiks (nr 5a) ja Ordoviitsiumi-Kambriumi Tartu põhjaveekogumiks (nr 5b). Kogumi jagamine on vajalik, sest ohustatud seisundis on ainult kogumi põhjaosa Ordoviitsiumi kivimites toimuva või plaanitava kaevandustegevuse tõttu. Lisaks soovitati liita kõik Kvaternaari setetega seotud põhjaveekihid esimeste aluspõhjaliste Siluri-Ordoviitsiumi ja Devoni põhjaveekogumitega, säilitades iseseisvate põhjaveekogumitena vaid veemajanduslikust aspektist olulised Kvaternaari Vasavere (kogum nr 27), Meltsiveski (kogum nr 28), Männiku-Pelguranna (kogum nr 29) ja oma saarelise asendi tõttu eraldi seisva Prangli (kogum nr 31) põhjaveekogum.

Riikliku seirevõrgu, selle tiheduse ja seire sageduse analüüsil selgus, et Eestis on põhjaveekogumeid, mida praegune seirevõrk ei kata piisava tihedusega või kus on olemasolevate seirekaevude likvideerimise, täissettimise või ebasobiva konstruktsiooni tõttu vajalik asendada need olemasolevate puurkaevude, allikate või uute rajatavate seirekaevudega. Seetõttu leiti, et veemajanduskavades põhjaveekogumitele antud seisundihinnangud on madala usaldusväärsusega.

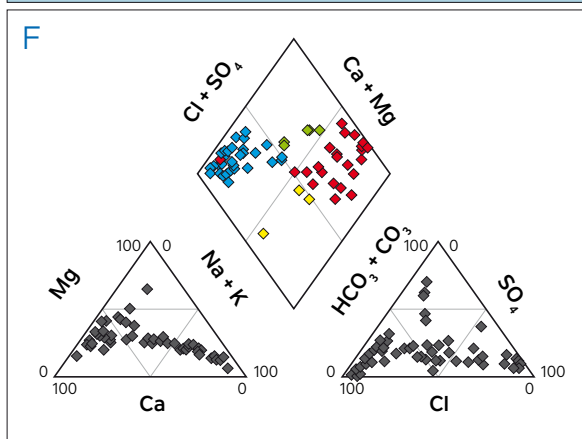
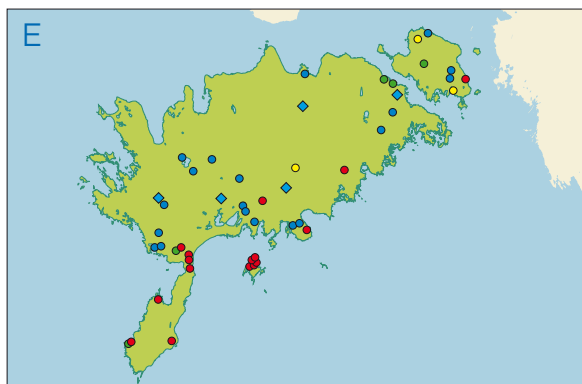
Viimaseks kasutati ruumianalüüsi, mille alusel hinnati esiteks erinevate koormusallikate potentsiaalset mõju põhjaveekogumile. Lisaks kasutati ruumianalüüsi reostuse tõenäolise lähteala tuvastamiseks, kus vastavalt maapinna kõrgusmudelile arutati välja puurkaevust ülesvoolu jääv ala. Ruumianalüüsi järgi on olulisemateks Eesti põhjavee seisundit mõjutavateks koormusallikateks põllumajandusest ja jääkreostusest pärinev hajakoormus ning kaevandamisest läh-



Siluri Saaremaa põhjaveekogumi kontseptuaalse mudeli läbilõige. A–D - põhjavee kujunemine Lääne-Eesti saartel jääaja lõpust kuni tänapäevani koos Läänemere arengustaadiumitega; E–F - tekkinud põhjavee keemiliste tüüpide levik

tuv hajakoormus. Seirevõrgu tiheduse analüüsil hinnati ruumianalüüsiga, kuidas ja kas on vaja muuta seirevõrgu tihedust, et tõsta seisundi hindamise testide ja põhjaveekogumite seisundi hindamise usaldusväärsust.

Uuringu tulemused võeti kokku soovitud eesmärgiga, mis võimaldavad põhjaveekogumite seire ja seisundi hindamisega seotud küsimusi täpsemalt lahendada.



Siluri-Ordoviitsiumi veekiht k=kuni 50 m/d
 Siluri-Ordoviitsiumi veepide k=kuni 1 m/d

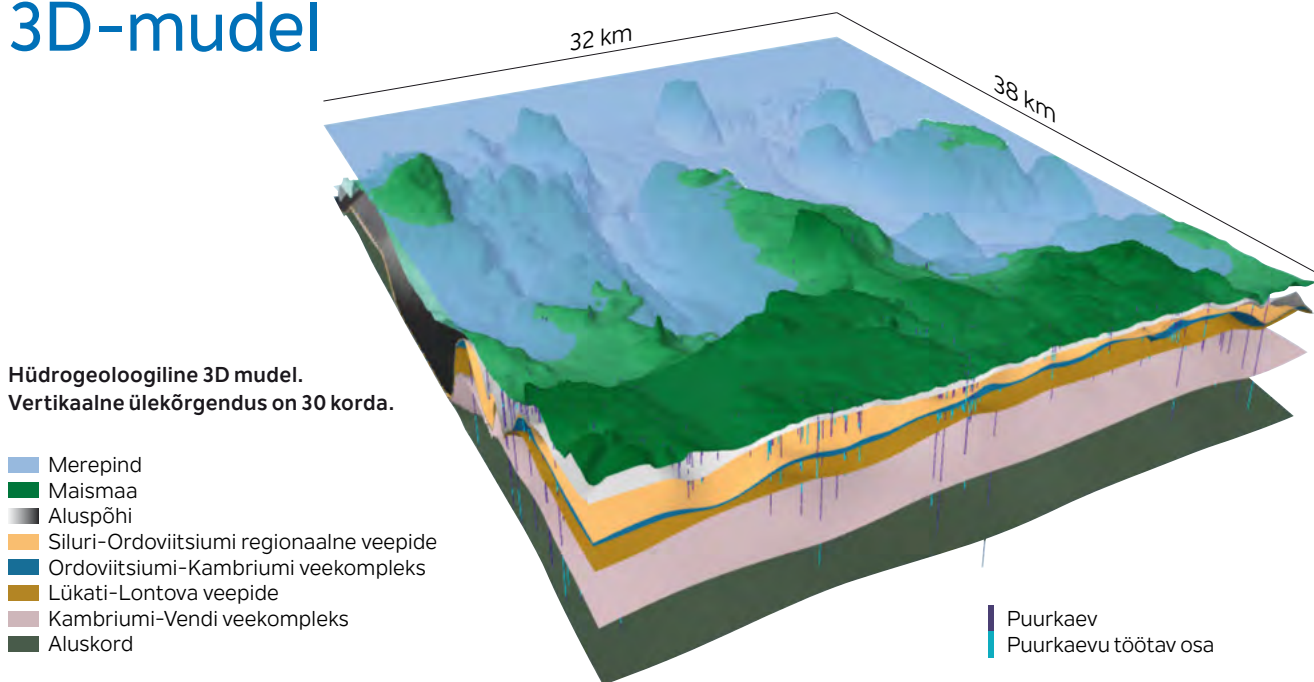
SEOTUD ARUANNE

Marandi, A., Osjamets, M., Polikarpus, M., Pärn, J., Raidla, V., Tarros, S., Vallner, L. 2019. Põhjaveekogumite piiride kirjeldamine, koormusallikate hindamine ja hüdrogeoloogiliste kontseptuaalsete mudelite koostamine. Eesti Geoloogia-teenistus, Rakvere.

Andres Marandi
Madis Osjamets
Maile Polikarpus
Joonas Pärn
Valle Raidla
Siim Tarros
Leo Vallner

Andres.Marandi@egt.ee
Madis.Osjamets@egt.ee
Maile.Polikarpus@egt.ee
Joonas.Parn@egt.ee
Valle.Raidla@egt.ee
Siim.Tarros@egt.ee
Leo.Vallner@egt.ee

Tallinna–Helsinki tunnelitrasside Eesti osa hüdrogeoloogiline 3D-mudel



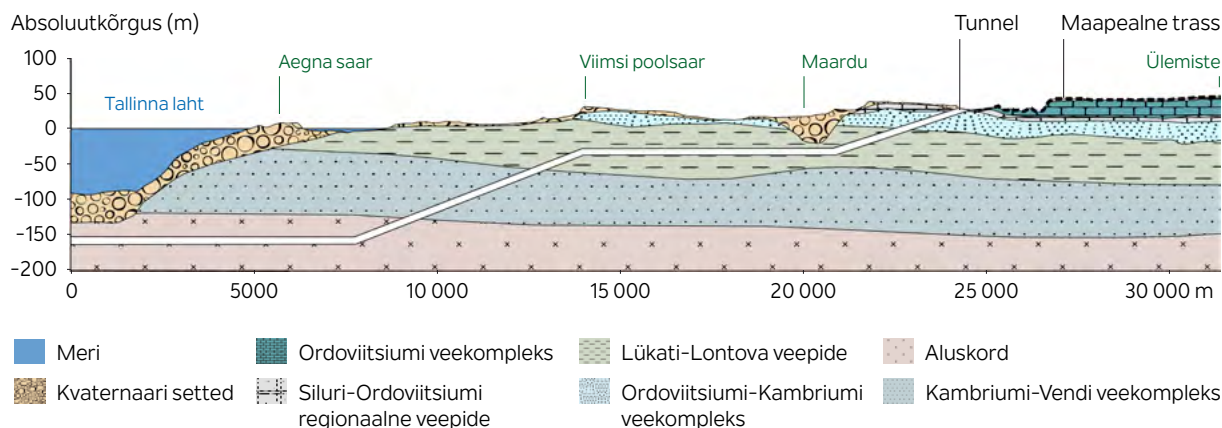
Põhja-Eestisse kavandatakse Tallinna–Helsinki raudteetunnelit, mis paikneks kuni 150 m sügavusel maapõues. Maa-aluse tunneli rajamine nõuab häid geoloogilisi teadmisi maapõue ehituse kohta. Samuti on vaja hinnata tunneli ehitamise ning käigushoidmisega kaasnevaid võimalikke mõjusid nii põhjavee kvaliteedile kui ka kvantiteedile.

Koos Soome Geoloogiateenistusega läbi viidud projekti käigus koguti kokku kogu Soome ja Eesti vastav geoloogiline info ning loodi selle põhjal Tallinna–Helsinki tunneli geoloogiline 3D-mudel. Eesti Geoloogiateenistus koostas tunneli Eesti alale jääva osa hüdrogeoloogilise 3D-mudeli. Loodud 3D mudel koosneb seitsmest interpoleeritud rasterkihist, mis esindavad peamisi veekihte ja veepidemeid. Mudel hõlmab

pindalaliselt 1 220 km², millest 500 km² on maismaa. Selle põhjal on võimalik koostada hüdrogeoloogilisi läbilõikeid, et hinnata geoloogilist situatsiooni näiteks nende nelja võimaliku raudteetunneli trassi asukohal, mis on välja toodud riikliku eriplaneeringu menetluste algatamise taotluses aastast 2018.

Hüdrogeoloogilised läbilõiked võimaldavad kirjeldada, millises ulatuses ja millistes sügavustes tunnel veekihte ning veepidemeid läbib.

