



EESTI
GEOLOOGIATEENISTUS

Aastaraamat

2021

The year '2021' is rendered in large, bold, white-outlined numerals. Each numeral is filled with a different photograph: the first '2' shows a rocky cliffside with green and yellow foliage; the '0' shows a similar cliffside with autumn trees; the second '2' shows a layered rock face; and the '1' shows a close-up of a rock surface with green lichen.

EESTI GEOLOOGIATEENISTUS

F. R. Kreutzwaldi 5

44314 Rakvere

Telefon: (+372) 630 2333

E-post: info@egt.ee

ISSN 2733-3329

© Eesti Geoloogiateenistus 2022



EESTI GEOLOOGIATEENISTUS

Eessõna.....	3
Noored geoloogia(teenistuse)s.....	5
Eesti alustab maapõueenergia potentsiaali uurimist.....	9
Geoloogia valdkonna andmete parema halduse analüüs.....	12
Geoloogiateenistus viis läbi säilitatavate puursüdamike revisjoni I etapi.....	16
Kesk-Eesti üldgeoloogilise kaardistamise puurimistööd.....	18
Väo kihistu avamuse täpsustamine 1 : 50 000 geoloogilisel kaardil, perspektiivalade hindamine ja perspektiivsete alade ulatuse hinnang.....	22
Jõhvi magnetanomaalia uuringuprojekt.....	26
Maardlate ja maavarade perspektiiv- ning levialadele taastuvenergeetika taristu rajamise analüüs.....	29
Avamere tuulepargid: meregeoloogiline andmestik meretuuleparkide planeerimiseks.....	33
Hinnang Kaevatsi magnetanomaaliale.....	35
Eesti maavärinad kajastavad laamade liikumist.....	37
2021. aastal möödus 330 aastat esimesest Eesti hüdrogeoloogia alasest artiklist ajakirjanduses.....	39
Hüdrogeoloogilise kaardistamise välitööd Kesk-Eestis.....	41
Vasavere põhjaveekogum – Ida-Virumaa joogivesi.....	44
„Joint actions for more efficient management of common groundwater resources“ (WaterAct).....	47
EU-WATERRES projekt.....	51
Algasid pinna- ja põhjaveeuuringud Uljaste järvel ning selle lähiümbruses.....	53
Meregeoloogilised uuringud.....	59

Eessõna

Viimastel aastatel on maailm järjest enam täis ootamatusi ning mitmed riigid mõtlevad senisest oluliselt rohkem oma julgeolekule, kriisivalmidusele, lokaalse varustustuskindluse tagamisele ja ressursitõhususele. Ka Euroopas on rohepöörde plaanierimisel energeetiline sõltumatus naftast ja gaasist järjest olulisem argument keskkonnasäästlikuse kõrval. Selleks, et rohepöörde teostamine tooks samaaegselt keskkonda säästes majanduslikku kasu Eesti riigile ja annaks meie elanikele kindluse tuleviku osas, peab ka Eesti Geoloogiateenistus panustama teaduspõhiste ja faktidele tuginevate alusandmete kogumisse ja avalikustamisse. Aastal 2021 toimunud kohtumised erinevate osapooltega kinnitasid, et nii riigi, ettevõtete kui ka laiema avalikkuse ootus kvaliteetse maapõueinfo osas on järjest suurenenemas.

Mul on hea meel, et hoolimata 2021. aastal jätkunud Covid-19 piirangutest oleme säilitanud tiheda ja avatud suhtluse nii kohalike omavalitsuste esindajatega kui ka maapõue valdkonnas tegutsevate ettevõtjatega. Nende ja riigiasutuste esindajatelt saadud vajadustee ja ootustele tuginedes on valmimas meil EGT arengukava järgmiseks viieks aastaks.

Suurt tuge oma tegevuses oleme saanud meie ülikoolidelt ja käimasolevatelt koostööprojektidelt. Ootame ühistöö vilju põnevusega lähiaastatel. Lisaks uuringute faktipõhiste tulemustele loodame ülikooli lõpetajate hulgast kaasata kõrgelt haritud geolooge. On ju üheks meie prioriteediks valdkondliku



Sirli Sipp Kulli

Eesti Geoloogiateenistuse direktor

järelkasvu loomine ja seepärast pakume tudengitele praktikavõimalusi ning võimaldame neil kasutada õppetöös oma taristut ja andmebaase. Meie noorte töötajate arvamusi geoloogiast ja laiemalt elust saate ka käesolevast aastaramatust lugeda.

2021. aastal alustasime me täiesti uue tegevussuunaga – maapõue- ehk geotermaalenergia potentsiaali uurimisega. Geoloogiateenistuse juhitud ning kolm aastat kestev projekt peab näitama, kas maapõueenergia on Eestis tehniliselt sobiv ja majanduslikult tasuv energialahendus kütteks ja jahutamiseks.

Oleme samm-sammult loonud ja täiustanud vundamenti, et toetada oma teadmiste ja kompetentsiga riigi jaoks oluliste arenduste elluviimist, olgu nendeks mere- ja maismaa tuulepargid või päikesepargid.

Käesolev aastaramat annab põneva läbilõike EGT 2021 olulisematest töödest ja nende tulemustest ning heidab pilgu ka tulevikku. Artikleid leiab nii põhjaveest ja laiemalt hüdrogeoloogiast, maapõue täpsemast kaardistamisest ning Jõhvi ja Kae-vatsi magnetanomaaliast, meregeoloogiast ja seismoloogiast ning veel mitmetest meie käimasolevatest projektidest. Loodame, et mahukad artiklid koos huvitava info- ja pildimaterjaliga tekitavad huvi ning annavad sisuka ülevaate EGT tegevustest.

Head lugemist!



Noored geoloogia(teenistuse)s

Eesti Geoloogiateenistus (EGT) on küll oma inimeste keskmise vanuse mõttes kõige „noorem“ teenistus Euroopas, ent nooremaid kui 30-aastaseid töötajaid on teenistuses praegu töö alla kümne. Võttes arvesse, et Eestis lõpetab igal aastal bakalaureuseõppe ka kümnekond noort, on eriala järelkasv Eesti geoloogia tuleviku võtmeküsimuseks. Selle tõttu on EGT üheks prioriteediks teha tihedat koostööd ülikoolidega, sh pakkuda praktikavõimalusi, osaleda üliõpilaste uurimistööde juhenda-

mises, võimaldada kasutada õppetöös oma taristut, kogusid ja andmebaase ning populariseerida valdkonda ühistel üritustel.

Tänu kõigele sellele on EGT oma nelja tegutsemisaasta jooksul kaasanud suviste tasustatud praktikakohtade programmiga praktikale üle 20 maateaduse üliõpilase, kellest kuus on täna tööil EGTs. Uurisime neilt natukene teises võtmes, mis neid geoloogiasse tõi, millised on põnevamad mälestused praktikaperioodist ja mida nad arvavad oma tänasest leivatööst.



Magdaleena Männik

EGT-s olen töötanud kolm ja pool aastat.

Minu kõige naljakam seiklus EGT-s? Oli ilus varakevadine päikesepaisteline päev, kui ma Ojamaal esimest korda elus jõe vooluhulka mõõtma läksin. Panin kahlamispuksid jalga, võtsin kätte vooluhulga mõõtja ja läksin entusiastlikult jõkke, sest „ma olen pikkade jalgadega ja ma ei karda midagi“. Jõudsin jões astuda kaks sammu ja juba kaotasin tasakaalu, lendasin horisontaalsesse asendisse ja enam püsti ei saanud, sest puksid hoidsid mind vee peal ulpimas. Varakevadine jääkülma vesi hakkas pükste servast sisse voolama ning võitlus elu nimel kestis tükk aega, kuni lõpuks jalad alla sain. Ja mida tegi samal ajal minuga välitööl kaasas olnud Andres? Vaatas pealt, naeris ja kahetses, et tal kaamerat käes polnud...

Kolm asja, millela ma tööpäeva vastu ei pea, on kohvipaus, lõunapaus, puhkepaus – puhunud aju töötab palju paremini

Minu juhi vahva „kiiks“? Andresel on tihti probleeme asjade meelespidamisega. Õnneks on ta leidnud sellega toime tulemiseks väga mugava mooduse. See näeb välja umbes nii: „Ma võin seda teha mis sa palud, aga tuleta mulle kolmapäeval meelde, et ma seda teeksin“. Ja siis ma kirjutan omale meeldetuletuse, et ma kolmapäeval Andresele seda meelde tuletaksin.

Kui ma ei oleks geoloog, siis ma oleksin lennujuht, piloot või äkki hoopis lennukimehaanik. Olen alati unistanud tööst seoses lennundusega.

Geoloogiat peaks õppima, sest geoloogia võlu seisneb minu jaoks võimaluses siduda seda väga paljude erinevate valdkondadega: keemia, füüsika, bioloogia jne. Mulle meeldib väga informaatika ja olen ka oma töös suutnud siduda enda jaoks geoloogia ja informaatika.



Markus Mairo

EGTs olen töötanud üle aasta.

Geoloogia või IT? Geoloogia, sest see pakub mulle uusi põnevaid väljakutseid ning sisuliselt eluaegset arenguvõimalust.

Minu kõige naljakam juhtum EGT-s? ei tule hetkel ette mõnd konkreetset juhtumit, kuid ütleks, et Belbini koolitusest on väga naljakad ja lõbusad mälestused.

Minu juhi vahva „kiiks“ võtta tõsistest Teamsi koosolekutest osa Minecrafti taustapildiga.

Kui ma ei oleks geoloog, siis ma oleksin ettevõtja.

Geoloogiat peaks õppima, sest geoloogilised teadmised on üks alustest, tänu millele tänapäeva maailm toimib.



Marlen Hunt

EGT-s olen töötanud mais 2022 täitub kolm aastat (kuigi läbi praktika ja lõputöö olen olnud EGT-ga seotud juba alates 2018. a suvest).

Geoloogia või IT? Hmm... võimatu valik, minu jaoks käivad need kaks käsikäes. Oskus skriptitada, andmebaase kasutada/hallata ja muidugi GIS tarkvarasid kasutada võimaldab väga palju oma tööd optimeerida. Geoloogia on midagi hingele, IT-oskustele kuulub mu aeg.

3 asja, millela ma tööpäeva vastu ei pea? Kohv, kohv ja no mõni error peab ikka ka päeva jooksul ekraanil vilksatama, muidu ei oleks kordaläinud tööpäev 😊.

Minu juht ütleb alati: „Töömeilid tuleb tööle jätta“!

Kaks sõna oma tänas töö iseloomustamiseks mudeldamine, andmetöötlus.

Praktikale tulles peab arvestama, et EGT-s on megaaegedad inimesed ja põnevad väljakutsed. Kindlasti ei tohiks tudengina kandideerides karta, et mõnest oskusest jääb puudu- kõik on õpitav (tänapäeval on kõige tähtsam oskus guugeldada ja loogiliselt mõelda). Ja tasub olla avatud kõikidele võimalustele, kunagi ei tea, mis millekski tulevikus hea on.



Carmel Kuusk

EGTs olen töötanud 1,5 aastat (alates oktoobrist 2020).

Minu kõige naljakam seiklus/juhtum EGT-s? Kõige seiklusrikkamad on ikka suvised välitööd. Näiteks võib juhtuda, et kui kaardistajad õhtul-öölse järgmiseks päevaks plaani koostavad, siis hommikuks on tehtud plaan kadunud. Hiljem selgus, et minu jooned jäid kellelegi ühises kaardirakenduses ette ja pikemalt mõtlemata kustutati need eest ära. Õnneks oli mul plaan omale kirja pandud ja enam-vähem meeles ka, seega hommikul sai selle mõistliku ajaga taastada ja päeval edukalt täita.

Kolm asja, millela ma tööpäeva vastu ei pea? Soe pleed ja tee (Tartu kontoris on jahe), mõni koer (Tartu kontoris liigub neid õnneks mitmeid 😊).

Kui ma ei oleks geoloog, siis ma oleksin ilmselt bioloog või geograaf, loodus on ikkagi südames.

EGTsse praktikale tulles peab arvestama, et

tasub end veidi kurssi viia sellega, mis tööd-tegevused erinevates osakondades hetkel käimas on. Kui oskad omale praktikaülesandeid veidi täpsemalt küsida kui lihtsalt, et tahaks praktikale, siis võib oluliselt huvitava praktika saada!



Elina Kuusma

EGTs olen töötanud pea kaks aastat, alates 2020 juunist.

Geoloogia või IT? Geoloogia, sest lisaks huvile loodusteaduste vastu on ka IT-oskused geoloogitöös väga olulised.

Kolmasja, millela ma tööpäeva vastu ei pea? Tass teed, lõunapaus kolleegidega ja kiire internetiühendus.

Kui ma ei oleks geoloog, siis ma oleksin etendus-kunstnik või polaaruurija.

Kaks sõna oma tänas töö iseloomustamiseks – geokeemia ja radoon.

Geoloogiat peaks õppima, sest inimkonna vajadus maavarade järele ja sellega seotud keskkonna-probleemid ei kao ilmselt kunagi, seega on geoloogidel alati midagi põnevat ja vajalikku teha. Boonuseks on vaheldusrikas töö ja maailma kõige toredam loodusteadlaste kogukond.

Marko Kabel

EGTs olen töötanud 1 aasta ja 2 kuud.

Geoloogia või IT? Sellise valiku ette sattudes valin geoloogia, sest ilma maapõue alaseid teadmisi omavate inimesteta ei eksisteeriks Eesti Geoloogiateenis-tust. Peab küll ära mainima, et järjest rohkem on meie töö seotud ka IT alaste lahendustega.

Minu kõige naljakam seiklus/juhtum EGT-s? Ühte konkreetset seiklust/juhtumit ei oska välja tuua aga kõige lõbusam seltskond on tihtipeale juhtunud kokku saama Arbaveres puursüdamikega tööd tehes või kaar-distamise välitöödel (eriti kui õhtul sauna ka saab).

Minu juht ütleb alati võib olla mitte just sõna-sõnalt aga „Puhkuse ajal sa tööd küll teha ei saa!“

Kaks sõna oma tänas töö iseloomustamiseks – välja-kutsuv ja põnev.

EGT-sse praktikale tulles peab arvestama, et tõenäoliselt pead midagi uut õppima (või koolis õpitut meelde tuletama) ja kindlasti pead olema valmis väli-tööle minema.





Eesti alustab maapõueenergia potentsiaali uurimist

Augustis 2021 alustas Eesti riik maapõue- ehk geotermaalenergia potentsiaali uurimist. Eesti Geoloogiateenistuse juhitava kolmeaastase projekti käigus uuritakse täpsemalt maapõueenergia potentsiaali Eesti eri paigus ning ehitatakse kaks maapõueenergia katsejaama.

Efektiivne ja jätkusuutlik energiasüsteem on üks olulisemaid kriteeriume riigi toimimisel. Taastuvad energiaallikad aitavad vähendada kasvuhoonegaaside heidet ja seeläbi leevendada kliimamuutusi, toetada kestlikku arengut, kaitsta loodust ja parandada inimeste tervist. Euroopa Liidu liikmena on Eestil täita mitu ühise energiapoliitikaga seotud kohustust. Need

puudutavad peamiselt taastuvenergiaallikate laialdasemat rakendamist ning efektiivsemat energiakasutust

Hoonete suurem energiaefektiivsus on tähelepanu all kogu Euroopas. Ligi 40% kogu Euroopa Liidu toodetavast energiast tarbivad hooned ja seetõttu on oluline luua rahastamisskeeme, mis aitavad suurendada liginullenergiahoonete hulka ning teiste hoonete puhul nende energiatõhusust. Maapõueenergiat on EL-is esile toodud kui keskkonnasõbralikku taastuvenergialiiki. Maapõueenergiat kasutav soojuspump võib erinevate hinnangute kohaselt säästa 30–60% küttekuludest ja 20–50% jahutuskuludest võrreldes tavapäraste kütte- ja jahutussüsteemidega. Esmaste

hinnangute järgi on maapõueenergia potentsiaal Põhja-Eestis hea – termogeoloogilised omadused on seal vähemalt sama head kui Lõuna-Soomes, kus tegutsevad mitmed majanduslikult efektiivsed maapõueenergia soojusjaamad. Maapõueenergia tekib päikeseenergia salvestumisel maapinda või Maa sügavusest leviva soojusena. Tavapäraselt kasutatakse Eestis madalatemperatuurilist maapõueenergiat. Maapõues 500 meetrist sügavamal peituva keskmise ja kõrge temperatuuriga energia potentsiaali Eestis põhjalikumalt uuritud ei ole. Paksudest settekivimitest moodustunud „tekk“ on põhjustanud temperatuuri kogunemise kristalse aluskorra ülemisse kihti ja madalamatesse settekihtidesse, see osa maapõuest on ka käesoleva uuringu fookuses. Teadaolevalt esinevad



Tarastenjärvil (Soomes) asuva maapõuesoojuse tootmisjaama ehitusplatsi. Foto Aivar Auväärt.

muu Eestiga võrreldes anomaalselt kõrged temperatuurid suurel alal Kirde-Eestis, kuid selle ala tegelik ulatus ei ole andmete vähesuse tõttu teada. Maapõue temperatuur on teadaolevalt 250 meetri sügavusel 4–6 °C kõrgem kui Põhja-Eesti teistes osades.

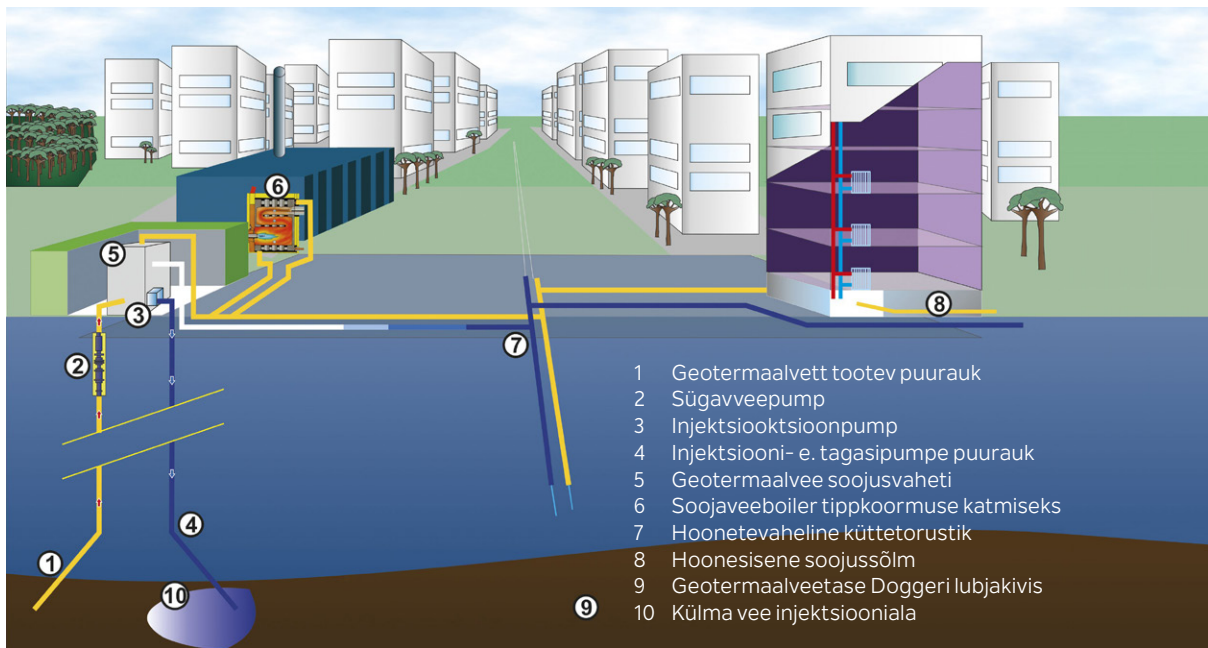
Projekti tulemusena selgubki, kas maapõueenergia on Eestis tehniliselt sobiv ja majanduslikult tasuv energialahendus kütteks, jahutamiseks ja energia salvestamiseks.

Mida projekti käigus tehakse?

Projekti peamine eesmärk on uurida, kas erinevad maapõueenergia rakendused võivad olla Eesti geoloogilistes tingimustes majanduslikult elujõulised ning kas maapõueenergia saab liita energia muundamise protsessi Eestis. Selleks viiakse läbi järgmised tegevused:

- uuritakse valitud piirkondades geotermaalenergia kasutuspotentsiaali;
- uuritakse geotermaalenergia rakenduste kasutatavust Põhja-Eestis;
- uuritakse kaevandus- ja merevee soojusenergia rakenduste kasutuspotentsiaali;
- antakse ülevaade asjakohastest õigusaktidest, hinnatakse protseduure lubade taotlemisel, vajadusel ka keskkonnamõjusid ja luuakse maapõueenergia puuraukude andmebaas;
- edendatakse geotermaalenergiat, tõstetakse üldsuse teadlikkust, luuakse teadus- ja arendustegevuse strateegia ja tegevuskava sotsiaalsete liitsent-side ja geotermaalenergia jaoks;
- projekti tegevuste tulemusel valmib kaks maapõueenergia katsejaama.

