



Eesti Geoloogiakeskus
Geological Survey of Estonia

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE TOIMETISED

**BULLETIN
OF THE GEOLOGICAL
SURVEY OF ESTONIA**





Eesti Geoloogiakeskus
Geological Survey of Estonia

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE
TOIMETISED
13/1

BULLETIN
OF THE GEOLOGICAL SURVEY
OF ESTONIA
13/1

TALLINN 2017

Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised
Ilmub 1991. aastast

Bulletin of the Geological Survey of Estonia
Published since 1991

Eesti Geoloogiakeskuse ajakiri, ilmub ebaregulaarselt.

Journal of the Geological Survey of Estonia, published
irregularly.

Toimetus: Kadaka tee 82, 12618 Tallinn
Tel 672 0094
Faks 6720091
E-post egk@egk.ee

Editorial office: Kadaka tee 82, 12618 Tallinn
Tel. + 372 672 0094
Fax + 372 672 0091
E-mail egk@egk.ee

Toimetajad: Anne Põldvere ja Kalle Suuroja

Editors: Anne Põldvere and Kalle Suuroja

Fotod: Eesti Geoloogiakeskuse arhiiv, Tõnis Saadre,
Kalle Suuroja, Sten Suuroja, Katrin Kaljuläte, Kuldev
Ploom, Ain Põldvere, Rein Toom, Arne Kivistik ja
Vello Mäss.

Photos: Archive of the Estonian Geological Survey,
Tõnis Saadre, Kalle Suuroja, Sten Suuroja, Katrin Kalju-
läte, Kuldev Ploom, Ain Põldvere, Rein Toom, Arne
Kivistik and Vello Mäss.

Küljendaja: Anu Veski

Layout: Anu Veski

ISSN 1021-7428

© Eesti Geoloogiakeskus 2017

Esikaane pilt: Põhja-Eesti klint Väike-Pakri saarel. Kristiina Kebbinau foto.

Cover photo: North-Estonian Clint on the island of Väike-Pakri. Photo by Kristiina Kebbinau.

Tagakaane pildid: Kristiina Kebbinau, Kalle Suuroja ja Sten Suuroja.

Back cover: photos by Kristiina Kebbinau, Kalle Suuroja and Sten Suuroja.

SISUKORD

Eesti Geoloogiakeskuse 25 tegevusaastat. <i>Vello Klein, Anne Pöldvere</i>	4
Geoloogiateenistuse rollist ja selle tähtsusest ühiskonnale. <i>Anne Pöldvere</i>	22
Eesti Geoloogiakeskuse põhjavee uuringutest viimase 20 aasta vältel. <i>Katrin Erg</i>	24
Kaevatsi lai geofüüsikalised anomaaliad. <i>Mihkel Štokalenko</i>	28
Triigi objekti uurimise esialgsed tulemused. <i>Kalle Suuroja, Sten Suuroja</i>	32
Neugrund – meteoriidikraater Odini haul. <i>Kalle Suuroja, Sten Suuroja</i>	38
Kui palju võiks maksma minna Rakvere maardlast toodetud fosforiidikontsentraadi tonn? <i>Enno Reinsalu</i>	44
OÜ Eesti Geoloogiakeskuse medal	50
OÜ Eesti Geoloogiakeskuse rinnamärk	51
Fototahvlid I–IX. Killukeesi ajaloost	53

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE 25 TEGEVUSAASTAT

Vello Klein, Anne Pöldvere
Eesti Geoloogiakeskus

Eesti Geoloogiakeskus on olnud selle nimega Eesti geoloogiateenistuse järjepidevuse kandja viimased 25 aastat. Geoloogiateenistuse enda asutamisest möödus sel aastal aga juba 80 aastat, mis on Eesti Vabariigi 100. aastapäeva künnisel tähelepanuväärne number (Klein 2012).

Eesti maapõue geoloogiliste uuringutega tegelev ja valitsust nõustav **Eesti Geoloogiline Komitee** (ingl *Geological Survey of Estonia*) asutati esmakordselt 3. juunil 1937 president Konstantin Pätsi dekreediga Eesti Vabariigi Majandusministeeriumi juurde. Soome eeskujul pidi sellest arenema riigi geoloogiateenistus. Komitee esimesel koosolekul, 18. augustil 1937, pidas avakõne majandusminister Karl Selters, kes rõhutas mineraalvarade suurt tähtsust Eesti riigile ja tunnustas mäeameti juhatusel seni tehtud uurimistöid aladel, kus eraalgatus ei tegele sellega riigile vajalikul määral. Oma esimeses ja ainukeseks jäänud aruandes anti ülevaade kolme aasta tegevusest (Aruanne 1940; vt lisa 1).

Pärast sõda tegeles geoloogiateenistusele omaste töösuundadega 10 aasta jooksul 1947. aastal loodud Eesti NSV Teaduste Akadeemia Geoloogia Instituut, kes sel viisil kandis edasi Eesti Geoloogilise Komitee järjepidevust teaduslike uuringute kõrvalt.

8. augustil 1957. aastal asutati Eesti NSV ministrite nõukogu juurde **Geoloogia ja Maapõuevarade Kaitse Valitsus**. Riigi majanduse, energeetika ja kaitsevõime arendamise eesmärgil loodi tugev alusmüür Eesti maapõue süsteemseks uurimiseks. Kuni Eesti Vabariigi iseseisvuse taastamiseni 1991. aastal suudeti läbi viia mitmetasemelist geoloogilist kaardistamist, laiahaardelisi hüdrogeoloogilisi ja maavarade-alaseid uurimistöid ning luua seirekavad, toetavad struktuuriüksused, andmekogud ja riiklikud registrid (lisa 1). Kõik see ligi 35 aasta jooksul loodu moodustas tugeva maapõueuuringute alusmüüri, millelt juba Eesti Vabariigi tingimustes oli hea edasi minna (Kajak 1998; Klein 2012).

Eesti Vabariigi (EV) taassünniga 1991. aastal algas uus periood ka geoloogiateenistuse ajaloos (lisa 2). EV Valitsuse määrusega nr 182 likvideeriti 01.07.1991

üleliidulises alluvuses olnud Tootmiskoondis “Eesti Geoloogia” ning moodustati Eesti Vabariigi **riigiettevõtte Eesti Geoloogiakeskus** Tööstus- ja Energeetikaministeeriumi (1993. aastast Majandusministeerium) valitsemisalas. Uutes tingimustes loobus Eesti Geoloogiakeskus abistavast tehnilisest toest, eelkõige puurimise üksustest, eraldades need iseseisvateks aktsiaseltsideks, muutudes samas ise enam sarnaseks Euroopa teiste klassikaliste geoloogiateenistustega.

Täpselt kaks aastat hiljem, 01.07.1993 reorganiseeriti EV Valitsuse määrusega nr 73 riigiettevõtte Eesti Geoloogiakeskus **riigieelarveliseks geoloogia uurimisasutuseks Eesti Geoloogiakeskus** Keskkonnaministeeriumi valitsemisalas. Õige pea, 1995. aastal, võeti asutus vastu Euroopa Geoloogiateenistuste Foorumi (*Forum of European Geological Surveys*, FOREGS) liikmeks, mis avas võimaluse kaasa lüüa rahvusvahelistes uurimistöodes. Riigisiselt alustati geoloogiliste uurimistöde, maavarade ja põhjavee programmide koostamist, millest keskkonnaministri tasemel 1997. aastal kinnitati kaks: „Geoloogiliste uurimistöde programm aastateks 1997–2010“ ja „Maavarade uurimise programm 1997–2010“. Nimeetatud programme on Keskkonnaministeerium aga uuel sajandil järginud vaid osaliselt, sellepärast on nii mõnegi tegevuse osas järjepidevus kadunud.

Kahjuks jäi periood, mil Eesti Geoloogiakeskuse staatus oli analoogne valdava osa tänase Euroopa geoloogiateenistustega, lühikeseks. Suures riigi äriühingute moodustamise tuhinas osutus üheks lapsukeseks, kes pesuveega aia taha visati, ka Eesti Geoloogiakeskus. Juba 01.03.1997 muudeti Eesti Geoloogiakeskus Vabariigi Valitsuse määruse nr 195-K alusel taas riigi äriühinguks **OÜ Eesti Geoloogiakeskus**. Valitsuse määruses nimetati siiski, et: “...OÜ Eesti Geoloogiakeskus võtab üle kõik riigiasutuse jätkuvad projektid ja struktuuri”. Nii sündiski ja kuni sajandivahetuseni ei tekkinud suuri tõrkeid pooleliolevate mitmeaastaste tööde jätkamises.

Olulised muutused riigitellimuslike tööde planeerimises ja tellimises said alguse aastatel 2001–2002,

kui Keskkonnaministeerium ja Maa-amet algatasid protsessi OÜ Eesti Geoloogiakeskus reorganiseerimiseks, Maa-ametile üleandmiseks või hoopis mitmeks tükiks jagamiseks. Protsessi hoog iseenesest siiski rauges, kuid sellest alates on Eesti Geoloogiakeskuse kui riigi geoloogiateenistuse tegevusvälja oluliselt piiratud jagades tema ülesandeid ja õigusi-kohustusi teistele ametkondadele. Ometi on õnnestunud säilitada asutuse tegevuse komplekssus ja vaatamata erinevale riigisisesele staatusele võrreldes teiste Euroopa riikide geoloogiateenistustega on Eesti Geoloogiakeskus alates 01.07.2003 täieõiguslik Euroopa Geoloogiateenistuste Ühenduse (*Geological Surveys of Europe*, EuroGeoSurveys) liige, osaledes selle töös ja temaatilistes uurimiserühmades.

Jättes kõrvale eelpoolkirjeldatud staatusemuutused, on taasiseseisvunud Eesti Vabariigi aegset perioodi allpool vaadeldud ühe, killustamata tsükliina.

Geoloogilise kaardistamisega alustati ülemineku-aastatel uuesti pärast põgusat pausi aastatel 1989–1991 (lisa 2). Käsikirjalisi kaarte hakati koostama Põhja-Eesti baaskaardi (1:50 000) tasemel seni uurimata alade kohta, mis olid olnud nõukogude armee käsutuses ja seega juurdepääsupiirangutega: Aegviidu, Vaida, Tapa, Paldiski jt kaardilehed. “Geoloogiliste uurimistööde programm aastateks 1997–2010” nägi ette ülemineku digitaalsetele kaardikomplektidele, mille tõttu alustati samaaegselt ka nõukogude perioodi käsikirjaliste kaartide üleviimist digitaalsesse vormi. Kaardikomplektide koostamine aktiveerus mõnevõrra, kui 2002. aastal määrati tellijaks ja geoloogilise kaardistamise koordineerijaks Maa-amet. Kokku on Eesti Geoloogiakeskus (EGK) 25 aasta jooksul koostanud 31 kaardilehe jaoks 279 teemakaarti: 26 kompleksset baaskaardi (mõõtkava 1:50 000) lehte koos seletuskirjadega, teemakaartidega osaliselt kaetud lehti on 5.

Kaardistamisprogramm nägi ette ka geoloogiliste ülevaatekaartide koostamise, mille järgi oli selge vajadus, sest nõukogude perioodil oli avalikus kasutuses kaardimaterjali äärmiselt vähe. Viie aastaga (1997–2001) koostati ja avaldati Eesti aluspõhja, pinnakatte, põhjavee kaitstuse ja hüdrogeoloogia ülevaatekaardid mõõtkavas 1:400 000, mille alusmaterjal vastab sisult mõõtkavale 1:200 000. Nende kaartide baasilt on hiljem (2004–2008) koostatud ka seeria Eesti aluspõhja ja pinnakatte maavarade kohta (kokku 5 kaarti). Mitmeaastase töö tulemusena koostati 2002. aastal aruanne Põhja-Eesti klindivööndi kohta, mille põhjal hiljem

kirjastati ka monograafia (Suuroja 2005; vt lisa 3).

Süvakaardistamise materjali üldistades koostati kõigepealt Kirde-, Põhja- ja Loode-Eesti kaardid mõõtkavas 1:200 000, seejärel 2000. aastal Põhja-Eesti kristalse aluskorra ja 2002. aastal Eesti kristalse aluskorra ülevaatekaardid mõõtkavas 1:400 000 (Koppelmaa, Kivisilla 2000; Koppelmaa 2002). Enamus neist kaartidest on täna kasutatavad nii EGK kui ka Maa-ameti kaardiportaalis. Lisaks kaartidele koostati ka Eesti kristalse aluskorra kivimite keemiliste analüüside kataloog (Kivisilla jt 1999).

Maavarade uurimistööd lähtusid teisest, keskkonnaministri poolt 1997. aastal kinnitatud dokumendist “Eesti Geoloogiakeskuse maavarade uurimise programm 1997–2010”. Suurem osa selles kavandatud tööd on tänaseks lõpule viidud (vt ka lisa 2), osa tegevusi katkes seoses maavarade registri (nimistu) ja bilansi töötlemise üleandmisega Maa-ametile. Aastatel 1993–2006 oligi üheks olulisemaks tööks maavarade katastri (hiljem keskkonnaregistri maardlate nimistu) koostamine. Maa-ametile üleandmise hetkeks 01.01.2006 oli koostatud 771 maardla või maardlaosa registrikaarti, seisuga 01.01.2017 oli Maa-ameti portaalil andmestik 912 kaardi kohta.

Põlevkivi uurimisel tehti Eesti Maavarade Komisjoni (EMK) korraldusel aastatel 1994–1995 terviklik Eesti põlevkivimaardla varu ümberhindamine ja bilansi korrastamine seisuga 01.01.1995. Pärast EMK poolt uute hindamiskriteeriumide kinnitamist 1997. aastal ja mitmete kaitsealade piiride täpsustamist võeti uuesti ette põlevkivivarude ümberhindamine uuringu- ning kaeväljade kaupa. Töö tehti aastatel 1998–2002. Lisaks 24-le geoloogilisele aruandele ilmusid ka kaks monograafiat (Kattai jt 2000; Kattai 2003). 2006. aastal täpsustas EGK Maa-ameti tellimisel veel kõik Eesti põlevkivimaardla maardlaosade registrikaardid. Nende töödega ammendus põlevkivitemaatika EGK-s ning viimase 10 aasta jooksul ei ole see uuesti päevakorda kerkinud.

Turba uurimisel on EGK teinud uuringuid firmadele ja eraisikutele, riigitellimuslikke töid turbaruude hinnangu ja revisjoni osas ning temaatilisi (spetsiifilisi) uurimistöid. Aastatel 1992–1996 võeti ette riigitellimuslik töö turbatootmisalade jääkvarude määramiseks, mille käigus koostati 39 aruannet 66 turbatootmisala kohta. Aastatel 1998–2001 viidi läbi neljaetapiline töö soosetete lamamis oleva järvemuda ja -lubja uurimiseks eelnevalt perspektiivseks hinnatud

62 uuringualal. Viimane olulisem etapp turbauuringutes hõlmas mahajäetud turba(frees)väljade revisjoni aastatel 2005–2008. Tulemuseks on kõiki maakondi iseloomustav andmestik 81 ala kohta. Teemaatilistes töodes on käsitletud kahjulike elementide esinemisvorme Eesti turbas ja turba kasutamise võimalusi balneoloogias.

Lisaks geoloogilistele aruannetele ja käsikirjalisele materjalile on Eesti Vabariigi perioodil avaldatud mitu monograafiat väärtusliku kaardimaterjaliga (Orru 1995; Orru 2003). Koostöös Regio OÜ-ga valmis 1993. aastal ka ülevaatekaart “Eesti sood” mõõtkavas 1:400 000. Loetelu ilmunud trükistest on esitatud raamatus “Turbauuringute poolsajand” (Orru jt 2008; vt lisa 3).

Ehitusmaterjalide uurimine on jäänud üheks juhtivaks uurimissuunaks EGK-s ka taasiseseisvunud Eesti Vabariigis. Konkurentsist mitmete loodud eratevõtetega on EGK aastatel 1991–2017 koostanud ligi 500 ehitusmaterjalide uuringuaruannet. Valdavalt on tellitud kruusa ja liiva uuringuid (pinnakatte maavarad), vähem töömahukamaid lubjakivi ja dolomiidi uuringuid (alus põhja maavarad).

Ehitusmaterjalide uurimisel on EGK tegevuses jälgitav tendents – järk-järgulise riigitellimuse (ülevaatehinnangud, revisjoni- ja registritööd) vähenemine ja eratevõtete tellimuse osa suurenemine. Keskkonnaministeeriumi tellimisel tehti aastatel 2013–2015 kõigi maakondade kaevandatud ja mahajäetud karjäärade revisjon, uurides ja hinnates kokku 169 liiva-kruusa karjääri.

Eraldi esiletõstmist väärib Helle Perensi uurimistöö “Üksikute paekihide ehituslike omaduste hindamine” aastatel 1997–2010, mille põhjal on ilmunud viis sisukat monograafiat (Perens 2003, 2004, 2006, 2010, 2012; vt lisa 3).

Põhjavee uurimistööd, sh seire ja varude hindamine, on olnud läbi aegade EGK töömahtude kaalukas osa (vt lisa 2). Põhjaveeseire algas Eestis juba 1960. aastal. Vaatluskaev oli 1961. aastal 216 ja Nõukogude perioodi lõpus 760. EV tingimustes toimus seireprogrammide mitmekordne reformimine, mille tulemusel jäi seirevõrgustikku tänaseks alles 257 vaatluskaevu. Lisaks riiklikule põhjaveeseireprogrammile on EGK teinud alates 1991. aastast ka kohalikku ja ettevõtte-seiret, mille tulemused enam kui 210 seirearuande näol on hoiul EGK geoloogiafondis.

Kui nõukogude perioodil olid EGK tegevuses täht-

sal kohal põhjaveevarude uuringud, siis EV-s on nende tellijaks vaid mõned suuremad ettevõtted. Põhjavee katastri tööd, millega alustati 1979. aastal ja mis kohandati keskkonnaregistri praegusele struktuurile, anti 2011. aastal üle Keskkonnaagentuurile.

Uueks suunaks EGK põhjavee-alases tegevuses kujunes maavarade kaevandamisega kaasneva mõju uurimine põhjaveele ja nende protsesside modelleerimine. Mitmed mudelid koostati põlevkivikaevanduste sulgemisega seotud protsesside prognoosimiseks. Samuti uuriti ligi 20 aasta jooksul põhjavee kvaliteeti ning selles sisalduvaid mikrokomponente ja radionukliide. Viimase viie aasta jooksul uuriti Keskkonnaministeeriumi tellimisel Eesti-Vene piiriüleste põhjaveekihtide ja kõigi Eesti põhjaveekogumite seisundit.

Hüdrogeoloogilistest kaartidest oli põgusalt juttu kaardistamise kontekstis. Tellimuse korras on EGK kaartide koostamisega tegelenud tänaseni. Tavapärased hüdrogeoloogilised ja põhjavee kaitstuse kaardid mõõtkavas 1:50 000 kuuluvad Eesti digitaalse baaskaardi komplekti. Lisaks on veel koostatud põhjavee kaitstuse kaardid Harju, Pärnu, Viljandi, Tartu ja Saare maakondade ning Tallinna kohta.

Geofüüsikalisi uuringuid on tehtud EV perioodil võrreldes varasema ajaga märksa tagasihoidlikumas mahus. Seda enam on aga viidud käsikirjalist materjali digitaalsesse vormi, millel tulevikus on kindlasti oma väärtus. Aastatel 1992–1997 viidi läbi Põhja-Eesti gravimeetria materjali revisjon ja täiendamine alustades Kirde-Eestist ning lõpetades Loode-Eestis. Aastatel 1998–1999 tehti samalaadne revisjon ka Saaremaal ning edasi jätkati (2000–2005) etapiliste töödega neil baaskaardi lehtedel, kus geofüüsikaline andmestik oli puudulik või kattis vaid osa kaardilehest (täiendkaardistamine Kesk-Eestis, Tartu, Vaida, Aegviidu ja Tapa piirkonnas). Viimased geofüüsikalised täienduurimised tehti aastatel 2007–2008 Sillamäe, Narva ja Võru kaardilehtedel. Uurimismeetoditeks olid gravimeetria ja elektromeetria ning tööde eesmärgiks oli tektooniliste struktuuride ja mattunud orgude leviku täpsustamine.