Olenevalt trassialternatiivi valikust läbiks tunnel Eesti territooriumil 4–5 km ulatuses Kambriumi-Vendi veekompleksi ja 9–12 km pikkuselt Lükati-Lontova veepidet. Üks



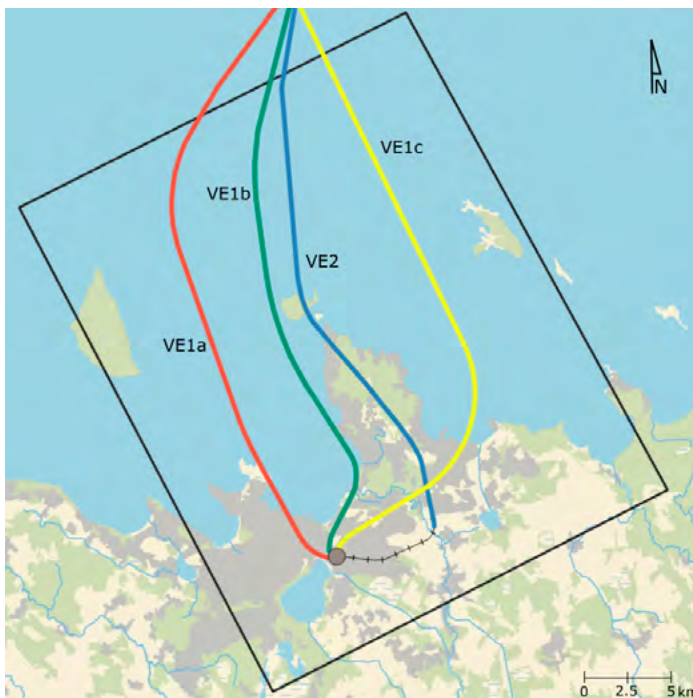
Tunnelitrassi VE2 hüdrogeoloogiline läbilõige. Trassi VE2 paiknemine on välja toodud järgmisel joonsel.

alternatiiv läbiks tõusul ka 2 km ulatuses Ordoviitsiumi-Kambriumi veekompleksi ja poole kilomeetri pikkuselt Siluri-Ordoviitsiumi regionaalset veepidet. Ülejäänud tunnelialternatiivid kulgevad 30–40 m sügavusel kuni lõppjaama jõudmiseni. Samuti läbivad kaks trassialternatiivi Kvaternaari-setetega täidetud ürgoru.

Töö tulemusena toodi Eestis tavapärasesse planeerimistegevusse uus dimensioon, kuna loodud mudel võimaldab lisaks pakutud neljale Tallinna–Helsinki raudteetunneli asukohale leida kaardipildis parimad trassialternatiivid ka vertikaalsuunas. Peale selle on loodud rasterpindasid võimalik edaspidi kasutada sisendina uuritud ala põhjavee liikumise mudeli ehk hüdrogeoloogilise mudeli loomiseks.

SEOTUD TÖÖ

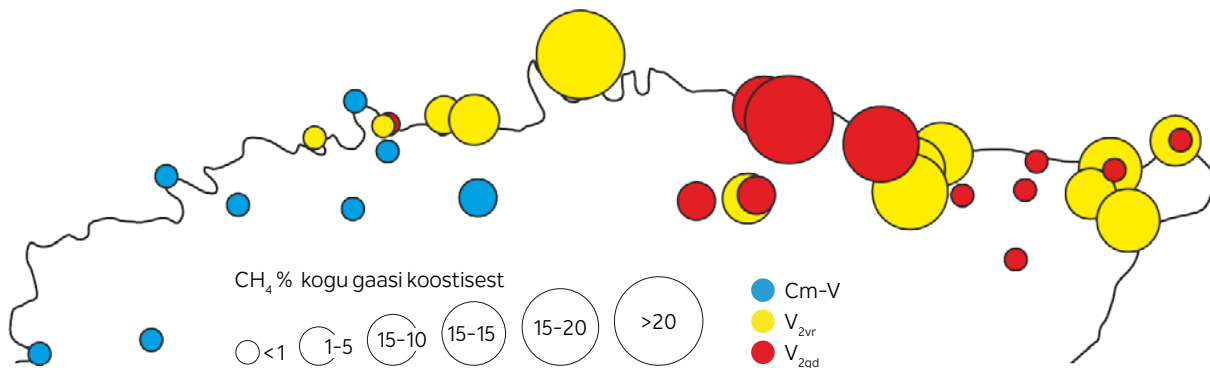
Hunt, M. (2019). Tallinna–Helsinki võimalike tunnelitrasside hüdrogeoloogiline analüüs lähtudes 3D-mudelidest. Tartu Ülikooli geoloogia osakond. [Bakalaureusetöö]. Tartu.



Uuringuala ja nelja trassialternatiivi asukohad Maa ameti baaskaardil (2019).

Marlen Hunt

Marlen.Hunt@egt.ee



Metaani osakaalud kogu gaasilises koostises Kambriumi-Vendi põhjaveekompleksis.

Metaan Kambriumi-Vendi põhjaveekompleksis

Viimasel 30 aastal läbiviidud põhjaveeuuringute käigus on avastatud, et sügaval Eesti aluspõhja liivakivides, Kambriumi-Vendi põhjaveekompleksis, on laialt levinud haruldase päritoluga vana põhjavesi. See põhjavesi on kujunenud jääaegadel rohkem kui 10 000 aastat tagasi, mil Eesti ala oli kaetud 1–2 km paksuse mandriliustikuga. Liustik oma tohutu massiga tekitas väga kõrge hüdrostaatilise rõhu, mis surus liustiku alla kogunenud sulaveed mitmesaja meetri sügavusele kivimitesse, kus need on säilinud tänaseni. Selles eksootilise päritoluga põhjavees levib ka suhteliselt suures koguses metaani – kuni 26 mg/l.

Kõrged metaanikontsentratsioonid põhjavees kaasnevad enamasti ümbritseva kivimi suure orgaanikasisalduse või laialdase orgaanilise reostusega. Mõlemad võimalused võib Kambriumi-Vendi põhjavee puhul kõrvale heita.

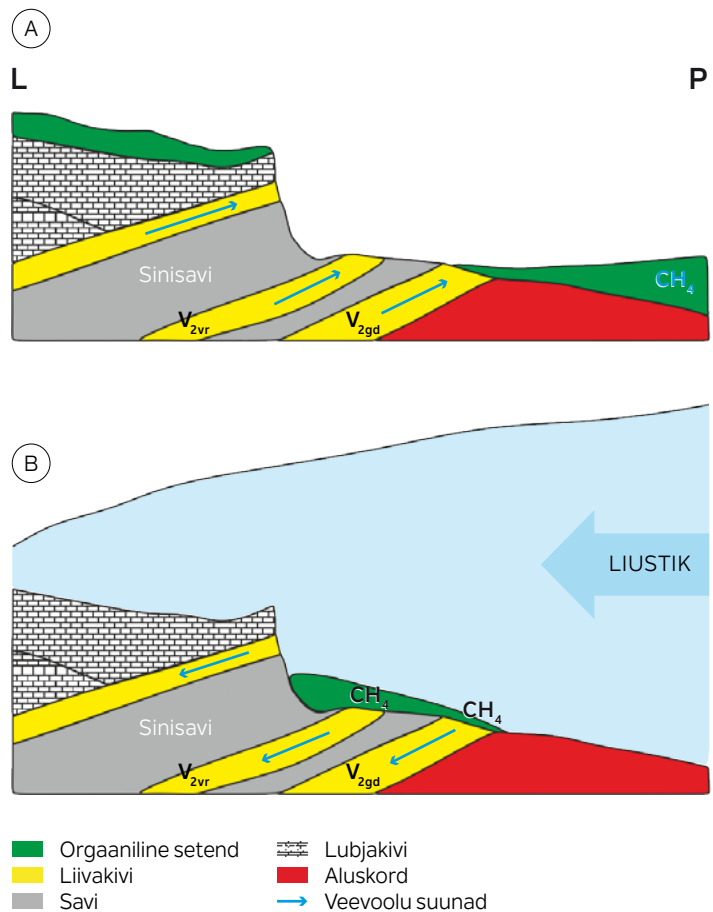
Metaani esinemine Eesti Kambriumi-Vendi põhjavees on teada juba pikka aega, kuid selle päritolu kohta ringles mitmeid hüpoteese: pärinemine Eesti Kambriumi sinisavilasundist, termogeensetest

protsessidest või liustikualustest gaashüdraatidest. Sõltuvalt keskkonningimustest esineb looduses erinevaid metaani tekkeviise (nt biogeenne, termogeenne) koos neile iseloomulike „sõrmejälgedega“, mis aitavad selgitada metaani päritolu ka aastatuhandeid hiljem. Uuringu käigus kogutud andmestik näitas, et Ca-V põhjavees leviv metaan on iseloomulik soosetetele. Sellist tüüpi metaani esinemine põhjavees on üsna harukordne ning ilmselt ei ole see tekkinud aluspõhja kivimites.

Tänapäeval liigub Kambriumi-Vendi põhjavesi lõunast põhja suunas ning väljub Soome lahte merealuste allikatena. Jääajal oli aga infiltreeruvate vete voolusuund vastupidine (põhjast lõunasse) ning kõige tõenäolisemalt pärineb metaan magevee märgaladest, mis levisid Ediacara (varem Vend) kivimite avamusalal (Soome lahes) enne liustiku pealetungi. Liustikualuste vete infiltreerumisel pinnasesse kanti ka

nende märgalade setetes akumulatsioonid metaani aluspõhja kivimitesse.

Kuigi Eesti põhjavete metaani looduslikud varud pole piisavad, et neid tööstuslikult kasutada, kuluvad teadmised neist siiski ära veepuhastussüsteemide väljaarendamisel, et vältida torustike bakteriaalset reostust. Lisaks võib Kambriumi-Vendi põhjavesi ning tema analoogid mujal maailmas osutada seni kasutamata paleoarhiiviks möödunud aegade kliima uurimisel. Nagu eespool mainitud, omandab metaani molekul sõltuvalt keskkonnast talle iseloomulikud „näpajäljed“. Üheks oluliseks parameetrik on tema isotoopkoostis, mille põhjal arvatati metaani formeerumisaegne keskmine õhutamperatuur, mis jäi vahemikku -2 kuni -8 °C. Need tulemused sobituvad paleokliima rekonstruktsioonidega 32 000–26 000 aasta tagusest ajast, kui Eestis domineeris tundrataimestik. Kui liustikulist päritolu põhjaveed on üsna haruldased Euroopas, siis sarnase geneesiga põhjavett on leitud ka Põhja-Ameerikas (Illinoisi, Michigani jt setebasseinides). Neiski põhjavetes on metaan tavaline, kuid enamasti on see seostatav orgaanilise materjali laialdase levikuga kohalikes kivimites. Siiski on võimalik, et osaliselt on ka sealsed metaaniilmingud põhjustatud Eesti omadega sarnastest protsessidest.



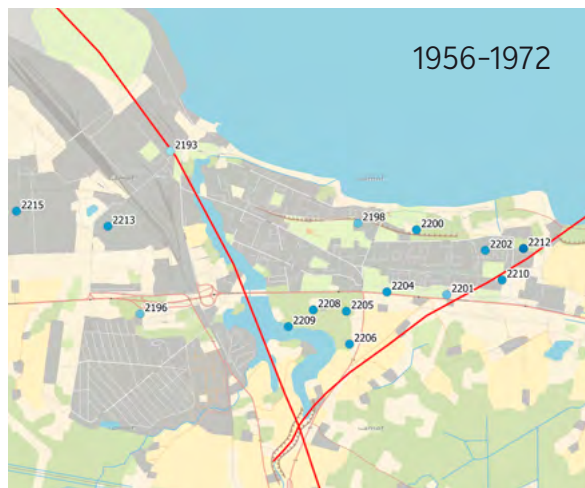
Metaani formeerumise skeem Kambriumi-Vendi põhjaveekompleksis.

TEEMAKOHANE TEADUSARTIKKEL

Raidla, V., Pärn, J., Schlömer, S., Aeschbach, W., Czuppon, G., Ivask, J., Marandi, A., Sepp, H., Vaikmäe, R., Kirsimäe, K. 2019. Origin and formation of methane in groundwater of glacial origin from the Cambrian-Vendian aquifer system in Estonia. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 251, 247–264. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2019.02.029>.

Valle Raidla

Valle.Raidla@egt.ee



Kloriidi sisaldused Sillamäel aastatel 1956–2018.

Põhjavee sooldumise põhjustest Sillamäel

Seoses intensiivse veevõtuga on rannikupiirkonnades kujunenud põhjavee kvaliteedi oluliseks riskifaktoriks merevee sissetung, mille indikaatoriks on kloriidisisalduse tõus põhjavees.