2021. aasta jooksul oleme jõudnud tutvustada maapõueenergiat raadios, keskkonnahariduse konverentsil ning soojatootjatega kohtumistel. Samuti tutvusime



Geotermaalvett kasutav piirkondlik küttesüsteem. www.geodh.eu.

Soomes elluviidavate pilootprojektidega kohapeal ning arutasime koostöövõimalusi Soome Geoloogiateenistusega. Tutvusime ka Euroopa erinevate maapõueenergia projektidega ning neis kasutatavate tehnoloogiatega. Tegime inventuuri aluskorra olemasolevate puuraukude ja nendes toimunud mõõtmiste seas. Alustasime Soome Geoloogiateenistusega koostööd Põhja-Eesti uue soojusvõumudeli loomisel.

Järgmisesse aastasse jääb uuringupuuraukude puurimine. Tuleb välja valida uuringupuuraukude ja katsejaamade asukohad. Kuna enamik teadaolevaid puurauke on puuritud nõukogude ajal, on andmed puudulikud, eriti puuraukude soojusliku potentsiaali kohta. Asukohtade valikul lähtume nii teadaolevast geoloogiast kui ka potentsiaalsete tarbijate olemasolust piirkonnas. Uuringupuuraukudega samadesse asukohtadesse planeerime rajada kaks katsejaama. Katsejaamade eesmärk on valideerida mõõtmistulemuste ja teadaoleva teooria abil loodud mudelite

täpsust ja paikapidavust realses kasutuses. Lisaks tutvume ka Rootsi projektidega – Rootsi lõunaosa on geoloogiliselt sarnane Eestiga ning Rootsi on ka Euroopa üks edumeelsemaid madala ja kesksügava geotermaalenergia kasutaja. Vanimad töötavad jaamad Rootsis on käigus olnud enam kui 40 aastat. Valmivad aruanded mere soojusenergia ja kaevandusvee soojusenergia kasutamise võimalikkuse kohta ning ülevaade valitud Euroopa riikide maapõueenergiat korraldavatest seadustest ja keskkonnasõbralikest lahendustest. Aasta lõpus tutvustame ka Eesti geotermaalenergia uuringute ja kasutamise strateegiat aastani 2030. Samuti korraldame töötubasid ja seminare.

Aivar Auväärt

Aivar.Auvaart@egt.ee



Puursüdamikud Arbavere hoidlas. Foto Sirli Sipp Kulli.

Geoloogia valdkonna andmete parema halduse analüüs

Eesti Geoloogiateenistus viis 2021. aasta esimeses pooles läbi ärianalüüsi andmekogu loomiseks. Riigihanke abil leiti analüüsi partneriks UEC OÜ, kellega koostöös valmis juulikuus andmekogu edasist arendust määratlev lähteülesanne ning arenduse mõju-, riski-, kulu- ja tasuvusanalüüs.

Arenduse eesmärgiks on, et kõik teenistuse geoloogiliste uuringute ja analüüsidesega seonduvad ruumiandmed on hallatavad ja kasutatavad ühest kohast – kesksest andmekogust. Seda on vaja, et:

- tagada andmete ühtne ja ühtlane kvaliteet ja haldus;
- suurendada andmete taas- ja riskasutuse potentsiaali;
- hoida kokku geoloogide väärtuslikku tööaega dubleerivat tööd vähendades;
- tagada kvaliteetsemate andmete kaudu paremad ja usaldusväärsemad otsused.

Mida analüüsiti?

Esmalt koondati andmetega seotud üldised ja valdkondlikud alusdokumendid ning intervjuueriti geoloogiateenistuse spetsialiste ja teenistusega seotud osapooli nende tulevikuootuste kohta. Kirjeldati nii andmete praegused kui ka tulevikus soovitatavad tekkeprotsessid. Kokku kirjeldati kolmteist teenistuse tööprotsessi, millega ruumiandmeid kogutakse ja töödeldakse. Samuti kirjeldati detailselt andmekoosseisu ning tööks vajalikke andmeallikaid. Andmete kogumist kirjeldati protsessipõhiselt, hõlmates nii majasiseseid kui ka väliseid allikad. Analüüsiti liidestamist vajavad andmeid ja koostati vastavad arendusettepanekud. Koostati ka andmekogus talletamist vajavate nähtuste kataloog, mis on aluseks andmemudeli modelleerimisel.

Miks teenistuse andmekogu vajalik on?

Andmed on geoloogiateenistuse vara.

- Andmed on väärtuslikud, teenistus kogus 2021. aastal ainuüksi sisseostetava teenusega (puurimine, laborianalüüsid jms) andmeid 0,55 MEUR eest.
- Geoloogiliste uuringute enamiku andmete kasutusiga on alatine.
- Andmed on aluseks teenistuse kõigi põhiülesannete täitmisel ja teenuste pakumisel.

Eespool nimetatud kriteeriumid haakuvad üks ühele põhivara (ja väikevara) arvestuse kriteeriumitega, aga erinevalt põhivara arvestamise, hoiu ja hoolduse nõuetest on andmehaldus ja -hoid saanud teenistuses teenimatult vähe tähelepanu. Samas on

hästi hoitud ja hallatud (loe: tagatud kvaliteediga) andmed teenistuse kaubamärk ja riigile hindamatuks sisendiks usaldusväärsete otsuste tegemisel.

Geoloogiateenistus on aastateks 2022-2025 võtnud endale järgmised strateegilised eesmärgid:

- Eesti maapõueressursside kasutuselevõtuks ja maksimaalseks väärimiseks on loodud piisav teadmusbaas;
- geoloogilised uuringud on järjepidevad ning uuringute tulemused kättesaadavad;
- keskkonnageoloogiliste mõjude analüüsid ning eksperthinnangud on usaldusväärsed;
- geoloogiline materjal on säilitatud Arbavere uurimiskeskuses nõuetekohaselt ning on uuringuteks kättesaadav;
- töökeskkond, kompetents ja tehniline võimekus võimaldab strateegiliste eesmärkide täitmist;
- teenistus on riigisiselt ja rahvusvaheliselt tunnustatud koostööpartner.

Andmekogu arendamine on otseselt seotud teenistuse strateegiliste eesmärkidega. Enamus neist sisaldab alamtegevusi, mille baastase loodetakse saavutada aastatel 2022-2023, kuid see omakorda eeldab geoloogia-alaste andmete oluliselt paremat kättesaadavust.

Olulised tähelepanekud ärianalüüsist

Intervjuudest teenistuse töötajatega koorus välja läbiv mure selle pärast, et andmed

on praegu laiali erinevates kohtades: võrgukettal, MKM-i pilves, erinevate tööarvutite lokaalsetel ketastel, samuti MS Accessi, PostgreSQL-i ja ArcGIS-i andmebaasides, mistõttu tööks vajalike andmete leidmine võtab palju aega. Tehakse palju dubleerivat tööd samade või sarnaste andmete saamiseks, sh võetakse neid tihti erinevatest asukohtadest.

Analüüsi käigus viidi läbi 12 intervjuud 24 asutusega, kes oma töös geoloogia valdkonna andmeid kasutavad. Nende sõnum ühtis eeltooduga – geoloogia-alaste andmete kättesaadavus ja sellesuunaliste tegevuste koordineerimine vajab parandamist.

Geoloogiafondi andmekoosseisu laiendusest ja eesootavast arendusest kasusaajad on:

- ministeeriumid koos valitsemisala asutustega, kes vajavad otsustuse aluseks andmeid ning ekspertarvamusi;
- ettevõtted, kes kasutavad maapõueresursse ning vajavad samuti otsuste tegemiseks alusandmeid ja ekspertarvamusi;
- kohalikud omavalitsused, kes vajavad kohaliku elu korraldamiseks maapõue andmeid, geoloogilisi kaarte ja ekspertarvamusi;
- kogukonnad, kes vajavad kallutamata ning teaduspõhiseid ekspertarvamusi;
- teadusasutused, kellega jagatakse andmeid, uurimismaterjale, sh puursüdamikke, ning kellele koolitatakse töötajaid ja pakutakse praktikakohti;

- rahvusvahelised valdkondlikud organisatsioonid, kellega vahetatakse andmeid, teadmisi ning osaletakse ühisprojektides.

Turu mahtu tuleb hinnata kümnetes miljonites eurodes aastas, sest geoloogilised uuringud on väga kallid. Geoloogiafondi arendusest kasusaajatel on ootus, et geoloogiateenistusest kujuneks valdkondlik kompetentsikeskus, kes nii juhiks kui koordineeriks valdkondlikku koostööd ning vastutaks ühtlasi andmete kvaliteedi eest. Korduvalt toodi välja, et teenistus peaks hallatavaid andmeid võimalikult palju masinloetavalt avalikustama. Andmed peaks avama nii kaardi- kui ka andmeteenustena ja lihtsustama valdkondlike andmete otsingut. Stratigraafia klassifikaatorit peaks käsitlema riiklikuna ning selle kasutamise kohustus rakenduks kõigile geoloogia valdkonna andmekogudele.

Praegu on mitme olulise geoloogia valdkonna andmed, sh ehitusgeoloogia aruanded, maavara kaevandamise mahtude ja maardlate andmed, puurkaevude ja puursüdamike info, teiste riigiasutuste või ülikooli hallata. See omakorda toob kaasa olukorra, kus teenistus peab oma töö tegemiseks teiste asutuste andmed andmevahetuse käigus üle tooma. Andmevahetuse optimeerimiseks on vajalik liidestuda andmevahetuskihi x-teega, leida lahendused erinevate WMS- ja WFS-teenuste optimaalseks kasutamiseks ning arendada lisaks erinevaid API-sid nii andmeandjate kui ka teenistuse poolel.

Ärianalüüsi käigus tõdeti, et loodava andmekogu peamine keerukus on seotud andmestike suure hulga ja omavaheliste seoste

rohkusega. Teenistuse ja tema eelkäijate varasemate geoloogia-alaste andmes-tike koondamine ühtsesse andmebaasi on väga mahukas töö. Andmete kvaliteedi kirjeldamine ja kontrollimine ning ühtsele andmemudelile üleviimine on mastaapne ettevõtmine ja suure tõenäosusega vajalik töömaht töö edenedes kasvab. Seejuures on oluline, et meil oleks kõiki valdkondi kattev andmebaas, kus me saame seda tööd alustada ja läbi viia.

Kuidas edasi?

Geoloogiateenistusel on plaan koondada üldgeoloogiliste uurimistöode, hüdrogeoloogiliste uuringute ning teenistuse kogutava ja hallatava geoloogilise materjaliga seotud andmestik masinloetaval kujul Eesti Geoloogifondi lisanduvasse uude andmebaasi. Maapõueseaduse muudatuse eel-nõu koos vastavasisulise ettepanekuga on Keskkonnaministeerium saatnud kooskõlastusringile. Seaduse muudatusega laieneb oluliselt senine geoloogiafondi mõiste ning andmekogu osaks saavad lisaks teada-tuntud geoloogiliste uuringute aruan-nete ka uued lisanduvad andmekihid ja teenused. Laienenud andmekogu peaks märkimisväärselt parandama EGT (ruumi) andmete haldust ning taaskasutatavust,

mis omakorda parandab teenistuse tööde kvaliteeti ja efektiivsust. Täiendav pikemaajalisem eesmärk on teha masinloetaval kujul kättesaadavaks nii teenistuse poolt kogutavad kui ka varasemad maapõuevaldkonna andmed. Ärianalüüsi projekti käigus koostati andmekogu arenduseks vajalik visioon selle ülesehitusest ja infotehnoloogiline lähteülesanne.

Andmekogu kavandatav arendus on omakorda jaotatud järgmisteks etappideks:

- andmebaasi ja andmevahetusprotsesside loomine;
- kasutajaliidese arendus andmevahetuse paremaks haldamiseks;
- infovärava/portaali ja teenuste arendamine.

Hanke õnnestumise korral kavatakse esimese etapi arendusi alustada 2022. aastal ning vastava projekti olulisemateks ülesanneteks on koostada andmebaas, migreerida andmed ning luua andmevahetuseks vajalikud teenused.

Geoloogia andmekogu ärianalüüsi läbi viimist toetas Euroopa Regionaalarengu Fond.



Puursüdamikud Arbavere hoidlas. Foto Sirli Sipp Kulli.

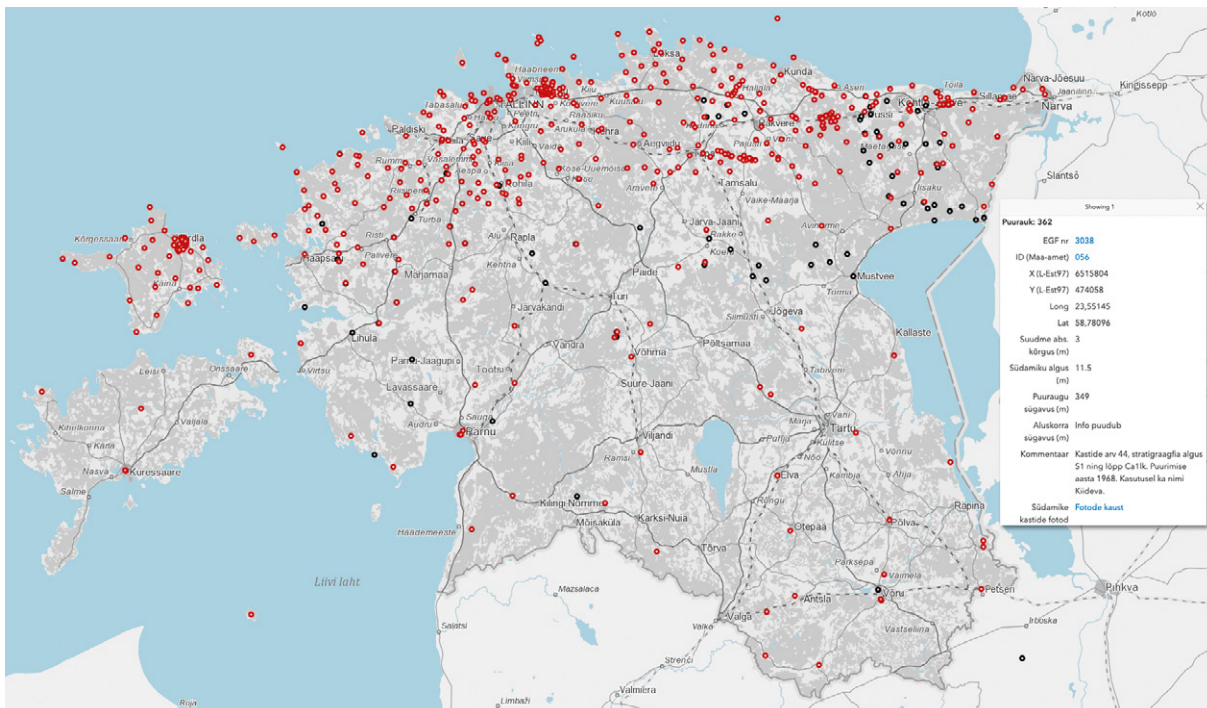
Geoloogiateenistus viis läbi säilitatavate puursüdamike revisjoni I etapi

Eesti Geoloogiateenistus viis ajavahemikul juuli 2019 – juuni 2021 ellu projekti „Geoloogilise informatsiooni säilitamistingimuste parandamine (I etapp)”, mida SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse poolt rahastati Ringmajanduse programmi vahenditest 111 098 euroga. Projekti raames Eesti puursüdamike kohta olemasoleva geoloogilise info koondamise ja korrastamise eesmärgiks oli tagada avalikkusele EGT-s säilitatavate puursüdamike info parem kättesaadavus edasisteks teadus- ja rakendusuringuteks.

Projekti tegevuste käigus viidi läbi revisjon 717 puuraugu osas, millest 539 olid puuritud kristalsesse aluskorda ning 179 puuraugu Alam-Paleosoikumi settekivimite kompleksi kivimitesse. Kõik revideeritud

puursüdamike kastid korrastati ja vajadusel markeeriti täiendavalt. Samuti pildistati projekti raames 5370 Arbaveres säilitatavat puursüdamikukasti.

Puursüdamike andmebaasi loomise tarbeks koondati projekti elluviimise käigus kokku olemasolevad käsikirjalised ja publitseeritud materjalid revideeritud puursüdamike kohta. Olemasolevad käsikirjalised materjalid (sh gamma-karrotaaži kõverad, õhikute kirjeldused, litotulbad jm) skaneeriti. Geoloogiafondis säilitatavate aruannete läbitöötamise käigus eristati aruannete PDF-failidest iseseisvate



EGT puuraukude rakendus KIK projekti nr 16529 raames korrastatud ja digitaliseeritud puuraukud
<https://gis.egt.ee/portal/apps/dashboards/99f758ac4ef548f686b831adb3199378>.

failidena revideeritud puursüdamikute kirjeldused ning puursüdamikute kohta käivad graafilise info failid (liitotulbad, kaardimaterjalid, geoloogilised läbilõiked jm).

Arbavere uuringukeskuses valminud uutesse, kaasaegsetesse hoidlatesse toodi üle umbes 3000 puursüdamikukasti Arbavere vanadest, amortiseerunud hoidlatest ja varasematel aastakümnetel Arbavere välialal hoiustatud puursüdamikest. Lisaks veeti projekti käigus Keila hoidlast Arbaverre umbes 4800 puursüdamikukasti.

Projekti käigus koondatud ja digitaliseeritud puursüdamikute andmestik on kõigile kättesaadav läbi EGT geoportaali leitava avaliku puuraukude kaardirakenduse.



Puursüdamikute transport Keilast Arbaverre.
Foto EGT.

Heikki Bauert

Heikki.Bauert@egt.ee



Metsataguse 1 (EGT0003) puuragu tegemine. Foto Jekaterina Nezdoli.

Kesk-Eesti üldgeoloogilise kaardistamise puurimistööd

Uus ajajärk taasiseseisvunud Eesti maapõueuringute ajaloos, mis algas 2020. aasta fosforiidi ja graptoliitargilliidi puurimistöödega, jätkus 2021. aastal üldgeoloogilise kaardistamise ning ehitusmaavarade varustuskindluse uurimiseks planeeritud puurimistöödega. 2021. aasta suvest kuni aasta 2022. aasta alguseni viidi Eesti Geoloogiateenistuse geoinformatsiooni, maapõueressursside ning hüdrogeoloogia ja keskkonnageoloogia osakondade koostöös läbi Kesk-Eesti üldgeoloogilise kaardistamise südamikpuurimistööd.

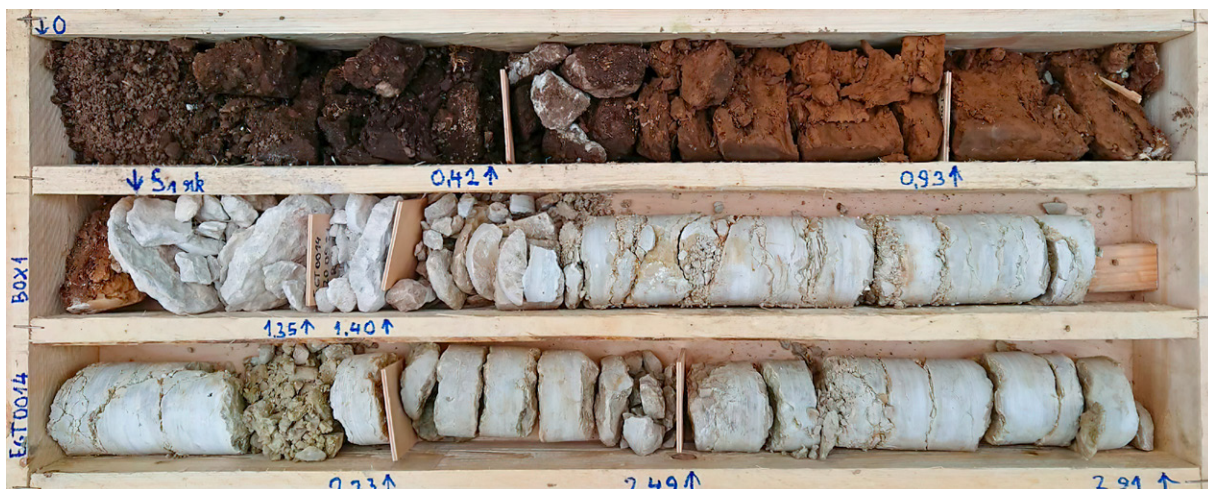
Uuringute käigus saadud puursüdamike kirjeldamisel kogutud andmete abil jätkub Kesk-Eesti 1:50 000 kaardilehtede Kaiu (6323), Rakke (6414), Vändra (6321), Türi (6322), Põltsamaa (6411), Jõgeva (6412) ja Torma (6421) geoloogiliste kaartide koostamine. Järva maakonna kümnest puursüdamikust võetud karbonaatsete kivimite proovid annavad panuse maakonna ehitusmaavarade perspektiivi hindamisse. Kõige sügavamast, Vändra kaardilehel asuvast Kolu puuraugust saadud südamiku abil täpsustatakse piirkonna aluskorra geoloogilist

läbilõiget ning uuritakse lokaalset magnet-anomaaliat. Täiendavalt tehti puuraukudes geofüüsikalisi mõõtmisi sisendiks hüdrogeoloogilistele mudelitele.