Ajavahemikus 1993–1998 viidi läbi aeromagnetilise kaardistamise käigus kindlaks tehtud lokaalsete magnetiliste anomaaliade uurimine, mille eesmärgiks oli anomaaliaid põhjustava geoloogilise ehituse selgitamine.

Aastatel 1995–2000 kasutati puuraukude karotaaži enam kui 70 sügava puurauku sondeerimiseks. See

tegevussuund on tõusnud uuesti päevakorda viimastel aastatel seoses vajadusega kontrollida põhjavee seisundit. Selleks uuendati ja kaasajastati geofüüsikalist aparatuuri ning sondeeriti nii üleriigilise põhjavee seisundit kui ka Eesti Energia seirealade vaatluskaeve.

1994. aastal alustati seismoseiret riikliku keskkonnaseire programmi alamprogrammi järgi. Esialgu paiknes üks seisimojam Tallinnas Toompeal ja teine Tartus Toomemäel. Õige pea viidi Tartu jaam linnakeskkonnast Vasula aleviku lähiste Tartumaale ning Tallinna jaam Suurupi külasse Harjumaale, kust ta lõpuks teisaldati EGK Arbavere välibaasi Lääne-Virumaal. 2007. aastal paigaldati ka kolmas staatsionaarne seirejaam Matsalu rahvuspargi keskusesse.

Alates hetkest, mil Soome ja Eesti geoloogia-teenistused alustasid Helsingi ja Tallinna linnavalituste tellimisel koostööd Tallinna–Helsingi tunnelitrassi uurimisel, on EGK omalt poolt sellesse panustanud geofüüsikalise andmestikuga seda eesmärgipäraselt korrastades ja digitaliseerides.

Geokeemilise uurimissuunale osutati taasiseseisvunud EV algusaastatel vähe tähelepanu. Uuesti kerkis see päevakorda vajadusega panustada keskkonnanageoloogia tegevussuuna arendamisse aastatel 1993–1994. Nõukogude armee lahkudes jäi maha hulgaliselt reostatud territooriume, endiseid sõjaväebaase, mille reostusastet ja puhastusvõimalusi asus koos teiste asutuste ja firmadega uurima ka EGK. Samal ajal õnnestus osaliselt taastada ka geokeemilise mullaseire vaatlusvõrk. Selles valdkonnas tegutses aktiivselt aastatel 1993–1997 (lisa 2). Seirearuannete kõrval õnnestus sel perioodil trükkida ka kaks mulla geokeemilist atlas (Petersell jt 1994, 1997), mille täiendamine ja trükiks ettevalmistamine tõstatas uuesti aastatel 2013–2017. Neile lisaks koostati ka käsikirjaline Eesti mulla lähtekivimite geokeemiline atlas (Petersell jt 2000).

Keskkonnageoloogia tegevussuunale andis uue hoo vajadus hinnata arendustegevuse keskkonnamõju seoses maavarade, mere(sadama)alade jms kasutuselevõetuga. Alates 2002. aastast on sellelaadsete geokeemiliste uurimistööde osakaal olnud märkimisväärne.

2000. aastal kerkisid tänu Rootsi Geoloogia-teenistuse ja Rootsi Kiirguskaitse Instituudi abile päevakorda radooni loodusliku kiirguse uuringud erinevatel objektidel ja radooni kiirgusfooni pindalaline kaardistamine. Kui avalike hoonete (koolid, lasteaiad jne) radooniohutuse hindamine oli eelkõige

tollase Keskkonnaministeeriumi Kiirguskeskuse huvifääris, siis EGK on tänu Rootsi Geoloogia-teenistuse kogemusele olnud teedrajav just radooni looduskiirguse hindamisel ja kaardistamisel. 2004. aastal ilmus esimene Eesti radooniriski kaart mõõtkavas 1:500 000 (Petersell jt 2004). Sama meetodika alusel on seejärel koostatud 2006. aastal Ida-Virumaa ja 2008. aastal Harjumaal radooniriski kaartide käsikirjaline ja digitaalne variant. 2012. aastal oli EGK osaline radooni mõõtmise meetodilise juhendi koostamisel. 2015. aastal koostati Tallinna Keskkonnaameti tellimisel Tallinna radooniriski kaart, 2016–2017 Eesti pinnase radooniriski ja looduskiirguse atlase käsikiri trükki andmiseks.

Meregeoloogilised tööd aktiveerusid uuesti 1994. aastal, kui riikliku keskkonnaseire programmi allprogrammina käivitus mererannikute seire. Töid tehti 25-l seirealal, igal aastal vastavalt aastaülesandele. Samal aastal jätkati koostöös Taani Geoloogia-teenistusega Riia lahe projekti, mille tulemusel valmis 5 geoloogilist teemakaarti mõõtkavas 1:200 000. Väiksemahuliste meregeoloogiliste uurimistööde arv suurenes oluliselt, kui Eestis alustati väikesadamate rajamist või taastamist. Alates 1998. aastast on EGK osalenud 18 väikesadama geoloogilises uurimises.

Meregeoloogilist kaardistamist on Eesti Geoloogia-keskus teinud vaid geoloogilise baaskaardi tarbeks Riguldi, Pakri ja Paldiski kaardilehtedel Põhja-Eestis, Neugrundi kraatrala ümbruse akvatooriumil Loode-Eestis ning Kohtla-Järve, Sillamäe ja Narva baaskaardi lehtedel Kirde-Eestis.

Et meregeoloogia on enim rahvusvahelist tähelepanu pälvinud tegevussuund, on EGK viimase 20 aasta jooksul osalenud ja osaleb hetkelgi mitmes rahvusvahelises uurimisprojekti.

Eesti Geoloogiakeskuse laboratooriumi teenuste nimekirja koostamisel on paindlikult järgitud maapõueuuringute vajadusi, pakkudes tuge ka mittestandardsete ülesannete lahendamisel. Ehkki labor on volitatud kasutama 29 analüüsimeetodit kivimite, setete, pinnase ja maavarade (sh turba) uurimiseks ning 45 analüüsimeetodit põhja-, pinna- ja joogivee uurimiseks, kuulub eriline tunnustus läbi aja põhjavee analüüsidele (lisa 1 ja 2). EV tingimustes on laborit akrediteerinud RAS Metrosert, Eesti Standardiamet ja alates 2002. aastast Eesti Akrediteerimiskeskus. Alates 2004. aastast on EGK labor referentlaboriks põhjavee

valdkonnas ja 2012. aastast omab labor võrdluskatsete korraldaja tunnistust põhjavee valdkonnas. Samas osaleb labor ka ise kõigis vabariiklikes võrdluskatsetes põhja-, pinnase- ja heitvee osas. Alates 1997. aastast osaleb labor rahvusvahelises pinnaseproovide võrdluskatsetes WEPAL-i (*Wageningen Evaluating Programmes for Analytical Laboratories*) ISE (*International Soil-analytical Exchange Programme*) programmis, mida juhitakse Hollandist. Kogu EGK tegevuse vältel on laborit juhtinud keemik Mare Kalkun.

EGK geoloogiafondi tegevus fundamentaal- ja rakendusuuringute aruannete säilitamisel ja vahendamisel on saanud jätkuda katkematult hoolimata kõigist ümberkorraldustest nii riigi kui ka asutuse tasandil (Kukk 2007; lisa 1 ja 2). Alates 1996. aastast asub geoloogiafondi ajakohastes ruumides Mustamäel. Kohe taasiseseisvunud EV algusaastatel koostati fondi sedelkartoteegi asendamiseks elektrooniline andmebaas “Fond”, mis ajakohaste täiendustega on kasutusel tänaseni. Fondi kasutajate soovil on jätkuvalt kasutuses ka sedelkartoteek.

Lisaks tavapärastele geoloogiliste aruannete ja kaartide koopiatele on EGK geoloogiafondis 2002. aastast alates ka CD-kollektsioon, mis dubleerib uuemat materjali ning võimaldab teha kvaliteetseid koopiaid.

Alates 1991. aastast on geoloogiafondi juhataja Mare Kukk koostanud EGK aastaraamatuid (lisa 3).

Puursüdamike uurimine ja korrastamine hõlmab Eesti territooriumile puuritud eriaegsete puuraukude ja puurkaevude puursüdamikke. Sageli räägitakse sellest, kui palju puurauke on puuritud, vähem aga sellest, kui hästi neid on uuritud ja kuidas neid edasiste uurimiste tarbeks säilitatud. 1997. aastal käivitas EGK maavarade sihtprogrammi toel projekti, mille käigus ajavahemikus 1997–2002 ilma suurema bürokraatliku kärata korrastati ja kataloogiti 1446 osalise või täieliku puursüdamiku 12 516 säilituskasti. Alates 2003. aastast finantseeriti seda jätkuprojekti Maa-ameti kaudu ja 2017 aasta lõpu seisuga on kokku korrastatud ja arvele võetud 2 230 puursüdamiku materjal 24 341 säilituskastis. Lisaks puursüdamikele on viimase viie aastaga korrastatud ka kivimite- ja õhikute kollektsioonid, vastavalt 12 935 kivimipala ja 10 385 õhikut.

Ülalkirjeldatud tööd planeerides hinnati sihtprogramme koostades juba 1996. aastal, et Eesti geoloogilise ehituse iseloomustamise seisukohast eriti väärtuslikke puursüdamikke on ligikaudu 500. Nen-

dest selekteeriti välja 30, mille täienduurimise põhjal koostati detailsed geoloogilised kirjeldused ja igal etapil valiti ühe struktuurpuurauku materjal publitseerimiseks (lisa 3). Nii sündis aastatel 1998–2010 Eesti ja välismaa erinevate geoloogia-asutuste koostööna EGK tugipuuraukude seeria “*Estonian Geological Sections*” (Männik 1998; Pöldvere 1999, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007, 2008, 2010). Seni on ilmunud kümne enamuuritud ja esinduslikuma Eesti puursüdamiku materjalid, igaüks eraldi büllötäänina.

EGK riigi geoloogiateenistuse saai EV tingimustes oma tegevust jätkata toetudes Eesti territooriumi geoloogilise uurituse tugevale alusmüürile. Enamus geoloogiateenistusele omastest tegevussuundadest on suudetud säilitada ja kompetentsi erinevates geoloogia valdkondades edasi arendada. Probleemiks on olnud ja on sujuv geoloogide põlvkondade vahetus, mida EV maapõuepoliitika kuidagi ei soosi. EGK tugevuseks on olnud soov anda uuringute tulemused ja saadud teadmised ühiskonna kasutusse – see on viinud suure osa geoloogilise materjali avaldamiseni monograafiate, raamatute, ajakirjade, atlaste ja kaartidena (lisa 3).

Käesolevas ülevaates on vähe geoloogiaspetsialistide nimesid, sest rõhuasetus on geoloogiateenistuse tegevusel viimase 25 aasta jooksul. Küll aga on ajaloole ülevaadete seerias “Eesti Geoloogiakeskus 70/50” (Vingisaar, Kukk 2007; Orru jt 2008; Perens jt 2008; Vingisaar, Niin 2008; Vingisaar, Rändur 2009) nimetatud kõiki, kes on Eesti geoloogiateenistuse koosseisus Eesti territooriumi maapõue uurimisele oma öla on alla pannud. Käesolevas ülevaates on paljuski tuginetud just eelnimetatud seeriale ja Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamatutele aastatest 1991–2016 (lisa 3).

KIRJANDUS

- Aruanne Geoloogilise Komitee tegevusest 18.VIII 37–1.IV 39. 1940. Tallinn, 17 lk.
- Kajak, K. 1998. Geoloogiateenistuse ajalooost Eestis. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 1997, 12–20.
- Kattai, V. 2003. Põlevkivi – õlikivi. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 170 lk.
- Kattai, V., Saadre, T., Savitski, L. 2000. Eesti põlevkivi: geoloogia, ressursid, kaevandamistingimused. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 248 lk.

- Kivisilla, J., Niin, M., Koppelmaa, H. 1999. Catalogue of chemical analyses of major elements in the rocks of the crystalline basement of Estonia. Geological Survey of Estonia. Tallinn. 94 pp.
- Klein, V. 2012. 75 aastat Eesti geoloogiateenistuse jalajälgedes. Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised, 11/1, 5–14.
- Koppelmaa, H. (koostaja) 2002. Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart (möötkava 1:400 000). Tallinn, 32 lk.
- Koppelmaa, H., Kivisilla, J. (koostajad) 2000. Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart (möötkava 1:400 000). Tallinn, (4 kaarti) 33 lk.
- Kukk, M. 2007. Geoloogiafond 1957–2007. Käsikiri. Tallinn, 28 lk.
- Männik, P. (ed.) 1998. Tartu (453) drill core. Estonian Geological Sections, 1, 48 pp.
- Orru, M. 1995. Eesti turbasood. Teatmik. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 240 lk.
- Orru, M., Orru, H. 2003. Kahjulikud elemendid Eesti turbas. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 144 lk.
- Orru, M., Ramst, R., Rändur, M., Salo, V., Halliste, L., Vingisaar, P. 2008. Eesti Geoloogiakeskus 70/50. Turbauuringute poolsajand. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 74 lk.
- Perens, H. 2003. Paekivi Eesti ehitistes I. Üldiseloomustus. Lääne-Eesti. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 132 lk.
- Perens, H. 2004. Paekivi Eesti ehitistes II. Harju, Rapla ja Järva maakond. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 144 lk.
- Perens, H. 2006. Paekivi Eesti ehitistes III. Lääne-Viru, Ida-Viru ja Jõgeva maakond. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 144 lk.
- Perens, H. 2010. Paekivi Eesti ehitistes IV. Tallinn. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 147 lk.
- Perens, H. 2012. Looduskivi Eesti ehitistes. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 168 lk.
- Perens, R., Savitskaja, L., Savitski, L., Vingisaar, P. (koostajad) 2008. Eesti Geoloogiakeskus 70/50. Hüdrogeoloogia poolsajand. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 78 lk.
- Petersell, V., Ressar, H., Möttus, V., Olsson, A., Unt, L., Vösu, M. 1994. Kirde-Eesti mulla huumushorisoni ja turbalasundite ülemise kihi geokeemiline atlas. Eesti Geoloogiakeskus, Sveriges geologiska undersökning, Tallinn–Uppsala, (54 kaarti) 45 lk. [Eesti ja inglise keeles].
- Petersell, V., Ressar, H., Carlsson, M., Möttus, V., Enel, M., Mardla, A., Täht, K. 1997. Eesti mulla huumushorisoni geokeemiline atlas. Eesti Geoloogiakeskus, Sveriges geologiska undersökning, Tallinn–Uppsala, (37 kaarti) 75 lk. [Eesti ja inglise keeles].
- Petersell, V., Möttus, V., Enel, M., Täht, K., Vösu, M. 2000. Eesti mulla lähtekivimite geokeemiline atlas. Eesti Geoloogiafond 6833. Eesti Geoloogiakeskus, 101 lk.
- Petersell, V., Akerblom, G., Ek, B.-M., Enel, M., Möttus, V., Täht, K. 2004. Eesti radooniriski kaart. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn–Stockholm, (9 kaarti) 52 lk.
- Pöldvere, A. (ed.) 1999. Taga-Roostoja (25A) drill core. Estonian Geological Sections, 2, 47 pp.
- Pöldvere A. (ed.) 2001. Valga (10) drill core. Estonian Geological Sections, 3, 50 pp.
- Pöldvere A. (ed.) 2002. Soovälja (K–1) drill core. Estonian Geological Sections, 4, 61 pp.
- Pöldvere A. (ed.) 2003. Ruhnu (500) drill core. Estonian Geological Sections, 5, 76 pp.
- Pöldvere, A. (ed.) 2005. Mehikoorma (421) drill core. Estonian Geological Sections, 6, 67 pp.
- Pöldvere, A. (ed.) 2006. Kerguta (565) drill core. Estonian Geological Sections, 7, 43 pp.
- Pöldvere, A. (ed.) 2007. Tsiistre (327) drill core. Estonian Geological Sections, 8, 55 pp.
- Pöldvere, A. (ed.) 2008. Männamaa (F-367) drill core. Estonian Geological Sections, 9, 56 pp.
- Pöldvere, A. (ed.) 2010. Viki drill core. Estonian Geological Sections, 10, 56 pp.
- Suuroja, K. 2005. Põhja-Eesti klint. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 220 lk.
- Vingisaar, P., Kukk, M. (koostajad) 2007. Eesti Geoloogiakeskus 70/50. Geoloogilise kaardistamise poolsajand. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 46 lk.
- Vingisaar, P., Niin, M. (koostajad) 2008. Eesti Geoloogiakeskus 70/50. Süvakaardistamise veerandsajand. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 78 lk.
- Vingisaar, P., Rändur, M. (koostajad) 2009. Eesti Geoloogiakeskus 70/50. Ehitusmaterjalide uuringute poolsajand. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 70 lk.

EESTI GEOLOOGIATEENISTUSE 15 MÄRKIMISVÄÄRSEMAT TULEMUST AASTATEL 1937–1991

Eesti Geoloogiline Komitee (1937–1940)**1. Maavarade uuringud ja pinnakatte geoloogiline kaardistamine aastatel 1937–1940**

- Uuringud Maardu, Iru, Ülgase, Valkla, Tsitre, Saka, Aseri fosforiidileiukohtades
- Pinnakatte geoloogiline kaardistamine mõõtkavas 1:10 000 Võru ja Põlva ümbrus, kokku 650 km² suurusel alal
- Töiste kontaktide loomine Soome, Rootsi ja Venemaa geoloogiliste komiteedega

Riigi geoloogiateenistus (Geoloogia Valitsus) nõukogude perioodil (1957–1991)**2. Kompleksne geoloogiline kaardistamine mõõtkavas 1:200 000 aastatel 1958–1975**

- Eesti territoorium kaardistati 17 aastaga (186 kaarti, 38 aruannet)

3. Kompleksne geoloogilis-hüdrogeoloogiline, melioratiiv-hüdrogeoloogiline ja ehitusgeoloogiline kaardistamine mõõtkavas 1:50 000 aastatel 1958–1999

- Kaardistati põlevkivi ja fosforiidi levikualad, Põhja-Eesti, Hiiumaa ja Saaremaa ning osaliselt Kesk-Eesti (674 kaarti ja 23 aruannet)

4. Eesti süvakaardistamine mõõtkavas 1:200 000 aastatel 1967–1991

- Kaardistati Põhja-Eesti ja Hiiumaa (8 kaardikomplekti), Jõhvi, Uljaste ja Assamalla-Haljala maagistumisnähud ning Maardu (Neeme) graniidimassiiv
- Avastati Kärkla (Paluküla) meteoriidikraater

5. Ülevaatlike kaardikomplektide koostamine mõõtkavas 1:400 000 ja 1:500 000 aastatel 1965–1967 ja 1981–1999

- Koostati Eesti tektooniline ja metallogeneetiline kaart
- Koostati kaardid Eesti aluspõhja, pinnakatte, maavarade, hüdrogeoloogia, tektoonika ja geomorfoloogia kohta, sh kaardid keskkoolidele ja Baltikumi geoloogiliste kaartide komplekti jaoks

6. Maavarade uuringud aastatel 1957–1991

- Põlevkivi otsingud, uuringud ja varude hindamine Eesti maardlas ja Tapa leiukohas
- Fosforiidi otsingud ja uuringud
- Turba uuringud, sh ühtse katastri koostamine (1966–1987) ja hinnang 1626 soo kohta
- Ehitusmaterjalide (paekivi, graniit, savi, liiv, kruus) leiukohtade otsingud ja uuringud (1990. aasta koondaruanne hõlmas 933 liiva- ja kruusamaardlat ning esmakordselt koostati prognooskaardid tolleaegsete rajoonide kohta)

7. Maavaravarude katastri (bilansi) loomine ja pidamine alates 1959. aastast

- Riigi varustatust maavaradega hinnati regulaarselt, prognoositi nõudlust maavarade ja nende uuringute järele ning hinnati maavara kasutamise asjakohasust

8. Põhjavee uuringud aastatel 1958–1991 ja põhjaveeseire loomine 1961. aastal

- Hüdrogeoloogiline kaardistamine

- Põhjaveevarude hinnangud, sh vee kasutamise arvestamine ja kaitse korraldamine ning põhjaveeseire. Seireandmeid kasutati põhjavee hüdrogeoloogilise seisundi hindamiseks, prognooside koostamiseks ja ettepanekute tegemiseks majandustegevuse korraldamisel. Seire vaatlusvõrk koosnes 1961. aastal 216 ja 1991. aastal 760 vaatluskaevust (2017. aastal 257 kaevu)
- Mineraalvee otsingud, temaatilised uurimistööd jms