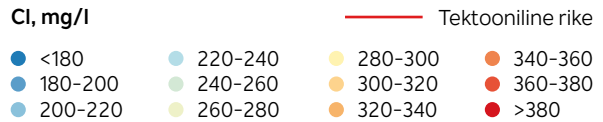
Voronka põhjaveekihi vett kasutab Eestis suur hulk veehaardeid, mis asuvad rannikul (nt Kunda, Aseri, Toila, Sillamäe ja Narva-Jõesuu). Kloriidide kontsentratsiooni märkimisväärset kasvu neis täheldatud ei ole. Erandiks on Sillamäe linn, kus kohalikus seirepuurkaevus on kloriidisisaldus oluliselt tõusnud. Koos kloriidide sisalduse tõusuga on kaasnenud ka põhjavee naatriumisalduste märkimisväärne kasv. Kuigi põhjaveetase on Sillamäe piirkonna Voronka veekihi alates 1990. aastate algusest pidevalt tõusnud, on see endiselt 10 m alla merepinna, mis võimaldab seletada puurkaevu vee sooldumist merevee sissetungiga. Siiski on püstitatud ka kaks alternatiivset hüpoteesi. Kloriidirikkam vesi võib pärineda ka Gdovi põhjavee lekkest kas läbi vigastatud mantelkorude

või siis veekihti ümbritsevate halvema veejuhtivusega kivimite pooriruumist.

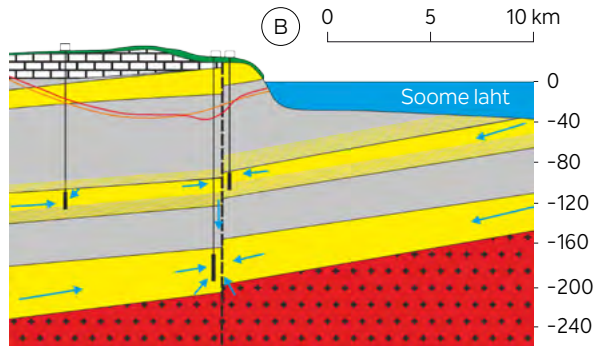
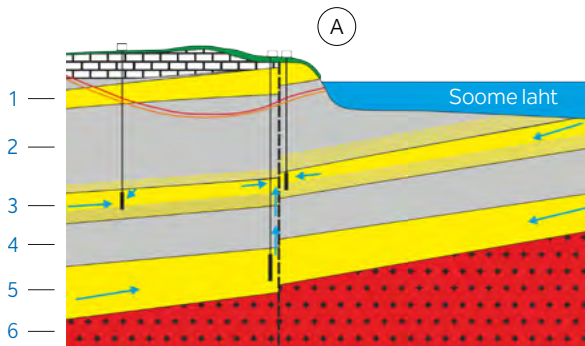
Hüdrogeoloogia ja keskkonnageoloogia osakonna uuringu käigus kontrolliti kõiki kolme võimalust. Kogutud uue ja varasema keemilise andmestiku analüüsi põhjal võib oletada, et Sillamäe kaevude Cl⁻ sisalduste tõus on pigem tingitud soolase vee sissetungist Voronka veekihi alumisest (savikamast) osast või Kotlini veepidemest. Seda nähtust võivad soodustada Kotlini kivimites asuvad tektooniliste rikete purustusvööndid, mis loovad hüdrodünaamilise ühenduse Voronka ja Gdovi veekihtide vahel. Gdovi veekihi kõrgem survetase tekitab ülespoole, Voronka veekihti kulgeva veevoolu, mille arvelt surutakse vahekihtides leviv soolasem põhjavesi Voronka veekihi magedamasse ossa. Selle protsessiga on vabanenud Voronka põhjavette ka erinevaid mikrokomponente. Samas tuleb endiselt arvestada ka merevee sissetungi ohuga eelkõige Sillamäe loodeosas.



Sooldumisnähtuse edasise leviku peatamiseks soovitati hajutada Voronka põhjavee väljapumpamist olemasolevate kaevude pumpamisrežiimi parandades või rajades uusi puurkaeve väljapoole tektooniliste rikeste mõjuulatust. Ühtlasi peaks võimalikult kiiresti välja selgitama Gdovi veekihti avava kohaliku puurkaevu tehnilise seisundi, vältimaks soolasema Gdovi põhjavee võimalikku levikut Voronka veekihis.



Sillamäe piirkonna kloriidi pärinemise kontseptuaalne skeem.



- 1 Ordoviitsium-Kambriumi veekiht
 - 2 Lontovo-Lükati veepide
 - 3 Voronka veekiht
 - 4 Kotlini veepide
 - 5 Gdovi veekiht
 - 6 Kristalne aluskord
- Põhjavee survetase
— Voronka veekihis
— Põhjavee survetase
— Gdovi veekihis

TEMAATILINE ARUANNE

Raidla, V., Polikarpus, M., Pärn, J., Tarros, S. 2019. Põhjavee kloriidide sisalduse tõusu põhjuste ja päritolu uuring Sillamäel. Eesti Geoloogiateenistus, Rakvere.

Valle Raidla Valle.Raidla@egt.ee



Puurkaevu ja -augu geofüüsikalise uuringu aparatuur. Arvuti sondide juhtimiseks, andmete kuvamiseks ja salvestamiseks (1). Puurkaevu või -augu kohale asetatav kolmjalg koos sügavusmõõtjaga (2). Käsitsi juhitud vints, mille peal jookseb 1000 m teraskaabel, kus sees on neljasooneline andmeedastuskaabel (3).

Moodne kullipilk puurkaevu – geofüüsikalised uuringud

Puurkaevu ja -augu geofüüsikalised uuringud ehk karotaaž on maapõue geoloogilise läbilõike ja puurkaevu seisundi uurimine füüsikaliste meetodite kaudu. Tavapäraselt koostatakse puurkaevu geoloogiline kirjeldus visuaalselt puurimisel väljatud purdmaterjali põhjal. Sellisel viisil saadud geoloogiline kirjeldus võib aga olla üsna ebatäpne. Sel põhjusel tehakse puuraugus või -kaevus karotaaž ehk geofüüsikalistele parameetritele tuginev maapõuekirjeldus.

Geofüüsikaliste uuringute tegemisel kasutatakse erinevaid füüsikalisi meetodeid, millest põhilised ja enim kasutatavad on **elektrilised, radiomeetrilised, seismilised, akustilised ning optilised meetodid**. Mõõtmistulemustega täpsustatakse kivimikihtide

lasuvuspiire, kihi paksust, lõhede asukohti, hüdroteoloogilisi parameetreid ning hinnatakse puurkaevu tehnilist seisukorda ja vastavust projektile.

Mõõtmisel saadud andmestik annab võimaluse näiteks stratigraafilisteks uuringuteks, läbilõikete korreleerimiseks, hüdroteoloogilisteks uuringuteks – vee liikumise hindamiseks kivimites (puurkaevus), poorsuse ja geotehniliste parameetrite arvuutamiseks. Mõõdistused on alati võimalikult täpselt refereeritud maapinna suhtes ning pideva andmesalvestusega tagatakse kogu läbilõike katkematu logi.

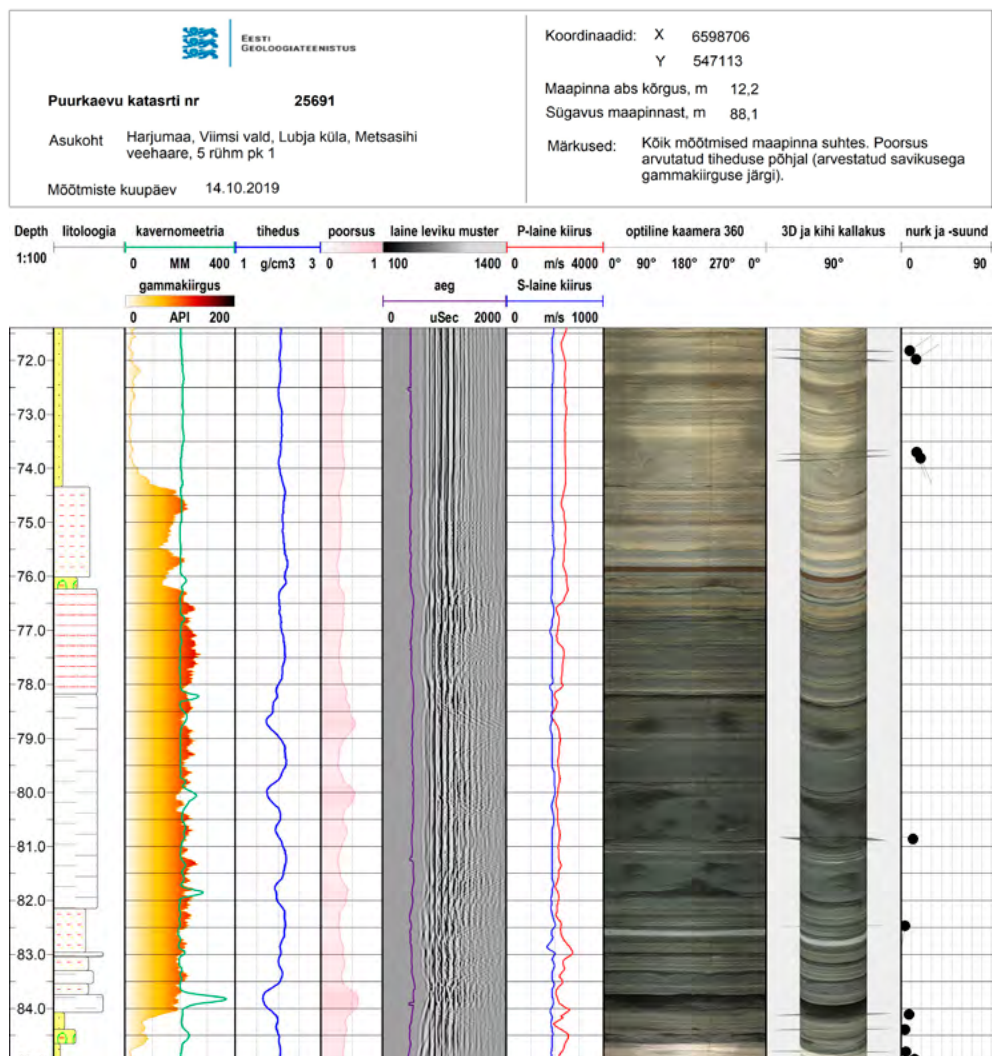
Eesti Geoloogiateenistuses kasutatakse geofüüsikaliste uuringute tegemiseks **Robertson Geo Ltd** sonde. Kogu geofüüsikalisteks



töödeks vajaminev aparatuur on disainitud-toodetud Suurbritannias, rahvusvaheliselt tuntud ettevõttes, ISO9001 standardeid järgides. Seadmed on hangitud koostöös KIK sihtfinantseerimise ning LIFE IP CleanEST projektidega. Ühte sondi on tavaliselt integreeritud mitu mõõtemetodit. Parima tulemuse saavutamiseks tuleb kasutada sõltuvalt uuringu eesmärgist

kombineeritud mitut sondi. Maksimaalseks puurkaevu sügavuseks, mida saame uurida, on 1000 m.

Puurkaevu ja -augu geofüüsikaliste mõõtmiste põhilisteks tulemusteks on täpse sügavusega seotud numbrilised väärtused, mis on esitatud graafikul joonte (kõverate) või piltidena.

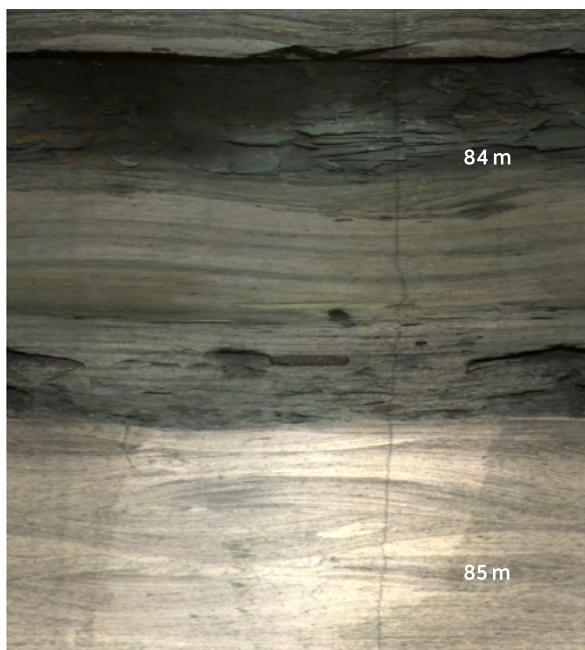


Viimsi Vesi AS Metsasihi veehaarde puurkaevus katastri nr 25691 mõõdetud geofüüsikalised parameetrid, nende põhjal tõlgendatud litoloogiline tulp, arvatud poorsus ning optilise kaamera salvestus 360° pildina ning 3D-vaatena koos määratud kihipindadega.