Puurimistöde hankemenetlus toimus kolmes osas: madalad puuraukud (kuni 20 m), keskmised puuraukud (20-100 m) ja sügav aluskorda ulatuv puurauk. Hanke võitjaga sõlmiti kolm lepingut. Üldgeoloogilise uurimistö käigus puuris riigihanke võitnud OÜ Inseneribüroo STEIGER kokku 16 erineva sügavusega puurauku, mille tulemusena saadi värsked, hea väljatulekuga

Puurimiskohtade paiknemise skeem. Aluskaart: Maa-amet 2021.





EGT0014 (Sulustvere) puuraugu 1. kasti läbilõige. Sügavuseni 1,2 m on Kvaternaari pudedad setted (mulla ja täitematerjali segu, halvasti väljakujunenud jääjärveline viirsete ja moreen). Sellele järgneb Siluri Raikküla kihistu nõrgalt karstunud lubjakivi. Selgem karstunud intervall on sügavusel 2,05-2,15 m. Foto EGT.

puursüdamikud. Südamikpuurimine toimus *triple-barrel*'i (kolmekordse kattekihiga puurtoru) meetodil. Valminud puuraugud ning kätte saadud puursüdamikud täitsid mitmeid uuringu eesmärgi. Puurimisel kasutati kahte puuragregaat – M18 ja ZBO S15. Mobiilsem seade M18 seikles Kesk-Eesti marsruudil ning puuris kokku 15 puurauku sügavusega 20 kuni 129,5 m. Võimsamat seadet ZBO S15 kasutati sügava (~500 m) Kolu augu puurimisel.

Tööde teostaja alustas puurimistöödega puuraugul EGT0002 (Tõrevere) 6. septembril 2021 ja lõpetas kõigi lepingute puurimistööd 7. jaanuaril 2022 puuraugul EGT0012 (Torma 2). EGT geoloogid võtsid aktiivselt osa puurimiste välitöödest ning täitsid väligeoloogi rolli 15 augu puurimisel. Kõige sügavam Kolu puurauku puuriti mitmes vahetuses ööpäev läbi ning esmasid toiminguid värske puursüdamikuga

viisid läbi OÜ Inseneribüroo STEIGER geoloogid. EGT tööpere osales Kolu puuraugu puurimisel pigem vaatleja rollis.

Puurimine siiski ei kulgenud alati plaanipäraselt. 2021/2022. aasta vahetus tõi Eestisse ootamatu külmalaine, mis paraku tekitas töös tehnilisi pause, kuna veega puurimine ei olnud võimalik. Teine murekoht oli seoses Kvaternaari (Q) setete kohati kehva väljatulekuga.

Eriti probleemseks osutus veega küllastunud peeneteraliste liivade puurimine, kuna sageli tekkisid nullilähedase väljatulekuga tõsted. Lahendusena prooviti rakendada kuivpuurimist *single-barrel*'i (ühikordse kattekihiga puurtoru) meetodiga ning lühikesi, kuni 20 cm tõsteid. Parim teada olev meetod oleks olnud *sonic drilling* (mikrovibratsioon), mida kahjuks Eestis praegu ei pakuta.

Kesk-Eesti südamikpuurimise tulemuste esmane ülevaade näitab, et vähem puuritud ja uuritud baaskaardilehtede (Jõgeva, Torma) värsked puuraugud pakuvad rohkem üllatusi. EGT0011 (Torma 1) puurauk avas oodatud Pärnu kihistu asemel Narva kihistut, mis omakorda muudab aluspõhja avamuste kaarti ja mattunud oru iseloomu. EGT0011 (Kõivu) puurauk jääb umbes 200 m kaugusele 2021. aastal rajatud puurkaevust (katastri nr: 63429). Huvitaval kombel on puurkaevu läbilõige Kesk-Devoni (D2) osa võrra vaesem kui Kõivu puuraugu oma. Võimalik, et puurmeistrid lihtsalt eksisid määrates D2 settekivimid Q setete hulka.

Põltsamaa baaskaardilehele jääv EGT0014 (Sulustvere) puuraugu asukoht sattus karstialale ning tekitas sellega puuraugu likvideerimisel raskusi. Varasemalt on Sulustvere küla piirkonnas karstinähtusid mainitud vaid seoses Puidivere dolokivi maardlaga (EGF 7810).

Puuraugu EGT0014 sügavusel 2,9-5,4 m olev karstiõõnsus "neelas" enda sisse ca 6 tonni killustiku, enne kui see lõpuks täidetud sai. Karstinähtustega kivimi intervall eristub oma puhta, keskmisekihilise,

afaniitse- kuni poolafaniitse, harvade ja peente mergli vahekihtidega, kohati lõhenenud või purustatud lubjakivi poolest.

Rohkem selgitusi ja järeltõlki on võimalik teha peale põhjalike kameraaltööde läbi viimist. Uue kalendriaasta algusest saadik käib Arbavere uurimiskeskuses värskete puursüdamike pesemine, pildistamine, geoloogiline kirjeldamine ning proovimine, millele järgnevad laboratoorsed tööd.

Laborianalüüsidega soovitakse teada saada kivimite füüsikalise-mehaanilised omadused ja erinevate keemiliste elementide sisaldused. Sellele lisaks valitakse ja lõigatakse puursüdamikest välja enim huvi pakkuvad intervallid ning saadetakse õhikute valmistamiseks välismaale. Kameraaltööde ning laborianalüüside käigus kogutud andmed analüüsitakse ning tulemused on sisendiks aruannete, geoloogiliste lito-tulpade ja kaartide koostamisel.

Värskete puursüdamike kirjeldamine, uurimine ja analüüs on kaudsete uuringumeetodite kõrval jätkuvalt asendamatu viis saamaks väärtuslikku infot geoloogilise läbilõike ja maavarade leviku kohta!

Jekaterina Nezdoli Jekaterina.Nezdoli@egt.ee



Väo karjäär. Foto EGT.

Väo kihistu avamuse täpsustamine 1 : 50 000 geoloogilisel kaardil, perspektiivalade hindamine ja perspektiivsete alade ulatuse hinnang

2021. aastal valminud taastuvenergeetika taristu rajamise analüüsi¹ käigus tekkis vajadus üle täpsustada kriitiliste maavarade ruumiandmed. Eesti pinnal üks pikima traditsiooniga ja seejuures kvaliteetsemaid ehitusmaavarasid on Väo kihistusse² jäävad ehituslubjakivid (tuntud ka kui Lasnamäe lademe lubjakivid).

Sama lubjakivi on ajaloos kasutust leidnud 13. sajandil Tallinna vanalinna valmishitamisel. Kasutusel on see tänase päevani, näiteks on see kivi leidnud rakendust ka KUMU muuseumi ehitamisel. Lisaks toodetakse tänapäeval Vão kihistu lubjakividest põrandaplaate, fassaadikive, müürikive, sillutisplaate, katteplaate ja muudki. Tegemist on ühe Eesti kvaliteetseima kättesaadava ehitusmaavaraga, mille levila ulatub peaaegu üle kogu Põhja-Eesti, Pakri saartest Narvani. Analüüsi eel kontrolliti üle Vão kihistu avamus ja perspektiivalad. Lisaks määrati uued perspektiivsed alad, millega tuleks taastuveneergetika taristu arendamisel arvestada.

Toimunud töödes tugineti valdavalt puursüdamike andmebaasist³ saadud andmetele ja käimasolevate fosforiidiuuringute³ käigus digitaliseeritud andmetele. Tööde esimeses järgus kontrolliti puursüdamike andmeid 1 : 50 000 geoloogiliste avamuste kaardi⁴ taustal ning analüüsiti neid, mille avamusinfo ei sobinud teadaoleva avamusega.

Analüüsi esimeses, lihtsamal osal tuvastati need Vão kihistu puursüdamikud, mis ei asu hetkel teadaoleval avamusel, ning seejärel juba kõik Vão kihistu avamusel olevad lahknevate andmetega puursüdamikud. Vão kihistu avamusel leidis

Perspektiivala – geoloogilise kaardistamise või maavarade otsingu tulemusena välja eraldatud kivimi või setendi lasundi ala koos hinnangulise prognoosvaruga.

Perspektiivne ala – töö käigus eraldatud ala, mis vastas eraldatud kivimi või setendi lasundi hinnangulistele sügavus- ja paksuskriteeriumitele.

119 puursüdamikku, mille avamusinfo oli vastuoluline. Samuti leidis 15 puursüdamikku, mille info järgi võib leida ka Vão kihistut väljaspool 1 : 50 000 Vão kihistu tänapäevast avamust. Tööde teises järgus prooviti tuvastada lahknevate põhjuseid, uurides EGF andmebaasi aruannete algset informatsiooni. Kontrollitud puursüdamike andmed klassifitseeriti info kvaliteedi järgi. Kokku leidis 696 õige avamusinfoga andmepunkti, millele andmete kontrollimisel lisandus 11, ja 4 kaevandustegevuse tagajärjel muutunud andmepunkti. Viimased olid ka aluseks Vão kihistu avamuse ümberhindamisel.

¹ EGT nr 9549. Maardlatele ja maavarade perspektiiv- ning levialade taastuveneergetika taristu rajamise analüüs. Kirde- ja Kesk-Eesti 2021. <https://fond.egt.ee/fond/egf/9549> (J. Tamm jt.).

² Lossikivi OÜ <https://www.lossikivi.ee/sisu/lasnamae-paekivi>.

³ Fosforiidi ja graptoliitargilliidi andmebaasi seletuskiri (koostamisel).

⁴ Eesti geoloogiline baaskaart. Maa-amet, Eesti Geoloogiateenistus 2022 <https://geoportaal.maaamet.ee/est/Ruumiandmed/Geoloogilised-andmed/Geoloogiline-baaskaart-1-50000-p39.html>.

EGF aruannete alusel parandati avamus- või asukoha infot kokku 103 andmepunkti kohta. Samamoodi esines 5 puursüdamikku, mille geoloogiline kirjeldus ei vastanud aruandes kirjeldatule. 12 andmepunkti puhul puudus võimalus kontrollida algandmeid. Nende puhul esines kas EGF aruandes vale info või puudus viide puursüdamiku info allikale. Lisaks esines veel 55 puursüdamiku andmepunkti, mille puhul kahtlustati muid probleeme, nagu puursüdamiku täpse koordinaadi määramatus geoloogiliselt keerukas piirkonnas, nt mattunud orus. Nende andmepunktide puhul on võimalik infot osaliselt kasutada kihipindade modelleerimiseks ja mahuarvutusteks, kuid peab arvestama, et kaardil kuvatuna annavad sellised punktid oma paiknemise kohta vastuolulist informatsiooni. Andmeid, mida ei olnud võimalik kontrollida või parandada, mudeli loomisel ei kasutatud.

Väo kihistu uuel kujutamisel lähtuti mainitud 696 andmepunktist ja kontrolliti käigus parandatud 105 andmepunktist. Kuna lähteülesandeks oli hinnata Väo kihistu perspektiivalasid, arvestati sinna hulka ka kaevandatud alad avamuse kaardil. Selleks prooviti esialgu kasutada maardlate kaardirakendust, kuid puudulike andmete tõttu asendati see üsna pea reljeefimudel⁵ ja aluspõhja reljeefimudel⁵ võrdleva ning üldise analüüsiga. Väo kihistu täpsustatud avamuselt eraldati suuremad kallakusnurgad ja hinnati võimalust, et nende näol võib olla tegemist kunagiste avatud või mattunud karjääridega. Samuti otsiti piirkondasid, kus üldine reljeefimudel lõikub aluspõhja reljeefimudeliga.

Potentsiaalseid alasid võrreldi maardlate kihtidega ja võimalusel prooviti leida ka

vasteid EGF ruumiandmete päringu abil. Viimane samm oli vajalik eristamiseks pinna- ja maardlate, et nende põhjal ekslikult aluspõhja avamusi ei muudetakse. Kuigi kasutatud meetodika tulemusel täpsustus Väo kihistu avamus märgatavalt, ei saa pidada tööd täies mahus lõppenuks. Looduslike ja tehnogeensete mattumisprotsesside tõttu ei pruugi kõik kaevandatud alad sel viisil tuvastatavad olla.

Parandatud andmete põhjal interpoleeriti Kandle, Väo ja Kõrgekaldade kihistute ülemised pinnad, mille põhjal omakorda hinnati Väo kihistu perspektiivseid alasid. Hindamisel lähtuti järgmistest kriteeriumitest:

- Väo kihistu paksus vähemalt 2 m;
- Väo kihistu katendi paksus kuni 5 m;
- Kõrgekaldade kihistu paksus Väo kihistul kuni 2 m.

Selle saavutamiseks interpoleeriti vajalikud pinnad ja kasutati reljeefimudelit, leidmaks katendi ja Kõrgekaldade kihistu paksused Väo kihistu lubjakividel. Saadud tulemust siluti erinevate automaatsete töövahenditega ja eemaldati alad, mis jäid alla 400 m².

Tulemuste kvaliteeti hinnati võrreldes nende ruumilisi kujutisi Väo kihistu avamusele jäävate lubjakivi perspektiivaladega⁶. Viimaseid leidis kokku 12 (Kanguristi⁷, Laulasmaa⁸, Varangu⁸, Sillamäe⁹, Annikvere¹⁰, Karula¹¹, Villandi¹¹, Aseri¹¹, Moldova¹², Väana-Mõisaküla⁹, Paldiski¹³ ja Türisalu¹⁴). Aruanded nende perspektiivalade kohta koostati aastatel 1946–1997, mediaanväärtusega 1964. Valdavalt on tootlikuks kihiks määratud nende puhul Väo kihistu koos teiste lubjakivi kihistutega.

Vanade perspektiivalade kontrollimine uute, töö käigus loodud perspektiivsete alade suhtes viitab selgelt, et andmebaasides kuvatav informatsioon on aegunud. Vananenud perspektiivaladel leidub nii juba kaevandatud alasid (nt Aseri) kui ka piirkondi, kus tänapäevaste teadmiste alusel on geoloogia hoopis teistsugune (nt Sillamäe ja Laulasmaa). Samuti on muutunud

töö metoodika, mis võimaldab tänapäeval korruga töödelda tuhandeid andmepunkte ja saada tulemus perspektiivsete alade uuenenud seisust kiiremini.

Kuna perspektiivalade lähteülesanded on olnud erinevad, oleks mõistlik vaadata üle nende eraldamise lähtekriteeriumid ning uuendada perspektiivalasid vastavalt tänapäeva teadmistele ja vajadustele.

⁵ Maapinna kõrgusmudel "Kogu Eesti DTM eraldusvõimega 5 m": Maa-amet 2021.

⁶ Maardlate nimistu: Maa-amet 2021.

⁷ EGF nr 4068. Aruanne kompleksset geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 ning järeluuringust varem uuritud aladel Rakvere fosforiidirajoonis. 1984. a. (T. Saadre jt) <https://fond.egt.ee/fond/egf/4068>.

⁸ EGF nr 2394. Aruanne otsingu-kaardistamistöödest Suur-Tallinna ja selle ümbruse territooriumil mõõtkavas 1:50 000. 1965. a. (H. Stumbur jt) <https://fond.egt.ee/fond/egf/2394>.

⁹ EGF nr 1723. Aruanne otsingu-uuringutööde tulemustest Sillamäe linna ümbruses lubjakivide ehitusmaterjalina kasutamise võimaluste väljaselgitamiseks 1962. a. (I. Barankina) <https://fond.egt.ee/fond/egf/1723>.

¹⁰ EGF nr 1958. Aruanne otsingu-kaardistamistöödest Kirde-Eesti kaldaäärses osas 1959.-1961. a. 1963. a. (K. Stumbur jt) <https://fond.egt.ee/fond/egf/1958>.

¹¹ EGF nr 49. Lõpparuanne lubjakivimaardla uuringutest ENSV Aseri küla ümbruses. 1946. a. (Latinski) <https://fond.egt.ee/fond/egf/49>.

¹² EGF nr 1286. Vaivara Rühma aruanne otsingu-kaardistamistööde tulemustest Soome lahe kaldaäärses osas Kirde-Eestis 1958.-1959. a. 1960. a. (K. Stumbur jt) <https://fond.egt.ee/fond/egf/1286>.

¹³ EGF nr 5823. Aruanne ehituslubjakivi ja kruusa otsingust Pakri poolsaarel. 1997. a. (T. Tuuling jt) <https://fond.egt.ee/fond/egf/5823>.

¹⁴ EGF nr 4695. Tallinna ümbruse geoloogiline järeлкаardistamine mõõtkavas 1:50 000 1993. a. (V. Meriküll jt.) <https://fond.egt.ee/fond/egf/4695>.



Kaldpuuraugu rajamine Jõhvi Magnetanomaalia. Foto EGT.

Jõhvi magnetanomaalia uuringuprojekt

Eesti Geoloogiateenistuse üheks ülesandeks on uurida Eesti maapõue metalse maagistumise potentsiaali. Nüüdseks on valminud esimene põhjalik kristalsetele kivimitele keskenduv üldgeoloogiline uuring, millega täpsustati Kirde-Eestis Jõhvi magnetanomaaliat põhjustava rauamaagi keha ulatust ja hinnanguliste varude suurust. Lisaks avastati väärismetallide mineralisatsioon.

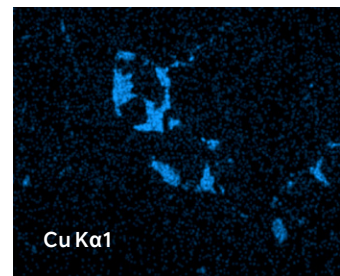
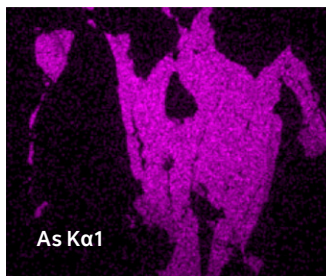
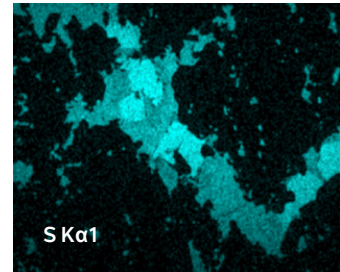
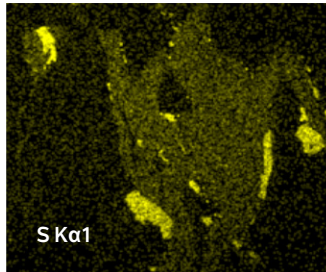
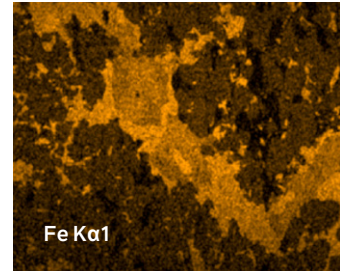
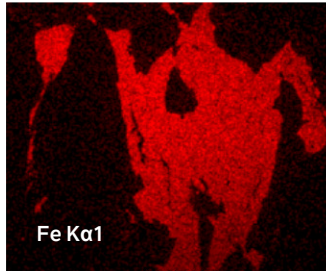
Uuringu käigus rajati Jõhvi intensiivseima magnetväljaga lääneanomaalia alale kaks uut, 770 m pikkust geoloogilist puurauku. Teada oli maagikeha arvatav vertikaalne asend. Et täpsemalt määrata maagikeha

asend ja ulatus, tuli läbida magnetiiti sisaldavat kivimkompleksi ristlõikes. Selleks kasutati Eestis esmakordselt kaldpuurimist (ligikaudu 58° nurga all). Puuraukudes läbiviidud geofüüsikalise sondeerimise ja puursüdamikelt kogutud andmete põhjal koostati puursüdamike geoloogilised kirjeldused ning võeti proovid anomaaliat põhjustavate kivimite mineraloogiliseks ja geokeemiliseks iseloomustamiseks. Tänu kaldpuurimisele saadi orienteeritud puursüdamik, mis võimaldas hinnata maagikehade paksust ja paiknemist.