9. Põhjavee katastri (bilansi) loomine 1979. aastal ja riikliku põhjavee katastri pidamine aastatel 1982–1991

- Puurkaevude passe ja arvestuskaarte koondav andmekogu võeti kasutusele juba 1974. aastal. 1979. aastaks valmis süsteemne andmestik aastate 1945–1975 kohta. Riikliku katastri pidamise perioodil koostati regulaarselt aruandeid põhjaveevarude kohta

10. Geofüüsikaliste uurimismeetodite rakendamine alates 1957. aastast

- Geofüüsika andmete kasutamine suurendas geoloogiateenistuse võimekust kivimite omaduste, maasiseseste struktuuride, põhjavee ja maavara leviku uurimisel

11. Geoloogiafondi loomine 1957. aastal

- Esimesel tegevusaastal oli fondis enam kui 770 säilikut Eesti geoloogilise uurimise kohta: aruanded, maardlate ja puurkaevude passid, protokollid jms, mida vajati maapõueuuringute läbiviimisel (tänapäevaks on fondis hoiustatud ligi 13 000 köidet koos kaardimaterjali ja CD-plaatidega. Geoloogiafondi töötajate poolt koostatud maavaravarude koondbilansid hõlmavad aastaid 1945–2005 ja puurkaevude arvestuskaartide kogumikud aastaid 1945–2009)

12. Geoloogiateenistuse labori loomine 1959. aastal

- Operatiivse analüüsimise ja tulemuste võrreldavuse tagamiseks loodud laboris on tänapäevaks akrediteeritud 29 analüüsimeetodit kivimite, setete, pinnase ja maavara (ka turba) uurimiseks ning 45 analüüsimeetodit põhja-, pinna- ja joogivee uurimiseks
- Labor korraldab põhjavee, sh joogivee ja pinnase võrdluskatseid

13. Puursüdämike säilitamise korraldamine alates 1960. aastast

- Rakenduslikel ja teaduslikel eesmärkidel hakati kvaliteetseid puursüdämikke säilitama pikaajaliselt ning algatati nende täiendav uurimine

14. Geokeemia uurimismeetodite süsteemne rakendamine alates 1967. aastast

- maavarade otsingu, põllumajandusliku maakasutuse ja ehitustegevuse suunamiseks hakati koostama kaarte ja atlaseid nii aluskorra, sette kivimite, maavarade kui mulla geokeemiliste uuringute (sh radooniriski uuringud) kohta

15. Meregeoloogilised uuringud aastatel 1981–1991

- Soome lahe merepõhja geoloogilised kaardid mõõtkavas 1:500 000 ja 1:200 000
- Liiva ja kruusa otsingud merepõhjast

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE 25 MÄRKIMISVÄÄRSEMAT TULEMUST AASTATEL 1991–2017**1. Geoloogiline baaskaardistamine mõõtkavas 1:50 000 aastatel 1991–2017**

- 279 teemakaarti (26 kompleksset ja 5 osaliselt teemakaartidega kaetud baaskaardi lehte)

2. Geoloogilised ülevaatekaardid 1:400 000 (1:200 000) aastatel 1997–2001

- Aluspõhja, pinnakatte, hüdrogeoloogia ja põhjavee kaitstuse kaardid

3. Maavarade kaardid 1:400 000 aastatel 2004–2008

- 5 maavarade kaarti geoloogiliste baaskaartide ja ülevaatekaartide andmestiku põhjal

4. Kristalse aluskorra ülevaatekaardid 1:400 000 (1:200 000) aastatel 1993–2002

- 1 Eesti ja 4 Põhja-Eesti aluskorra kaarti süvakaardistamise tulemusel

5. Põhja-Eesti klindi tsoneriv uurimistöo aastatel 1998–2002

- käsikirjaline aruanne detailse kaardimaterjaliga ja monograafia „Põhja-Eesti klint“ (2005; vt lisa 3).

6. Meregeoloogiline kaardistamine 1994–2013

- Liivi lahe merepõhja geoloogiliste kaartide komplekt (5 kaarti) mõõtkavas 200 000 (1994–1996)
- Merepõhja kaardid mõõtkavas 1:50 000 baaskaartide juurde (Kohtla-Järve, Sillamäe, Narva, Riguldi, Pakri ja Paldiski lehed ning Neugrundi meteoriidikraatri ala; 2006–2013)

7. Maavarade katastri (keskkonnaregistri maardlate nimistu) koostamine aastatel 1993–2006

- 771 maardla või maardlaosa registrikaarti anti Maa-ametile üle 2006. aastal

8. Eesti põlevkivimaardla varude ümberhindamine ja bilansi korrastamine uuringu- ning kaeveväljade kaupa aastatel 1994–2002

- 24 käsikirjalist aruannet ja 2 monograafiat (vt lisa 3)

9. Turbatootmisalade jääkvarude määramine aastatel 1992–1996

- 39 aruannet 66 turbatootmisala kohta

10. Soosetete lamamis oleva järvemuda ja -lubja uurimine aastatel 1998–2001

- Eelnevalt perspektiivseks hinnatud 62 uuringuala aruanded

11. Mahajäetud turbaväljade revisjon aastatel 2005–2008

- 81 ala revisjon

12. Ehitusmaterjalide tooraine geoloogilised uuringud 1991–2017

- 500 uuringuaruannet ehitusmaterjalide toorme kohta

13. Eesti dolomiidimaardlate revisjon aastatel 1997–2003

- Aruanded Kurevere, Hellamaa, Koigi ja Kaisma maardlate kohta

14. Kaevandatud ja mahajäetud karjääride revisjon aastatel 2013–2015

- 169 liiva-kruusa karjääri revisjon

15. Paekihtide ehituslike omaduste uurimine aastatel 1997–2012

- Aruanded ja 5 monograafiat (vt lisa 3)

16. Riiklik põhjaveeseire aastatel 1991–2017

- 56 aastat pidevat vaatlusrida (1991. aastal 760, 2017. aastal 257 vaatluskaevu)

17. Põhjavee kohalik ja ettevõtteseire aastatel 1991–2017

- 210 ettevõtteseire aruannet

18. Aluspõhja veekomplekside kvaliteedi mikrokomponentide ja radionukliidide uurimistööd aastatel 1994–2005

- 17 aruannet veekomplekside ja veekihtide hindamiseks ning põhjaveeklasside määramiseks

19. Seismoseire aastatel 1994–2017

- Eesti seirevõrgus on 3 statsionaarset ja 7 ajutist seisvojaama
- Reaalajas saab vaadata Vasula, Matsalu ja Arbavere seisvojaamade seismogramme

20. Geokeemiline mullaseire aastatel 1993–1997

- Regulaarsed seirearuanded, Kirde-Eesti mulla huumushorisoni ja turbalasundite ülemise kihi geokeemiline atlas (1994) ja Eesti mulla huumushorisoni geokeemiline atlas (1997; vt lisa 3); täiendatud andmestik on aluseks uute trükiste ettevalmistamisel

21. Radooniriski uuringud ja hinnangud alates 2002. aastast

- Radooniriski kaardid Eesti, Ida-Virumaa, Harjumaa ja Tallinna kohta
- Eesti radooniriski atlas (2017)

22. Puursüdamike ja nendega seotud andmestiku korrastamine aastatel 1997–2017

- 2230 puursüdamikku (24 341 südamikukasti), 12 935 kivimiproovi/käsipala ja 10 385 õhikut on korrastatud ja andmebaasi kantud

23. Eesti tugipuuraukude täienduurimine 1998–2010

- 10 monograafiat sarjas „*Estonian Geological Sections*“ Eesti enamuuritud ja esinduslikumate puursüdamike kohta (vt lisa 3)

24. Geoloogiafondi pidamine ja arendustööd 1991–2017

- Inventeeritud ja kataloogitud geoloogiliste fundamentaal- ja rakendusuuringute aruannete säilitamine ja nende kasutajate teenindamine
- Alates 1991. aastast Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamatute väljaandmine (vt lisa 3)

25. Eesti Geoloogiakeskuse labor

- 29 analüüsimeetodi akrediteering tahke aine uurimiseks ja 45 analüüsimeetodi akrediteering põhja-, pinna- ja joogivee uurimiseks
- Alates 2004. aastast kui referentlabor põhjavee valdkonnas

Eesti geoloogiateenistuse 80. juubeliaastal loodame, et 20 aasta pärast täieneb geoloogiateenistuse ajalugu vähemalt samaväärse loeteluga tehtust.

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE TRÜKISED 1991–2017

MONOGRAAFIAD

Maavaradest ülevaatlikut

Raudsep, R., Räägel, V., Savitskaja, L., Orru, M., Kattai, V. **1993**. Eesti maapõuerikkusi. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 64 lk.

Põlevkivist

Kattai, V., Saadre, T., Savitski, L. **2000**. Eesti põlevkivi: geoloogia, ressurss, kaevandamistingimused. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 248 lk.

Kattai, V. **2003**. Põlevkivi – õlikivi. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 170 lk.

**Turbast**

Orru, M. (koostaja). **1992**. Eesti turbavarud. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 146 lk.

Orru, M. **1995**. Eesti turbasood. Teatmik. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 240 lk + 39 turbasoo plaani.

Orru, M., Orru, H. **2003**. Kahjulikud elemendid Eesti turbas. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 144 lk + CD

Paekivist

Perens, H. **2003**. Paekivi Eesti ehitistes I. Üldiseloostus. Lääne-Eesti. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 132 lk.

Perens, H. **2004**. Paekivi Eesti ehitistes II. Harju, Rapla ja Järva maakond. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 144 lk.

Perens, H. **2006**. Paekivi Eesti ehitistes III. Lääne-Viru, Ida-Viru ja Jõgeva maakond. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 144 lk.

Perens, H. **2010**. Paekivi Eesti ehitistes IV. Tallinn. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 147 lk.

Perens, H. **2012**. Looduskivi Eesti ehitistes. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 168 lk.



Järvemudast

Ramst, R. **1992**. Eesti järvemudavaru. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 24 lk.

Geoloogiast ülevaatlilikult

Suuroja, K. **2005**. Põhja-Eesti klint. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 220 lk.

ÜLEVAATED, KATALOOGID

Geokeemiast

Petersell, V., Möttus, V., Täht, K., Unt, L. **1996**. Mulla geokeemilise seire büllötään 1992–1994. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 84 lk.

Kivisilla, J., Niin, M., Koppelmaa, H. **1999**. Catalogue of chemical analyses of major elements in the rocks of the crystalline basement of Estonia. Geological Survey of Estonia, Tallinn, 94 pp.

Ajaloost

- Vingisaar, P., Kukk, M. (koostajad) **2007**. Eesti Geoloogiakeskus 70/50. Geoloogilise kaardistamise poolsajand. Tallinn, 46 lk.
- Orru, M., Ramst, R., Rändur, M., Salo, V., Halliste, L., Vingisaar, P. **2008**. Eesti Geoloogiakeskus 70/50. Turbauuringute poolsajand. Tallinn, 74 lk.
- Perens, R., Savitskaja, L., Savitski, L., Vingisaar, P. (koostajad) **2008**. Eesti Geoloogiakeskus 70/50. Hüdrogeoloogia poolsajand. Tallinn, 78 lk.
- Vingisaar, P., Niin, M. (koostajad) **2008**. Eesti Geoloogiakeskus 70/50. Süvakaardistamise veerandsajand. Tallinn, 78 lk.
- Vingisaar, P., Rändur, M. (koostajad) **2009**. Eesti Geoloogiakeskus 70/50. Ehitusmaterjalide uuringute poolsajand. Tallinn, 70 lk + CD.

SEERIAVÄLJAANDED

Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised

- Raudsep, R. (ed.) **1991**. First Geological Conference of the Baltic Sea states. Abstracts. April 15–21, 1991. Bulletin of the Geological Survey of Estonia, 1/1, Tallinn – Lohusalu, 54 lk.
- Raudsep, R. (toimetaja) **1992**. RE Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised, 2/1. Tallinn, 54 lk. [Eesti, inglise ja saksa keeles].
- Raudsep, R. (toimetaja) **1993**. Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised, 3/1. Tallinn, 55 lk. [Inglise ja eesti keeles].
- Raudsep, R. (toimetaja) **1994**. Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised, 4/1. Tallinn, 49 lk. [Eesti ja inglise keeles].
- Raudsep, R. (toimetaja) **1995**. Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised, 5/1. Tallinn, 33 lk. [Eesti ja inglise keeles].
- Raudsep, R. (toimetaja) **1996**. Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised, 6/1. Tallinn, 40 lk. [Inglise ja eesti keeles].
- Raudsep, R. (toimetaja) **1997**. Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised, 7/1. Tallinn, 43 lk. [Inglise ja eesti keeles].
- Raudsep, R. (toimetaja) **1998**. Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised, 8/1. Tallinn, 40 lk. [Inglise ja eesti keeles].
- Kivisilla, J. (toimetaja) **2000**. Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised, 9/1. Tallinn, 34 lk. [Inglise ja eesti keeles].
- Kivisilla, J. (toimetaja) **2002**. Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised, 10/1. Tallinn, 29 lk. [Inglise ja eesti keeles].
- Pöldvere, A. (toimetaja) **2012**. Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised, 11/1. Tallinn, 80 lk.
- Kaljuläte, K., Pöldvere, A., Suuroja, K. (toimetajad) **2015**. Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised, 12/1. Tallinn, 80 lk.



Hüdrogeoloogiast

- Savitskaja, L. (toimetaja) **1992**. Põhjavee seisund 1991. aastal. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 127 lk.
 Savitskaja, L. (toimetaja) **1993**. Põhjavee seisund 1992. aastal. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 183 lk.
 Savitskaja, L. (toimetaja) **1994**. Põhjavee seisund 1993. aastal. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 112 lk.
 Savitskaja, L. (toimetaja) **1995**. Põhjavee seisund 1994. aastal. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 151 lk.
 Savitskaja, L. (toimetaja) **1996**. Põhjavee seisund 1995. aastal. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 102 lk.
 Savitskaja, L. (toimetaja) **1997**. Põhjavee seisund 1996. aastal. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 92 lk.
 Savitskaja, L. (toimetaja) **1999**. Põhjavee seisund 1997.-1998. aastal. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 112 lk.
 Perens, R. (toimetaja) **2005**. Põhjavee seisund 1999.–2003. aastal. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 100 lk.

Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamatud

- Vingisaar, P. (toimetaja) **1991**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 1990. Tallinn, 139 lk.
 Perens, R. (toimetaja) **1992**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 1991. Tallinn, 164 lk.
 Niin, M. (toimetaja) **1993**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 1992. Tallinn, 156 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **1994**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 1993. Tallinn, 175 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **1995**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 1994. Tallinn, 168 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **1996**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 1995. Tallinn, 163 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **1997**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 1996. Tallinn, 138 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **1998**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 1997. Tallinn, 136 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **1999**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 1998. Tallinn, 174 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **2000**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 1999. Tallinn, 158 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **2001**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2000. Tallinn, 124 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **2002**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2001. Tallinn, 150 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **2003**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2002. Tallinn, 143 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **2004**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2003. Tallinn, 136 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **2005**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2004. Tallinn, 131 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **2006**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2005. Tallinn, 143 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **2007**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2006. Tallinn, 143 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **2008**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2007. Tallinn, 143 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **2009**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2008. Tallinn, 139 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **2010**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2009. Tallinn, 144 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **2011**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2010. Tallinn, 152 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **2012**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2011. Tallinn, 128 lk.
 Kukk, M. (toimetaja) **2013**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2012. Tallinn, 140 lk.
 Kukk, M., Klein, V. (toimetajad) **2014**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2013. Tallinn, 121 lk.
 Kukk, M., Klein, V. (toimetajad) **2015**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2014. Tallinn, 136 lk.
 Kukk, M., Klein, V. (toimetajad) **2016**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2015. Tallinn, 121 lk.
 Kukk, M., Klein, V. (toimetajad) **2017**. Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2016. Tallinn, 142 lk.



Bulletään “Estonian Geological Sections”

- Männik, P. (ed.) **1998**. Tartu (453) drill core. Estonian Geological Sections, 1, 48 pp.
 Pöldvere, A. (ed.) **1999**. Taga-Roostoja (25A) drill core. Estonian Geological Sections, 2, 47 pp.
 Pöldvere A. (ed.) **2001**. Valga (10) drill core. Estonian Geological Sections, 3, 50 pp.
 Pöldvere A. (ed.) **2002**. Soovälja (K-1) drill core. Estonian Geological Sections, 4, 61 pp.
 Pöldvere A. (ed.) **2003**. Ruhnu (500) drill core. Estonian Geological Sections, 5, 76 pp + CD.
 Pöldvere, A. (ed.) **2005**. Mehikoorma (421) drill core. Estonian Geological Sections, 6, 67 pp + CD.
 Pöldvere, A. (ed.) **2006**. Kerguta (565) drill core. Estonian Geological Sections, 7, 43 pp + CD.
 Pöldvere, A. (ed.) **2007**. Tsiistre (327) drill core. Estonian Geological Sections, 8, 55 pp + CD.
 Pöldvere, A. (ed.) **2008**. Männamaa (F-367) drill core. Estonian Geological Sections, 9, 56 pp + CD.
 Pöldvere, A. (ed.) **2010**. Viki drill core. Estonian Geological Sections, 10, 56 pp + CD.



KONVERENTSI TEESIDE KOGUMIKUD

- 60/40 juubeliaasta teaduskonverentsi ettekannete teesid. **1998**. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 10 lk.
 XIV Aprillikonverentsi teesid. **2006**. Lähenevad rannad. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 19 lk.
 XV Aprillikonverentsi teesid. **2007**. Geoloogilise kaardistamise poolsajand. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 45 lk.
 XVI Aprillikonverentsi teesid. **2008**. Põlevkivimaa – probleemid ja tulevik. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 41 lk.
 XVII Aprillikonverentsi teesid. **2009**. Unustatud maavarad. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 38 lk.
 XVIII Aprillikonverentsi teesid. **2010**. Eesti maapõu ja selle arukas kasutamine. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 43 lk.
 XIX Aprillikonverentsi teesid. **2011**. Eesti mere- ja maapõue uuringutest ning arukast kasutamisest. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 53 lk.
 XX Aprillikonverentsi teesid. **2012**. Rakendusgeoloogilistest uuringutest Eestis. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 51 lk.
 XXI Aprillikonverentsi teesid. **2013**. Rakendusgeoloogilistest uuringutest Eestis – olevik ja tulevik. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 63 lk.

- XXII Aprillikonverentsi teesid. **2014**. Geoloogialt ühiskonnale. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 57 lk.
- 4th Annual Meeting of IGCP 591. **2014**. The Early to Middle Paleozoic Revolution. Abstracts & Field Guide. Estonia, 10–19 June 2014. Institute of Ecology and Earth Sciences, University of Tartu. Institute of Geology at Tallinn University of Technology, Geological Survey of Estonia. Tallinn, 202 pp.
- XXIII Aprillikonverentsi teesid. **2015**. Eesti maapõue strateegiast. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 44 lk.
- XXIV Aprillikonverentsi teesid. **2016**. Maapõuekasutus ja keskkonnahoid. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 58 lk.
- XXV Aprillikonverentsi teesid. **2017**. Maapõuekasutus ja keskkonnahoid. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 60 lk.

KAARDID, NENDE SELETUSKIRJAD JA ATLASED

Pinnakatte setete kaardid

- Kajak, K. (koostaja) **1995**. Eesti kvaternaarisetete kaart. Mõõtkava 1:2 500 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, seletuskiri 20 lk + kaart. [Eesti keeles inglise- ja venekeelse kokkuvõttega].
- Kajak, K. (koostaja) **1999**. Eesti kvaternaarisetted. Kaart mõõtkavas 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, seletuskiri 50 lk + kaart. [Eesti keeles ingliskeelse kokkuvõttega].