EESTI GEOLOOGIATEENISTUSES KASUTUSEL OLEVAD PUURKAEVUDE JA -AUKUDE GEOFÜÜSIKALISED MÕÖTMISMEETODID JA SONIDID

Kavernomeetria – mõõdetakse puuraugu diameetri pidevat muutumist, kombates puuraugu seinu kolme mehaanilise anduri abil. Sonidi abil on võimalik kontrollida puurkaevu manteloru korrasolekut ja tuvastada katkiseid kohti. Puurkaevu ja -augu manteldamata osas saab fikseerida kivimite suuremaid (1-500 cm) lõhesid ja kaverne ning hinnata nende sügavust.

Tiheduse mõõtmine (gamma-gammakiirguse karotaaž) – sond on varustatud gammakiirgusalikaga, mille emitteeritav kiirgus aktiveerib kivimid puuraugu seinast kuni 15 cm raadiuses. Detektoritega määratakse gammakiirguse hajumist, mis sõltub geoloogilise struktuuri elektritihedusest. Sonidi mõõtmistulemuste põhjal saab määrata geoloogilist ehitust, kivimikihtide lasuvuspiire, hinnata tühimikke ja mantelortugase tsementatsiooni kvaliteeti.



Optilise kaamera 360° originaalsuuruses orienteeritud pilt puurkaevu külgedest. Viimsi Vesi AS Kambriumi-Vendi põhjaveekihti avav 88,2 m sügavune puurkaev poolsaare keskel Metsasihi veehaardes. Pildilt on näha 83,8 sügavusel savikiht, 84,5 m võimalik sette katkestuspind ning alates 84,6 m põimjaskihiline liivakivi.

Loodusliku gammakiirguse mõõtmine – kuna erinevatel kivimitel ja setetel on erinev gammakiirguse tase, siis on gammakiirguse abil võimalik eristada läbilõikes erinevaid kivimikihte peamiselt radioaktiivsete elementide ja isotoopide 40K, U ja Th sisalduse alusel. See võimaldab määrata ja täpsustada purdmaterjali ja kivimikihtide piire.

Kivimi näiveritakistuse ja kivimi potentsiaali mõõtmine – elektrivoolu levimine kivimis sõltub poorsusest ning veesisaldusest (sh ka keemilisest koostisest). Näiveritakistuse ja potentsiaali mõõtmine võimaldavad elektrivoolu abil määrata geoloogilise ehituse ja geoloogiliste struktuuride piire.

Voolukiiruse määramine – võimaldab piiritleda puurkaevus või -augus veerikkaid ja veevaeseid intervale ehk eristada põhjaveekihte. Sondiga saab kontrollida puurkaevu manteloru terviklikkust ning määrata kohad, kus toimub vee sisse- või väljavool.

Vee temperatuuri ja elektrijuhtivuse mõõtmine – määratakse puurkaevu vee temperatuuri ja elektrijuhtivuse muutused vertikaalses veesambas. Vajalik näiteks rannikupiirkondades, kus on oht merevee sissetungiks põhjaveekihti.

Optiline kaamera – salvestab vertikaalselt külgvaates 360° värvilise kõrgeresolutsioonilise orienteeritud pildi puuraugu külgedest. Salvestisi töödeldes on võimalik visuaalselt määrata kihtide ning lõhede kallakusnurki ja suundi.

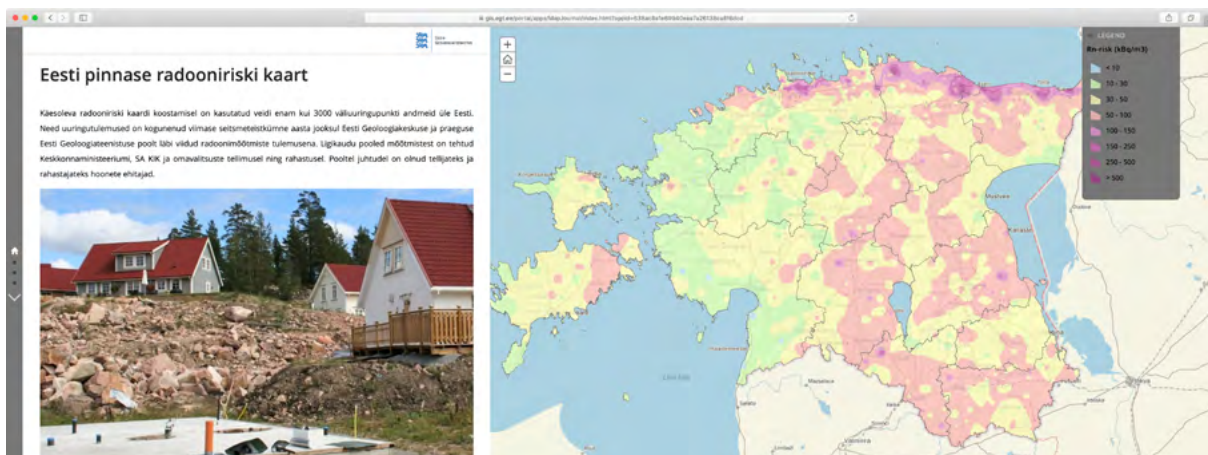
Akustiline kaamera – sondist saadetakse välja madalsageduslik ultrahelisignaali 360° ulatuses ning mõõdetakse tagasi peegelduva signaali amplituudi ja kohalejõudmise aega (töötab ainult vedelikuga täidetud puurkaevus). Tulemuseks on kvalitatiivne pilt puuraugu külgedest, kus paistavad välja kivimi tekstuuri ning lõhed. Samaaegselt salvestatakse ka sondi kallutatust ning asimuut, mis võimaldab seostada lõhede kallakusnurki ja suundi (rõhtsihti).

Kallakusnurk ja asimuut – mõõdetud nurga ja asimuudi põhjal saab arvutada puuraugu tõelise sügavuse maapinnast.

Laineleviku kiirus – puurkaevus mõõdetakse kõrgsagedusliku helilaine saabumist kolme vastuvõtjaga (erineval kaugusel saatjast) ning salvestatakse u 2000 mikrosekundi jooksul piki- (P) ja ristilainete (S) saabumise amplituud ning aeg. Logide põhjal arvutatud laineleviku kiiruste alusel saab määrata litoloogiat, poorsust, lõhelisust, kivimi tugevust ja elastsust. Eraldi töötusega on võimalik hinnata mantelortugase tsementatsiooni kvaliteeti.

Siim Tarros

Siim.Tarros@egt.ee

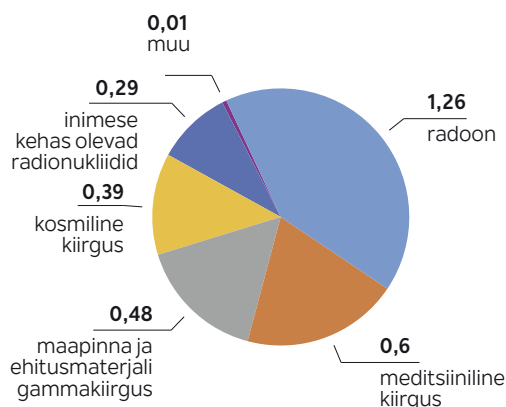


Eesti pinnase radooniriski kaart.

Eesti pinnase radooniriski veebikaart annab ülevaate kodukoha radooniohust või -ohutusest

Radooniriski veebikaardi koostamisel on arvesse võetud enam kui 3000 uuringupunkti andmed, mis on kogutud Eesti Geoloogiakeskuse (Petersell jt 2017) ja Eesti Geoloogiateenistuse andmebaasi 17 aasta jooksul. Radoonimõõtmiste tellijateks on olnud Keskkonnaministeerium, ehitusettevõtted ja oma kodu ehitajad. Austades kõikide tellijate privaatsust, ei suurendata veebikaardi mõõtkava üksikute kinnistute kuvamiseni.

Radoonimõõtmisi ja -uurimuid on kõige enam tehtud Põhja-Eesti klindivööndis ja sellest mõned kilomeetrid põhja ning lõuna poole jääval alal. Põhja-Eesti klindivöönd on Eesti kõige radooniohtlikum piirkond, kuna uraanirikkad kivimid, mis ongi pinnases radooni allikaks, lasuvad Põhja-Eestis maapinna lähedal õhukese pinnasekihi all või kohati lausa maapinnal. Uuringud näitavad, et mööda lubjakivilõhesid ja karstiõõnsusi võib



Erinevate kiirgusallikate osakaal elanikkonna kiirgusdoosis (UNSCEAR 2008). Aastane efektiivdoos (mSv) kokku 3 mSv (looduslik, 80%).

HÜDROGEOLOOGILISED JA KESKKONNAGEOLOOGILISED UURINGUD

radoon koos teiste geogaasidega jõuda maapinnale mitmekümne meetri sügavusest (Täht-Kok jt 2012).

Kõrgeid radoonisisaldusi leidub pinnases ka Lõuna-Eestis (50–250 kBq/m³), kuid ülikõrgeid sisaldusi >250 kBq/m³ pole siiani mõõdetud.



Kõrgendatud uraanisisaldusega tumehall graptoliitargilliit ja heledam oobolusliivakivi paljanduvad Tallinnas uue kohtumaja vundamendisüvendis.



Radoonivastase kile paigutamine hoone alla on üks ehituses kasutatav meede radooniohu minimeerimiseks.

Radoon (Rn) on looduslik radioaktiivne väärisgaas, mis on värvitu, lõhnatu ja maitsetu ning õhust 7,7 korda raskem. Radoon tekib raadiumi (Ra) radioaktiivsel lagunemisel. Raadium on omakorda uraani radioaktiivse lagunemisrea saadus.

Inimene oma meeltega radooni ei taju. Inimesele on radoon ohtlik peamiselt sissehingamisel, kuna α -osake, mida radoon emiteerib, suudab purustada õrna kopsukudet. Radooni lagunemisel tekib hulk radioaktiivseid tütarelemente, mis kõik on metallid.

Radooni (²²²Rn) enda radioaktiivne poolestusaeg on 3,82 ööpäeva, kuid kõikide tütarelementide radioaktiivse lagunemise summaarne poolestusaeg on pea 22 aastat. Rn on suurima osatähtsusega looduslik kiirgusallikas.

Radoon on looduslik gaas ja looduses, s.o vabas õhus radoon inimesele ohtlik ei ole. Radoon võib inimesele ohtlikuks saada, kui ta koguneb hoonetesse. Seepärast tuleb teada, missugustes piirkondades ja missugustes pinnastes võib radoonisisaldus olla kõrge või väga kõrge ja ehitamisel radoonivastased meetmed kasutusele võtta.

KIRJANDUS

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, http://www.envir.ee/sites/default/files/eesti_rn_atlas_2017_kyljendatud.pdf - vaadatud 10.12.2019

UNSCEAR 2008. United Nations Scientific Committee on the effects of Atomic Radiation. Annex B of the UNSCEAR Report to the General Assembly. Vol. 1. UN. New York 2010. https://www.unscear.org/docs/publications/2008/UNSCEAR_2008_Report_Vol.1.pdf - vaadatud 10.12.2019.

Täht-Kok, K., Petersell, V., Shtokalenko, M. 2012. High concentrations of Rn in soil air reveal a fracture zone in the bedrock of the Tapa area. 11th International Workshop on the Geological Aspects of Radon Risk Mapping, 18–19 Sept., Praha.

Krista Täht-Kok
Eveli Sisas

Krista.Taht-Kok@egt.ee
Eveli.Sisas@egt.ee



Veeproovide võtmine Arvila seirepuurkaevudest. Foto Maile Polikarpus.