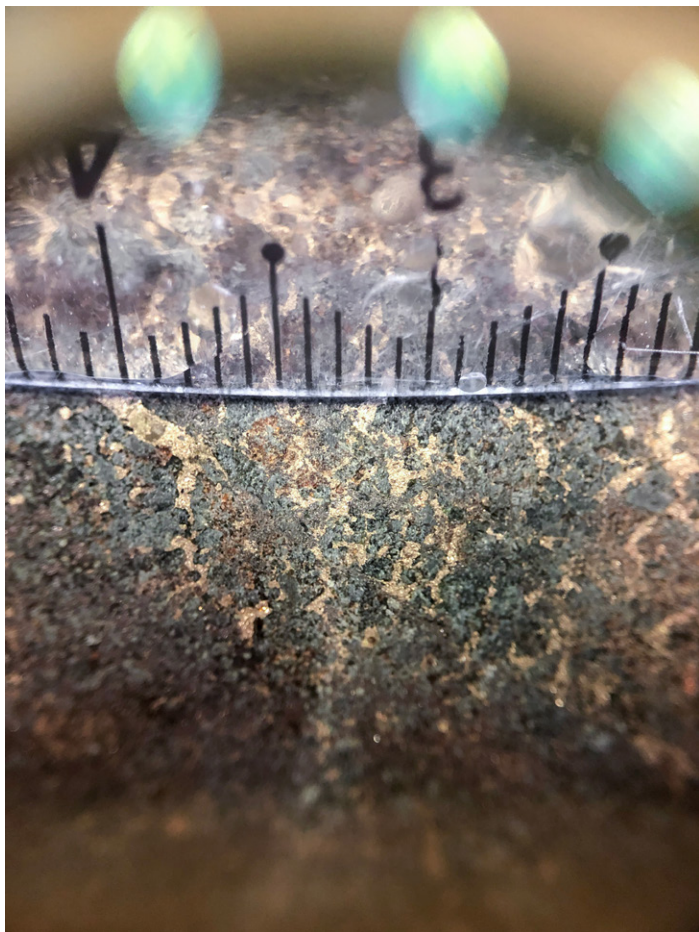
Puuraugud avasid umbes 100 m paksuse ja hinnanguliselt 500–600 m laiuse subvertikaalse maagistunud tsooni, mis piirneb kristalse aluskorra pealispinnaga maapinnast umbes 240 m sügavusel ja ulatub enam kui 600 m sügavuseni. Peamine maakmineeraal magnetiit levib koos rauasulfiididega valdavalt pürokseen- ja granaatgneissides. Fe_2O_3 sisaldus maagistunud proovides ulatus kuni 57%, kuid jäi keskmiselt 38% juurde. Maagistunud tsoon moodustub 70–80% magnetiiti sisaldavatest gneissidest ja 20–30% ümbriskivimitest. Tsooni iseloomustav raua keskmine sisaldus on 19–22%. Läänepoolse anomaalia rauamaagi kogus hinnati 38–46 Mt-le, mis kinnitab varasemaid hinnanguid. Kogu Jõhvi magnetanomaalial leviv maagistumise ulatus võib maapinnast 1000 m sügavuseni arvestades olla vahemikus 270–540 Mt.

Jõhvi maagikehad on väga varajases uurin-gustaadiumis, lääneosa on võrreldes põhja- ja idapoolsega mõnevõrra rohkem uuritud. Valitseb ebakindlus kaevandamise võimaliku tasuvuse osas, praeguste teadmiste ja realistlike eelduste põhjal on antud vaid ligikaudsed hinnangud. Arvestada tuleb Jõhvi rauamaagi keskmise kvaliteedi ja varude suuruse ning maagikeha geoloogilise ehitusega. Võrdluseks on Põhja-Euroopa suurimas leiukohas Kiirunavaaras, Rootsis, kaevandatava maagi rauasisaldus suurem - üle 58% ning teadaolevaid varusid üle 700 miljoni tonni.

Varasematet uuringutest oli teada, et Jõhvi raua maagistumisega kaasnevad vase kõr-genenud sisaldused, aga kaasaegsete uurimismeetoditega leiti koostöös Tartu Ülikooli geoloogidega Jõhvi kivimites mit-meid teisi olulisi mineralisatsioonilmin-



Arsenopüriit koos löllingiidiga vasakul ja pür-rotiin koos püriidi ja kalkopüriidiga paremal.
Fotod Siim Nirgi.



Sulfiidne maagistumine Jõhvi puursüdamikus. Foto EGT.

guid. Näiteks leiti kõrgeenenud arseeni- ja volframisaldused, mida kannab arsenopüriidi (FeAs), löllingiidi (FeAs_2) ja šeeliidi (CaWO_4) mineralisatsioon, samuti avastati esmakordselt eheda vismuti-telluuri (Bi-Te) ja hõbeda-kulla (Ag-Au) ilmingud.

Tegemist on geoloogiliselt huvitavate leiududega, mis näitavad, et Eesti kristalses aluskorras on potentsiaali väärismetallide esinemiseks nagu sarnase geoloogilise ehitusega Kesk-Rootsis ja Edela-Soomes, kus on nende metallide leiukohad ja kaevandused. Jõhvi puursüdamik koos uudsete meetodite kasutamisega aitas mõista ka Eesti aluskorra kivimite tekkelugu, mis võimaldab täpsustada maagistumiste iseloomu.

Uuringuaruanne vastab rahvusvaheliselt tunnustatud kvaliteedistandardi PERC (2021) nõuetele. Sellest lähtuvalt on aruandes avaldatud projekti käigus kogutud tulemused (Exploration Results) ning seatud Jõhvi magnetanomaalia standardi järgi potentsiaalseks uuringuobjektiks (Exploration Target) koos soovitustega edasisteks tegevusteks.

Aruanne koos lisadega ja algandmetega on leitav geoloogiafondist: <https://fond.egt.ee/fond/egf/9552>.

Lennart Maala
Siim Nirgi

Lennart.Maala@egt.ee
Siim.Nirgi@egt.ee



Maardlatele ja maavarade perspektiiv- ning levialadele taastuenergeetika taristu rajamise analüüs

Kirde- ja Kesk-Eesti

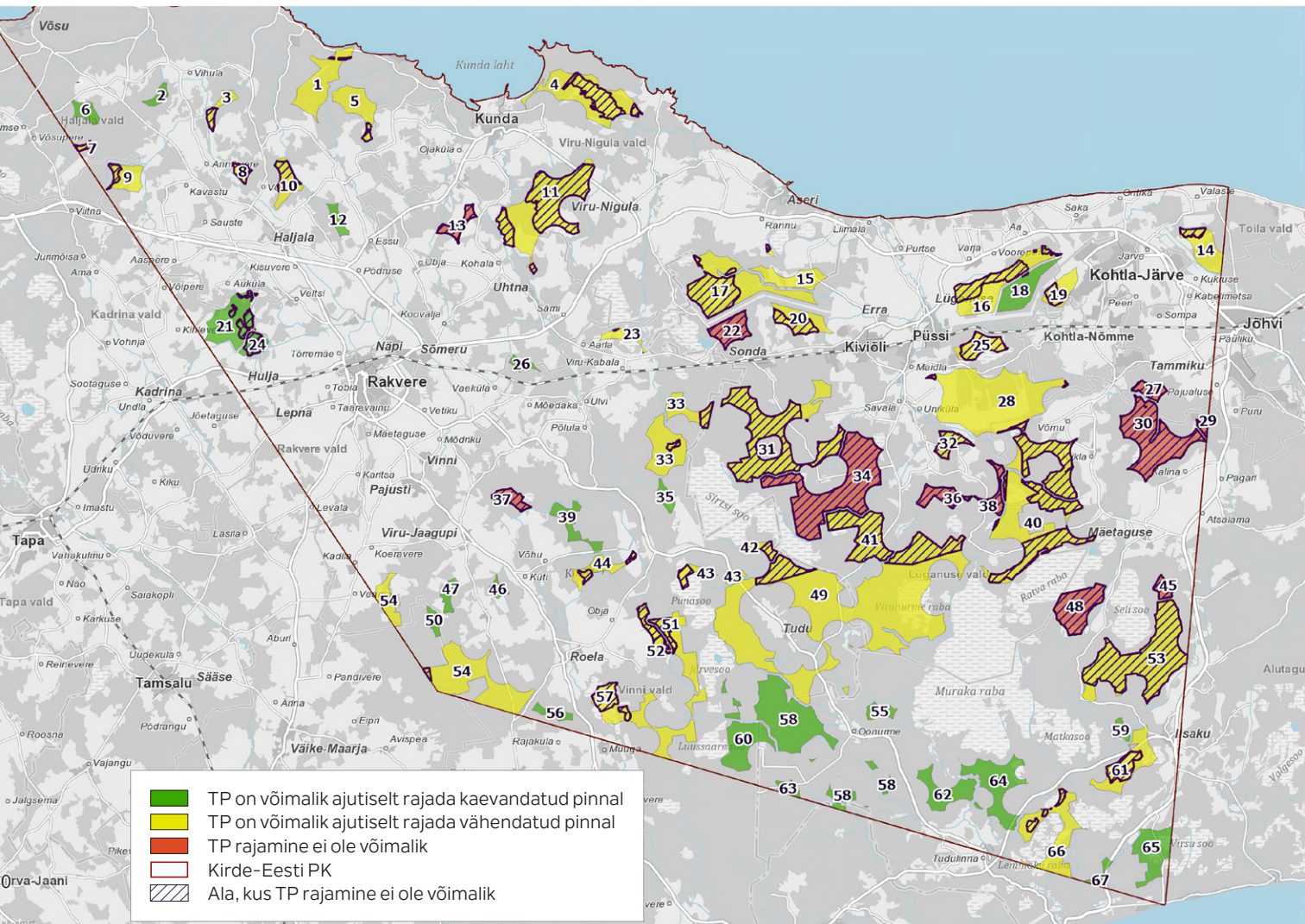
Eesti Geoloogiateenistus tegi 2021. aastal Majandus- ja Kommunikatsiooniministeriumi tellimisel uurimistöo tuuleparkide ajutise rajamise võimalustest maardlatele ja maavarade perspektiivsetele aladele. Vaatluse all olid kavandatavate tuuleparkide alad Kirde- ja Kesk-Eesti taastuenergeetika piirkonnas.

Uurimistöo ülesanne oli analüüsida Eesti Tuuleenergia Assotsiatsiooni (ETEA) koos-

tatud andmeid nende alade kohta, kuhu kavatakse rajada tuuleparke.

Uurimistöo eesmärk oli analüüsida, kas ja mis tingimustel on võimalik ajutiselt rajada taastuenergia tootmise seadmeid (eelkõige tuuleparke) maardlatele ja maavarade perspektiivsetele aladele.

Uurimistöo vajadus tuleneb Eesti energeetikavaldkonna ühest prioriteedist, mis seisneb taastuenergeetika (sh tuuleenergia) arendamiseks sobilike alade

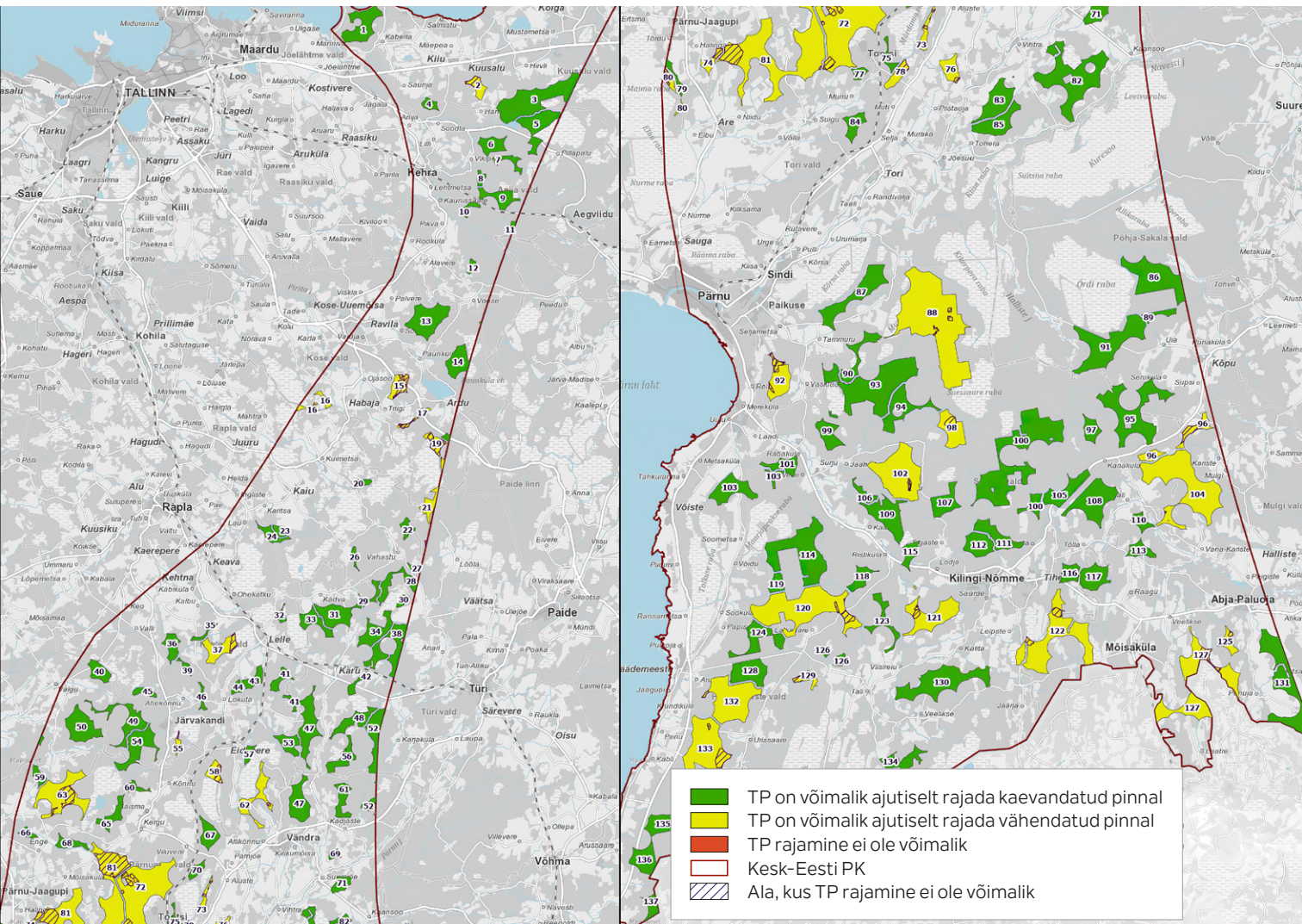


Kirde-Eesti taastuenergeetika piirkonda kavandatavad tuulepargid.

selekteerimises, et saavutada riigi taastuenergia eesmärkide täitmine aastaks 2030.

Maardlatele ja maavarade perspektiivsetele aladele tuuleparkide rajamise võimaluste kohta antud seisukohad sõltuvad eelkõige maavara kvaliteedist, vajadusest ja

varustuskindlusest ning maardla asukohast ja mäetehnilistest tingimustest. Samuti on looduskeskkonna tingimustega arvestamiseks tehtud ettepanekuid, mis toetuvad kindlast allikast saadud teabele (näiteks Eesti turbauringute andmebaasile ja maardlate nimistule).



Kesk-Eesti taastuvenergeetika piirkonda kavandatavad tuulepargid.

EGT on seisukohal, et nii kehtiva kaevandamisloaga aladel kui ka aladel, mille kohta on taotluse esitamise selgelt väljendatud huvi kaevandamise vastu, peab olema võimalus kaevandada ka edaspidi ning neile aladele taastuvenergia tootmisel ei rajata. Samuti on olulised geoloogilise

uuringuruumiga või uuringuks taotletavad alad, sest geoloogilise uuringuga võetakse arvele täiendavat maavaravaru, mis võib osutuda perspektiivseks kaevandamise jaoks. Maardlates olevaid varuplokke on analüüsitud juhtumipõhiselt, s.t hinnang võimaliku tuulepargi ajutiseks rajamiseks

on antud kavandatava tuulepargi ja varu-
plokiga kattuva ala kohta, mitte maardla
kohta tervikuna.

**Kirde-Eesti taastuveneergetika piirkon-
nas** analüüsi kokku 67 tuulepargi võima-
likku asukohta, millest 65 kattusid osaliselt
või täielikult maavaradega.

Tuuleparkide rajamiseks kavandatavate
alade pindala oli esialgu Kirde-Eesti taas-
tuveneergetika piirkonnas kokku 48 774,40
ha, millest maardlatega kattus ligikaudu
49%. EGT tehtud analüüsi tulemusena on
sellesse piirkonda võimalik ajutiselt rajada
tuuleparke kogupindalaga 29 464,46 ha.
Maavaradest tulenevate piirangute tõttu
teeb EGT ettepaneku vähendada kavanda-
tavate tuuleparkide pindala 39,6%.

Detailsemalt on uurimistöös käsitletud
Eesti põlevkivimaardla 14 maardlaosa (li-
saks altkaevandatud alad), kolme fosfo-
riidimaardlat, kahte lubjakivimaardlat, 20
turbamaardlat ning ära on märgitud kokku
kuus liiva- ja kruusamaardlat. Samuti on
eraldi kirjeldatud tähtsamaid maavarade
perspektiiv- ja leivialasid.

**Kesk-Eesti taastuveneergetika piirkon-
nas** analüüsi kokku 137 kavandatava tuu-
lepargi ala, millest 65 kattusid osaliselt või
täielikult maavaradega.

Tuuleparkide rajamiseks kavandatavate
alade pindala oli esialgu Kesk-Eesti taas-
tuveneergetika piirkonnas kokku 79 426,70
ha, millest maardlatega kattus ligikaudu 6%.
EGT tehtud analüüsi tulemusena on sel-
lesse piirkonda võimalik ajutiselt rajada tuu-
leparke kogupindalaga 75 011,03 ha. Maa-
varadest tulenevate piirangute tõttu teeb
EGT ettepaneku vähendada kavandatavate
tuuleparkide pindala 5,6%.

Detailsemalt on uurimistöös käsitletud 26
turbamaardlat, kahte dolokivimaardlat,
ühete savimaardlat ning kokku 12 liiva- ja
kruusamaardlat. Samuti on kirjeldatud
maavarade perspektiiv- ja leivialasid.

Uurimistöe tulemuste rakendamine eeldab
õigusaktide, eelkõige maapõueseaduse
muutmist nii, et kindlaks määratud tingi-
mustel oleks võimalik ajutiselt taastuveneer-
getia taristuid maavaradele rajada.

KIRJANDUS

Tamm, J., Joosu, L., Vind, J., Leben, K., Habicht,
H., Mäo, M., Morgen, E., Ani, T. 2021. Maard-
latele ja maavarade perspektiiv- ning leivialadele
taastuveneergetika taristu rajamise analüüs.
Kirde- ja Kesk-Eesti. Eesti Geoloogiateenis-
tus, Rakvere, 270 lk. [https://fond.egt.ee/fond/
egf/9549](https://fond.egt.ee/fond/egf/9549).

Janne Tamm

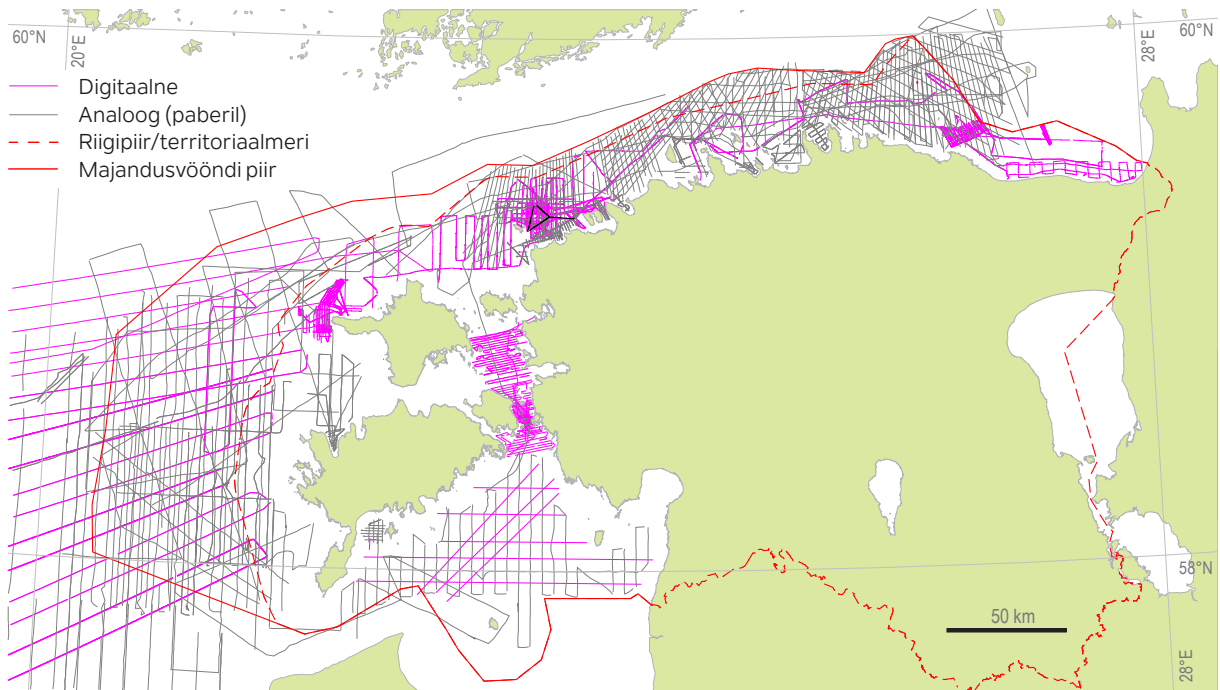
Janne.Tamm@egt.ee



Avamere tuulepargid: meregeoloogiline andmestik meretuuleparkide planeerimiseks

Üha teravnev globaalne energiakriis ühes kõrgustesse kerkinud elektrihinnaga on suurendanud huvi energia keskkonnasõbraliku tootmise, iseäranis avamere tuuleparkide rajamise vastu ka Eestis.