Aluspõhja kivimite kaardid

- Kala, E. (koostaja). **1995**. Eesti geoloogiline kaart (mõõtkava 1:2 500 000). Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, seletuskiri 1 lk + kaart. [Eesti ja inglise keeles].
- Suuroja, K. (koostaja). **1997**. Eesti aluspõhja geoloogiline kaart. Mõõtkavas 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, seletuskiri 74 lk + kaart. [Eesti keeles ingliskeelse kokkuvõttega].

Aluskorra kivimite kaardid

- Koppelmaa, H., Kivisilla, J. (koostajad) **1997**. Kirde-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart (mõõtkava 1:200 000). Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, seletuskiri 37 lk + 3 kaarti. [Eesti ja inglise keeles].
- Koppelmaa, H., Kivisilla, J. (koostajad) **1998**. Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart (mõõtkava 1:200 000). Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, seletuskiri 33 lk + 4 kaarti. [Eesti ja inglise keeles].
- Koppelmaa, H., Kivisilla, J. (koostajad) **1999**. Loode-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart (mõõtkava 1:200 000). Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, seletuskiri 30 lk + 4 kaarti. [Eesti ja inglise keeles].
- Koppelmaa, H., Kivisilla, J. (koostajad) **2000**. Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart (mõõtkava 1:400 000). Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, seletuskiri 33 lk + 4 kaarti.
- Koppelmaa, H. (koostaja) **2002**. Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart (mõõtkava 1:400 000). Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, seletuskiri 32 lk + kaart.

Hüdrogeoloogilised kaardid

- Perens, R. (koostaja) **1998**. Eesti hüdrogeoloogiline kaart. Mõõtkavas 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, seletuskiri 40 lk + kaart. [Eesti keeles ingliskeelse kokkuvõttega].
- Perens, R. (koostaja) **2001**. Eesti põhjavee kaitstuse kaart (mõõtkava 1:400 000). Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, seletuskiri 47 lk + kaart.

Maavarade kaardid

- Saadre, T., Rammo, M., Niin, M. (koostajad) **2004**. Eesti aluspõhja maavarade kaart. Mõõtkava 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, seletuskiri 27 lk + kaart.
- Saadre, T., Rammo, M., Niin, M. (koostajad) **2005**. Eesti pinnakatte maavarade kaart. Kruus, liiv, savi. Mõõtkava 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, seletuskiri 40 lk + kaart.
- Saadre, T., Rammo, M. (koostajad) **2006**. Eesti pinnakatte maavarade kaart. Turvas, järvelubi, järvemuda, mere-muda. Mõõtkava 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.
- Niin, M., Rammo, M. (koostajad) **2008**. Eesti maavarade kaart. Diktüoneemakilt (graptoliitargilliit). Mõõtkava 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.

Riia (Liivi) lahe kaardid

- Stiebrinš, O., Vāling, P. **1996**. Bottom sediments of the gulf of Riga (scale 1:200 000). Geological Survey of Latvia, Geological Survey of Estonia. Riga, explanatory note 54 pp + map.
- Baraškovs, V., Talpas, A., Kask, J. **1997**. Landscape-ecological map of the gulf of Riga (scale 1:200 000). Geological Survey of Latvia, Geological Survey of Estonia. Riga, explanatory note 31 pp + map on 2 pp.
- Juškevičs, V., Talpas, A. **1997**. The map of the Quaternary deposits of the gulf of Riga (scale 1:200 000). Geological Survey of Latvia, Geological Survey of Estonia. Riga, explanatory note 39 pp + map.
- Seredenko, R., Zaitsev, V., Talpas, A., Suuroja, S. **1997**. The bedrock map of the gulf of Riga (scale 1:200 000). Geological Survey of Latvia, Geological Survey of Estonia. Riga, explanatory note 30 pp + map.

Radooniriski kaart

- Petersell, V., Akerblom, G., Ek, B.-M., Enel, M., Mõttus, V., Täht, K. **2004**. Eesti radooniriski kaart. Eesti Geoloogiakeskus, Rootsi Kiirguskaitse Instituut, Rootsi Geoloogiateenistus, Tallinn–Stockholm, seletuskiri 52 lk + 9 kaarti. [Eesti ja inglise keeles].

Sood kaardid

- Orru, M., Širokova, M., Veldre, M. **1993**. Eesti sood (mõõtkava 1:400 000). Eesti Geoloogiakeskus, REGIO. Tallinn, lühiülevaade + kohanimede register + kaart. [Eesti, inglise ja saksa keeles].

Geokeemilised atlased

- Petersell, V., Ressar, H., Mõttus, V., Olsson, A., Unt, L., Vösu, M. **1994**. Kirde-Eesti mulla huumushorisoni ja turba-lasundite ülemise kihi geokeemiline atlas. Eesti Geoloogiakeskus, Sveriges geologiska undersökning. Tallinn–Uppsala, seletuskiri 45 lk + 54 kaarti. [Eesti ja inglise keeles].
- Petersell, V., Ressar, H., Carlsson, M., Mõttus, V., Enel, M., Mardla, A., Täht, K. **1997**. Eesti mulla huumushorisoni geokeemiline atlas. Eesti Geoloogiakeskus, Sveriges geologiska undersökning. Tallinn–Uppsala, seletuskiri 75 lk + 37 kaarti. [Eesti ja inglise keeles].

KALENDRID

- Perens, H. (tekst ja fotod) **1997**. Kalender 1998. Eesti Geoloogiakeskus, 16 lk.
- Kask, J. (koostaja), Kask, J., Saadre, T. (fotod) **1998**. Kalender 1999. Eesti rannad. Eesti Geoloogiakeskus, 16 lk.
- Orru, M., Klein, V. (koostajad), Saadre, T. (fotod) **1999**. Kalender 2000. Eesti sood. Eesti Geoloogiakeskus, 16 lk.
- Suuroja, K. (tekst), Saadre, T. (fotod) **2000**. Looduse kalender '01. Põhja-Eesti pankrannik. Maaleht, Loodus, Eesti Geoloogiakeskus, 28 lk.
- Suuroja, K. (tekst), Saadre, T., Primo, V. (fotod) **2001**. Looduse kalender '02. Eesti joad. Loodus, Eesti Geoloogiakeskus, 28 lk.
- Suuroja, K. (tekst), Saadre, T. (fotod) **2002**. Looduse kalender '03. Eesti rändrahnud. Eesti Geoloogiakeskus, Looduskiri, 28 lk.
- Suuroja, K. (tekst), Saadre, T. (fotod) **2003**. Looduse kalender '04. Eesti Devon. Taevaskojad ja müürimäed. Eesti Geoloogiakeskus, Looduse Omnibuss, Regio, 28 lk.
- Suuroja, K. (tekst), Saadre, T. (fotod) **2004**. Looduse kalender '05. Saaremaa ja Lääne-Eesti pangad. Looduskiri, Eesti Geoloogiakeskus, Eesti Looduskaitse Selts, 28 lk.
- Suuroja, K. (tekst), Saadre, T. (fotod) **2005**. Looduse kalender '06. Eesti allikad. Looduskiri, Eesti Geoloogiakeskus, Eesti Looduskaitse Selts, 28 lk.
- Suuroja, K. (tekst), Saadre, T., Suuroja, K., Kuusi, H. (fotod) **2006**. Looduse kalender '07. Eesti mäed. Looduskiri, Eesti Geoloogiakeskus, Eesti Looduskaitse Selts, 28 lk.
- Suuroja, K. (tekst), Saadre, T., Tuul, T., Kuusi, H. (fotod) **2007**. Looduse kalender '08. Eesti orud. Looduskiri, Eesti Geoloogiakeskus, Eesti Looduskaitse Selts, 28 lk.
- Suuroja, K. (tekst), Saadre, T., Tuul, T., Suuroja, S., Suuroja, K., Kuusi, H. (fotod) **2008**. Looduse kalender '09. Eesti maa-

varad. Looduskiri, Eesti Geoloogiakeskus, Eesti Looduskaitse Selts, 28 lk.

Suuroja, K. (tekst), Saadre, T. (fotod) **2009**. Looduse kalender '10. Eesti loodusmonumendid. Looduskiri, Eesti Geoloogiakeskus, Eesti Looduskaitse Selts, 28 lk.

Suuroja, K. (tekst), Saadre, T., Suuroja, K. (fotod) **2010**. Looduse kalender '11. Eesti Kambrium. Looduskiri, Eesti Geoloogiakeskus, Eesti Looduskaitse Selts, 28 lk.

Suuroja, K. (tekst), Saadre, T. (fotod) **2011**. Looduse kalender '12. Karst Eestis. Looduskiri, Eesti Geoloogiakeskus, Eesti Looduskaitse Selts, 28 lk.

Suuroja, K. (tekst), Saadre, T., Suuroja, S., Kruusi, H. (fotod) **2012**. Looduse kalender '13. Eesti väikesaared. Looduskiri, Eesti Geoloogiakeskus, Eesti Looduskaitse Selts, 28 lk.

Suuroja, K. (tekst), Saadre, T., Suuroja, S., Kruusi, H., Tuul, T. (fotod) **2013**. Looduse kalender '14. Soome laht. Looduskiri, Eesti Geoloogiakeskus, Eesti Looduskaitse Selts, 28 lk.

Suuroja, K. (tekst), Saadre, T., Baranov, G., Kruusi, H., Kravik, K., Suuroja, K. (fotod) **2014**. Looduse kalender '15. Eesti Ordoviitsium. Looduskiri, Eesti Geoloogiakeskus, Eesti Looduskaitse Selts, 27 lk.

Suuroja, K. (tekst), Saadre, T., Ader A., Suuroja, K., Suuroja, S., Kose, M. (fotod) **2015**. Looduse kalender '16. Eesti Maastikud. Looduskiri, Eesti Geoloogiakeskus, Eesti Looduskaitse Selts, 28 lk.

Suuroja, K. (tekst), Saadre, T., Ader A., Suuroja, M., Suuroja, K., Suuroja, S., Leito, T., Tuul, T., Kruusi, H., Mehiste, U. (fotod) **2016**. Looduse kalender '17. Kristalne Eesti. Looduskiri, Eesti Geoloogiakeskus, Eesti Looduskaitse Selts, 28 lk.



VÄIKETRÜKISED

RE Eesti Geoloogiakeskus. Geological Survey of Estonia. **1992**. Tallinn, 27 lk.

Eesti Geoloogiakeskus aastal 1996. **1997**. Tallinn, 8 lk. [Eesti ja inglise keeles].

Eesti Geoloogiakeskus aastal 1997. **1998**. Tallinn, 12 lk. [Eesti ja inglise keeles].

Suuroja, K. **2001**. Kärkla meteoriidikraater. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 40 lk.

Suuroja, K. **2001**. Kärkla meteorite crater. Geological Survey of Estonia, Tallinn, 40 lk.

Eesti Geoloogiakeskus 70/50. **2007**. Tallinn, 19 lk.

Puurkaevude ja puuraukude geofüüsikalised uuringud. **2017**. Eesti Geoloogiakeskuse voldik.

GEOLOOGIATEENISTUSE ROLLIST JA SELLE TÄHTSUSEST ÜHISKONNALE

Anne Põldvere
Eesti Geoloogiakeskus

Geoloogiateenistuste tähtsaimaks ülesandeks kogu maailmas on maapõue igakülgne ja ajakohane uurimine oma riigi huvides, sest mitmete elanikkonnale oluliste valdkondade areng sõltub eelkõige geoloogiliste teadmiste kogumise, analüüsimise ja rakendamise oskusest. Pidevalt vajatakse teaduslikult ja insenerlikult kõrgel tasemel põhjavee, maavarade, keskkonnanja ehitusgeoloogia uuringuid riigi majanduse ja turvalise arengu, sh piirkondade planeeringu, loodushoiu ja kultuurilise edenemise tagamiseks.

Geoloogiateenistuse tugevus peitub akadeemilise kõrgharidusega, kuid erinevatele geoloogia valdkondadele spetsialiseerunud **spetsialistide** koostöös, mis tagab adekvaatse maapõue ehituse uurimise kogu selle mitmekesisuse ulatuses. Nende uurimistööde kvaliteeti, operatiivsust ja usaldusväärsust suurendavad geoloogiateenistuse professionaalselt kogutud eriaegsed andmekogud.

Geoloogiateenistus Eestis on 80 aastat tegelenud praktilise suunilusega töödega: geoloogiline kaardistamine, maavarade ja põhjavee otsing ning uuring, põhjavee režiimi ja kvaliteedi seire, geokeemilised ja geofüüsikalised ning maapõue kaitse alased tööd. Milline on nende geoloogiliste tööde roll ja tähtsus ühiskonnale?

Geoloogiline kaardistamine pakub ühiskonnale terviklikku informatsiooni maismaa ja merealade maapõue kohta, mille põhjal tehakse otsuseid põhjavee ja maavarade kasutamise, ehitustegevuse, maakasutuse ja keskkonnatingimuste kohta ning kirjutatakse teaduslikke uurimistöid.

Tänu geoloogilisele kaardistamisele omame usaldusväärseid andmeid Eesti maavarade ja põhjavee leviku, kasutamise ja kaitse kohta, oskame paremini hinnata maapõuest lähtuvaid ohte (tektoonilised rikked, ebapüsivad settekompleksid, rannikuid kujundavad protsessid, radooni looduslik kiirgus) ning oleme saanud panustada rahvusvahelisse teadusesse nii platvormsete alade geoloogia kui Kärkla ja Neugrundi meteoriidikraatri avastamise ning uurimisega.

Kogu Eesti ala kompleksne keskmisemõõtkavaline (mõõtkavas 1:200 000) geoloogiline kaardistamine toimus aastatel 1958–1976. Nende tööde käigus uuriti esmakordselt süsteemselt Eesti aluspõhja kivimite ehituse seaduspärasusi kristalsesse aluskorda ulatuvate puuraukude abil ja avastati mineraalvee kihid. Samal perioodil alustati suuremõõtkavalist kaardistamist (mõõtkavas 1:50 000), mis võimaldab oluliselt täpsemalt hinnata maapõue kasutusvõimalusi.

Maavarade uurimine on geoloogiateenistuse üks tähtsamaid ülesandeid. Nende uuringute käigus selguvad maavarade esinemise geoloogilised tingimused ja kasutuselevõtuga kaasnevad keskkonnamõjud. Kaevandatakse ainult neid maavarasid, mille kasutamine hoolimata ühiskondlikust nõudlusest ei kahjusta elukeskkonda ja on majanduslikult põhjendatud. Maavaradest sõltub riigi elatustase ja majanduslik võimekus. Küllaldane maavaravaru loob head eeldused eelkõige ehituse, transpordi, elektritootmise, tööstuse ja põllumajanduse arendamiseks riigis.

Maavarade otsingute ja uuringute andmed ei oma paraku igavikulist väärtust. Igal ajal on oma ühiskondlik tellimus maavarade kasutamiseks, heakskiidetud tingimused, teadmiste tase ja tehnoloogilised võimalused. Ees ootavad uued uuringud Eesti maavarade kasutamise mitmekülgse kasvu ja jätkusuutlikkuse suurendamiseks, sh ka maasoojusenergia osakaalu tõstmiseks tarbimises.

Eesti kõige enam uuritud maavaradeks on põlevkivi (kasutatakse energeetika- ja keemiatööstuses), turvas (põllu- ja soojamajandus, meditsiin), lubja- ja dolokivi, kruus, liiv ning savi (ehitusmaterjalide, klaasi-, masina-, paberi- ja tselluloositööstus, põllumajandus). 20. sajandil uuriti fosforiiti (põllumajandus, keemiatööstus) ja graptoliitargilliiti (töötlev tööstus), millele järgnes ka kaevandamine. Spetsiaalselt on otsitud ja uuritud mitmesuguseid metallimaake (molübdeen, polümetallid, püriit, raud, strontsium, uraan, vanaadium), mis esinevad aluskorras (sügavus maapinnast 100–800 m) ja eriti mitmekesisuses koosluses grapto-

liitargilliidis (orgaanilist ainet sisaldav savikivim). Tänu süsteemsel geoloogilisel kaardistamisel kogutud teadmistele on teada ka glaukoniitliivakivi, looduslike värvainete, järvekriidi, järve- ja meremuda ning diatomiidi varude suurus ja kvaliteet. Eesti maapõuest on otsitud ka naftat ja maagaasi.

Põhjavee uurimine on vastutusrikas töö, sest kõigi Eesti elanike tervis ja heaolu sõltub puhtast joogiveest. Maapõues paikneva vee (sh mineraalvee) otsing ja uuring, põhjaveevarude ratsionaalse kasutamise, režiimi ja kvaliteedi hindamine ning kaitse eeldab hüdrogeoloogide ja geoloogide süsteemset koostööd. Geoloogide ülesandeks selles protsessis on põhjavee ümbritsevate kivimite ja setete omaduste uurimine, millest sõltuvad põhjavee keemilised ja füüsikalised omadused, levik ja kujunemise tingimused.

Eesti põhjavee leviku üldisemad seaduspärasused ja hüdrodünaamilised parameetrid kaardistati aastatel 1958–1976 mõõtkavas 1:200 000. Täpsemate hüdrogeoloogiliste kaartide järjepideva koostamisega mõõtkavas 1:50 000 alustati 1962. aastal. Nende tööde eesmärgiks on veevarustuse tagamine elanikkonnale ja ettevõtetele, põhjaveekomplekside pindalalise ja vertikaalse veerikkuse seaduspärasuste selgitamine, kahjulike lisandite esinemise ja reostusallikate uurimine, maavarade kaevandamise tingimuste ning nendega kaasnevate keskkonnamõjude väljaselgitamine. Alates 1980. aastast on geoloogilis-hüdrogeoloogilise andmestiku baasil koostatud laiale kasutajaskonnale suunatud põhjavee kaitstuse kaarte, mille alusel on võimalik hinnata maapinnalähedase veekihi kaitstust.

Lisaks kaardistamistöodele tegelevad hüdrogeoloogid lahenduste leidmisega linnade ja asulate veevarustuse parandamiseks, tarbevarude hindamisega ning põhjavee järjepideva seire ja kaitsega.

Eelloetletud tööde ja teiste hüdrogeoloogiliste uuringutega kogutud andmetest on geoloogia-teenistus loonud väärtuslikud andmebaasid, mille põhjal tehakse hüdrogeoloogilist modelleerimist, täiendatakse seirekavasid, koostatakse sanitaarkaitsealade projekte ja eksperthinnanguid, hinnatakse keskkonnamõjusid ja kasutuses olevate kaevude seisundit ning määratakse tingimusi uute kaevude projekteerimiseks.

Kui enamus põhjavee ja selle kasutust iseloomustavatest andmetest kogutakse spetsiifiliste hüdrogeoloogiliste töödega, siis töötavate puurkaevude konstruktsiooni ja tarbitava veekihi seisundi hindamisel rakendatakse ka geofüüsikalisi uuringuid, mis tagavad keerulistes tingimustes usaldusväärsed tulemused, see-

juures teiste meetoditega võrreldes märgatavalt väiksemate kulutustega.

Geofüüsikalisi uurimismeetodeid on geoloogia-teenistuses rakendatud alates 1957. aastast. Eialgu katsetati elektrometrisi meetodeid kivimite löheliisuse, hiljem ka tektooniliste rikketsoonide, mattunud ürgorgude ja Kvaternaari setete paksuse uurimiseks. Alates 1970. aastast hakati ulatuslikult kasutama puuraukude geofüüsikalisi uurimismeetodeid, magnetomeetriat ja gravimeetriat, alates 1981. aastast seisimise akustilist profileerimist merealade kaardistamisel ning 1993. aastast automaatseid seisimise maasmal. Geofüüsikaliste meetodite eeliseks on kiirus suurte maa-alade uurimisel ja aparatuuri kasutamise mugavus. Kogutud andmeid kasutavad koostöös nii geofüüsikud, geoloogid, hüdrogeoloogid, geokeemikud kui keskkonnageoloogid iseloomustades kivimite omadusi, maasiseseid struktuure, põhjavee ja maavara esinemist või siis kavandades eelseisvaid töömahukaid uuringuid.

Alates 1994. aastast on geoloogia-teenistus registreerinud ja analüüsinud Eesti territooriumil ning naaberaladel toimuvaid looduslikke ja tehnogeenseid seisimise sündmuseid. Eesti seisimise abil osaletakse ka kaugete maavärinate seiramises Saksamaa Potsdami Maauuringute Keskuse rahvusvahelise GEOFON võrgu kaudu. Need mõõtmised on osaks Maa seisimise globaalsete protsesside uurimisest ja Eesti riiklikust keskkonnaseirest. Põhjamaade ja Baltikumi andmed kuvatakse Helsingi Ülikooli Seisimise Instituudi kaardileheküljel. Manuaalselt täpsustatud sündmused kantakse Helsingi Ülikooli bulletinäni „*Seismic Events in Northern Europe*“.