Hüdrogeoloogia ja keskkonnageoloogia osakond kogub välitööl andmeid nutikalt

2019. aastal nõudsid HGKK osakonna töötajate välitööl käimist 8 erinevat projekti, muuhulgas näiteks igakuine proovivõtt Viimsi veehaarde puurkaevudest, Ojamaa kaevanduspiirkonna põhjavee seire kaks korda aastas ning pinnavee seire Muraka rabas, veetasemete mõõtmine ja veeproovide kogumine Sillamäe piirkonna Kambriumi-Vendi põhjavee sooldumise põhjuste väljaselgitamiseks. Samuti toimusid sesoonsed välitööd Matsi allikasooos GroundEco projekti raames, selgitamaks maismaaökosüsteemi seotust Koiva vesikonna Kesk-Devoni põhjavee-

Andmete kogumine välitööl on hüdrogeoloogia ja keskkonnageoloogia (HGKK) osakonna töö lahutamatu osa. Põhjaveeproove kogutakse ning välimõõtmisi tehakse sõltumata aastaajast.

kogumiga ja sõltuvust sellest. Projekti üheks eesmärgiks on anda soovitusi põhjaveest sõltuvate maismaaökosüsteemide seiremetoodika täiendamiseks Eestis ja Lätis. Programmi LIFE IP CleanEST käigus koguti Ida- ja Lääne-Virumaal andmeid enam kui 150 puurkaevu kohta – võeti veeproove, mõõdeti veetasemeid, kontrolliti kaevude sügavust ning parandati nende



Kolmeosaline Rn-mõõtmisüsteem RM-2 võimaldab Rn-proovid kolbidesse koguda ja hiljem koos analüüsida, kuid kõrgete Rn-sisalduste korral tuleb ka RM-2ga töötades jälgida kolbide radooniga saastumist.

Foto Krista Täht-Kok.

koordinaate. Suvisel hüdrogeoloogilisel kaardistamisel Häädemeeste 3514 ja Ikla 5312 kaardilehel koguti samuti puurkaevudest veeproove, mõõdeti põhjaveetasemeid ning jõgede vooluhulkasid. Sügisel algasid põhjaveeuuringud Kukruse aherainemäe ümbruses; jätkusid radooni-uuringud Eesti erinevais paigus. Kokku osaleti erinevate projektidega seotud välitöö 152 päeva (sh 61 päeva kulus radooniseirele), mille jooksul registreeriti 457 hüdro(geo)loogilise proovimis- või mõõtmiskorra andmed ja mõõdeti radooni 90 uuringupunktis Hiiumaast Setomaani ja Ruhnust Kohtla-Järveni. Põhilised Rn-uuringud toimusid Võru ja Keila linnas ning Võru maakonnas.

Hüdrogeoloogilisel välitööl kogutakse andmeid mitmesuguste seadmete ning mõõteriistade abil. Nii kuuluvad välitöö riistvara hulka erineva võimsusega pumbad; veeta-

seme käsimõõtjad ja automaatandurid (automaatseks veetaseme registreerimiseks kaevus); täppis-GPS vaatluspunkti maapinna absoluutse kõrguse ning täpse asukoha määramiseks; multimeetrid (YSI Professional Plus ja WTW Multi 3630 IDS), mille abil on võimalik veeproovivõtu käigus määrata vee elektrijuhivust, temperatuuri, hapnikusisaldust, soolust, pH, redokspotentsiaali, nitraadisaldust jm. Sel aastal lisandus HGKK osakonna välitöövarustusse tiitrimiskomplekt, mille abil on võimalik kohe määrata vesinikkarbonaadi sisaldust vees, ning vooluhulgamõõtja (Flowtracker2), mis võimaldab hinnata vee vooluhulka ojaades ja kraavides. Olulist täiendust said puuraugu sisemust kirjeldavad geofüüsikaseadmed ning radooni mõõtmise seadmed. Aastate jooksul läbiproovitud, kuid üsna kapriissele radooni otsemõõtmisseadmele Markus 10 ostis geoloogiateenistus lisaks kolmeosalise otsemõõtmisseadme RM-2. Uus seade nõudis suvi läbi palju katsetamist ja võrdlusmõõtmisi, kuid avardab mõõtmisvõimalusi savikamates pinnastes.

Nagu eespool kirjeldatust võib järeldada, on hüdro- ja keskkonnageoloogilistel välitöödel mitmesuguste seadmete abil kogutav andmehulk märkimisväärne. Ühel vaatluskorral on hüdro(geo)loogilisest seirepunktist võimalik mõõta või määrata sõltuvalt olukorrast, 15 erinevat parameetrit, mis tuleb kirja panna ja hiljem koos laboris määratud näitajatega analüüsida. Hüdrogeoloogilisi vaatluskordi oli 2019. aastal kokku 457, seega oli nendega võimalik koguda üle 6000 üksikväärtuse.

Et mitmekordset ümberkirjutamist vältida ning andmeid juba kogudes struktureerida, on HGKK osakond kasutusele võtnud digivälipäeviku, mis põhineb ArcGISi kaarditarkvaral ning on kasutatav igas nutiseadmes ArcGIS Collectori äpiga.

ArcGIS Online'is on igale projektile seadistatud oma nutipäevik ehk veebikaart, mis koosneb erinevatest kaardikihtidest, mis tagavad välitöö tegemiseks vajaliku taustandmestiku (ortofoto, puurkaevud, veekogud jm vajalik), ning andmekogumise kaardikiht. Andmekogumise kihi struktuur on välja töötatud selliselt, et ühte ja sama andmestruktuuri saab kasutada kõigil hüdrogeoloogilistel töödel. Ühesugune struktuur tagab selle, et hiljem on võimalik kõik kogutud andmed lihtsamini ühte andmebaasi kokku tõsta ning edasisel andmetöötlusel kasutada ühesuguseid töövooge, mis omakorda vähendavad töötlemiseks kuluvat aega. Andmekogumise kiht koosneb kaardikihist ning sellega seotud tabelitest, mis võimaldavad ühe kaardiobjektiga siduda kordusvaatlusi.

Mõistagi käivad iga uue tehnoloogia juurutamisega kaasas ka tõrked, kuid juba nädalasel testperioodil eelmise suve geoloogilise kaardistamise ajal sai selgeks, mida tähele panna, et töö nutipäevikuga laabuks tõrgeteta. ArcGIS Collector võimaldab andmeid koguda küll nii pideva võrguühenduse kui ka selle puudumise korral, kuid viimasel juhul tuleks kogu tööpiirkonna info siiski enne nutiseadmesse laadida. Ja teha tuleb seda juba kontoris, nii saab vältida probleeme, mis on põhjustatud halvast andmeside ühendusest. Samuti ei tohi võrguühenduseta kogutud andmeid sünkroniseerida andmeside katkendlikus levialas. Igale projektile tuleb luua individuaalne andmekogumise kiht, vaatamata sellele, et kogutakse ühesuguseid andmeid. Nii välditakse andmekihi liiga suureks paisumist, mis samuti takistab tööd, ning ühe projekti tõrked nutipäevikus ei sega teiste projektide tööd.

Eesti Geoloogiateenistusel on välitöödeks soetanud ilmastikukindlad Ulefone Amor X mobiiltelefonid ja Galaxy Active X tahvel-

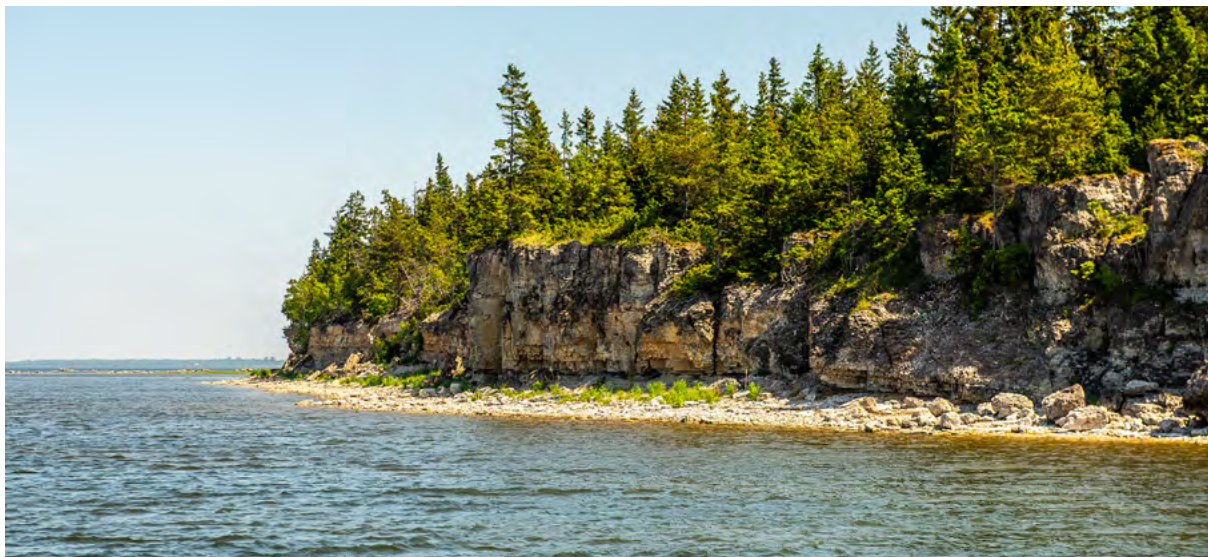


Nutikalt välitöö! – Madis Osjamets mõõdab vooluhulga mõõtjaga Flowtracker2 kraavi vee vooluhulka, Maile Polikarpus salvestab mõõtmistulemused ning mõõtmiskohainfo nutiseadmesse. Foto Andres Marandi.

arvutid ning töötajal on võimalik ka vastav äpp oma nutitelefoni paigaldada. Millist nutiseadet välitööks kasutatakse, sõltub inimesest ja ka töö iseloomust.

Vaatamata üsna konarlikule algusele – tuleb ju iga uue asjaga esmalt harjuda – on kõik HGKK osakonna töötajad aasta jooksul nutipäeviku kasutusele võtnud ning selle abil vähendanud välitöödel kogutud andmete järeltöötamiseks kulunud aega. Sealjuures on väga suureks plussiks kogutud andmete, sh ka vaatluspunktis tehtud fotode automaatne sidumine kaardiga, mis nende hilisemat järeltöötlust oluliselt lihtsustab.

Maile Polikarpus Maile.Polikarpus@egt.ee



Kesselaiu pank

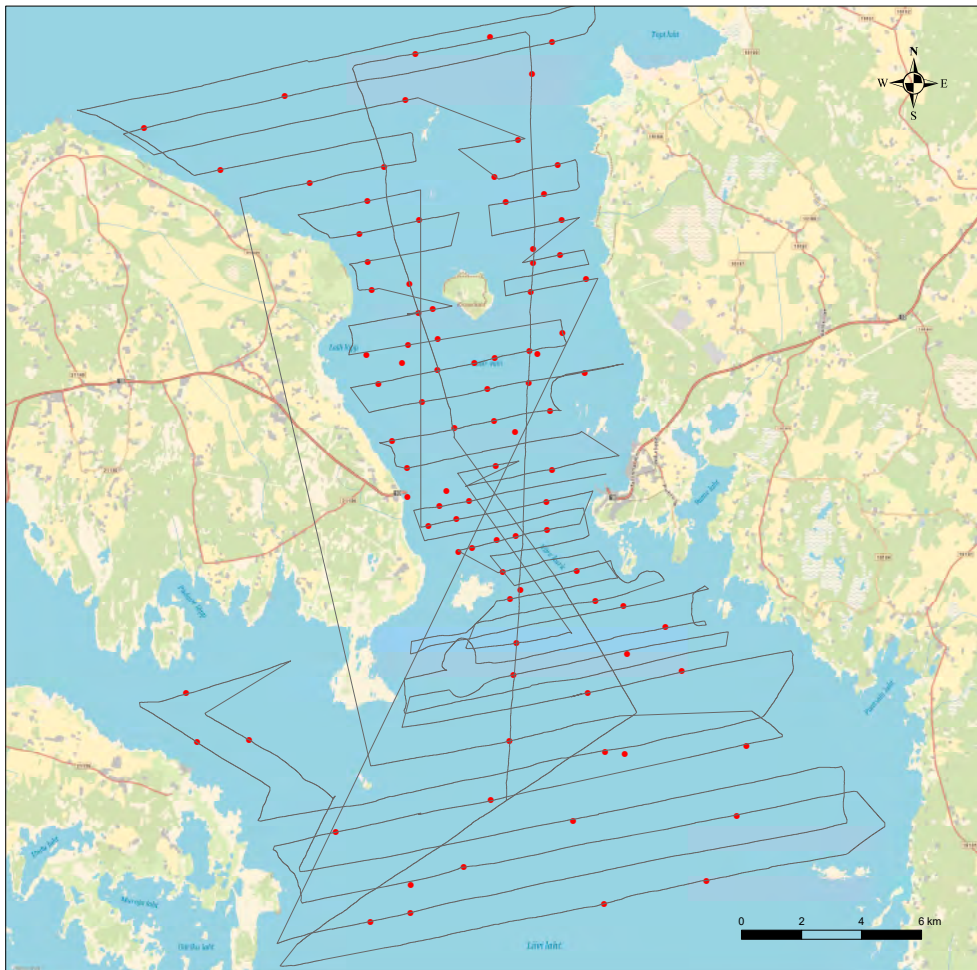
Suure väina ja ümbrisala geoloogilisest kaardistamisest