Merre mistahes ehitiste rajamiseks sobiva ala väljavalimine on keerukas protsess, mis lisaks paljude faktorite (keskkonnakaitseliste, navigatsiooniliste, kalanduslike jmt) arvesse võtmisele eeldab ka perspektiivse ala geoloogilise ehituse tundmist.



Eesti rannalähedases vöondis aastatel 1984–2020 tehtud seismo-akustiliste profiilide kaart.

Tänapäevane meregeoloogia tugineb suuresti erinevatele seismo-akustilistele meetoditele, mida Eesti rannikuvetes hakati erinevatel eesmärkidel (teaduslikel, geoloogilistel - merepõhja kaardistamine, inseneritehnilised huvid, maavarade otsingud jmt) rakendada eelmise sajandi lõpu-kümnenditel. Ligi kolmekümne aasta vältel on kogunenud ulatuslik seismo-akustiline andmebaas, mille profiilide paiknemisest meie rannikumere erinevates piirkondades, nende kvaliteedist ning kasutusvõimalusest koostasid EGT meregeoloogid 2021. a alguskuudel põhjaliku aruande. Olemas-

olev andmestik võimaldas anda ka esialgse ülevaate tuuleenergia perspektiivsemate arendamispiirkondade (Saaremaa läänerrannik, Liivi laht) geoloogilisest läbilõikest.

Erinevate energiafirmade kasvav huvi avamere tuuleparkide rajamise vastu eeldab EGT meregeoloogidelt olemasolevate, kuid seni interpreteerimata andmete töötlemist (digitaliseerimist, interpreteerimist) ning mõningates huvipakkuvates piirkondades (Liivi lahes) ka täiendavat seismo-akustilist profileerimist. Mõlemad tegevused on lisatud EGT meregeoloogia ja geofüüsika osakonna 2022. a esialgsesse tööplaani.

Sten Suuroja
Anu Veski

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



Merel tehti mõõdistatimised mootorpaadi slepis kummipaadis. Foto Sten Suuroja.

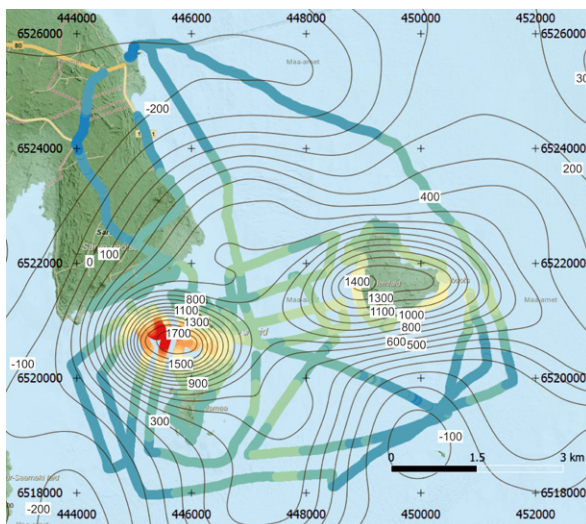
Hinnang Kaevatsi magnetanomaaliale

Kaevatsi magnetanomaalia paikneb Hiiumaa kaguranniku lähedal Sarve poolsaare ja Kaevatsi laiu vahel Soonlepa lahes. Anomaalia väljendub ümbritsevatest aladest tugevamas magnet- ja gravitatsiooniväljas. Anomaalia fikseeriti aastatel 1990–1991 toimunud aeromagnetomeetrilise kaardistamise käigus (Metliskaja ja Papko, 1992). Anomaaliat põhjustava geoloogilise keha koostis ja omadused on puuraukude puudumise tõttu ebaselged.

Aeromagnetilist kaardistamist teostati lennukõrgusega ligikaudu 300 m, marsruutide vahemaa oli 500 m. Lendude alusel avastati piirkonnas kaks anomaaliat, mille maksimaalne amplituud oli ümbritsevast alast

1800 (Kaevatsi) ja 1400 (Heinlaid) nT (nanoTesla) võrra kõrgemad. Ümbritseval alal on praegusel ajal magnetvälja tugevuseks ligikaudu 51950 nT.

Juulis 2021 mõõdeti anomaalia täpsustamise eesmärgil piirkonna maa- ja veepealset magnetvälja. Mõõtmised teostas EGT koostöös Tartu Ülikooli geoloogia osakonnaga, kasutades magnetilise küllastatuse anduri põhimõttel töötavat magnetomeetrit MagDrone R3 (SENSYS). Maapealsed mõõtmised tehti Heinlaiul, Kaevatsi laiul ning Sarve poolsaare lõunapoolses tipus, kandes magnetomeetrit käes. Merepealsete mõõtmiste puhul Kaevatsi laiul ja Heinlaiul ümbruses veeti magnetomeetrit mootorpaadi slepis olevas kummipaadis.



Magnetvälja	● 56500–57000	● 53500–54000
tugevus	● 56000–56500	● 53000–53500
(nT)	● 55500–56000	● 52500–53000
	● 55000–55500	● 52000–52500
● 57500–58374	● 54500–55000	● 51500–52000
● 57000–57500	● 54000–54500	● 51000–51500

Kaevatsi magnetanomaalia (värvilised jooned) Maa-ameeti ortofoto taustal. Isojooned väljendavad aeromagnetilise kaardistamise alusel eraldatud anomaaliaid nanoTeslades (nT).

KIRJANDUS

Henkel, H., 1994. Standard diagrams of magnetic properties and density – a tool for understanding magnetic petrology. *Journal of Applied Geophysics*, 32, 43–53.

Metlitskaja, V., Papko A., 1992. Aeromagnetiline kaardistamine mõõtkavas 1:25 000, 1:50 000 Eestis ja Šeifialadel 1987–1991. a (vene keeles). Belorusgeologija, Minsk, EGF4629.

Štokalenko M., 2017. Kaevatsi laiu geofüüsikalised anomaaliad. *Eesti Geoloogiakeskuse toimetised*, 13/1, 28–32.

Võrreldes aeromagnetilise andmestikuga näitavad hiljutiste tööde tulemused Kaevatsi anomaalia maksimumi nõrka nihet edela suunas (keskme koordinaadid 6520775N ja 445470E). Kaevatsi anomaalia amplituudi maksimumväärtus vee pealt mõõtes on pisut üle 6000 nT, mis on Eesti oludes igati tähelepanuväärne number, moodustades meid mõjutava globaalse magnetvälja väärtusest üle 10%. Anomaalia on lääneloode-idakagu suunas välja venitatud, asudes peamiselt Soonlepa lahes ja Kaevatsi laiu keskosas. Sarve poolsaareni anomaalia ei ulatu.

Lääneloode-idakagu suunas on anomaalia laiuseks poole amplituudi juurest mõõdetuna ligikaudu 1100 m; ristuv suunal ligikaudu 600 m. Anomaaliat põhjustava keha keskme sügavus on eelnevate laiuste alusel arvatuna (laius poole amplituudi juures jagatud kahega) 300–550 m.

Kaevatsi anomaalia sarnaneb mitmes aspektis Uljaste anomaaliaga. Esiteks, nii nagu Uljastes, kaasneb ka Kaevatsi magnetanomaaliaga nõrk positiivne gravitatsiooniline anomaalia (Štokalenko, 2017), mis viitab ümbritsevatest kivimitest tihedamate kivimite esinemisele ja/või muhule aluskorra reljeefis. Teiseks, anomaaliaga ei kaasne külgnevat negatiivset anomaaliat, mis tähendab, et anomaaliat põhjustaval kehal on tugev vertikaalsuunaline jääkmagnetiseeritus. Tugevat jääkmagnetiseeritust kannab peeneteraline magnetiit (Fe_3O_4), aga ka pürroitiin (FeS) (Henkel, 1984).

Nii magnetiidi kui pürroitiini jääkmagnetiseeritus on kildalisuse-suunaline, mistõttu võib oletada, et Kaevatsi anomaaliat põhjustav keha on subvertikaalne kaldenurgaga 70–80° lõunakaarde. On ka tõenäoline, et anomaaliat põhjustav geoloogiline keha sisaldab oma ülemises 100 m paksuses osas valdavalt rauasulfiide ning alumises osas rauaoksiide.

Mikhail Shtokalenko
Anu Veski

Mikhail.Shtokalenko@egt.ee
Anu.Veski@egt.ee

Maavärinate asukohad:

O - Osmussaar 1976. a, 1-4 - töös uuritud maavärinad 2016.-2018. a.

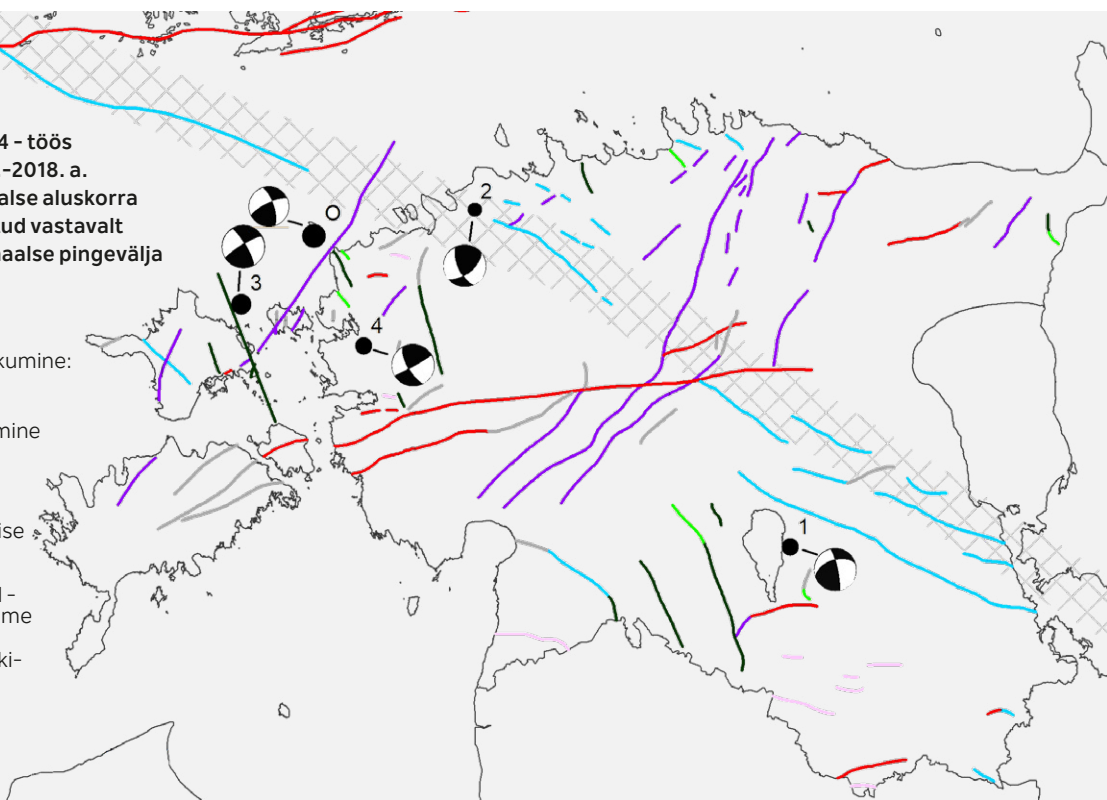
Visandatud on Eesti kristalse aluskorra murrangud, värvkodeeritud vastavalt nende suundadele regionaalse pingevälja suhtes.

Kui murrang aktiveerub seismitseiselt, on eeldatav liikumine:

- normaal murrang
- vasakpoolne nihkumine
- parempoolne nihkumine

○ Tõlgendatud liikumise suunad vaadeldud sündmuste puhul, mustad neljandikud - tõuge, valged - tõmme

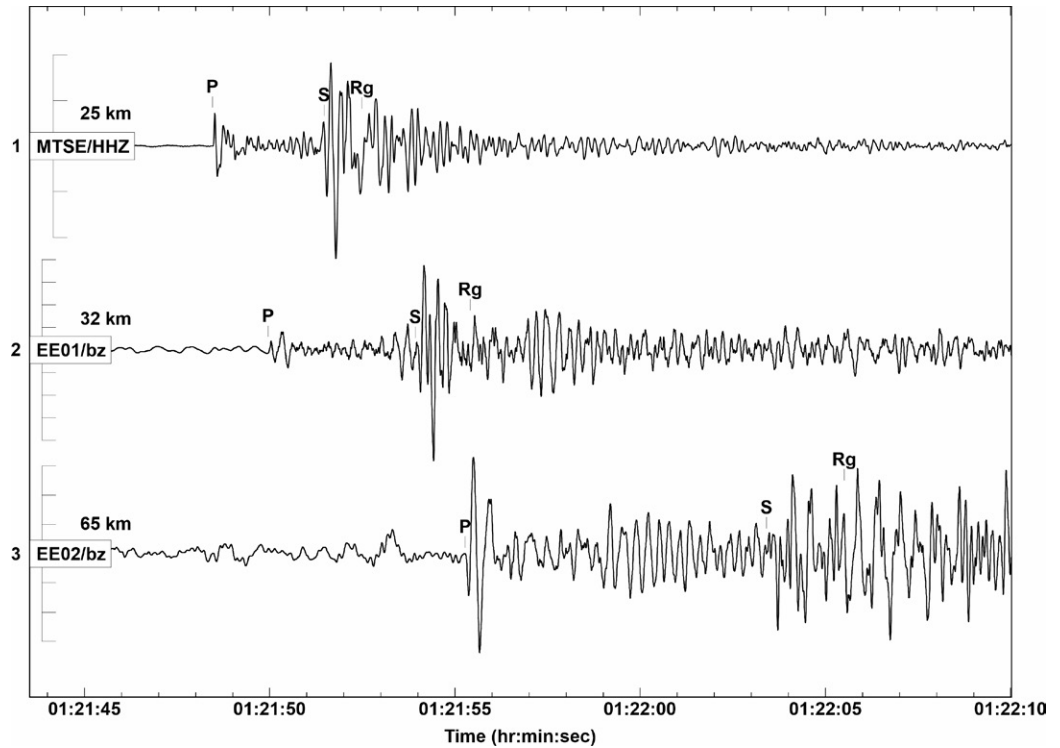
▣ Ahvenamaa-Paldiski-Pihkva rikkevöönd



Eesti maavärinad kajastavad laamade liikumist

2022. a ilmus Eesti-Soome koostöö tulemusena (Eesti Geoloogiateenistus, Helsingi Ülikooli seismoloogia instituut, TalTechi geoloogia instituut) ajakirjas *Seismological Research Letters* artikkel „Recent Intraplate Seismicity in Estonia, East European Platform”. Geoloogia-teenistuse poolt on töö autoriteks Heidi Soosalu ja Anu Veski.

Artikkel käsitleb nelja Eesti eri piirkonnades aastatel 2016–2018 tuvastatud maavärinat, mis leidsid aset sügavusel 3,5–11 km ja mille magnituudid jäid vahemikku 1,2–2,0. Sündmuste analüüs näitab, et neid kõiki on võimalik seostada nihkumisega ligikaudu põhjaloode-lõunakagusuunalistes vertikaalsetes murrangutes. Järelikult allub Eesti aluskorra murrangute



aktiivsus Põhja-Euroopa maapõue üldisele pingeväljale, mida ajendab globaalne laamade liikumine. Tulemus on kooskõlas Põhjamaade seismilisuse mustrite tõlgendustega. Lisaks võib oletada, et ka Eesti kõige suurema, 25.10.1976 Osmussaares toimunud 4,5-magnituudilise maavärina tingis sama tekkemehhanism.

Töö on põhjaneva tähendusega mõistmaks meie aluskorra dünaamikat, sest seni on Eesti maavärinate kohta olemas vähe kvantitatiivseid, seismogrammide analüüsimisele baseeruvaid uuringuid. Kuna geoloogiateenistus on praegu asunud kaasajastama ja laiendama riiklikku seisvojaamade võrku, on oodata seismoloogiliste maapõueteadmiste kiiret arengut.

Haapsalus 04.03.2018 toimunud maavärina (magnituud 1,7; sügavus 3,5 km) seismogrammide vertikaalkomponendid kolmes kõiges lähemas seisvojaamas kaugustel 25-65 km. Märgitud on pikilaine (P), ristlaine (S) ja pinnalaine (Rg) tulekuajad.

LINK ARTIKLILE

<https://pubs.geoscienceworld.org/ssa/srl/article-abstract/doi/10.1785/0220210277/612731/Recent-Intraplate-Seismicity-in-Estonia-East?redirectedFrom=fulltext>

Artikkel avaneb täismahus, kui klõpsata musta ruudu tekstile „PDF“.

Heidi Soosalu
Anu Veski

Heidi.Soosalu@egt.ee
Anu.Veski@egt.ee



Koorküla allikas 2021. aastal. Foto Andres Marandi.

2021. aastal möödus 330 aastat esimesest Eesti hüdrogeoloogia alasest artiklist ajakirjanduses

Vaadates üle ajaloolisi andmeid, avastasid Eesti Geoloogiateenistuse töötajad, et 8. oktoobril möödus 330 aastat artiklist, mida võib Eestis esimesena klassifitseerida hüdrogeoloogia-teemaliseks, sest seal kirjeldatakse allikaid

8. oktoobril 1691. a avaldati Revalsche Post-Zeitungis (Tallinna Postiajalehes) esimene objektiivseid andmeid sisaldav teade Eesti hüdrogeoloogia kohta. Artiklis räägiti Tartu Ülikooli meditsiiniprofessori, hilisema kuningas Karl XII ihuarsti Lars

Revalsche
Post-Zeitung
am Donnerstage/
Anno 1691. den 8. Octobr.
No. 81.

Aus dem Königl. Lager unter Pererpta vom 14. Sept.
Da der Armee war eine Parthei unter dem Comando des Herrn
Eron Hoff-Marschalls / und des Herrn Truchses von Littauen/
auscommandirt / und Hr. Majest. folgten mit dem Corpo / und
zu verhindern / daß die mit dem Proviant nach Cambrice gegangene Tarta-
ren / obige Parthei nicht attackiren möchte / welche einige auff 45000.
andere gar 60000. stark schätzten. Den 12. dieses wurde eine andere Par-
thei unter dem Obristen Ystra aufgeschickt / wider Hoff-Schas-Meister
Wiaagonski selbigen zu secundiren / commandirt, auff dessen Succurs sich
gedachter Herrscher verlassen / den Feind etliche mahl attackirte / als aber
gedachter Hoff-Schas-Meister mehr mit Worten als in der That ihn
secundirte / und Er mit einer Copie durchschossen vom Pferde fiel / ist der
ganze Schwarze Tartar gleich auff ihn gefallen / haben ihm den Kopf
abgeschlagen / das Herrs aufgerissen / und die lincke Hand wegen des Pitts
schier Nings abgehauen / welchen allen gedachter Hoff-Schas-Meister zu-
gehehen / und seine Hüfte gelasert / daß also dieser braver Cavalier umb-
kommen mußten. bey dieser Action hat der Littauische Groß-Feld-Herr mit
Gefahr seiner und seiner Schone eine schöne Action gethan. und die Littauis-
che Armee / welche in Gefahr war glücklich saluret / welche Eron-Armee
auch nicht zum Succurs kommen / da dann von unserer Seiten viel Invalide-
reit von denen so genannten güldenem Compagnie. des Herrn Dilwecki
und der alte Boriska beide sehr erfahrene und tapffere Contingenten gebie-
hen sind. Anhero hoffen unsere Sagagen zusammen / wo wir weiter hin
marchiren werden / daß man noch nicht.

Frankf.

Dörpt/ vom 3 Octobr.