Geokeemia ja keskkonnageoloogia uuringute eesmärgiks on välja selgitada pinnases (mullas), setetes, kivimites või vees esinevate, inimestele kasulike või kahjulike elementide ja ühendite sisaldus ning jälgida neile ohtlike looduslike protsesside kulgu. Geokeemiliste proovide analüüside tulemused koos looduslike protsesside seisu kirjeldavate ülevaadetega esitatakse kasutajaskonnale enamasti kaartide või atlastena.

Geokeemiliste meetoditega on Eestis uuritud maavarade esinemist nii maismaa kui merealade maapõues (aastad 1950–1991), heeliumi sisaldust põhjavees (1977–1988) ning turba, mulla huumushorisoni ja selle lähtekivimite koostist (1981–1998). Nende kivimite, setete, põhjavee ja mulla keemilise koostise süsteemsete laboratoorsete uuringute tulemusel on võimalik suunata maavarade uuringuid ja hinnata maa-

põuest lähtuvaid keskkonnaohte.

Alates 2000. aastast alustas geoloogiateenistus radooniohtlikkuse uuringuid. Need tööd on vajalikud ehitustegevuse korraldamiseks. Nimelt tulenevalt Eesti maapõue kivimite koostisest ületab radooni sisaldus pinnaseõhus piirkonniti piiranguteta ehitustegevuseks lubatud piiri. Esialgse ülevaate saamiseks koostati 2004. aastal kogu Eesti ala hõlmav radooniriski kaart mõõtkavas 1:500 000 ja 2008. aastal tihendatud andmevõrguga kaart mõõtkavas 1:200 000 Harjumaa kohta. Lisaks kaartidele tehakse uuringuid ka konkreetsete tellimuste alusel.

Mererannikute kulutus- ja kuhjeprotsesse on geoloogiateenistus jälginud süsteemselt juba enam kui 20 aastat, neist 10 aastat riikliku keskkonnaseire programmi raames. Rannikualadel toimuvad looduslikud settetekuhje ja kulutusprotsessid vajavad erilist tähelepanu eelkõige elanikkonna ohutuse tagamisel, puhkemajanduse arendamisel ja ehitustegevuse kavandamisel.

Maapõueuuringute andmekogud sisaldavad eriaegsete uuringutega kogutud ja tööprotsessis kontrollitud andmeid ning puursüdamikke ja geoloogilisi proove. Kuna geoloogilise teabe kogumine on enamasti töö- ja ajamahukas, siis võimaldavad andmekogud uutele töö-

dele tehtavate kulutuste kokkuhoidu. Maapõue eriaegsed andmed leiavad kasutamist nii rakenduslikul kui teaduslikul eesmärgil. Eriti tähtsad on need geoloogilise kaardistamise, põhjavee ja maavarade uuringute ning keskkonnageoloogia jaoks.

Kivimimaterjali ja digitaalsete andmekogude kõrval on maapõue valdkonnas tegutsejatele oluliseks andmeallikaks 1957. aastal asutatud **geoloogifond**, kus pakutakse avalikuks kasutamiseks fundamentaal- ja rakendusuuringute aruandeid. Kokku on seal hoiustatud ligi 13 000 köidet koos kaardimaterjali ja CD-plaati-dega. 2016. aastal kasutas pakutavat teenust 1720 külastajat. Operatiivsema andmekasutuse tagamiseks on aruannetes sisalduvatest andmetest loodud digitaalseid andmebaase.

Geoloogiateenistuse tähtsust ühiskonnale on keeruline üle hinnata. Seni, kuni inimeste toimetulek ja heaolu sõltub puhtast põhjaveest, maavarade vastutustundlikust kasutuselevõtust ning keskkonna- ja ehitusgeoloogia teadmised, tuleb panustada ka maapõue ajakohasesse uurimisse. Ainult nii on võimalik koguda väärtuslikke ja spetsiifilisi teadmiseid, mille alusel saab langetada meid kõiki otseselt puudutavaid tähtsaid otsuseid.

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE PÕHJAVEE UURINGUTEST VIIMASE 20 AASTA VÄLTEL

Katrin Erg
Eesti Geoloogiakeskus

Eesti Geoloogiakeskuse hüdrogeoloogia osakond on spetsialiseerunud põhjaveevarude kujunemise, leviku, keemilise koostise, liikumise seaduspärasuste ja kaitse uurimisele. Osakonna tööde nimistusse kuuluvad linnade, asulate ja üksikmajapidamiste veevarustuse probleemide küsimused. Hinnatakse põhjavee tarbevaru ehk seda vee hulka, mida on võimalik otstarbekalt tarbida nii, et oleks tagatud põhjavee hea seisundi säilimine. Põhjavee tarbevaru hüdrogeoloogiline prognoos tehakse hüdrogeoloogilise kaardistamise, otsingu- ja uuringutööde, seire ning laboratoorsete analüüside andmete põhjal.

Maavara kaevandamise piirkondades hinnatakse maavara kaevandamise mõju veeresurssidele ja looduskeskkonnale. Kaevandamise viiside valikul lähtutakse

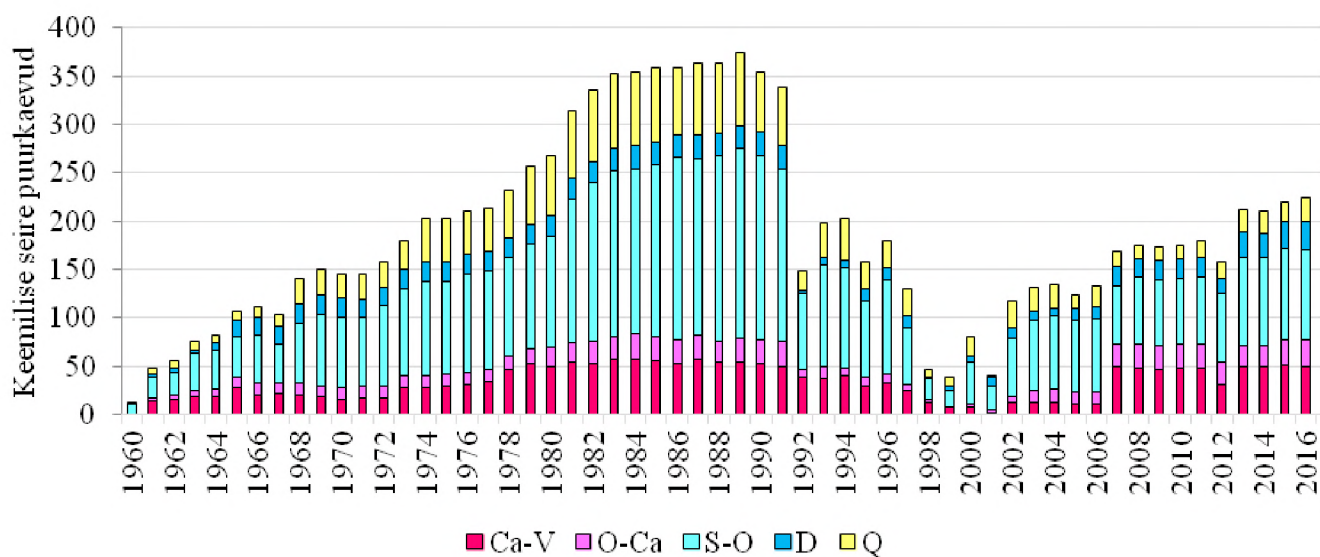
kaevude veetaseme ja põhjavee kvaliteedi tagamise nõudest. Veetõrje abinõude väljatöötamisel maavarade kaevandamise piirkonnas arvestatakse mõjudega looduskeskkonnale.

Põhjaveeseire käigus jälgitakse looduslike ja tehnogeensete tegurite mõju põhjavee levikule ja koostisele. Seire eesmärgiks on jälgida põhjavee seisundit:

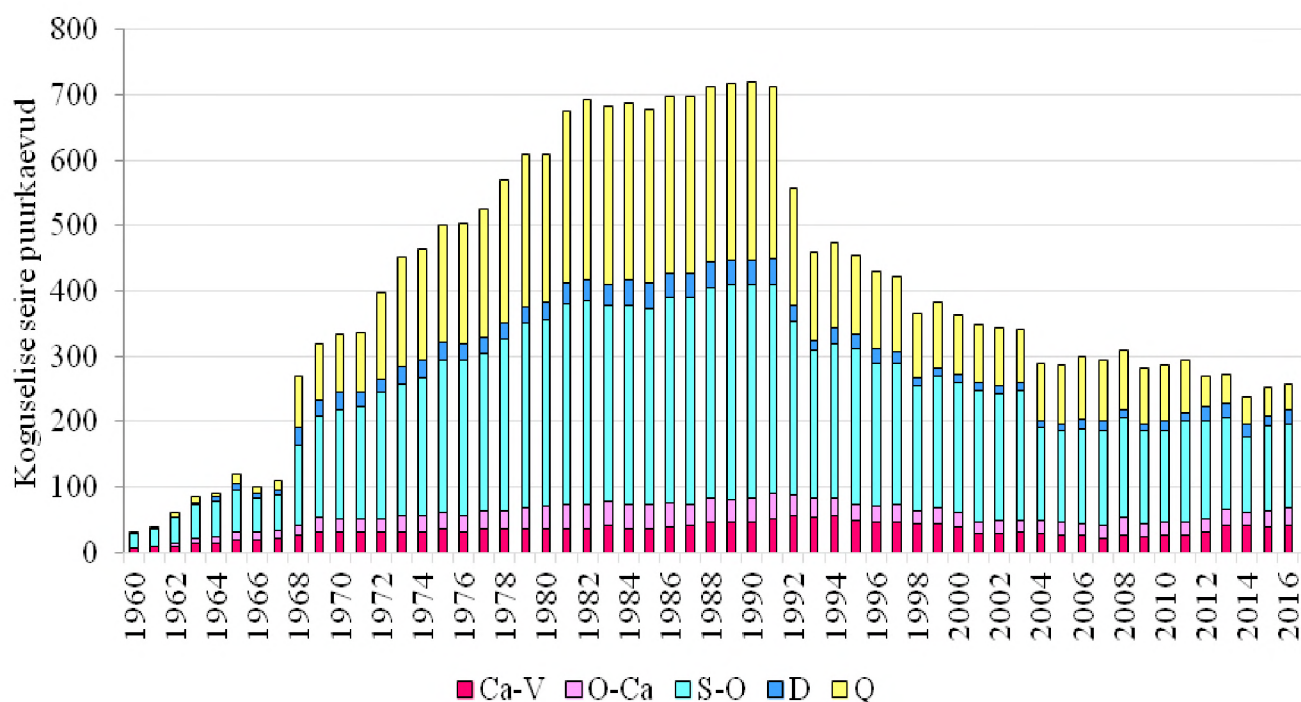
1. looduslikes tingimustes;
2. veehaarete kasutamise tingimustes;
3. kaevandamise, sh ka kaevandustest ja karjääridest vee ärajuhtimise tingimustes;
4. põhjavett reostavatel objektidel;
5. piirkonna põhjavee bilansi (juurde- ja äravoolu koguste kvantitatiivne hinnang) kaudu.

Põhjaveeseire vaatlusvõrk rajati praktilistel kaalutlustel juba 1960. aastal Eesti Geoloogiakeskuse eelkäija poolt. Seoses ühiskondlike ümberkorraldustega riigis ja Euroopa põhjaveeseire nõuete arvestamisega reformiti seireprogramme. Keskkonnaministerium tellis Eesti Geoloogiakeskusest põhjaveeseire uuringuid kuni 2013. aastani. 2014. aastal olid seiretöö tellijateks Keskkonnaministerium ja Keskkonnaagentuur. 2015. aastast alates tellis seiretööd Keskkonna-

agentuur. Kuni 2016. aastani teostati riiklikku põhjaveekogumite seiret tellimustööna, nüüd korraldab Keskkonnaagentuur põhjaveeseire tegemiseks riigihanke. Kõik aruanded ja seiretulemused sisestatakse varasema seireveebi (<http://seire.keskkonnainfo.ee/>) asemel keskkonnaseire infosüsteemi KESE (<https://kese.envir.ee/kese/welcome.action>). Joonistel 1 ja 2 on näha puurkaevude arvu muutus aastatel 1960–2016 nii põhjavee keemilise seisundi kui koguselises seires.



Joonis 1. Põhjaveekihtide keemilise seisundi seire puurkaevude arv aastatel 1960–2017.



Joonis 2. Põhjaveekihtide koguselise (veetaseme) seire puurkaevude arv aastatel 1960–2017.

Käesolevaks ajaks on selgunud, et Keskkonnaministeerium plaanib edaspidi delegerida põhjavee seire täitmise oma allasutustele (OÜ Eesti Keskkonnuuringute Keskus, riigiasutus Keskkonnaagentuur), kus ei ole seni tegeldud rakenduslike hüdrogeoloogiliste töödega. Samas tuleb taasloodaval riiklikul geoloogiateenistusel jätkuvalt tegelda põhjavee säästliku tarbimise küsimustega, ennetada varude ammendumist, hinnata põhjavee kvaliteeti ja sobivust joogiveeks, hinnata reostatud ja reostusohlike piirkondade põhjavee seisundit ning vastavalt tulemustele planeerida kaitsemeetmete rakendamist. Kõik need loetletud tegevused on otseselt seotud ka põhjavee seirega, mille korraldamiseks ja läbiviimiseks on vaja omada hüdrogeoloogilist kompetentsi.

Põhjaveeseire kõrval on hüdrogeoloogia osakonnas jätkunud puurkaevude ja -aukude andmebaasi täiendamine. Andmebaasi eesmärk on põhjaveealase informatsiooni kogumine ja pikaajaline säilitamine põhjaveealase teabe väljastamiseks.

Põhjavee andmebaasis on informatsioon:

1. puurkaevude asukohta, sügavuse, veandvuse, puurimise aja, konstruktsiooni ja geoloogilise läbilõike kohta;
2. puurkaevu põhjavee tootlikkuse, vee kvaliteedi ja põhjaveevaru olemasolu kohta.

Andmebaasis on andmed enam kui 20 000 puurkaevu kohta, mis on aluseks nii põhjaveealaste regionaalsete tööde läbiviimisel kui ka hüdrogeoloogilisel kaardistamisel ja põhjavee kaitstuse hindamisel.

Viimasel ajal on kasvanud vajadus puurkaevu ja -augu geofüüsikaliste uuringute järele, sest puurimise ajal saadud andmed pinnakatte ja aluspõhjakiivimite läbilõike kohta ei ole olnud piisavalt tõesed. Geofüüsikalised sondid on abivahendid, mille abil saab täpsustada muutuseid kivimite koostises, kivimikihtide piire,

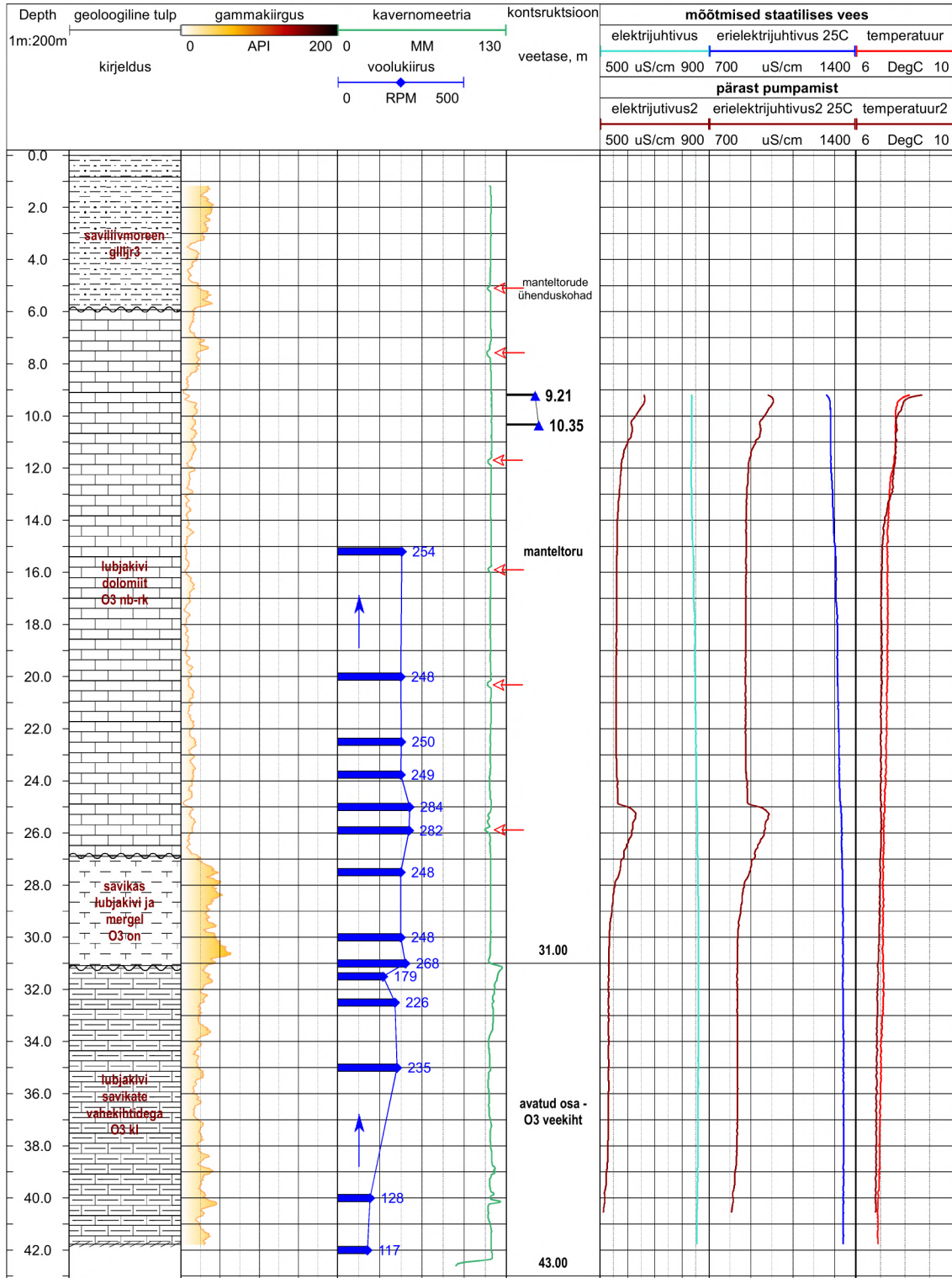
hüdrogeoloogilisi parameetreid ja hinnata puurkaevu tehnilist seisukorda (joonis 3). Puurkaevude tehnilise järelvalve teostamisel tuleb kontrollida tarbekaevu seisukorda, sh vee kvaliteeti ja avatud veekihi parameetreid.

Suure osakaaluga on olnud omavalitsuste, ettevõtete ja eraisikute põhjaveealane nõustamine. Peale eelpool nimetatud tööde tehakse osakonnas veel teisi hüdrogeoloogilisi uuringuid:

1. hüdrogeoloogiline modelleerimine;
2. puurkaevude projekteerimine;
3. veeproovide võtmine ning veetasemete mõõtmine äri- ja erasektorile;
4. veehaarde sanitaarkaitsealade projektide koostamine;
5. keskkonnamõjude ekspertii;
6. seirekavade koostamine;
7. ettevõtteseire;
8. hüdrogeoloogiliste eksperthinnangute koostamine ja konsultatsioonid.

Selleks, et põhjaveega seotud töid teha, on osakonna hüdrogeoloogidel läbitud proovivõtja koolitus ning saadud vastavaid tööoskusi ja teadmisi kinnitavad atesteerimistunnistused. Hüdrogeoloogiliste tööde riikliku tegevusloa KHY000014 järgi on osakonnal võimekus tegelda hüdrogeoloogilise kaardistamisega, hüdrogeoloogiliste uuringutega ning puurkaevude ja -aukude projekteerimisega, puurimisega ja likvideerimisega. Hüdrogeoloogilisi tingimusi tundes oskame tagada puhta joogivee kaitse ja vältida kahjulikke tagajärgi põllumajanduse ning tööstuse arendamisel. Kuid hüdrogeoloogiliste uurimistööde tulemuslikkuse ja nendele tehtavate kulutuste optimaalsuse tagamiseks tuleks neid korraldada riigi toel ühis- ja erahuvi arvestavas maapõue uuringutele spetsialiseerunud asutuses.