Kuna plaanitav Saaremaa püsiühendus vajab geoloogilist taustinformatsiooni, alustati 2019. aastal Eesti geoloogilise baaskaardistamise raames Suure väina piirkonna merepõhja ning seda ümbritseva maismaa-ala suuremõtkavalist geoloogilist kaardistamist. Uuringuala hõlmab ligikaudu 1000 km² (sellest 500 km² maismaa-ala ja 500 km² akvatoorium) nelja kaardilehe (Virtsu 5243, Vatla 5244, Puise 6221 ja Lihula 6222) piires, kusjuures Virtsu kaardileht jääb täies ulatuses uuringualale. See on esimene katse maismaa ja sellega piirneva mereala üheaegselt täiemahuliseks suuremõtkavaliseks geoloogiliseks kaardistamiseks.

Kaardistatava ala maismaa lääneosas (Muhumaa, Saaremaa) on varem läbi viidud suuremõtkavaline (1:50 000) geoloogiline kaardistamine, ala idaosas üksnes kesk-

misemõtkavaline (1:200 000) kaardistamine. Akvatooriumi on 1980. aastatel uurinud Teaduste Akadeemia Geoloogia Instituut. 1990. aastatel koostöös Rootsi geoloogidega sondeeriti merepõhja Virtsu ja Viirelaiu vahelisel alal seoses võimaliku püsiühenduse planeerimisega Saaremaa ja mandri vahel.

Sellesuvisel kaardistamise käigus koguti ning kanti faktilise materjali andmebaasi informatsioon maismaa-ala 588 vaatluspunkti ja 30 puuraugu kohta. Suure väina merealal toimusid geofüüsikalised mõõtmised profiilidel kogupikkusega 537 km intervalliga 0,5-1,0 km, mis viidi läbi

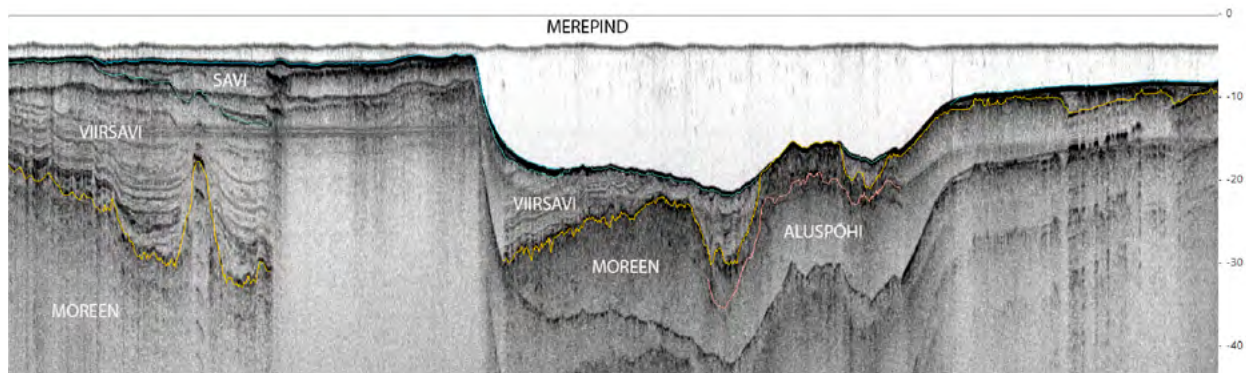


Seismoakustilise sondeerimise profiilid ja proovivõtupunktide asukohad Suure väina piirkonnas.

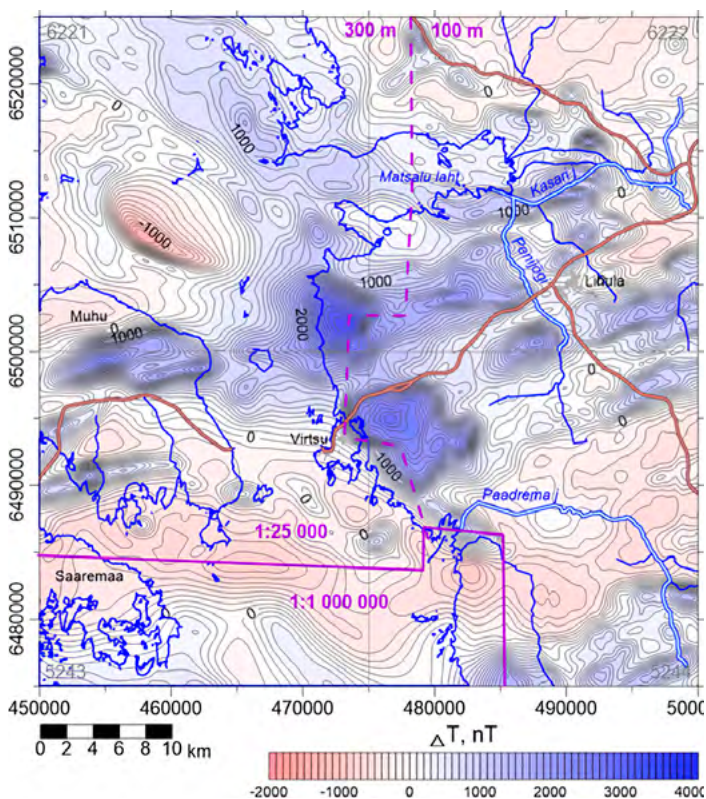
erinevatel sagedusvahemikel töötavate setteprofiilaatoritega (Boomer, Chrip) ja lisaks võeti Van-Veen-tüüpi haardkopaga 94 põhjaproovi põhjasetete koostise määramiseks. Merepõhja pealispinna uurin-guteks kasutati külvaatesonarit. Geo-füüsikaliste profiilide planeerimiseks, navi-geerimiseks ja geofüüsikaliste andmete kogumiseks, samuti andmestiku inter-preteerimiseks kasutati Meridata tarkvara. Andmete interpreteerimisel koostati eri-

nevatest litoloogilistest erimitest seismo-akustilised üksused.

Plaanis oli ka puurida kolm puurauku Suure väina ääres ja seda eeskätt püsiühenduse teele jäävate aluspõhja karbonaatkivimite füüsikalise-mehhaaniliste ning hüdrogeo-loogiliste omaduste uurimiseks. Uurijatest mittesõltuvatel põhjustel lükkus nii puuri-mine kui ka aruande valmimine järgmisse aastasse.



Liustikuorg Muhumaa ja Kesselaiu vahelisel alal.



Aeromagnetilised anomaaliad uuringualal.

Olemasoleva andmestiku põhjal on valminud aluspõhja geoloogia ja reljeefi ning pinnakatte geoloogia ja selle paksuse korrigeerimist vajavad kaardikihid.

Seismilise sondeerimise profiilidel eristub Suurt väina läbiv paelasundisse lõikunud 20–40 m sügavune ja 1–1,5 km laiune liustikuorg. Osaliselt mattunud org, mille põhjas on kuni 20 m viirsavi ja kuni 10 m moreeni, eristub merepõhja reljeefis kuni 20 m sügavuse vagumusena. Esialgsete andmete põhjal ei süvene see org mitte lõuna, vaid hoopis põhja suunas.

Koos aeromagnetiliste ja raskusjõuvälja anomaaliade kaardi teemakihiga on valminud ka seletuskirja vastav osa. Aeromagnetiliste anomaaliade kaardil eristub hästi kaheosaline Kuke-Virtsu anomaalia. Põhjapoolne, Kuke küla maadel asuv anomaaliaosa, on intensiivsusest (kuni 3511 nT) tugevam, kuid pindalalt väiksem (kuni 20 km²). Lõunapoolne, Virtsu ümbruses asuv anomaaliaosa, on intensiivsusest (kuni 2871 nT) nõrgem, kuid pindalalt suurem (kuni 40 km²). Raskusjõuvälja kaardil ülalnimetatud anomaaliad ei eristu.

1969. aastal rajati Kuke küla piirkonnas varem avastatud magnetilise anomaalia



Kvartsmontsoniit Kuke puuraugus F309 sügavustel 382,6–391,6 m.

olemuse kontrollimiseks 470 m sügavune puurauk 360. Puurauk avas 70 m ulatuses vähesel määral (kuni 12%) magnetiiti sisaldavat kvartsmontsoniiti. Magnetanomaaliat uurinud geofüüsikud ja geoloogid jõudsid järeldusele, et sügavamal võiks olla veelgi rauarikkamaid kivimeid. Selle hüpoteesi kontrollimiseks rajati 1985. aastal eelmainitud puuraugust paarsada meetrit lääne poole 600 m sügavune puurauk F309. Puurauk, mille asukoha määramisel kasutati nii geofüüsikute kui ka nn vitsameeste abi, avas eelmisega sarnast kvartsmontsoniiti 201 m ulatuses. Vaatamata sellele kerkis magnetiidi sisaldus kvartsmontsoniitides vaid harva üle 10%, jäädes tavaliselt 5% piirimaile.

M. Shtokalenko käesoleva töö käigus tehtud arvutused näitasid, et Kuke anomaaliaosa põhjustajaks on enam-vähem horisontaalselt lasuv ligikaudu 210 m paksune kvartsmontsoniidi intrusioon,

mille pealispind on ligikaudu 390 m sügavusel. Virtsu anomaaliaosa on puurimisega avamata, võib aga oletada, et seegi on esindatud kvartsmontsoniidiga. Sellisel juhul oleks selle intrusiooniosa paksus ligikaudu 410 m ja selle pealispind lasuks umbes 430 m sügavusel. Kuke anomaalia keskmesse rajatud puurauk F309 avas kvartsmontsoniidi lasundit 201 m ulatuses ehk pea arvutusliku häirekeha paksuses. Seega optimistide oletused, et kusagil sügavamal võiks olla magnetiidirikkamaid kivimeid, ei pea paika.

Anu Veski
Sten Suuroja
Kalle Suuroja

Anu.Veski@egt.ee
Sten.Suuroja@egt.ee
Kalle.Suuroja@egt.ee



EGT uurimispaat. Pakpoordis põhjaprofilaator Chirp.

Merepõhja geoloogilised uuringud

Viimasel ajal on huvi merealade ja selle ressursside kasutuselevõtu vastu üha suurenenud. Käsil on kogu Eesti merealade ruumilise planeeringu koostamine. Arendamisel on paljud suured mereala kasutust hõlmavad projektid: uuringuid tehakse Paldiski pumphüdroakumulatsioonijaama rajamiseks, menetlusse on võetud esimene Liivi lahe meretuulepark, Saaremaa püsiühenduse eriplaneering ning otsust ootab Tallinna–Helsinki tunneli eriplaneeringu algatamine. Merelade planeerimise ja kasutuselevõtu eelduseks on merepõhja geoloogiline kaardistamine.