Nachdem Herr Laurentius Micrander, Medicinæ Doctor und Profess. bey
dieser Königl. Academie, wie auch h. t. Rektor, gesehen / daß dieses Land mit vieler
Sprung-Quellen angefüllt / hat Er sich bemühet gut mineralisch Wasser oder
Heyl-uen aufzufuchen in sich derer Proben zu erkundigen / bis Er endlich den 5.
verfloffenen Augusti bey dem Hese Hertüll / so des Sehl. Hn. Obristen Ahnreys
Erben gehöret / amte aber an Hn. Johan von Vieteden / Königl. Rentmeister in
Niga veracadirer / zwene Springquellen oder Heilbrunnen erkunden / dieser Hoff
Hertüll liege 1 Meile von Helmet 10 Meilen von Dörpt / 15 Meilen von Pernau
und 22 Meilen von Niga / gedachte Quellen aber liegen unter einen grossen Sand-
berg perpendicularer, und rinnen durch einen Sand / da insonderheit die eine
Quelle mit einer solchen force und starken Ader springet und in die Höhe kochet /
daß Sie auff wenigste alle Stunde 7 a 8 Tonnen Wasser von sich gibt / und nach-
dem sie durch unterschiedliche artificiales gemachte Probe befunden / daß es ein
gut Martialisches Wasser / welches nicht allein Victriolum Martis, besunders auch
Sulphur volatile zugleich mit acido occulto in guter Quantität in sich hält: Wer
auff der Hr. Doct. gleich nach dessen Erfindung / obgleich die Zeit solcher Heyl-
brunnen sich zu bedienen verfloffen war / dennoch mit einigen Patienten sich dahin
verfüget / mit teilt trinkend und badend / des Wassers operation zu erfahren / da
man es durch Gottes Segen recht gut befunden / so / daß es per omnia emun-
ctoria, sedes, urinam & sudores, die überflüssige scharffe Schleime stark abführet /
und ein jeder Patient so sich vor diesem / und zwar bey so spater Jahreszeit / dieses
Wassers bedienen / verthütet davon gezogen / auch vermühret der Hr. Doctor, daß
wann bemeldtes Wasser zu rechter Zeit wird gebraucht werden / es durch Gottes
Gnade capabel viele schwere Krankheiten zu heben, Worvon mit negster Zeit
ausführlich sol berichtet werden.

8. oktoobril 1691 Revalsche Post-Zeitungis avaldatud esimene objektiivseid andmeid sisaldav
artikkel Eesti hüdrogeoloogia kohta.

Micranderi Koorküla mineraalveeallikate
avastusest.

5. augustil 1691 leidis Lars Micander Koor-
küla mõisa maadelt kaks terviseveeallikat.
Koorküla koobaste läheduses asuvad al-
likad pulbitsesid 1691. aastal nii jõuliselt ja
tugeva vooluga, et andsid üles pursates
vähemalt 7-8 tonni vett tunnis. Tol ajal teh-
tud erinevate proovide tulemusel selgus, et
tegemist on hea mineraalveega, mis sisal-
das hulgaliselt väävelhappe sooli ning muid
lenduvaid väävliühendeid.

Tõrva lähedal Valgamaal asuvad Koorküla
allikad on lisatud Eesti Looduse Infosüs-
teemi allikate nimekirja ning neid on käidud

korduvalt kirjeldamas - 22. mail 1975. aastal
möödeti allika vooluhulgaks 1 l/s ning 1998.
aasta augustis 0,5 l/s. Eesti Geoloogia-
teenistus plaanib vee kvaliteeti ja omadusi
uuesti analüüsida, kui Koorküla allikates on
rohkem vett.

Eesti Geoloogiateenistuse üheks ülesan-
deks on ka põhjavee keskkonna optimaalse
kasutuse ja kaitse printsiipide välja tööta-
mine ning selle põhjal otsuste tegemiseks
vajaliku hüdrogeoloogilise ja keskkonna-
geoloogilise info avalikustamine. Allikad on
üks koht, mille põhjal on võimalik hinnata
põhjavee ressursi ning seda on geolo-
ogiateenistus tegemas WaterActi projektis
koos teiste Eesti ja Läti teadusasutustega.

Andres Marandi Andres.Marandi@egt.ee



Pumpamiskatse Jõgeva puuraugus. Foto Sirli Sipp Kulli.

Hüdrokeoloogilise kaardistamise välitööd Kesk-Eestis

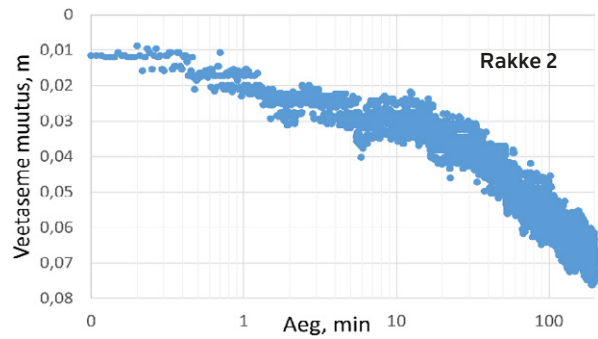
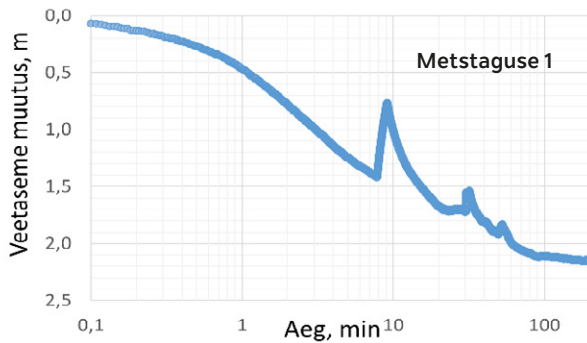
Kesk-Eesti hüdrokeoloogilisel kaardistamisel viidi läbi pumpamiskatsed ning kaardistati allikad, et koguda informatsiooni piirkonna põhjavee leviku ja kvaliteedi kohta.

Pumpamiskatsed

Pumpamiskatsed tehti kaheksas Kesk-Eesti puuraugus. Katsete eesmärgiks oli hinnata põhjaveekihi veejuhtivust. Pumpamiskatsete käigus pumbatakse põhjavett puurkaevust pideva tootlikkusega. Katsete käigus jälgitakse põhjaveetaseme

alanemist. Pumpamiskatse kestab 200 min, et hiljem oleks võimalik põhjaveetaseme alanemise põhjal arvutada veekihi veejuhtivust. Esimese 10 min jooksul mõõdetakse veetaseme muutusi iga minuti tagant, hiljem harvem. Lisaks paigaldatakse puurauku automaatne veetaseme mõõtmise andur. Pärast pumpamiskatset viiakse läbi ka taastumiskatse, kus vaadeldakse põhjaveetaseme taastumist 200 min jooksul pärast pumpamise lõppu.

Edukad katsed viidi läbi Metstaguse 1, Koigi, Tännasilla, Sulustvere ja Rakke 2 puuraugus.



Veetaseme muutused Metstaguse 1 ja Rakke 2 puuraugus. Muutused Metstaguse 1 kaevu veetaseme languses on tingitud generaatõri lühiajalistest tõrgetest

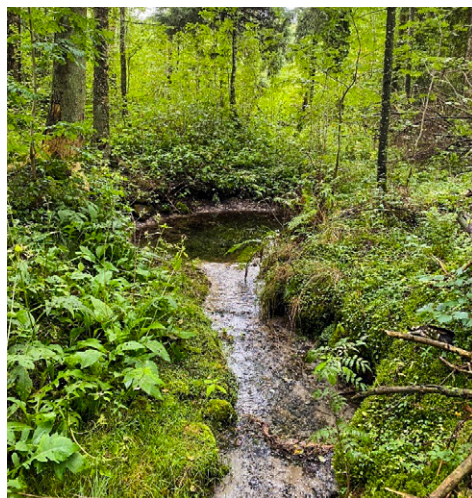
Jõgeva ja Kareda puuraugu veeandvus oli väga hea ja pumpamise käigus ei suudetud põhjaveetaset alandada. Seevastu Metstaguse 2 puuraugu puhul ei olnud võimalik katset läbi viia, kuna madala veeandvusega puurauk sai veest tühjaks.

Allikad

Hüdrogeoloogilise kaardistamise käigus külastati Põltsamaa, Jõgeva, Torma ja Kal-

laste kaardilehtedel asuvaid allikaid. Allikaltelt koguti veeproovid, hinnati vooluhulka ning mõõdeti väliparameetreid. Kaardistatud allikad koos fotode ja mõõdetud väliparameetritega sisestati projekti WaterAct loodud veebirakendusse <https://allikad.info>.

Külastatud allikatest suurimad on Põltsamaa kaardilehel, vooluhulgaga rohkem kui 10 l/s. Suurima deebitiga allikad olid Nea-



Neanurme allikas. Foto Magdaleena Männik.



Tarakvere allikad. Foto Magdaleena Männik.



Hüdrogeoloogilise kaardistamise välitööd 2021. aastal.

nurme ja Kruusi allikas Põltsamaa kandis. Mõlema puhul on tegemist tõsuallikatega, kus allikapõhjas ja väljavoolus leidub palju allikalupja. Nii Neanurme kui ka Kruusi allika veeproovist tuli välja kõrgenenud nitraatide sisaldus, vastavalt 44 mg/l ja 52 mg/l. Võrdluseks - joogivee nitraadi piirsisalduseks on 50 mg/l.

Põltsamaa ja Jõgeva vahel asub Ilvese allikas, mille vooluhulgaks hinnati 2 l/s. Jõgeva külje all kaardistati ning võeti veeproovid lisaks veel tiheda võsa sees asuvast Keevallikast, mis on tõsuallikas ning mille

vooluhulk oli ca 1 l/s, ning Rajaallikast, mis on langeallikas vooluhulgaga ca 4 l/s. Jõgeva kaardilehel kaardistati ka Kubja talu allikas ning Laiuse mäel asuv Siniallikas.

Torma kaardilehel kirjeldati Tarakvere allikaid ning Veski allikat. Lisaks kaardistati Halliku allikas vooluhulgaga 0,5 l/s, Haavakivi tõsuallikas 1 l/s ning kaardistamise ajal kuivad olnud Reinu ja Piiri allikas. Kallaste kaardilehel kaardistati Alatskivil asuv Kesk-Devoni Aruküla lademe liivakivist välja voolav Punane allikas, mille vooluhulgaks saadi 0,37 l/s.

Magdaleena Männik

Magdaleena.Mannik@egt.ee



Konso järv, järve kaldal asuvad seirekaevud. Foto Merle Truu.

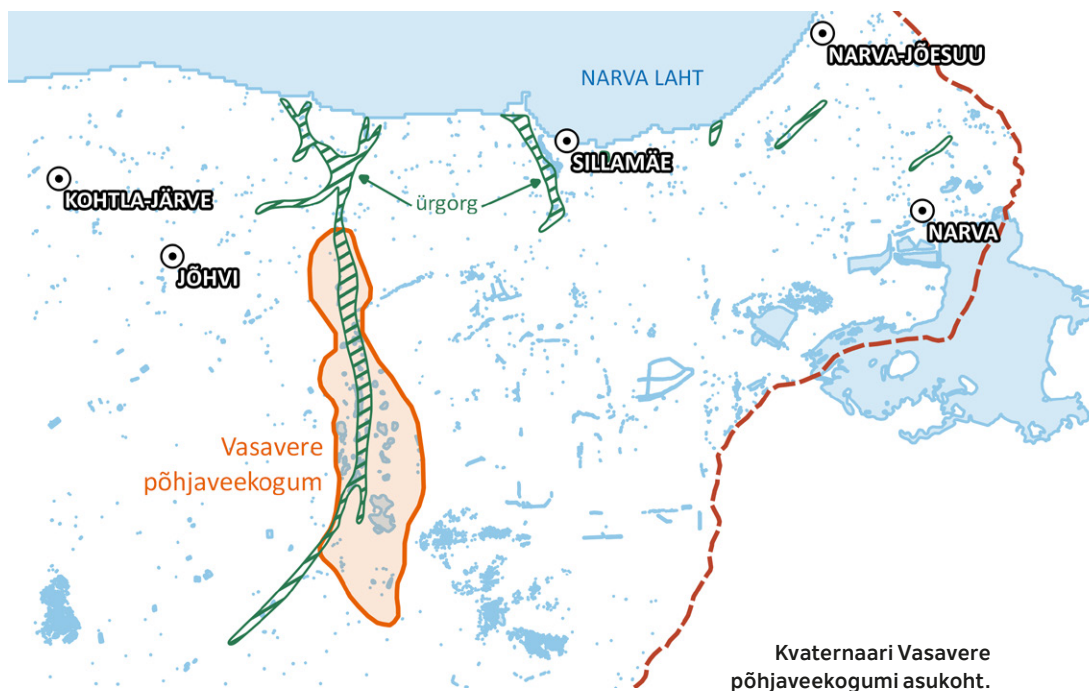
Vasavere põhjaveekogum – Ida-Virumaa joogivesi

Kvaternaari Vasavere põhjaveekogum asub Ida-Viru maakonnas Kurtna mõhnastikus ja kogumi pindalast moodustab märkimisväärse osa Vasavere mattunud ürgorg.

Kogumi põhjavesi toitub valdavalt Kurtna mõhnastikule langevatest sademetest, vähemal määral ka ümbritsevatest Ordo-viitsiumi põhjaveekogumite veest. Liiva- ja kruusasetetest koosnev veekiht on praktiliselt kaitsmata maapinnalt pärineva reostuse eest. Viimased põhjaveekogumite seisundi hinnangud näitasid, et Kvaternaari Vasavere põhjaveekogumi keemiline

seisund on halb, kuna sealse põhjavees on täheldatud ammooniumi (NH_4^+) ja oksüdeeritavuse (PHT, mis sisuliselt väljendab orgaanilise aine hulka vees) kõrgeid, kasvusuundumusega sisaldusi. Kuna Vasavere põhjaveekogumil paikneb oluline Vasavere veehaare, mis varustab Jõhvi linna ja selle lähikonna elanikke joogiveega, oli oluline tuvastada põhjavees esinevate keemiliste muutuste põhjused.

Projekti LIFE IP CleanEST raames läbi viidud uuring kinnitas kõrgete PHT ja NH_4^+



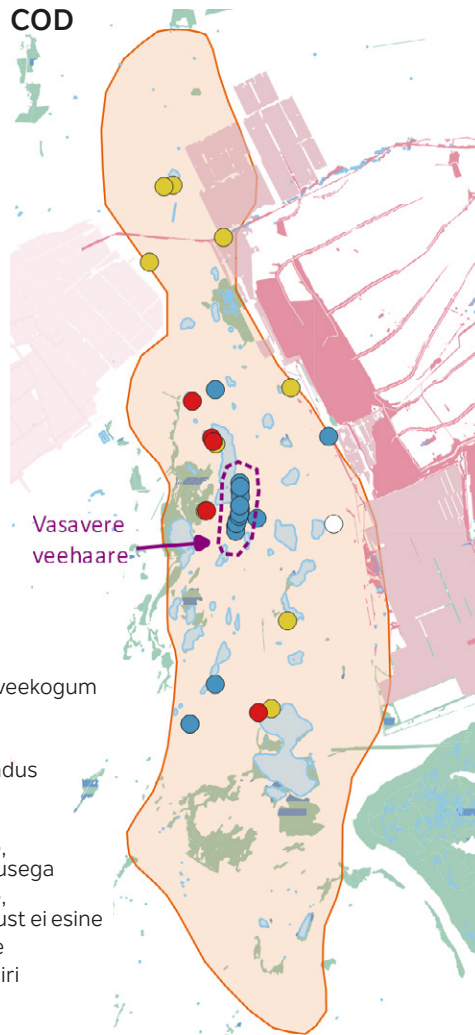
väärtuste esinemist Vasavere põhjaveekogumis. Riiklikust põhjaveeseirest tihedam proovipunktide võrk näitas, et enam kui pooltes uuringusse haaratud puurkaevudes olid PHT ($0,3 - 3,8 \text{ mgO}_2/\text{l}$) ja NH_4^+ ($0,01 - 0,27 \text{ mg/l}$) keskmised väärtused piirväärtustest (PHT – $5 \text{ mgO}_2/\text{l}$; NH_4^+ – $0,5 \text{ mg/l}$) madalamad, mis viitab põhjavee kvaliteedi-probleemide lokaalsele iseloomule.

PHT ja NH_4^+ kõrgemad väärtused (vastavalt $7,4 - 42,0 \text{ mgO}_2/\text{l}$ ja $0,54 - 3,87 \text{ mg/l}$) olid iseloomulikud märgalade läheduses asuvatele puurkaevudele ning tulenevad järvede hapnikuvaestest settekihtidest pärineva vee valgumisest puurkaevudesse. PHT ja NH_4^+ sisalduste kasvusuundumused võivad olla põhjustatud intensiivsemast järvevee filtratsioonist puurkaevudesse, suurenenud inimkoormusest järvedele või/ja globaalsest

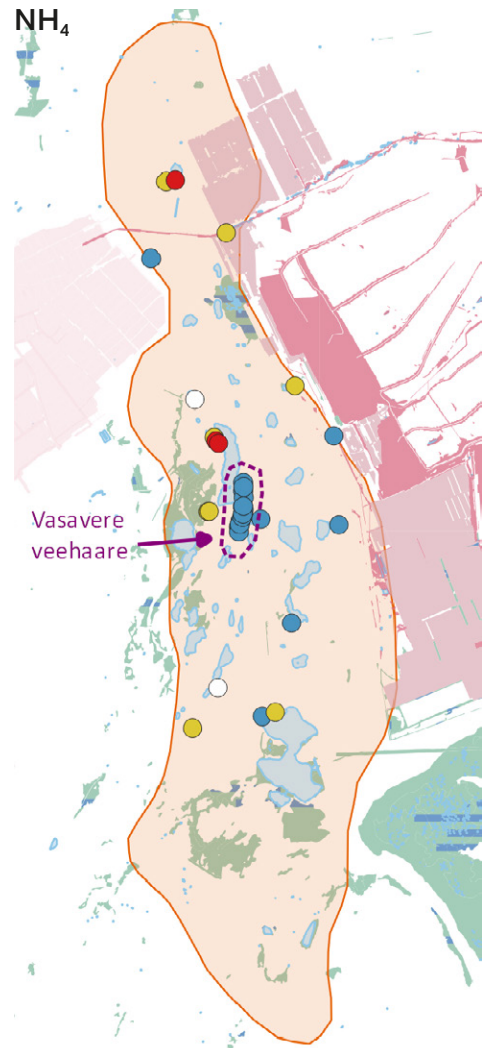
soojenemisest põhjustatud kiirenenud aineringest.

Seevastu järvedest ümbritsetud Vasavere veehaarde puurkaevudes kõrgeid PHT ja NH_4^+ sisaldusi ei esinenud. Kuna Vasavere veehaare asub Pannjärve karjääri vahetus naabruses, võib eeldada, et suur osa veehaarde veest pärineb Pannjärve karjäärist, kus kaevandustegevus põhjustab vee-samba segunemise ja aeratsiooni. Täiendav aeratsioon vähendab oluliselt PHT ja NH_4^+ sisaldusi Vasavere veehaardega piirneva karjääriosa vees, mis omakorda peegeldub Vasavere veehaarde vees. Seega igasugused hüdrooloogilised muutused Pannjärve karjääris võivad kajastuda nii veehaarde koguselises kui ka keemilises seisundis ning karjääri laienemisel või sulgemisel tuleks tingimata eelnevalt analüüsida iga tegevuse võimalikku mõju Vasavere veehaardele.

COD



NH₄



- Vasavere põhjaveekogum
- Seisuveekogu
- Märgala
- Põlevkivikaevandus
- Karjäär
- Üle piirväärtuse, kasvusuundumusega
- Üle piirväärtuse, kasvusuundumust ei esine
- Alla piirväärtuse
- Alla määramispiiri

PHT ja NH₄⁺ levik Kvaternaari Vasavere põhjaveekogumis.

KESKKONNAINVESTEERINGUTE KESKUS

cleanest 



UURIMISTÖÖ ELEKTROONILINE VERSIOON

<https://lifecleanest.ee/aruedend>

Valle Raidla
Merle Truu
Marlen Hunt
Enn Karro

Valle.Raidla@egt.ee
Merle.Truu@egt.ee
Marlen.Hunt@egt.ee
Enn.Karro@ut.ee



Foto <https://aigakrauze.wixsite.com/wateract>.

„Joint actions for more efficient management of common groundwater resources“ (WaterAct)

EGT osaleb Eesti-Läti koostööprojekti „Joint action for more efficient management of common groundwater resources“, lühendatult WaterAct. Eesmärgiks on ühendada kahe riigi piirilähedased põhjaveekogumid, ühtlustada riikidevahelist andmehaldust ja alustada riikliku põhjaveeseire tulemuste regulaarset andmevahetust.