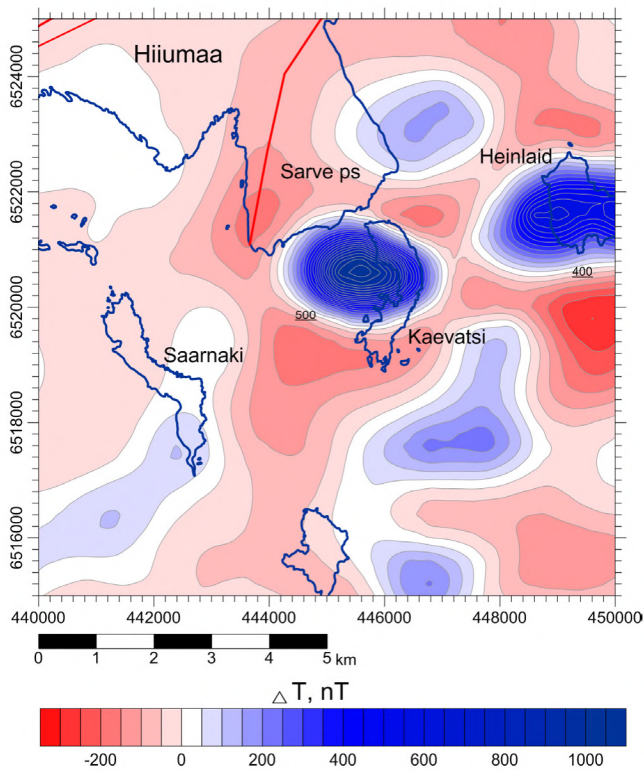
 OÜ Eesti Geoloogiakeskus <small>HIDROGEOLOOGIA OSAKOND</small>		Puurkaevu katastri nr 3677	
Projekt	Hüdrogeoloogiline uuring seirepuurkaevudes	Koordinaadid: X	6577475,0
Tellijä	Eesti Geoloogiakeskus	Y	632324,0
Asukoht	Tõrma küla, Rakvere vald, Lääne-Viru maakond	Maapinna abs kõrgus, m:	87,47
Mõõtmiste kuupäev	22.09.2017	Sügavus maapinnast, m	43,0
		Märkused:	Kõik mõõtmised maapinnast. Mantelloru maapinnast 0,92 m kõrgusel. Mantelloru ulatub sügavusele 31,0 m. Veetase taastus pärast pumpamise lõpetamist kiiresti.



Joonis 3. Puuraugu geofüüsikalise uuringu (karotaaži) tulemus.

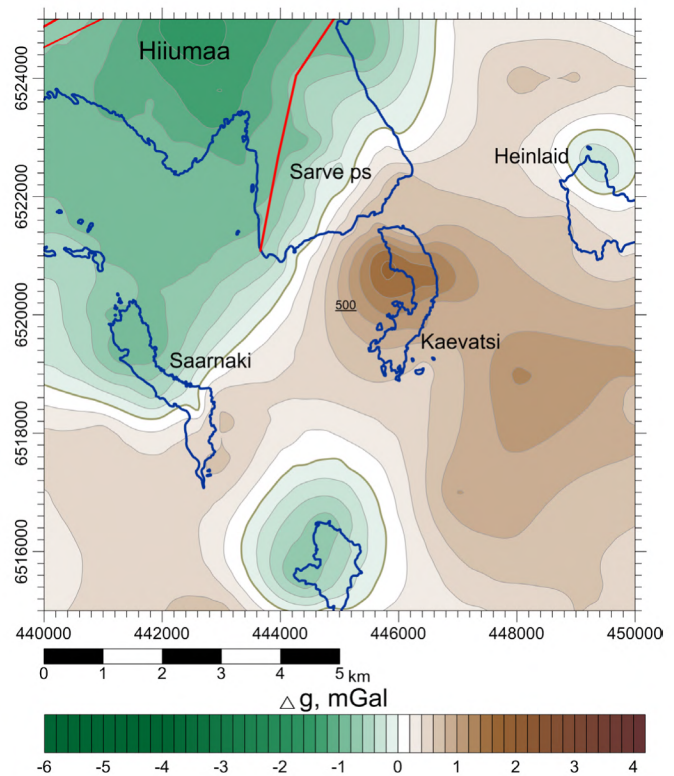
Eraldame füüsilistest väljadest lühilainelise ehk lokaalse koostisosa, mille ergastajad asuvad puurimisega kättesaadaval sügavusel. Selleks lahutame mõõdistatud väljast keskmistatud välja. Geofüüsika õpikud soovivad keskmistamise raadiuse põhjenduseks välja arvutada autokorrelatsiooni raadiuse. Antud juhul on raskusjõuvälja autokorrelatsiooni raadius 13,2 km ja magnetväljal – 4,7 km. Paljuvõitu püstitatud ülesande lahendamiseks. Uurime lokaalse koostisosa standardhälbe sõltuvust keskmistamise raadiusest. Raskusjõuväljal kasvab mainitud standardhälve ja selle juurdekasv monotoonselt ega anna alust optimaalse eraldamisraadiuse valikuks. Magnetväljal aga on standardhälve juurdekasvul maksimum raa-

diusel 1750 m. Selle raadiuse valimegi maapinna lähedaste objektide anomaaliade eraldamiseks (joonis 3). Raskusjõuväljale aga rakendame kaks korda suurema eraldusraadiuse 3500 m (joonis 4), arvestades raskusjõu- ja magnetvälja teoreetilist seost. Nimelt, kui magneetumus on proportsionaalne liigtihedusele, siis magnetanomaalia on proportsionaalne raskusjõuvälja vertikaaltuletisega ning seega on kaks korda kitsam raskusjõu anomaaliast: diferentseerimine tekitab positiivse anomaalia külgedele negatiivsed osad ning positiivse anomaalia laiuselt jääb alles vaid pool. Teistel kaardilehtedel sai raskusjõuvälja keskmistamise raadiust 3500 m standardhälbe juurdekasvu maksimumiga põhjendada.



Joonis 3. Magnetvälja lokaalsed anomaaliad Kaevatsi laiul ja ümbruses.

Uuritavad anomaaliad on ümmargused, läbimõõduga umbes 2 km välja lokaalse koostisosa null-isojoone järgi, lääne-idasuunas veidi väljavenitatud. Tõlgendades lokaalset magnetvälja koostisosa kui kera anomaaliat, saame massikeskme sügavuseks 500 m Kaevatsi laiul ja 400 m Heinlaiul. Aluskorra pealispinna sügavus on 300 m.



Joonis 4. Raskusjõuvälja lokaalsed anomaaliad Kaevatsi laiul ja ümbruses.

Vertikaalse magneetumusega kera magnetanomaalia valem on

$$\Delta T = J \frac{2z^2 - r^2}{(r^2 + z^2)^{5/2}}$$

kus J on magneetumus, z – kera keskme sügavus ja r – vahemaa kera vertikaalteljest.

Tähendab, $z = r_0 / \sqrt{2}$, kus r_0 on anomaalia null-isojoone keskmine raadius. Tulemusest lahutatakse magnetvälja mõõdistuste lennukõrguse 300 m.

Sama massikeskme sügavuse (500 m) saame lokaalse raskusjõuvälja anomaalia ergastajale Kaevatsi laiul. Kasutasime raskusjõuvälja vertikaaltuletise (V_{zz}) valemit:

$$V_{zz} = GM \frac{2z^2 - r^2}{(r^2 + z^2)^{5/2}},$$

kus $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{s}^2\text{kg})$ on gravitatsiooni konstant ja M – ergastaja liigmass. Raskusjõu- ja magnetvälja seosest oli juba juttu. Nagu magnetanomaalial,

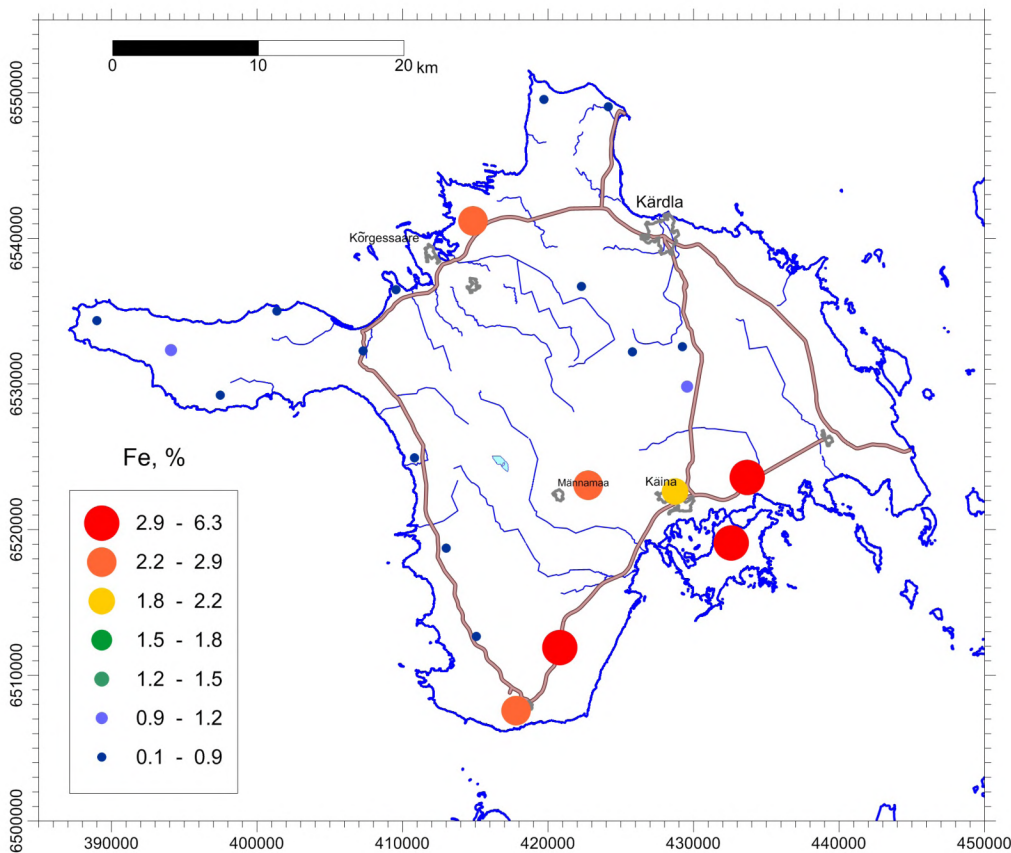
$z = r_0 / \sqrt{2}$, kus r_0 on anomaalia null-isojoone keskmine raadius. Lennukõrgust pole tarvis tulemusest lahutada, kuna raskusjõu mõõdistused olid maapealsed.

Ergastaja peaks paljanduma aluskorra pealispinnal, sügavusel 300 m. Aluskorra geoloogilisel kaardil on mõlemal laiul näidatud amfiboliidid ja amfibool-

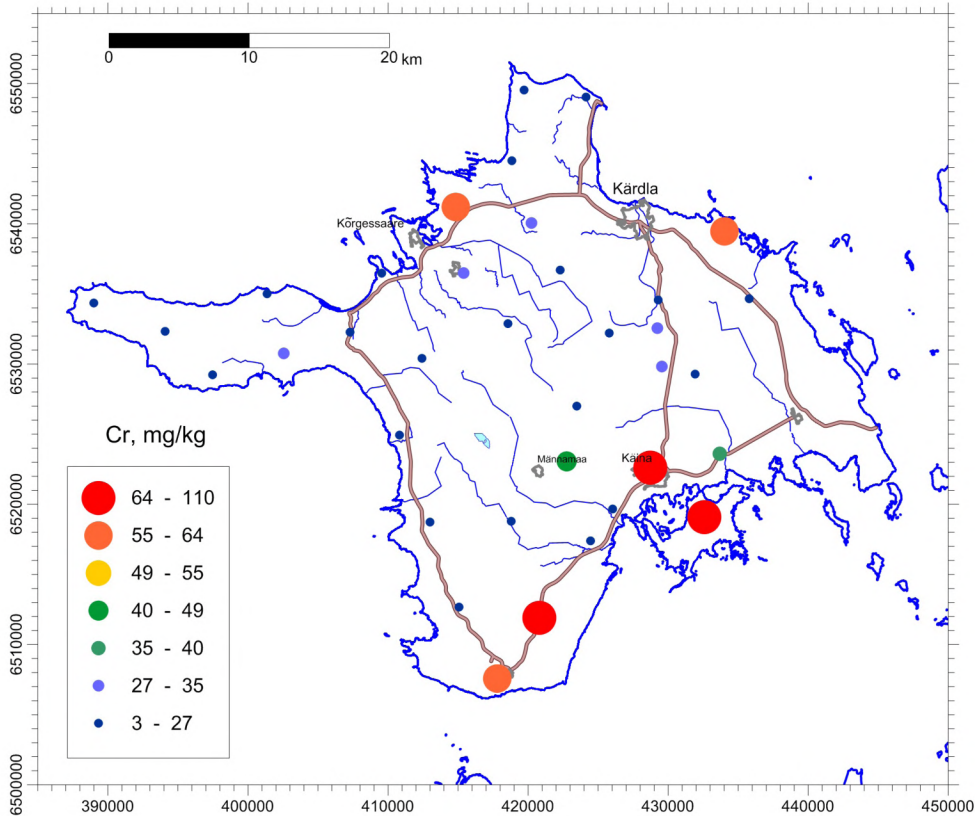
gneisid, mis on suhteliselt magneetilisemad ja tihedamad, kui ümbritsevad kivimid (Kaevatsi laiul esineb raskusjõuvälja lokaalanomaalia intensiivsusega 1,66 mGal).

Anomaalia intensiivsust silmas pidades ei ole välisatud ka raua maagistumine nagu Jussaari (rts *Jussarö*) laiul ($59^{\circ}49'N$, $23^{\circ}35'E$) Tammissaari (rts *Ekenäs*) saarestikus (Bloh 2017). Hiiumaa anomaaliad asuvad anomaalse vööndi teljel, mis kulgeb Soela väinast kirde suunas ning on Soela väinas eriti intensiivne. Piki seda vööndit on Hiiumaal mulla lähtekivimi proovides tuvastatud kõrged raua sisaldused, kuni 6,29% ning just see rikkaim proov on võetud vaadeldavatele laidudele kõige lähemalt (joonis 5; Petersell jt 2000). See oli kõige kõrgem raua sisaldus Eesti mulla lähtekivimis antud uuringus. Kahjuks puuduvad proovid Hiiumaa idaosast. Rauaga rikastatud vöönd jätkub ida suunas Matsalu lahel. Vormsil raua anomaaliad ei esine.

Magnetiit sisaldab tihti kroomi. Arvatavasti, ka antud juhul (joonis 6).



Joonis 5. Raua sisaldused mulla lähtekivimi proovides (Petersell jt 2000).



Joonis 6. Kroomi sisaldused mulla lähtekivimi proovides (Petersell jt 2000).

Kera raskusjõuvälja Δg anomaalia valem on järgmine:

$$\Delta g = GM \frac{z}{(r^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$\text{Seega } \Delta g_{\max} = \frac{GM}{z^2}, \text{ ja } M = \frac{\Delta g_{\max} z^2}{G}.$$

Kaevatsi laiul on raskusjõuvälja lokaalse anomaalia

amplituud $\Delta g_{\max} = 1,66$ mGal. Massikeskme sügavus $z = 500$ m. Seega on ergastaja liigmass 62 mln tonni.

Kui ergastaja kujutab endast kera raadiusega 200 m (suurem ta ei saa olla, sest sügavusel 300 m on aluskorra pealispind), siis on kera liigtihedus $1,86$ g/cm³.

Kui ümbritseva amfiboliidi ja amfiboolgneisi keskmine tihedus on $2,80$ g/cm³, siis kera tihedus on $4,66$ g/cm³ ja mass 156 mln tonni. Gabro tihedus Lääne Eesti vööndis on $3,03$ g/cm³ (Koppelmaa 2002), mis jääb kaugemale maha anomaalia ergastaja tihedusest. Magnetiiidi tihedus on $4,9$ kuni $5,2$ g/cm³. Teeme järelduse, et tegemist on rauamaagiga magnetiidi sisaldusega vähemalt 89,5%.

Kuna keskmine rauamaagi hind maailmaturul on

60 eurot tonn, siis võimalik sissetulek rauamaagi kaevandamisest Kaevatsi laiul moodustab 9,36 mld eurot. See on parajasti nii palju kui 2017. aasta riigieelarve rida „Tulud kokku“.

Raua sisaldus magnetiidis on 72,4%, järelikult moodustavad raua varud maagikehas 100 mln tonni. Rauamaagi maardlaid raua varudega 50 kuni 300 mln tonni peetakse suurusjärgu poolest keskmisteks.

Aluskorra geoloogilisel kaardil on amfiboliit näidatud koos amfiboolgneisiga. Kui valiksime raskusjõu anomaalia ergastaja taustaks amfiboliidi tihedusega $2,96$ g/cm³, oleks ergastaja tihedus $4,82$ g/cm³ – peaaegu puhas magnetiit, ja kõik teised numbrid kasvaksid. Varude hinnang on tehtud miinimumile.

Kui võrrelda Kaevatsi anomaaliat Jõhvi anomaaliaga (Petersell, All 2009), siis Jõhvi magnetanomaalia intensiivsus on 10 800 nT. Arvutuste kohaselt on selle ergastajaks raudkvartsiidi keha raua varudega 1 mld tonni. Kaevatsi magnetanomaalial on intensiivsus 6 korda nõrgem, raua varud aga 10 korda väiksemad ja aluskorra pealispinna sügavus ligikaudu 100 m suurem. Neid erinevusi ei saa teisiti seletada, kui kõrgema magnetiidi sisaldusega. Kaevatsi rauamaak peab olema Jõhvi rauamaagist tunduvalt rikkam. Jõhvi magnetiitkvartsiidid sisaldavad keskmiselt 31,5% rauda ehk 43,5% magnetiiti, Kaevatsi laiul ei ole seni puurauke puuritud.

Loodetavasti saab Kaevatsi lai nimi saatuslikuks – sinna rajatakse rauamaagi kaevandus, kus paljud hiidlased tööd saavad. Heltermaa sadamani on Kaevatsi laiult vähem kui 5 km.

KIRJANDUS

Bloh, Yu. I. – Блох Ю. И. 2017. Уникальная магнитная аномалия в Балтийском море [Unikaalne magnetanomaalia Läänemeres]. Вестник Камчатской региональной ассоциации «Учебно-научный центр». Науки о Земле. Выпуск 34, № 2, 99–107. [Vene keeles ingliskeelse resümeeaga].

Koppelmaa, H. 2002. Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart. Mõõtkava 1:400 000. Seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus, Geokeemia ja keskkonnageoloogia osakond, 32 lk.

Petersell, V., All, T. 2009. Jõhvi raudkvartsiit. XVII Aprillikonverentsi teesid. Unustatud maavarad. Eesti Geoloogiakeskus, 19–23.

Petersell, V., Möttus, V., Enel, M., Täht, K., Vösu, M. 2000. Eesti mulla lähtekivimite geokeemiline atlas. Eesti Geoloogiafond 6833, Eesti Geoloogiakeskus, Geokeemia ja keskkonnageoloogia osakond, 93 lk.