Eesti Geoloogiateenistuse (EGT) üheks ülesandeks on koguda ja hallata läbitöötatud informatsiooni ning tagada selle kättesaadavus avalikkusele. Selleks on EGT-l olemas nii moodne aparatuur kui merepõhja geoloogiliste uuringute kogemus ning praegu on EGT koostamas kava Eesti merepõhja kaardistamiseks kaasajastatud tehnoloogia ja meetoodika alusel. Kaardistamise juurde kuulub ka ülevaade Eesti jurisdiktsiooni alla jääval merealal paiknevatest maavaradest ja geoloogilise hinnangu andmine nende kasutusvõimaluste kohta.

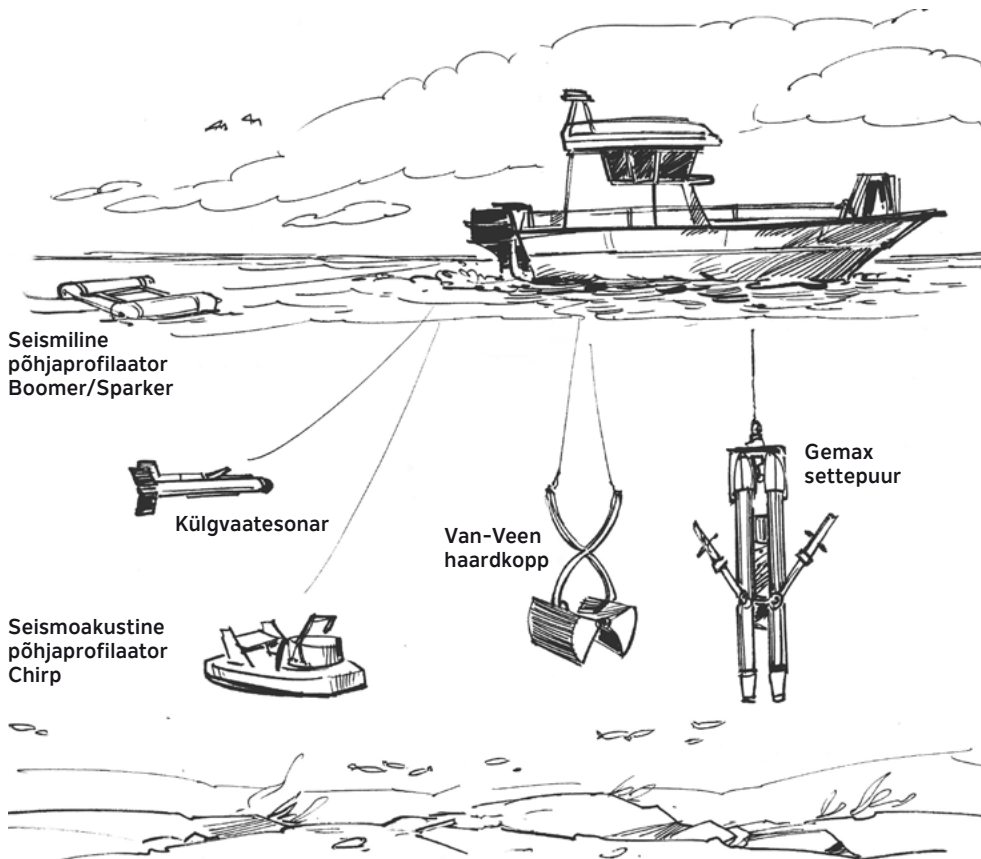
Samuti mere- ja rannikuala keskkonna-geoloogiliste mõjude analüüs, merepõhja keskkonnaseisundi määramine ning usaldusväärsete keskkonnageoloogiliste eksperthinnangute koostamine. Endiselt tuleb uurida problemaatilisi laevateid ja väikesadamate sissesõite.

Merepõhja uuringuteks on EGT-I kasutada uurimispaat, geofüüsikaline uurimiskomplekt ja proovivõtuseadmed. Seismoakustilise profileerimise süsteemi täiendati aasta lõpul Boomer-Sparker-tüüpi komponendiga, mis peaks võimaldama märksa sügavamalt sondeerida setteid ja settekivi-

meid. Setteläbilõigete võtmiseks kasutakse uurimislaeva „Salme“. Kindlasti on aga Ees-tille kui mereriigile vajalik moodne uurimislaev.

MERERANNIKUTE SEIRE

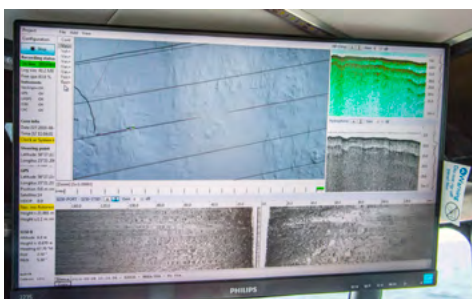
Mererannikut seiratakse riikliku keskkonnaseire raames alates 1994. aastast. 2018.–2020. aastal seirab EGT mererannikuid Keskkonnaagentuuriga sõlmitud lepingu alusel. Käesolevate seiretööde tegemisel arvestatakse lisaks mereseire ülesannetest ja eesmärkidest tulenevale vajadusele arvestada ka Euroopa meredirektiivide



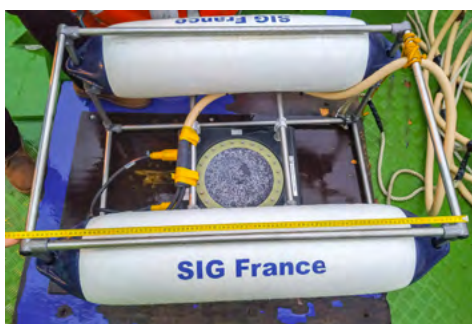
Uurimispaadil kasutatav geofüüsikaline aparatuur ja proovivõtuvahendid.



Uurimispaadi roolimaja.



Erinevate seadmete profiilide kujutised roolimaja ekraanil.



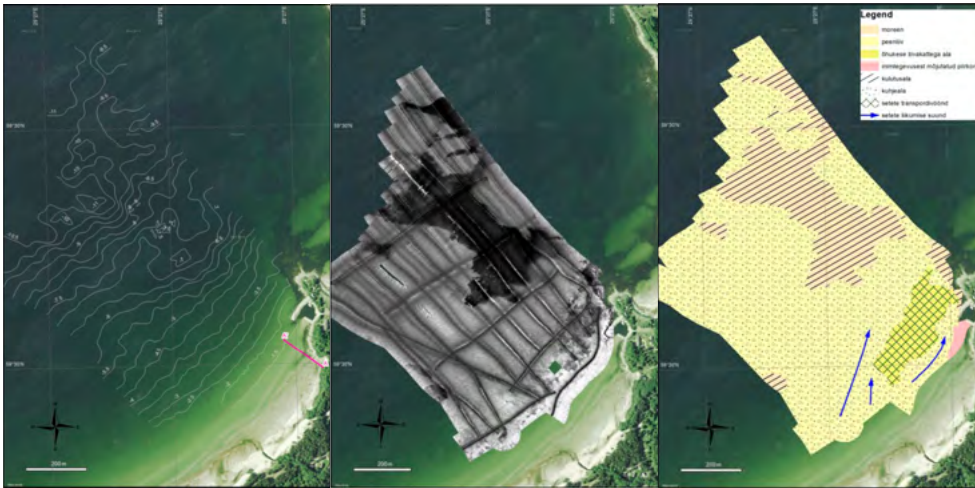
Seismiline profilaator Boomer/Sparker Soome Geoloogiateenistuse uurimislaeva "Geomari" pardal.

täitmisega (merestrategie ja veepoliitika raamdirektiiv, üleujutus- ja mereruumi planeerimise direktiiv). Seoses sellega on käsil seiretööde meetodika muutmine ja seiratavate alade revisjon. Võrreldes eelnevaga pööratakse tulevastes töodes suuremat tähelepanu veealuse rannanõlva uuringutele. Seirealade veealuse osa uurimiseks kasutakse merepõhja geofüüsikalise profileerimise komplekti, mis koosneb erineva töösagedusega põhjaprofilaatoritest (Boomer, Chirp, Sparker) ning setete pindmise leviku ja koostise määramiseks kasutatavast külgvaate sonarist. Ranna mõõdistamiseks kasutatakse geodeetilist GNSS-i ehk globaalse navigatsiooni-satelliitide võrgu põhised RTK-GPS-i.

Seiretööde käigus

- mõõdistatakse kõrgusprofiilid rannas kuni -1,5 m rannanõlva sügavuseni RTK-GPS-iga;
- veealusel rannanõlval mõõdistatakse ala batümeetria kajaloodiga;
- setete leviku määramiseks mõõdistatakse veealune rannanõlv kogu seireala ulatuses külgvaate sonariga;
- rannanõlva geoloogilise läbilõike ja setete kihtide paksuste määramiseks kasutatakse erineva sagedusvahemikuga põhjaprofilaatoreid (Boomer, Chirp, Pinger);
- seirealadel tehakse vaatlusi ja kirjeldatakse rannas ning rannanõlval toimunud muutusi.

Saadud info põhjal antakse ülevaade seireala merepõhja morfoloogiast ja substraadist; merepõhja setete levikust, sh abrasiooni- ja akumulatsioonialade muutumine, veealuse rannanõlva kulutus- ja



Vasakul kajaloodi profiilide alusel koostatud samasügavusjooned, keskel külgvaatesonari profiilide võrk, paremal setete leviku ja dünaamika kaart.

kuhjeprotsesside ulatus, setete liikumiste muutused, sh inimtegevusest tulenevad mõjud. Samuti antakse hinnang võimalikule kliimamuutuste mõjule. Rannaaladel tuvastatakse nii looduslikud kui inimtekke-

lised muutused. Seiretööde tulemused ja andmed esitatakse Keskkonnaagentuurile keskkonnaseire andmekogu KESE (<https://kese.envir.ee/kese>) kaudu aruannetega, mis sisaldavad erinevaid GIS-teemakaarte.



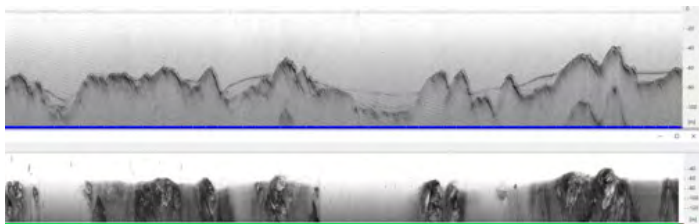
Mererannikute seire tööd: mõõdistamine RTK-GPS seadmega ja setete puurimine.

Sten Suuroja Sten.Suuroja@egt.ee



Merepõhja uuringud seoses võimaliku Tallinna–Helsinki tunneli kavandamisega

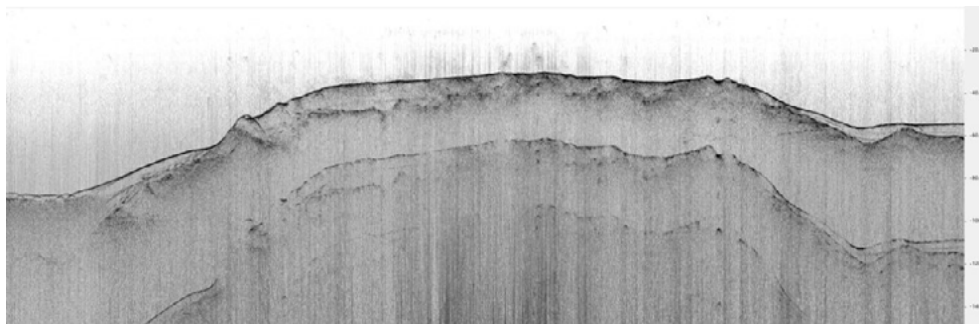
Euroopa Regionaalarengu Fondist toetatava programmi (RITA) allprogrammiga (MAARE) uuritakse Eesti maapõueressursside väärindamise tehnoloogiaid, geoloogiliste tingimustega ning keskkonna- ja sotsiaal-majanduslike mõjudega kaasnevaid probleeme ning nende lahendamise võimalusi. Üheks eesmärgiks on uurida ka pehmete settekivimite lasundi omadusi kavandatavate tunnelitrasside piirkonnas.