Projekti käigus analüüsitakse teistes Euroopa Liidu riikides tehtud uuringuid piiriüleste põhjaveekogumite moodustamisel ning nende seisundi hindamisel. Ühtlustatakse meetodikad põhjaveekogumite seisundi (koguseline ja keemiline) hindamiseks ning selle alusel hinnatakse piiriüleste Koiva (läti keeles Gauja) ja Salatsi (läti keeles Salaca) vesikonna seisundit. Elustikueksperdiidele koostatakse laiapõhjaline käsiraamat, mis aitab mõista põhjaveest sõltuvate ökosüsteemide olemust ning lihtsustada

PROJEKTI RAAMES LÄBI VIIDAVAD TEGEVUSED

- projektipartnerid vahetavad kogemusi juba teostatud asjakohaste uuringute kohta ning jagavad põhjaveekogumite seisundi hindamise meetodikaid;
- parendatakse teadmusbaasi, analüüsid EL veepoliitika nõudeid ja teiste EL-i liikmesriikide kogemusi (sh osaledes rahvusvahelistel konverentsidel);
- eluslooduse ekspertidele (keskkonnaspetsialistid, ametnikud jne), kellel puuduvad spetsiifilised teadmised hüdroloogia ja hüdrogeoloogia valdkonnas, koostatakse käsiraamat, mis aitab tuvastada ja hinnata põhjaveest sõltuvaid ökosüsteeme;
- arendatakse põhjavee andmete (veetasemed ja keemia) töötamiseks vajalikke lahendusi ja koolitatakse eksperte (kasutades R-programmeerimiskeelt);
- hinnatakse piiriüleste põhjaveekogumite seisundit, kasutades projektis välja töötatud ühtlustatud põhimõtteid ja vahendeid;
- luuakse piiriülese põhjavee seire strateegia Koiva ja Salatsi vesikonnale;
- optimeeritakse Koiva ja Salatsi vesikonnas paiknevate valitud allikate seire ja modelleeritakse valitud allikate valgalad.

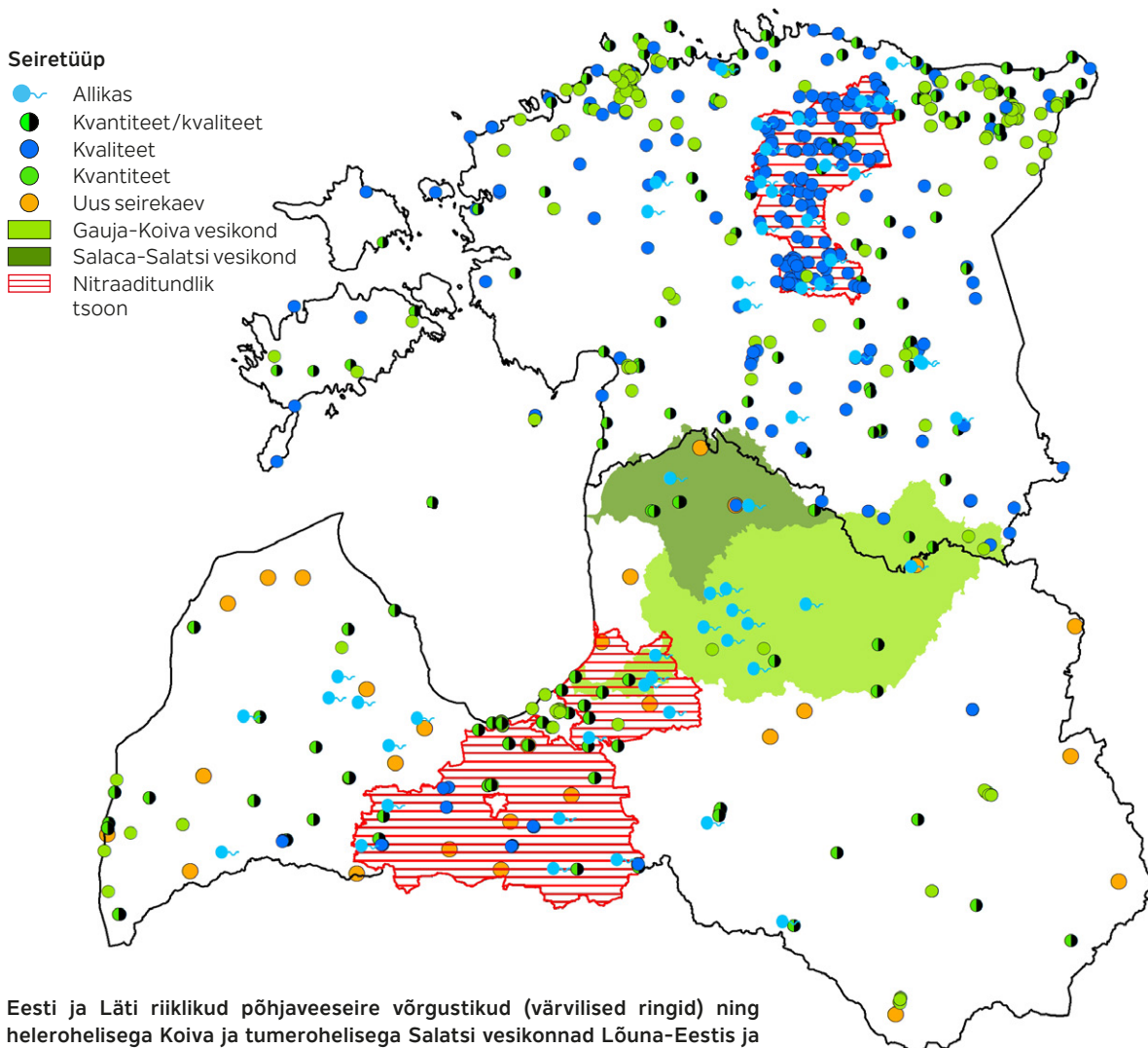
PROJEKTI PEAMISED ÜLESANDED

1. Jagada kogemusi, teadmisi ja häid juhtimistavu projektipartnerite ja teiste EL riikide ekspertide vahel.
2. Hinnata Koiva ja Salatsi vesikonna ühiseid põhjaveevarusid, et parandada põhjavee pikaajalist majandamist ja tagada siduvate EL-i direktiivide rakendamine.
3. Edastada vastutavatele organisatsioonidele ja üldsusele teavet põhjavee ja sellega seotud ökosüsteemide kaitse kohta.

nende seisundi hindamist. Lätlaste eeskujul katsetatakse ka Eestis allikate kui põhjavee looduslike väljavoolukohtade kaasamist põhjaveeseiresse. Projekti käigus on juba loodud rakendus vabatahtlikele allikate kaardistamiseks (domeenid nii Eesti kui Läti keeles) koos allikate seiramise juhendmaterjalidega (eesti, läti ja inglise keeles) www.allikad.info ja www.avoti.info.

EGT töötajad, Tallinna Ülikooli ökoloogia keskuse ja Läti Ülikooli teadurid on käinud kolmel korral välitöödel, et Koiva ja Salatsi vesikonna allikate veekeemia analüüsimiseks veeproove koguda. Keemilised analüüsid tehakse Tallinna Ülikooli ja Läti Ülikooli laborites. Kogutud andmed koondatakse ühtsesse andmebaasi ning neid analüüsid otsitakse erinevatele põhjaveekihtidele iseloomulikke marker-elemente, mille abil tuvastada allikate seotus põhjaveekihtidega.





Eesti ja Läti riiklikud põhjaveeseire võrgustikud (värvilised ringid) ning helerohelisega Koiva ja tumerohelisega Salatsi vesikonnad Lõuna-Eestis ja Põhja-Lätis. Punase viirutusega on tähistatud nitraaditundlikud alad.

Allikate valgalade modelleerimisse panustavad EGT ja Läti ülikool. Katsetatakse erinevaid lähenemisi leidmaks alasid kust allikatest välja voolav vesi võiks pärineda. Nõrgalt mineraliseerunud veega allikate puhul kasutatakse eelkõige maapinna kõrgusmudeli andmetest üldistatud alasid ning Devoni põhjaveekihtidest pärineva veega allikate puhul kasutatakse hüdrogeoloogilise mudeli abi.

Projekti tulemusi kasutatakse vesikondade majandamiskavade (2022–2027) kolmanda perioodi arenguvajaduste jaoks. Põhjavee majandamise projekti käigus väljatöötatud strateegiat kasutatakse riiklike põhjavee seireprogrammide kavandamiseks Eestis ja Lätis. Projekti tulemusi levitatakse projekti partnerite veebilehtedel ja sotsiaalvõrgustikes.

Projekti rahastatakse Eesti-Läti piiriülese koostöö programmist Interreg V-A ning KIKikeskkonnaprogrammist, projekt viiakse ellu perioodil 01.06.2020 – 30.09.2022 ning selle kogueelarve on 411 764,76 €, millest Eesti-Läti Interreg V-A programmi panus on 350 000 € ja partnerite omaosalus 61764,76 €.

PROJEKTI PARTNERID

Läti keskkonna-, geoloogia- ja meteoroloogia-keskus, hüdrogeoloogia osakond (juhtpartner, LV), Keskkonnaministeerium (EE), Eesti Geoloogiateenistus (EE), Tallinna Ülikool, ökoloogia instituut (EE), Looduskaitseamet, looduskaitseosakond (LV), Läti Ülikool, geograafia ja maateaduste teaduskond (LV), Vidzeme planeerimispiirkond (LV), Keskkonnaagentuur (EE)

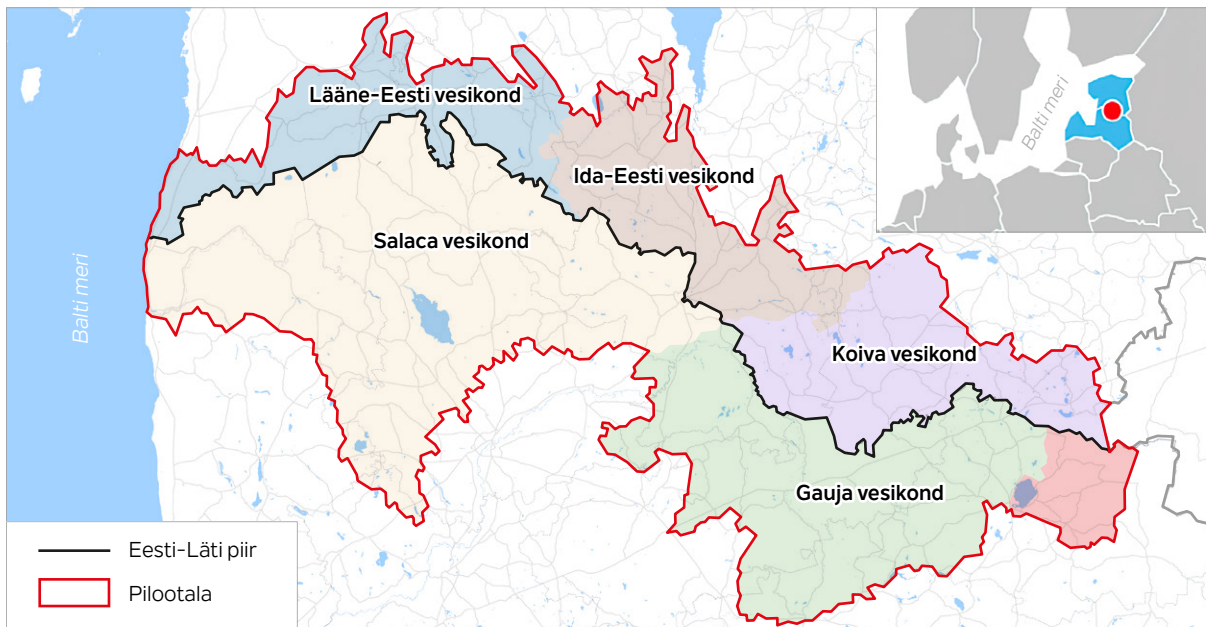


Projekti materjalid ja infot toimunud tegevuste kohta leiab projekti juhtpartneri kodulehelt ning blogist <https://aigakrauze.wixsite.com/wateract>.

Lisateavet programmi kohta leiate www.estlat.eu.

Siim Tarros

Siim.Tarros@egt.ee



EU-WATERRES projekt

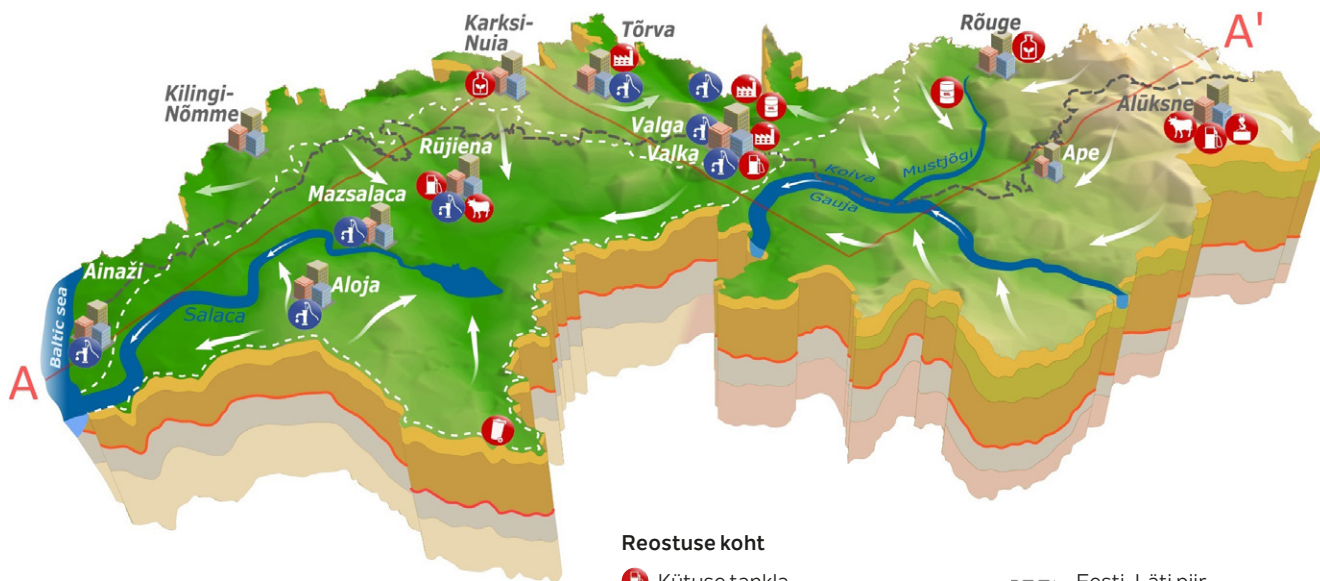
EU-WATERRES projekti üldesmärk on luua vahendid piiriülese põhjavee koordineeritud haldamiseks ja integreeritud kaitseks geoinfoplatvormi kaudu. Projekti raames arendatavasse platvormi on integreeritud GIS-i modelleerimiskeskond digitaalsete hüdrogeoloogiliste kaartide loomiseks ning piiriülese põhjavee kvantiteedi ja kvaliteedi simuleerimiseks.

Projekti raames luuakse 2 piiriülest klastrit, mis esindavad kahte piirkonda: Baltikumi ja Ida-Euroopat. Kahes valitud pilootpiirkonnas viiakse läbi teadusuuringud piiriüleste piirkondade põhjavee kvaliteedi ja kvantiteedi kohta. Läti-Eesti piirialal ja Poola-Ukraina piiril, mis on ühtlasi Euroopa Liidu idapiiriiks, töötatakse mõõtmisandmete põhjal välja põhjavee-

voolu dünaamika mudelid, mis võimaldavad hilisemas etapis hinnata nende vastuvõtlikkust nii inimtekkelistest kui ka looduslikest allikatest pärinevale reostusele või saastatusele.

Projekti eesmärgid on:

- luua piiriüleste põhjaveekihtide andmete ühtseks töötlemiseks, seisundi hindamiseks ning põhjaveekihtide majandamiseks ühine geoinfo platvorm;
- luua lahendused piiriülese põhjavee kooskõlastatud haldamiseks ja kaitseks;
- luua alused piiriülese põhjaveevoolu seireks;
- suurendada andmeid registreerides piiriülese põhjavee seisundi hindamise usaldusväärsust;
- katsetada loodud lahendusi neljal pilootalal (3 alal Euroopa Liidus ja 1 alal Ukrainas).



Hüdrogeoloogiline struktuur

- UURITAV ALA
- Kvaternaarne põhjaveekihi süsteem
 - Plavinas-Orge põhjaveekihi süsteem
 - Aruküla-Amata põhjaveekihi süsteem
 - Narva piirkondlik põhjaveekiht
 - Pärnu-Tilže põhjaveekihi süsteem

Reostuse koht

- Kütuse tankla
- Kütuse- ja õlitooted
- Põllumajanduse mürgid, väetised
- Loomafarm
- Ümberlaadimise koht
- Prügila, jäätmejaam
- Asfalditehas

- Eesti-Läti piir
- Vesikond
- Valgala voolutee
- Põhjavee võtmine (>100 m³/d)
- Asustatud koht (linn)
- A-A' Läbilõige

Projekt on rahastatud EMP ja Norra toetuste piirkondliku koostöö fondi kaudu ning sellel on lisaks EGT-le 8 partnerit Poolast (2), Lätist (2), Ukrainast (2) ja Norrast (1).

EGT koordineerib EU-Waterres projektis 4. töopaketi tegevusi, mille eesmärk on põhjavee andmete integreeritud kasutuse tugevdamine piiriülestes piirkondades. Selle tarbeks luuakse Poola Geoloogiainstituudis GIS platvorm, kuhu hakatakse koondama piiriülestes testalade andmeid ning erinevaid töövahendeid.

Kõigi nelja testala kohta luuakse ühtsete põhimõtete kohaselt ühine ruumiandmebaas, mis sisaldab hüdrogeoloogilisi andmeid ja teavet inimtegevusest tulenevate mõjude kohta põhjaveele piiriülestes piirkondades. Pidades silmas põhjavee haldamise ja kaitsega tegelevaid institutsioone ning avalikku, äri- ja akadeemilist sektorit, koostatakse peamiste

sidusrühmade jaoks välja kontseptsioon ja meetodika harmoniseeritud hüdrogeoloogilise kaardi ja inimtekkeliste mõjude kaardi loomiseks põhjaveele. Projekti lõpuks luuakse piiriülestes põhjaveekogumite jaoks digitaalsed hüdrogeoloogilised kaardid mõõtkavas 1:200 000.

2021. aastal koostati EGT juhtimisel meetodika piiriülestes alade hüdrogeoloogilise info harmoniseerimiseks ning hüdrogeoloogiliste kaartide koostamiseks. Meetodika välja töötamisel juhenduti rahvusvahelistest hüdrogeoloogiliste kaartide juhenditest ning võeti arvesse kõikide testalade hüdrogeoloogilisi tingimusi ning projektpartnerite kogemustesi põhjavee kaardistamisel.

Magdaleena Männik

Magdaleena.Mannik@egt.ee



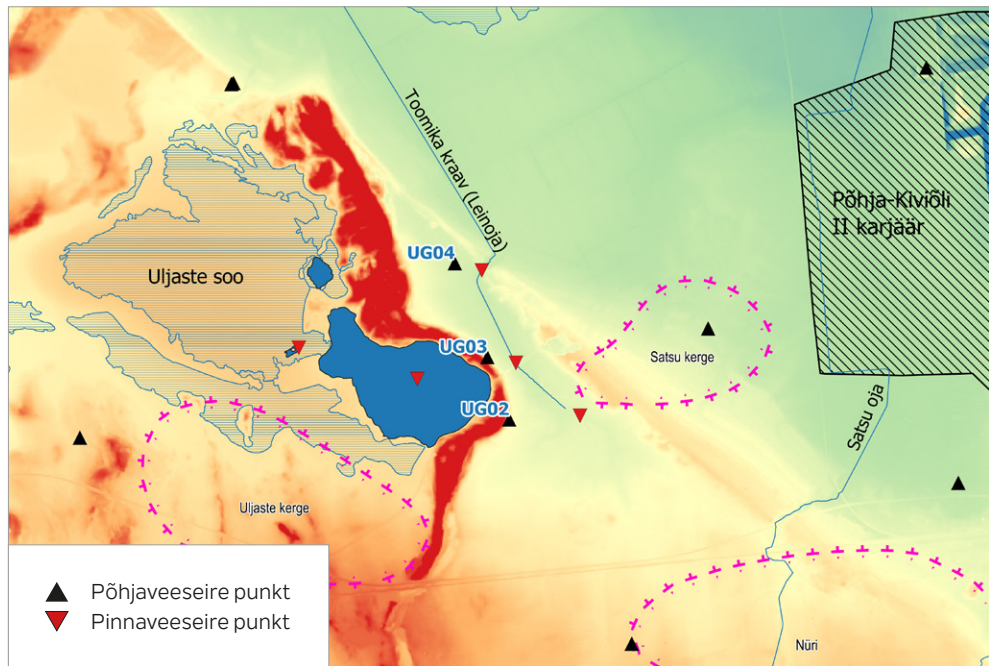
EGT paat Uljaste järvel. Foto Sten Suuroja.