TRIIGI OBJEKTI UURIMISE ESIALGSED TULEMUSED

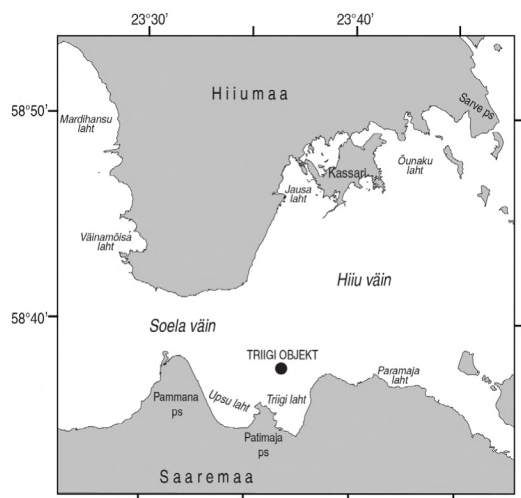
Kalle Suuroja, Sten Suuroja
Eesti Geoloogiakeskus

Triigi objektiks nimetatud ringikujuline moodustus asub Saaremaa põhjaranniku läheduses, umbes 5 km Triigi sadamast põhja pool, 8 m sügavusel Triigi lahe merepõhjas. Esimesed teated Triigi objekti omapärase struktuuri kohta pärinevad 2002. aasta juunist, kui Eesti Veeteede Ameti meregeoloog Jaan Lutt helistas Hiiumaa lähistel olnud Meremuuseumi uurimislava „Mare“ kaptenile, tuntud sukeldujale ja allveearheoloogile Vello Mässile. J. Lutt rääkis, et hüdrograafialava „Eva 320“ meeskond olevat näinud lehvikkajaloodiga merepõhja moodsistades Soela väinas Triigi sadama lähistel koordinaatidel 58°37,502 N ja 23°43,828 E

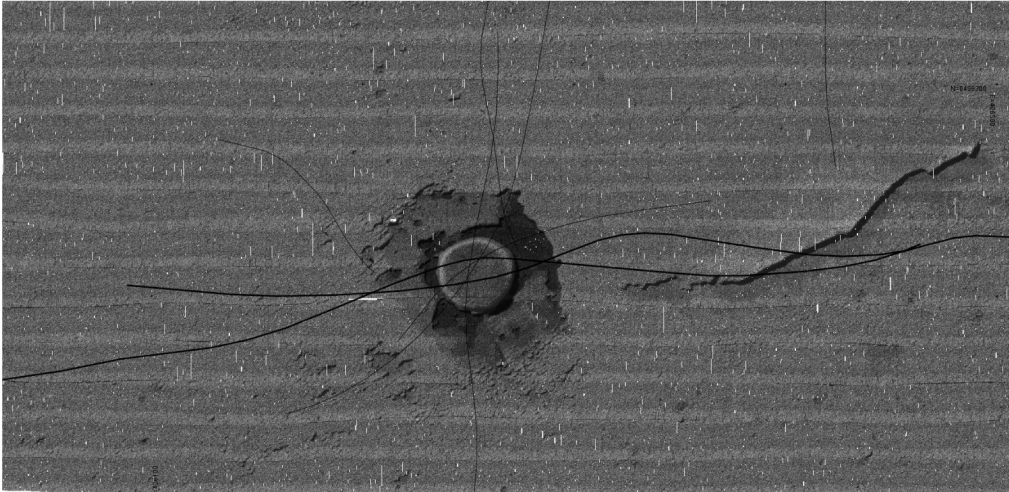
omapärasest ringikujulist objekti (joonis 1). Ta palus laevavrakkide otsijana tuntud V. Mässil võimaluse korral asja lähemalt uurida.

Paari päeva pärast oligi „Mare“ J. Luti poolt juhutatud kohas ning Eesti Meremuuseumi sukeldujatest allveearheoloogid Vello Mäss ja Andres Eero laskusid merepõhja. V. Mässi sõnul ootas neid seal ees umbes 30-meetrise läbimõõduga ja vaid poole meetri kõrgune pealt tasane ümberpööratud lamedapõhjalist taldrikut meenutav moodustus. Sondeerimiseks kasutatud 1,8 m pikkust terasvarrast olevat olnud üsna kerge suruda hõljuva mudakihiga kaetud merepõhja. Objekti ümbristes paarikümne sentimeetri sügavune ringmadalik. Mässi arvatates võis „taldrik“ kujutada endast pommiaugu kohal kuhjunud mudakuhilat.

Esialgsed uuringud. 2015. aastal tegi Veeteede Amet (VTA) Soela väina hüdrograafilise kaardistamise raames Triigi objekti piirkonnas uuringuid lehvikkajaloodi ja seismoakustilise põhjaprofilatoriga. Lehvikkajaloodi pildilt on näha, kuidas suhteliselt tasase reljeefiga 8 m sügavusest merepõhjust kerkib poole meetri võrra kõrgemale kuni 35-meetrise läbimõõduga tasase pealispinnaga piinlikult korrapärase kujuga ringikujuline ala (joonis 2). Objekti ümbritseb omakorda hulknurka meenutava välispiiriga ligi 80-meetrise läbimõõduga merepõhjust kuni 20 cm madalam ala.



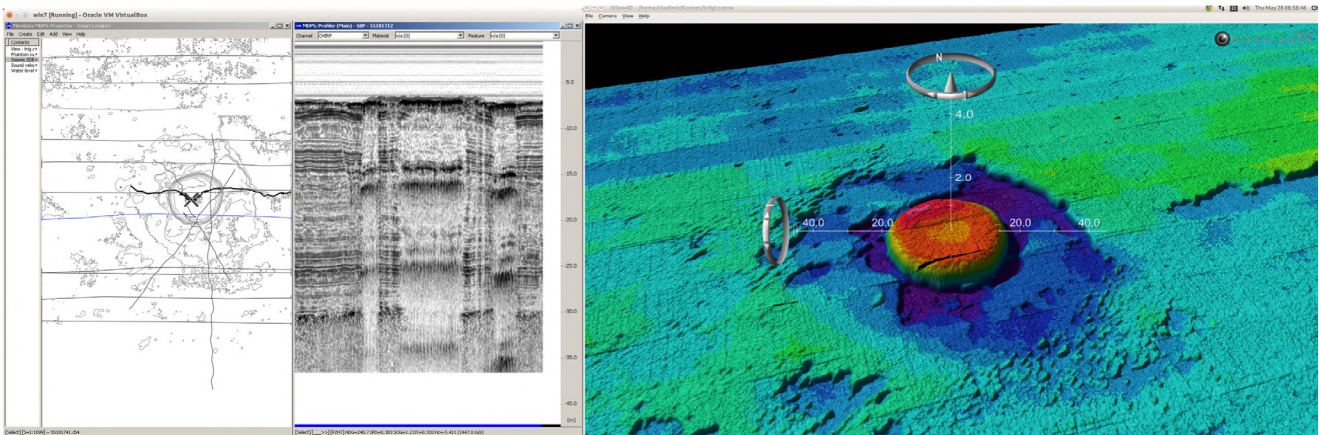
Joonis 1. Triigi objekti asukoht.



Joonis 2. Triigi objekt merepõhja reljeefis VTA lehviksonari andmetel. Mustad jooned tähistavad boomer-tüüpi seisreakustilise põhjaprofiilaatori profile.

Chirp-tüüpi põhjaprofiilaatori profiililt (joonis 3) on näha, et kõrgendiku all seismitiliste lainete poolt hästi läbitavas ja selgete refleksioonidega viirsavilasundis on umbes 45-meetrise läbimõõduga häiringutega ala. Selle välispiir on seejuures vertikaalne ja selge. Enam-vähem ringikujulise häiringute ala keskel on silindrikujuline 5–10 m laiune ala, mille piires on viirsavi-

lasundile iseloomulikud peegelduspinnad. Objektile sukeldunud geoloog Sten Suuroja sondeeris käsi-puuriga merepõhja ja täheldas, et objekti kõrgemat osa katab umbes 0,5 m paksune püdel mudakiht, mille all on tihkem sete. Objekti ümbritsevas vagumuses oli püdelat setet kuni 20 cm.

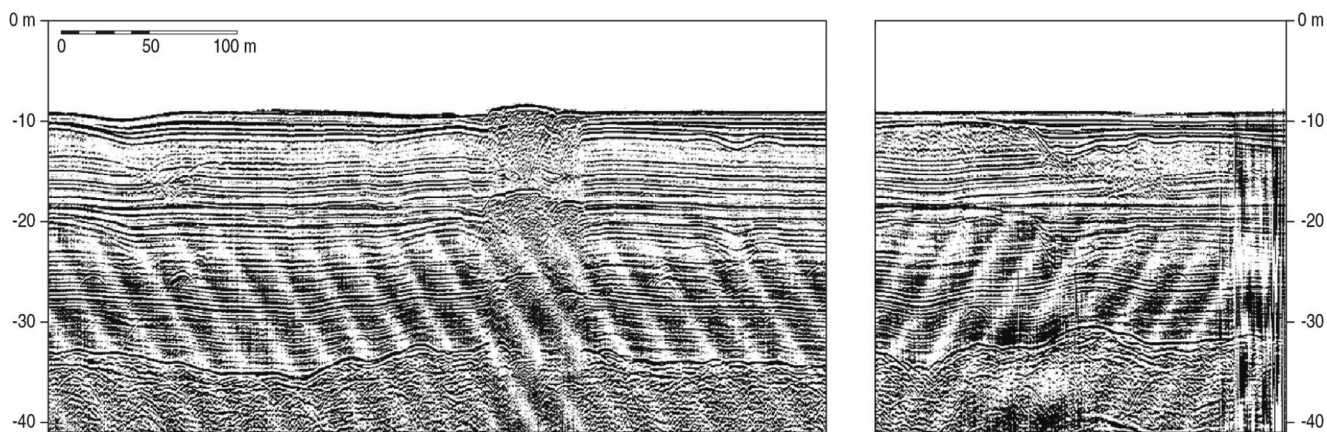


Joonis 3. Merepõhja reljeefi kujutis Triigi objektil ja chirp-tüüpi põhjaprofiilaatori profiilil VTA lehviksonari andmetel.

Eesti Geoloogiakeskuse 2016. aasta ekspeditsiooni käigus tehti üle objekti keskme madalsagedusliku (0,5–12 kHz) boomer-tüüpi seisreakustilise põhjaprofiilaatoriga ja püsiva sagedusega madalsagedusliku (24 kHz) pinger-tüüpi kajaloodiga kolm lõikuvat profiili. Seismogrammidele on näha, et kuni 2-meetrise muda ja 10-meetrise viirsavikihi all on merepõhjust kuni 12 m sügavusel moreen. Mis on aga 35-meetrise läbimõõduga ringikujulise „taldriku“ all, selle kohta on esialgu infot napilt. Seismitiliste lainete levikupilt viitas küll tugevale häiringule (korduspeegeldused), kuid

samas moreenikihi pinnal deformatsioone ei täheldatud. Objekti kontaktid ümbritsevate setenditega on selged ja vertikaalsed. Välispiirist sissepoole jäävas umbes 10 m laiuses võõndis pakseneb vahepeal veidi õhemaks muutunud setendite lasund umbes poole meetri võrra.

Ida-läänesuunalisel profiilil on Triigi objektist paarsada meetrit ida pool 1–3 m paksuse mudakihi all viirsavilasundis kaks umbes sajakonna meetrise läbimõõduga 2–3 m kõrgust teineteisele astmeliselt järgnevat vallitaolist moodustist (joonis 4). Nende all on 2–3 m paksuses settekihis seismitiliste lainete levik



Joonis 4. Triigi objekt (vasakul) ja teadmata päritoluga mattunud objektid (paremal) boomer-tüüpi seisimokustilise profilaatori diagrammil.

samuti häiritud, kuid need häiringud ei ole iseloomulikud gaasi sisaldavatele setetele. Kui lähtuda Hiiumaa geoloogilisel kaardistamisel saare lõunaosas nähtust, siis võivad viirsavilasundis sellised mattunud vallitaolised moodustised kujuneda deformatsioonide tagajärjel (moreenistumisel). Viirsavilasundi moreenistumise olemus seisneb selles, et liustik on oma lühiajalise pealetungi käigus deformeerinud viirsavilasundi pealmisi kihte ja kandnud sellesse võõrmaterjali – paekivi ja aluskorra kristalsete kivimite mitmes suuruses purdosi. Deformeeritud kihi väikesele paksusele (2–3 m) viitab viirsavile iseloomulike seimiliste lainete peegelduste mustrite taastumine kirjeldatud kihi all.

Viimased uuringud. 2017. aasta veebruaris, kui Soela väinale oli tekkinud veidi toekam inimest kandev jääkate, otsustas pool tosinat agarat uurijat Eesti Geoloogiakeskusest, Tartu Ülikoolist ja Tallinna Ülikoolist minna Triigi objekti uurima. Kavas oli jää pealt käsipuuriga merepõhja sondeerimine ja magnetomeetiline mõõdistamine. Kas nüüd just objekti müstilise päritolu tõttu, aga ekspeditsioonil ei õnnestunud eesmärgini jõuda – mõnisada meetrit enne sihtkohta neelas ei tea kust ilmunud jääpragu nii kelgu kui ka osa puurvarustusest. Kuid vaatamata uurijaid tabanud ebaõnnele jätkus neil tahtmist Triigi objekti piirkonna magnetomeetriliseks kaardistamiseks. Mõõdistamise tulemused näitasid nõrka, ilmselt aluskorra kivimitega seotud anomaaliat objektist lääne pool (Lumiste 2017).

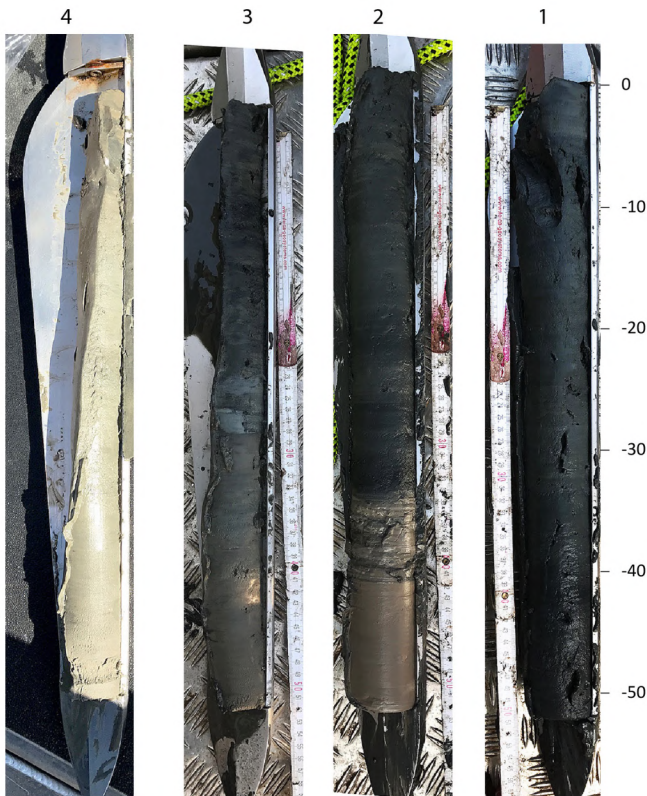
Uurijate jonn oli kangem kui looduse riukad ja kevadel pärast jääminekut olid nad jälle kohal, et talvel merele antu tagasi nõutada. Sukeldujatel õnnestus suur osa merepõhja jäänud varustusest ka üles tuua, kuid midagi jäi ka paremaid ilmu ning soojemat aega ootama.

Paremad ajad ehk väikelaeva jaoks sobiliku tuulega ilmad ja sukeldujate jaoks soojemad veed saabusid alles juuni teisel poolel. Seekord saadi ka ülejäänud varustus merepõhjust kätte. Lisaks varustuse päästmisele uurisid sukeldujad ka objekti ennast – merepõhjust võeti proovivõtjaga neli poole meetri pikkust proovi ja tehti videosalvestisi. Proove võeti neljast punktist: objekti tsentrist, sellest 20 m lääne poolt, objekti ümbritsevast ringlohist ja objektist ligikaudu 400 m lääne poolt.

Proovisüdamike esmasel pelgal ülevaatusel selgus, et objekti eri osade läbilõige on erinev (joonis 5). Kui „taldriku“ lael algab läbilõige tumehalli kuni musta orgaanikat ja gaasi sisaldava muda (peliitse aleuriidi) kuni poole meetri paksuse kihiga, siis objektist väljaspool algab läbilõige hele- kuni kreemikashalli mudaga (peliitse aleuriidiga).

Kokkuvõtteks. Huvi Triigi objekti olemuse välja selgitamise vastu on aastatega kasvanud (Karpin 2014; Suuroja, Suuroja 2014; Lumiste 2017; Suuroja jt 2017a), kuid kõiki rahuldava seletuseni ei ole seni veel jõutud. Esmaurija V. Mässi arvates on tegemist setetega täitunud pommi või meremiini plahvatusest jäänud struktuuriga. Kui võrrelda külgvaate sonariga tehtud pilte Triigi objektist ja Paldiski lahe põhja meremiinide lõhkamispaikadest, siis peab ütleva, et midagi ühist neil ei ole.

Eesti Geoloogiakeskus uuris külgvaate sonari ja põhjaprofilaatoriga merepõhja Paldiski lahes kavandatava pumphüdroakumulatsioonijaama veehaarde-rajatise aluse kunstsaaie rajamise keskkonnamõju hindamise tarvis. Külgvaate sonariga profileerimisel nähti umbes 40 m sügavusel merepõhjas paarisaja meetri raadiuses nelja kuni 30-meetrise läbimõõduga

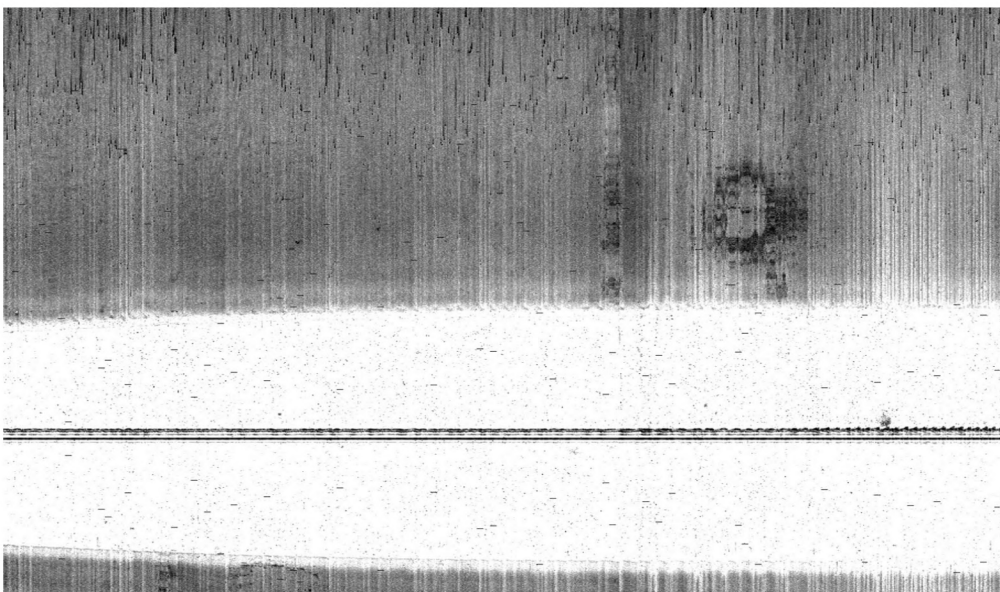


Joonis 5. Triigi objekti puursüdame läbilõiked (puuritud juunis 2017).

- 1 – objekti tsesentris on 50 cm musta orgaanikarikast peliitset aleuriiti, millest allpool esineb kreemikasvalge viirsavi;
- 2 – objekti tsesentrist 20 m lääne pool on ülevalt alla 30 cm musta orgaanikarikast peliitset aleuriiti ja 20 cm kreemikasvalget viirsavi (ülaosas 10 cm savi, allpool 10 cm peliitset aleuriiti);
- 3 – objekti ümbritsevas süvendis on ülevalt alla 20 cm musta peliitset aleuriiti ja 30 cm peliitset savi;
- 4 – objekti tsesentrist ligikaudu 400 m lääne pool on ülevalt alla 10 cm kreemikasvalget savi, 30 cm helehalli peliitset aleuriiti ja 10 cm liivakat aleuriiti.

ringikujulist struktuuri (Suuroja jt 2017b). Otsustades visuaalsete vaatluste ning seismilise profileerimise ja proovivõtu andmete põhjal, on selle piirkonna merepõhjas umbes meetrine kiht kaasaegset orgaanikat sisaldavat (3–5%) musta muda (peliitset aleuriiti), mille all on omakorda mitu meetrit viirsavi ja siis aluspõhja kivimid (Lükati kihistu liivakivi vahekihtidega sinisavi). Tuukrite arvates on Paldiski lahe põhjast leitud ringide tekitajaks olnud rahvusvahelise miini-

tõrje operatsiooni käigus seal lõhatud meremiinid. Kui nüüd võrrelda rangelt korrapärasest ja reljefis selgelt eristuvat Triigi objekti (joonis 2) ja üsnagi ebamääraste kontuuridega lõhkamisjälgi Paldiski lahes (joonis 6), siis on selge, et esimesel ei ole plahvatusega mingit pistmist. Tõe huvides peab muidugi tunnistama, et mere sügavus Triigi objekti piirides on 8 m ja Paldiski lahes ligikaudu 40 m. Seega on struktuurid kujunenud erinevates tingimustes.