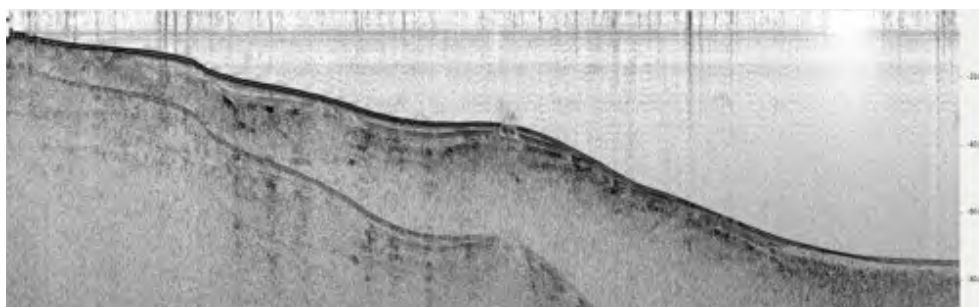
Seismoakustiline profiil ja külgvaate sonari kujutis kristalse aluskorra avamusosal Juminda rikkevööndi kohal.

Geoloogilised uuringud aitavad valida majanduslikult ja tehnoloogiliselt optimaalset ning samas keskkonnasäästlikku läbindusmeetodit tunneli või analoogsete arenduste (nt hüdropump, akumulatsioonijaam) rajamisel. Eeldatavad tulemused sisaldavad hüdrogeoloogiliste, geotehniliste, geomehaaniliste ja seismiliste andmete baasi, samuti kaevandatava materjali kasutamisevõimaluste analüüsi ja Viimsi poolsaare põhjaveeressursside kaitse meetmeid.

Projekti käigus uuriti Ediacara liivakivide-aleuroliitide ja kristalse aluskorra murenemiskooriku kivimite füüsikalismehaanilisi, geotehnilisi, seismoakustilisi ning hüdrogeoloogilisi omadusi, lähtudes



Seismoakutiline profiil üle Tallinna madala.



Seismoakutiline profiil Viimsi poolsaare idanõlval.

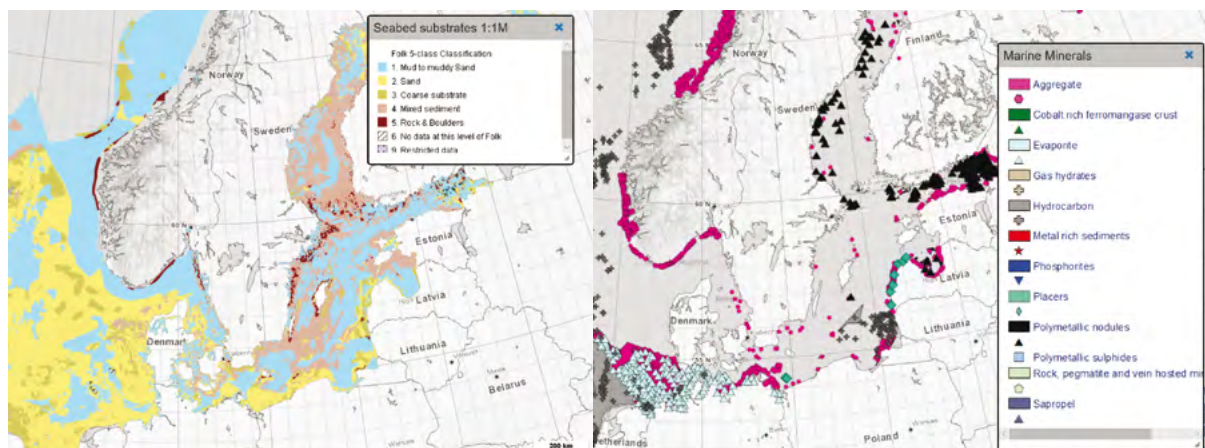
Tallinna–Helsinki tunneli rajamise võimalustest.

Meregeoloogiliste uuringutega mõõdeti plaanitavat tunneliala seismoakustiliste profiilidega Tallinna ja Ihasalu lahe vahelisel alal põhiliselt Viimsi poolsaare veealusel kirde- ja edelanõlval ning Tallinna ja Uusmadala piirkonnas. Vastavalt on Merivälja (edelas) ja Ihasalu (kirdes) mattunud oru nõlvade aluspõhja kivimite (sinisavist) pealispind jälgitav 30–40 m sügavuseni, kuid allpool takistab enam kui 15 m paksune gaasi sisaldavate setete lasund nende seismo-

akustilist läbipaistvust. Parema tulemuse saamiseks oleks vaja kasutada madalama sagedusega ja suuremal laineenergial baseeruvat profileerimismeetodit. Tallinna ja Uusmadala piirkonna profiilide andmete alusel tehti kindlaks, et neil madalikel on mitmekümne meetri paksuse moreenilandsundi all ka Ediacara liivakividest jäänuksaar. Esialgsete profiilid alal, kus tunnelitrass läbib ulatuslikku nn Juminda rikkevööndit, võimaldas saada esmase ülevaate selle rikkevööndi ehitusest ja lisas veendumust, et täiendavad profiilid selles piirkonnas on hädavajalikud.

Anu Veski
Sten Suuroja
Kalle Suuroja

Anu.Veski@egt.ee
Sten.Suuroja@egt.ee
Kalle.Suuroja@egt.ee



Väljavõtted EMODnet Geology portaalist.

Meregeoloogilise andmevõrgustiku ja teemakaartide koostamine

Euroopa Komisjoni merendus- ja kalandusasjade peadirektoraadi rahastamisel koostatakse ühtset mereandmestiku võrgustikku EMODnet (The European Marine Observation and Data Network).

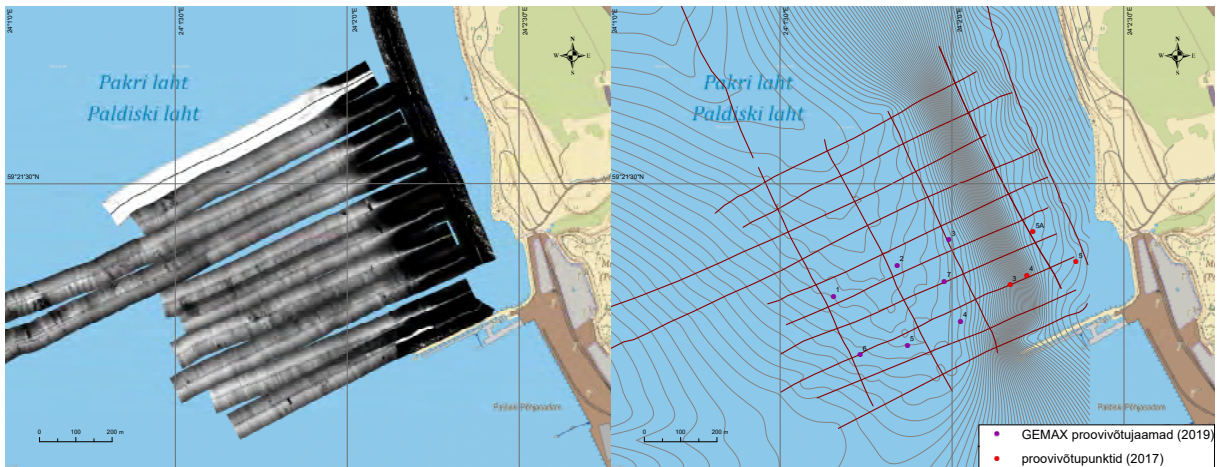
EMODnet Geology eesmärk on meregeoloogiliste organisatsioonide poolt kogutud geoloogiliste andmete ja metaandmete koondamine, andmete kasutuse ja juurdepääsu hõlbustamine ning nendega seotud teenuste pakkumine. Projektiga on kaetud andmete kasutus peaaegu kõigilt Euroopa merealadelt: Valge meri, Barentsi meri, Põhjameri, Läänemeri, Islandi ja Fääri saarte akvatoorium, Biskaia laht ja Ibeeria rannik, Vahemere lääneosa Euroopa Liidu (EL) vetes, Aadria meri, Joonia meri ja Vahemere keskosa (EL vetes), Egeuse meri (EL vetes, sh Türgi sektoris) ja Must meri (Türgi, Rumeenia, Bulgaaria, Ukraina) ning Kaspia meri. Projekti juhib Soome Geoloogiateenistus.

Koondatav andmestik ja kaardid sisaldavad teavet merepõhja kohta: merepõhja substraat ja selle settimismäär; merepõhja geoloogia (aluspõhja kivimite ja Kvaternaari setete litoloogia ja üksuste vanus); geoloogilised sündmused ja nende tõenäosus ning merepõhja maavarad. Rannikute kohta esitatakse rannikualade tüübid ja andmed sealsete protsesside kohta, nende erosiooni ja akumulatsiooni kiirused.

Uudse teemana on lisandunud mere alla jäänud maastikud, mille raames uuriti Tartu Ülikooli eestvedamisel muistset mattunud orgu Pärnu lahes. Kogu andmestik on kättesaadav EMODnet'i Geology portaalis <http://www.emodnet-geology.eu/>.

Anu Veski
Sten Suuroja

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



Profiilide ja proovipunktide asukohad (paremal) ning külgvaate sonari profiilide võrk (vasakul).

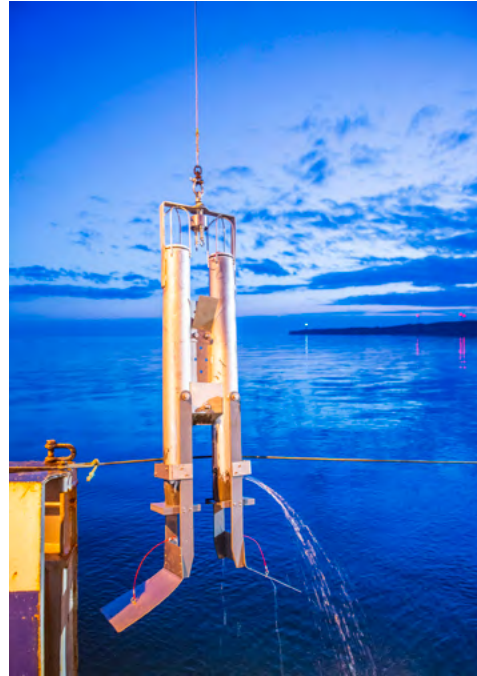
Merepõhja pindmiste setete uuring Paldiski lahe pumphüdroakumulatsioonijaama veevõtutoru jaoks

Setete pindmise kihi leviku ja koostise muutuste jälgimiseks kasutati külgvaate sonarit. Geofüüsikaliste profiilide interpreteerimiseks ja setete koostise määramiseks võeti piirkonna 7 jaamast 14 põhjaproovi GEMAX-tüüpi proovivõtjaga. Setteproovidest määrati setete lõimis, füüsikalise-mehaanilised ja geotehnilised omadused. Paldiski lahe pumphüdroakumulatsioonijaama veevõtutoru piirkonnas tehtud merepõhja pindmiste setete uuringu tulemused näitasid, et uuringualal levivad merepõhjas valdavalt möllsavid, mis lasuvad geofüüsikaliste profiilide andmestiku

Uuringu eesmärgiks oli määrata põhjasetete koostis, paksus ja levik Paldiski lahte kavandatava pumphüdroakumulatsioonijaama veevõtutoru piirkonnas. Põhjasetete paksus ja levik määrati esialgu kindlaks geofüüsikaliste uuringutega, milleks kasutati erinevates sagedusvahemikes töötavaid põhjaprofiilaatoreid (Boomer, Chirp, Sparker).



Proovid geotehnilisteks uuringuteks.



Proovid setteläbilõigetest võeti GEMAX settepuuriga.

järgi õhukesel (ca 1 m) paksusega moreenikihil või siis aluspõhja kivimitel.

Kuna uuringualal on tegemist väga peenete setetega, tuleks veevõtutoru ots hoida merepõhjast võimalikult kõrgel, et minimeerida selle mõju põhjasetetele ja heljumi tekkele. Lõpliku vastuse veevõtu optimaalse sügavuse kohta annab setete hüdrodünaamika modelleerimine.

Anu Veski
Sten Suuroja
Kalle Suuroja

Anu.Veski@egt.ee
Sten.Suuroja@egt.ee
Kalle.Suuroja@egt.ee

**EESTI GEOLOOGIATEENISTUS
AASTARAAMAT 2019**

RAKVERE 2020