Algasid pinna- ja põhjaveeuuringud Uljaste järvel ning selle lähiümbruses

Lüganuse vallas ja ka laiemalt on tõsist arutelu tekitanud Kiviõli Keemiatööstuse kava uurida põlevkivivarusid Põhja-Kiviõli praegusest mäeeraldisest läänes, Uljaste järve poole jääval alal. Arutelu põhiküsimus on: kas ja kuidas mõjutab kaevandustegevuse laienemine Uljaste järve suunas järve veetaset. Küsimustele vastuse leidmiseks alustas Eesti Geoloogiateenistus 2021. aasta kevadel Uljaste piirkonnas kaks ja pool aastat kestvaid põhja- ja pinnavee uuringuid.

Veevahetus Uljaste järves

Jääliustiku taganemisel tekkinud Uljaste järve idakaldal kõrgub Uljaste oos ning läänekallast piirab Uljaste soo. Uljaste järv on aeglase veevahetusega umbjärv, mis toitub sademetest ning oosi nõlvadelt ja Uljaste soost nõrguvast veest. Vee äravool järvest toimub tõenäoliselt läbi oosi, mööda hästi vett juhtivaid kruusa- ja liivakihte ning jäävabal perioodil järve pinnalt



Pinna- ja põhjaveeseire punktide paiknemine. Aluskaart kõrgusmudel maapinnakõrgustega vahemikus 50–80 m ümp. Maa-amet 2017.

aurudes. Samas on Uljaste oosist ida pool paikneva Toomika kraavi põhi 2–4 m madalam Uljaste järve veetasemest, mis viitab ka vettpidavate kivimite olemasolule järve põhjas.

Üks oluline tegur Uljaste järve loodusliku seisundi säilimisel on veevahetus järve ja teda ümbritseva keskkonna vahel. Muutusi veevahetuses võivad esile kutsuda nii kliimasoojenemisest tulenev sademete ja aurumise vahekorra muutus kui ka erinevad inimtegurid. Ebasoodsad mõjud väljenduvad eelkõige järve veetaseme muutuses. Selleks et järve ja põhjavee vahelisi seoseid välja selgitada, rajati 2021. aasta esimesel poolel Uljaste järve ümber pinna- ja põhjavee seirevõrk.

Pinnaveeseire

Rajatud pinnaveeseirevõrku kuulub 5 vaatluspunkti: 1 Saarljärves, 1 Uljaste järves ning 3 vaatluspunkti Toomika kraavis. Kõigis viies punktis mõõdetakse veetaset automaatsuridega ning jää- ja lumeval perioodil kord kuus vee temperatuuri, pH ja elektrijuhtivust ning kogutakse vee isotoopproove. Toomika kraavis mõõdetakse ka vee vooluhulka.

Koostöös Tallinna Ülikooli ökoloogia keskusega käidi septembris paadiga Uljaste järvel, et mõõta järvevee vertikaalset temperatuuri ja elektrijuhtivuse profiile. Mõõtmistulemused näitasid, et Uljaste järve vesi on hästi segunenud, vee ja elektrijuhtivuse näitajad olid kõikidel mõõdetud profiilidel ühesugused. Elektrijuhtivuse näit 21 $\mu\text{S}/\text{m}$

viitab järvevee väga madalale mineraalusele, millest võib omakorda järeldada, et põhjaveetoite osakaal järve veebilansis on väike. Võrdluseks võib tuua Toomika kraavist septembris mõõdetud vee elektrijuh-tivuse näidu 520 $\mu\text{S}/\text{m}$, mis vastupidi viitab suurele põhjavee osakaalule kraavi vees.

Põhjaveeseire

Põhjaveetaseme jälgimiseks paigutati 7 veetaseme andurit olemasolevatesse tarbekaevudesse ning Uljaste oosist ida poole rajati 3 seirekaevude gruppi (UG02, UG03, UG04), kokku 7 kaevu. Kõikide puurkaevude rajamisel kasutati kärniga puurimist, mis võimaldas saada täpse geoloogilise kirjelduse. Kõigis gruppides seiratakse veetaset nii pinnakattes kui ka Keila-Kukruse veekihi ning ühes grupis (UG03) ka Lasnamäe-Kunda veekihi. Kõik rajatud seirekaevud on leitavad keskkonnaregistrist, seirekaevude katastrinumbrid on 64156, 64158, 64157, 64155, 64159, 64160, 64154.

Puurkaevu geofüüsikalised uuringud

Kõigis rajatud seirekaevudes viidi läbi puurkaevu geofüüsikaline uuring, mille käigus tehti puurkaevudes loodusliku gamma-kiirguse karotaaž, mis võimaldab eristada savikaid ja vähem savikaid kivimikihte. Kavernomeetri abil määrati lõhede olemasolu puurkaevude avatud osa kivimikihtides. Salvestati 360° optiline kaamerapilt puurkaevu seinast. Tiiviku abil mõõdeti vee vertikaalset liikumist kaevudes ning mõõdeti vee elektrijuh-tivust ja temperatuuri kogu veesamba ulatuses.

Nii rajatud vaatluskaevude läbilõigete kirjeldused kui ka gammakarotaaži tulemused näitavad, et oosi moodustavad vett hästi



Seirekaevu UG03L rajamine südamikpuurimisega. Foto Maile Polikarpus.

juhtivad kruusad ja liivad, kuid oosi alumise 2-3 m paksuse osa moodustab moreeni-kiht. Geofüüsika uuringute tulemusena joonistus välja kõigis Keila-Kukruse seirekaevudes horisontaallõhe, mille kaudu toimub vee sisse või väljavool kaevu. Nii geofüüsikalise uuringu kui ka puursüdamiku põhjal võib järeldada, et seirekaevu UG04K ümbruses 6 m paksuse pinnkatte all on lubjakivi karstunud ja lõheline, kus põlevkivikiht puudub.

Järve põhjasetete uuringud

Uljaste järve põhjasetete uurimiseks võeti käsipuuriga setteproove järve jäält ning maikus viidi järvel läbi järvepõhja seismakustilised uuringud, kus erinevate seadmete abil oli võimalik määrata erinevate settekihtide paksus järve põhjas ning määrata aluspõhja kivimite lasumussügavust.

Järvesetete sondeerimisel leiti, et valdavalt on järve põhi kaetud püdela orgaanilise



Järve põhjasetete puurimine. Foto Maile Polikarpus.

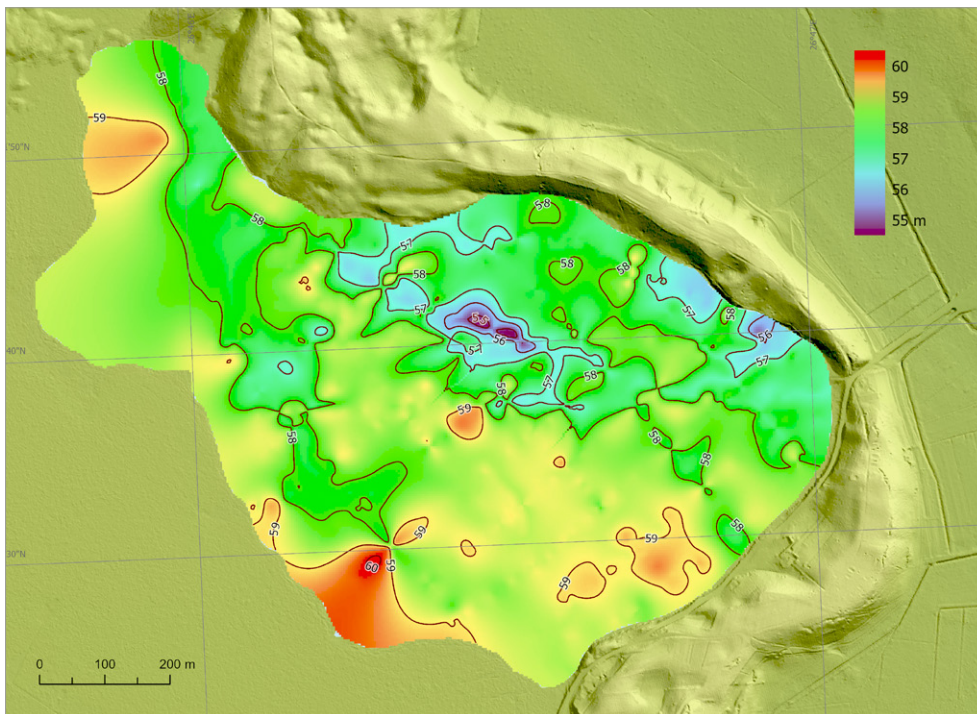


Uljaste järve põhjasetetest proovi võtmine.
Foto Maile Polikarpus.

muda ja/või hästi lagunenenud turbaga, mille kogupaksused varieerusid 0,3–2,35 m, olles siiski keskmiselt 0,75 m. Muda ja turba üleminekud ei ole selged ning nende kihtide omavaheline eristamine on kohati raskendatud. Orgaanikarikastele kihtidele järgneb liivakam kiht, mis üldjuhul on keskmiselt 0,8 m paksune, varieerudes 0,15–1,25 m. Selle kihi puhul võis välitingimustes mõnes puuraugus tuvastada terasuuruse vähenemise sügavamas osas, mis eraldati omaette aleuriidiks kihiks, paksusega 0,05–0,35 m.

Boomer'i profiilide interpreteeringute põhjal koostati muda-turbakihi alla jääva mineraalse liivaka-aleuriitse kihi leviku kaart. Liivaka aleuroliidikihi paksus varieerub järve põhjas 3–6 meetrini, paksus on suurem järve oosipoolses küljes.

Erinevalt liivaka-aleuriitse kihikompleksi pealispinnast ei väljendu Uljaste järve



Uljaste järve aluspõhja reljeefi kaart.

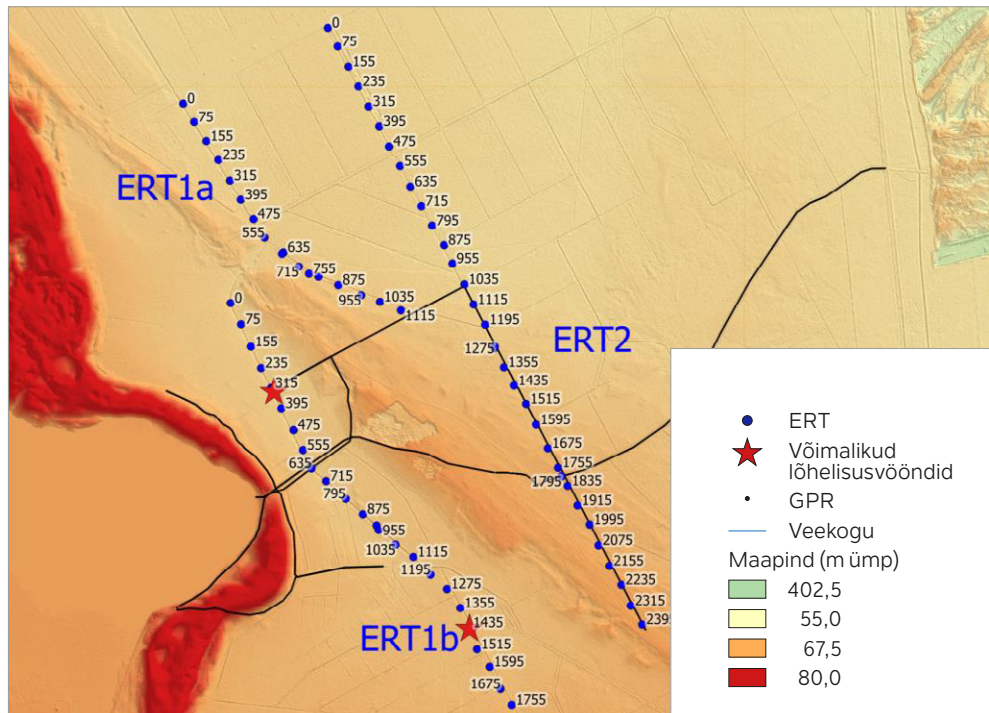
kausjas kuhu järve alla jäävas aluspõhja-reljeefis. Aluspõhja pealispinnad on suhteliselt tasane ja lasub järve põhjas absoluutkõrgusel 60–55 m ümp.

Georadari ja elektrometria uuringud Uljaste oosist ida pool

Tartu Ülikooli poolt viidi läbi Uljaste oosil ning oosist ida pool georadari uuringud ning elektrometria uuringud. Georadari uuringud andsid võimaluse määrata suhteliselt õhukese pinnakattega piirkonnas pinnakatte paksust ja iseloomu ning aluspõhjakivimite sügavust. Samuti oli soodsatel tingimustel georadari pildilt eristatav põhjaveetaseme sügavus. Uljaste oosi settekeha oli üldjuhul liiga paks, et

georadari signaal sellest läbi näeks, kuid põhjaveetaseme oli jälgitav oosi jalamil, oosist läbi lõigatud maantee all, samuti Toomika kraavi valgalal ning ka Toomika kraavist ida pool paiknevates rannamoodustistes. Georadari pildil joonistus hästi välja ka Satsu kerge.

Elektrometria uuringute eesmärgiks oli välja selgitada suuremate lõhevööndite esinemine lubjakivis. Lõhelisusvööndid kivi- mis avalduvad tavaliselt eritakistuse läbilõigetel väiksema takistuse anomaaliaena, mis ulatuvad vertikaalselt läbi lubjakivide. Kahest eritakistuse profiilist järvepoolsemal täheldati eritakistuse anomaaliaid, mis võib viidata lõhevööndite olemasolule aluspõhjakivimites.



Elektrometria (sinised täpid) ning georadari profiilide asukohad (must joon) (Plado, Jõelett, 2022).

Mis on veel plaanis?

Uljaste järve ja põhjavee seoste uuring jätkub 2022. aastal. Siis on plaanis puurida veel 3 seirekaevu, mis jäävad Toomika kraavist ida poole. Jätkub nii põhja- kui pinnavee tasemeseiire ning isotoopproovide kogumine ning kõigis seirekaevudes viiakse läbi pumpamiskatsed veekihtide filtratsiooni-parameetrite määramiseks.

Uljaste piirkonnas on varem tehtud nii liiva-kruusa, põlevkivi, fosforiidi kui ka aluskorra uuringuid. Kasutades nii varasemate kui ka käesoleva uuringu käigus kogutud

andmestikku, on plaanis luua Uljaste piirkonna kohta detailne hüdrogeoloogiline 3D-mudel. Mudeli abil on võimalik välja arvutada, kui tihedalt on omavahel seotud Uljaste järv ja piirkonnas lasuvad põhjaveekihtid ning kuidas mõjutab põhjavee taseme alanemine Uljaste järve veetaset.

KASUTATUD KIRJANDUS

Plado, J., Jõelett, A. (2022) Uljaste geofüüsikaline uuring. Uuringuaruanne. Tartu Ülikool.

Malle Polikarpus Malle.Polikarpus@egt.ee



Meregeoloogilised uuringud

Mererannikute seire

Jätuvad riikliku keskkonnaseire käigus tehtavad mererannikute seire tööd.

2021. aasta seire lähteülesanne koostati arvestades 2019.-2020. aastal läbiviidud seirealade revisjoni ja mõõdistamise vajaduspõhisust. 2021. aastal teostati RTK-GPS mõõdistamised järgmistel seirealadel:

Dirhamis, Kaberneemel, Toilas, Küdemaal ja Kloogarannas. Neist kahel, Dirhamis ja Kaberneemel, tehti ka veealuse rannanõlva geofüüsikalised uuringud. Veealuse rannanõlva mõõdistamise alade valiku kriteeriumid olid vajaduspõhised: tegemist on inimtegevusest oluliselt mõjutatud aladega, kus toimub aktiivne setete liikumine ja sadamate ummistumine.



5.-7. juuli 2021 meregeoloogia ekspeditsioon uurimislaevaga "Salme". Foto Sten Suuroja.

Tööde tulemusena antakse ülevaade seireala merepõhja substraadist ja morfoloogiast, merepõhja setete levikust, sh abrasiooni- ja akumulatsioonialade muutmistest, veealuse rannanõlva kulutus- ja kuhjeprotsesside ulatusest ning setete liikumiste muutustest (sh inimtegevusest tulenevad mõjud). Uuritud randade piires esitatakse seiretöö koondhinnang, kus antakse lühiülevaade saadud tulemustest varasemate seiretulemuste taustal. Uuritud seirealade kohta koostatakse GIS-põhised kaardid põhjasetete leviku, batümeetria ja hüdromorfoloogia kohta, näidates ära kulutus- ja kuhjepiirialad ning inimtegevusest mõjutatud piirkonnad.

Väinamere geoloogiline kaardistamine

Eesti geoloogilise baaskaardistamise raames jätkub ka Eesti mereala kaardistamine. Suure väina piirkonnast liiguti 2021. aastal edasi põhja suunas ja tehti välitöid Väinameres ja Soela väinas (osaliselt ka Matsalu lahes). Uuringuala hõlmab

ca 1100 km² ja viit kaardilehte (Puisse 6221, Käina 6212, Kärda 6214, Haapsalu 6223 ning Emmaste 6211).

Väinamere akvatooriumil profileeriti mereala geofüüsikaliselt ca 1 km intervalliga 1045 kilomeetri ulatuses erinevatel sagedusvahemikel töötavate setteprofiilaatoritega (*boomer*, *chirp*, *pinger*). Regulaarsete seisimoakustiliste profiilide võrk oli Väinamere keskosas lääneloode-idakirde-, Hiiu- maa laidude piirkonnast Soela väinani aga põhja-lõunasuunaline.

Tuleval navigatsioonihooajal on plaanis jätkata välitöödega Soela väinas ja täpsustamist vajavates piirkondades, samuti võtta põhjaproovid põhjasetete koostise määramiseks. Andmestiku põhjal valmivad aluspõhja geoloogia ja reljeefi, pinnakatte geoloogia ja paksuse ning geomorfoloogia kaardikihid.

Merepõhja setete keskkonnaseisundi hindamise meetodika arendamine ja rakendamine

Aastal 2021 jätkusid tegevused EGT ja KIK-i kaasrahastatud projekti nr 17065 „Merepõhja setete keskkonnaseisundi hindamise meetodika arendamine ja rakendamine“ läbiviimiseks. Projekti eesmärgiks on merepõhja setete keskkonnaseisundi hindamiseks vajaliku meetodika arendamine ja rakendamine ning selleks vajamineva alusandmestiku kogumine. Projekt on suunatud otseselt merepõhja keskkonnaseisundi parandamisele. Projekti tulemusel täieneb mereala keskkonnaseisundi hindamise meetodika ja selleks vajalik lähteandmestik. 2021. aastal jätkati juba eelmisel navigatsiooniperioodil kogutud setteproovide laboratoorsete uuringutega, lisaks viidi läbi

ka korriline meregeoloogia ekspeditsioon uurimislaeval „Salme“ täiendavate merepõhja setteproovide kogumiseks. Projekti lõpptähtaeg on 2022. aasta II kvartal.

Väinamere sadamate merepõhja uuringud

Koostöös Tallinna Ülikooli ökoloogia keskusega tehti 2021. aasta kevadel seisreakustilised uuringud Heltermaa sadama- piirkonnas ja selle laevateel. Tööde käigus määrati erinevate settekihtide tüsedus ning lasuvussügavused. Sama aasta sügisel tehti analoogsed uurimistööd Virtsu ja Rohuküla sadamates.

MereRITA - merepõhja geoloogia: geofüüsikalised kaugseiremeetodid ja setteuuringud

Eesti mereala kaardistamise meetodikat täiendati koos Tallinna Tehnikaülikooliga projektis "Eesti mereala keskkonna ja

loodusväärtuste hindamise ja seire innovaatilised lahendused". Erinevaid akustilisi ja seisreakustilisi meetodeid katsetati Saaremaa loodeosas, Tagamõisa poolsaare tippu jääva Uudepanga lahe idaküljel.

EMODnet-Geology - meregeoloogilise andmevõrgustiku ja teemakaartide koostamine

Koondatavad 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. Uue infona rannikute kohta esitatakse rannikualade tüübid ja andmed sealsete protsesside kohta, nende erosiooni ja akumulatsiooni kiirused.

Projekti jooksul tehti välitöid koos Tartu ja Tallinna Ülikooliga Pärnu lahes, vana „upunud“ oru kaardistamisel.



Sten Suuroja
Anu Veski

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

**EESTI GEOLOOGIATEENISTUS
AASTARAAMAT 2021**

RAKVERE 2022