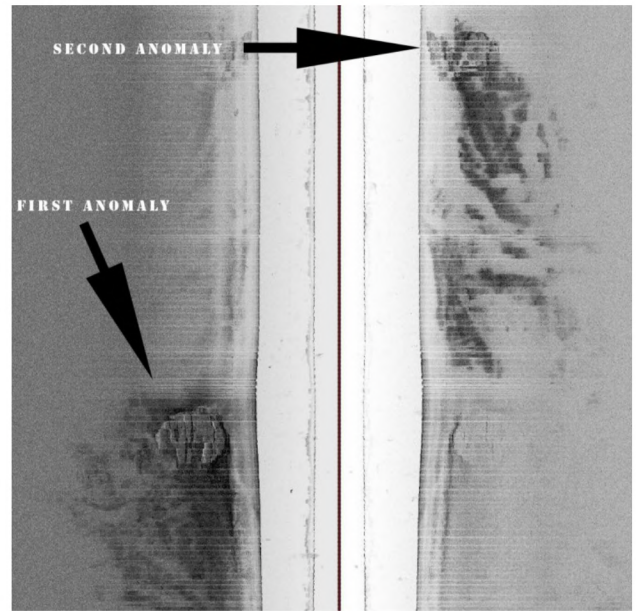


Joonis 6. Paldiski lahe põhjas oleva meremiini lõhkamise jälje kujutis diagrammil.

Triigi objekti kujuga pinnavormi teket on äärmiselt raske seletada plahvatusega, olgu siis tehniliku või looduslikuga. Ainus, mida Triigi objekti kohta ei ole veel välja pakutud erinevalt Läänemere põhjas asuvast ja ülemaailmselt tähelepanu pälvinud BSA-st (*Baltic Sea Anomaly*; joonised 7, 8, 9), on maaväline päritolu – UFO.

BSA asub Botnia lahe mere keskosas 90 m sügavusel. Objekti leidsid Rootsi sukeldumismeeskonna “Ocean X” liikmed 2011. aasta 19. juunil juhuslikult külgsaate sonariga laevavrakke otsides. Ketast meenutav 60-meetrise läbimõõduga plokiliselt fragmenteeritud objekt näib lebavat justkui mingi astangu veerel. Objekti taga lohisevat justkui 300 m pikkune maandumisjalg. Aareteotsijate omapärane leid, mis sedamaid ufoloogide poolt UFO-ks tunnistati, pälvis ülemaailmselt tähelepanu.

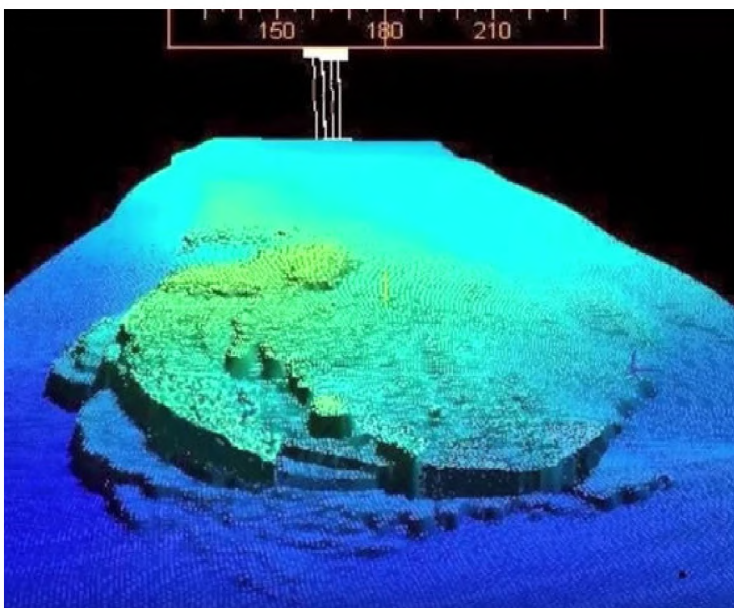
BSA päritolu kohta on välja pakutud mitmeid selektusi. Selles on nähtud nii II maailmasõjaegse allveelaevavastast seadet, lahingulaeva suurtükitorni, venelaste 1874. aastal valminud malmist suurtükialust, setteid täis traali jms. Isegi Atlantise varemed on mõne uurija mõtteleenust läbi käinud. Ufoloogid on kindlad, et tegemist on tulnukate tähelaevaga ehk millegi sellisega nagu seda on filmisaagast „Tähtede sõda“ tuntuks saanud Han Solo tähelaev „Millennium Falcon“. BSA-d on nimetatud ka „Roswelliks“ merepõhjas. Merepõhjust toodud kivimipalu, fotosid ja sonarite üleskirjutusi uurinud geoloogid on jõudnud aga pea üksmeelsele järeldusele, et tegemist on looduliku moodustisega – liustiku poolt kohale kantud moreenvalli otsa lükatud kristalsetest kivimitest lahmakaga vms.



Joonis 7. BSA külgsaate sonari diagrammil (allikas: internet).



Joonis 8. Töödeldud kujutis BSA-st (allikas: internet).



Joonis 9. BSA realistlikum 3D kujutis (allikas: internet).

Triigi objektis on nähtud nii setetega täitunud meteoriidi- kui meremiini plahvatuse tagajärjel tekkinud kraatrit, mudavulkaani, aga ka gaasi immitsemise tagajärjel tekkinud „rõugearmi“ (ümär negatiivne pinnavorm merepõhjas, ingl *pockmark*; Lumiste 2017). Esiimesed versioonid võib kohe päris kindlalt maha kanda, kuid mudavulkaani ja „rõugearmi“ teooriat võiks tõsisemalt uurida. Üks on aga selge, et musta orgaanikarikka gaasi täis muda lasundi teke on mingil, seni veel seletamatul moel seotud Triigi objektiga. Ka gaasi immitsemist iseloomustavaid häiringuid võib seisreaktiivse sondeerimise diagrammidel näha „taldriku“ all.

Triigi objekti uurijate tegutsemisiha ei ole vaibunud ja niipea kui seni kogutud proovid on analüüsitud ja neist tulenevad järeldused on tehtud, ollakse jälle valmis mereretkedel uuringuala laiendamise ja uurimismeetodeid mitmekesistama. Vastuseid objekti olemuse kohta tuleks otsida sügavamalt. Seni uuringutel kasutatud ühekanalilised seisreaktiivsed profilaatorid ei võimalda sügavamal asuvaid kivimilansundide uurida, sest vee väikese sügavuse tõttu tekib korduslainete segav mõju ja diagramme ei saa piisava detailsusega dešifreerida.

Stockholmi Ülikooli emeriitprofessor ja seisreaktiivse uurimismeetodite rahvusvaheliselt tunnustatud spetsialist Tom Flodén (1937–2016) mainis 2016. aastal, et Triigi objekt meenutab talle üsna sarnaseid struktuure, mida nad on kohanud Stokholmi arhipelaagis ja mis on ilmselt seotud põhjavee väljavooluga glatsiaalse tekkega savilasundite liivakatest kihtidest (Söderberg, Floden 1995; Jakobsson *et al.* 2016). Samuti pidas ta üsna tõenäoliseks, et kõnealune objekt kujutab endast mudavulkaani, mille lameda kuju on voolinud sellest üle liikunud rüüsi jää vallid. Triigi objekti alalt tehtud chirp-

tüüpi seisreaktiivse profilaatori seismogramme näinud Floden kirjutab, et tema meelest on neil selgeid jälgi fluidide eraldumisest. Ta pidas fluidide allikaks süvamurranguid ja seepärast soovib ta rohkem tähelepanu pöörata eralduva vee ja gaasi koostise uurimisele. Süvamurrangutega seotud fluididele on Läänemere regioonis iseloomulik kõrgendatud heeliumi sisaldus, mis omakorda võib olla seotud rabakivi massiividega (Mokrik *et al.* 2002).

Lisaks veealusele Triigi objektile on seni seletamatu päritoluga ringe märgatud ka mitmel pool Eesti rannavööndis. Ortofotodelt võimalikke impaktstruktuure otsides nägid autorid 2008. aasta ortofotol Saviloo lõuka rannas umbes 2 ha suurusel alal kuute ringikujulist moodustist läbimõõduga 15–25 m. Saviloo lõugas on Eesti põhjarannikul enamtuntud Lobi neemest veidi ida poole jääva Saviloo neeme tagune lahesopp. Sellest piirkonnast hiljem (2002, 2007, 2008, 2009, 2012, 2013, 2016) tehtud ortofotosid uurides märgati küll väikeseid erinevusi tulenevalt aeropildistuse ajast, kuid üldjoontes on ringid säilitanud nii oma koha kui kuju. Olenevalt veeseisust ja aastaajast on ringid paremini või halvemini nähtavad (joonis 10).

Mingil määral Saviloo lõuka ringidele sarnaseid struktuure on leitud ka Saaremaalt, Leisi lähistel oleva Parasmetsa rannaniidu kõrkjastiku piirilt, Upsulahte suubuva kraavi suudmest. 2006. aastal pildistas geoloog Kaarel Orviku lennukilt Upsulahte rannas (joonis 11) üht umbes 20-meetrise läbimõõduga ringi ja paari väiksemat. Kui vaadata 2015. aastal sellest piirkonnast tehtud ortofotot, siis midagi sarnast seal näha ei ole.



Joonis 10. Saviloo lõuka ringid Maa-ameti 2008. aasta ortofotol.



Joonis 11. Leisi Upsulahte ringid K. Orviku 2006. aasta fotol.

KIRJANDUS

- Jakobsson, M., O'Regan, M., Gyllencreutz, R., Flodén, T. 2016. Seafloor terraces and semi-circular depressions related to fluid discharge in Stockholm Archipelago, Baltic Sea. Dowdeswell, J.A., Canals, M., Jakobsson, M., Todd, B. J., Dowdeswell, E. K., Hogan, K.A. Atlas of Submarine Glacial Landforms: Modern, Quaternary and Ancient. Geological Society, London, Memoirs, 46, 1, 305–306.
- Karpin, V. 2014. Mõnest Läänemere ja Soome lahe põhjareljeefi iseärasusest. XXII Aprillikonverents. Geoloogialt ühiskonnale. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 26–29.
- Lumiste, K. 2017. Triigi objekti uuring seismoakustilise pidevprofileerimise meetodil. Magistritöö geoloogias. Tartu Ülikool, Loodus- ja täppisteaduste valdkond, Tartu, 52 lk.
- Mokrik, R., Floden, T., Puura, V., Petkevičius, R. 2002. Peculiarities of helium distribution in the Baltic Basin. Litosfera, 6, 121–123.
- Suuroja, K., Suuroja, S. 2014. Huvitavatest leidudest merepõhja geoloogilisel kaardistamisel. XXII Aprillikonverentsi teesid. Geoloogialt ühiskonnale. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 23–29.
- Suuroja, K., Suuroja, S., Veski, A. 2017a. Triigi objekt ja teisi Läänemere põhja saladusi. XXV Aprillikonverentsi teesid. Maapõueuuringud uue tee alguses. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 41–42.
- Suuroja, S., Suuroja, K., Veski, A. 2017b. Paldiski lahe pumphüdroakumulatsioonijaama veehaarderatise kunstsaae aluse geoloogiliste tingimuste uuringu aruanne. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 26 lk.
- Söderberg, P., Flodén, T. 1995. Stratabound submarine terraces and pockmarks – indicators of spring sapping in glacial clay, Stockholm Archipelago, Sweden. Cato, I., Klingberg, F. (eds) Proceedings of the Fourth Marine Geological Conference – the Baltic. Swedish Geological Survey (SGU), Uppsala, 173–178.

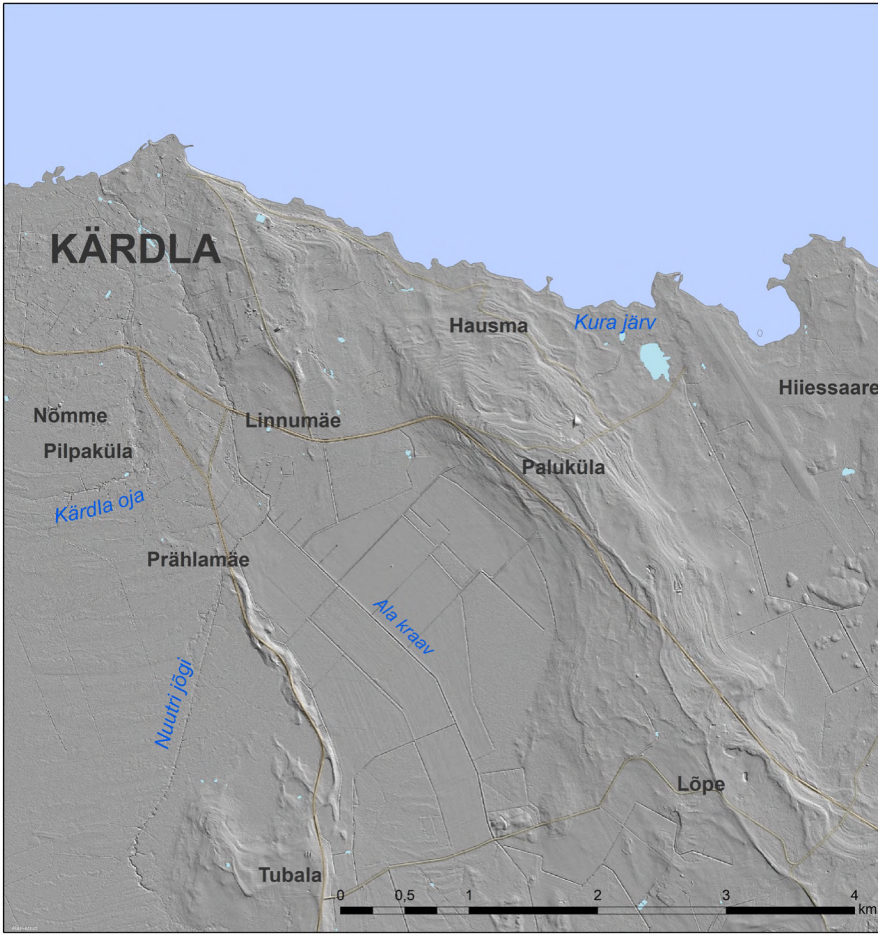
NEUGRUND – METEORIIDIKRAATER ODINI HAUAL

Kalle Suuroja, Sten Suuroja
Eesti Geoloogiakeskus

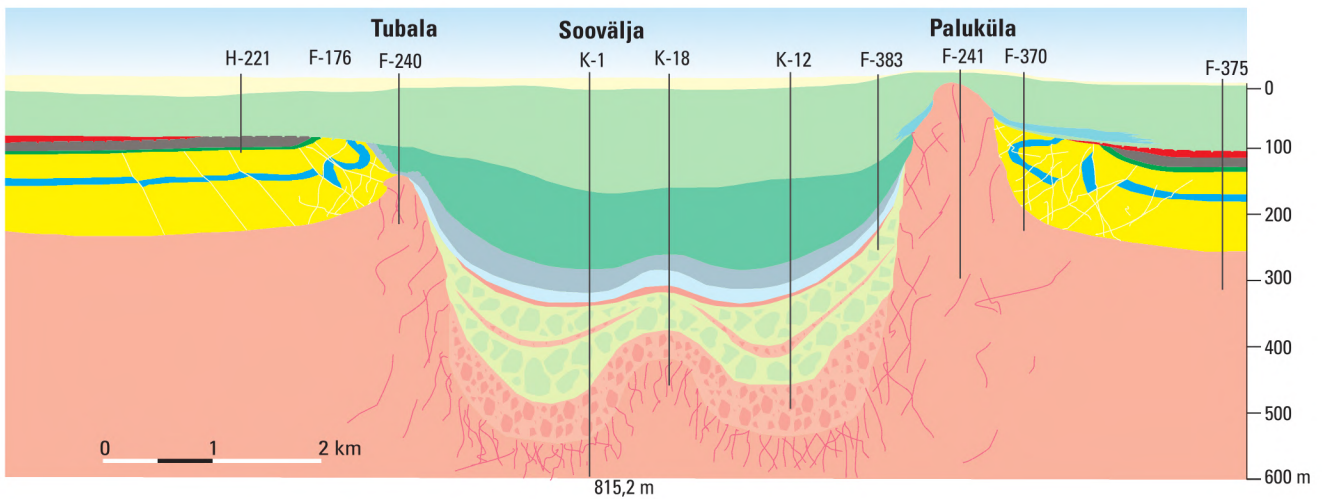
Planeet Maal on avastatud umbes 200 meteoriidikraatriks peetavat struktuuri. Enamik neist asub maismaal ja üksnes kümmekond Maa pindalast enam kui 70% hõlmavas maailmameres. Viimastest on kõige atraktiivsem ja paremini säilinud Neugrundi meteoriidikraater Läänemeres Osmussaarest kirde pool.

Eestlaste Osmussaar on rootslastele Odensholm, mis seostub põhjamaade pärimustest tuntud Odini hauakünkaga. Ühes Islandi saagas kirja pandu kohaselt olla viikingite pea- ja sõjajumal Odin pärast nägemuslikku maailmalõpueelset Ragnaröki maetud Inimeste Maa (Miðgarðr) piirile ehk sinna, kus viimane kaljunukk veel veest välja paistab. Niisiis sobis Odini hauasaare (Odensholmi) roll Idateel (Austrvegr) olnud viikingite kogunemispaigana tuntud saarele suurepäraselt – kodused veed olid selja taga, ees ootasid sõjakate eestlaste ja vadjalaste pärusmaad Soome lahe ääres ning kusagil kaugemal ka russide maa.

Tuntud vene seismoloog ja Osmussaare uurija Andrei Nikonov juurdleb ühes oma 1996. aasta kirjatükis selle üle, et miks maeti nii tähtis mütolooiline tegelane nagu Odin just Osmussaarele, sellele suhteliselt väikesele ja tagasihoidlikule saarele Soome lahe värvavas, kui viikingite asualadel oli hulganisti suuremaid ja tuntumaid saari. Nikonov jõuab oma arutlustes järeldusele, et Osmussaare sidumine Odini hauaga ei ole sugugi juhuslik. Tema arvates pidi see olema seotud mingi looduskatastroofiga, mis vapustas viikingite kujutlusi sedavõrd, et nad Odensholmi saare Odini hauapaigaks valisid. Aga kuhu maetakse lahingus langenud kangelased? Eks ikka lahinguvälja lähedale. Nii maeti Odingi Ragnaröki toimumiskoha lähedale. Oma arutelu lõpetades ohkab teadlane kahetsevalt, et oleks siis Osmussaarel olnud ka midagi Odini haua väärilist välja pakkuda, nii nagu seda on naabruses asuval Hiiumaal – imehästi säilinud 535 miljoni aasta vanune Kärddla meteoriidikraater (joonis 1 ja 2).



Joonis 1. Kärđla meteoriidikraater LIDAR-i varjutatud reljeefi kaardil (Maa-ameti kaardiserver).



Kattev kompleks:

- Kvaternaari setted
- Ordoviitsiumi lubjakivid
- Ordoviitsiumi rifilubjakivid
- Väljapaiske kiht

Täitev kompleks:

- Ordoviitsiumi lubjakivid
- Turbiidid
- Tsunaami setted
- Pangasbretšad
- Impaktbretšad

Aluse kivim:

- Ordoviitsiumi lubjakivid
- Ordoviitsiumi liivakivid
- Kambriumi liivakivid
- Kambriumi savid
- Kristalne aluskord

Joonis 2. Kärđla meteoriidikraatri läbilõige.

Ilmselt ei olnud A. Nikonov sel ajal veel kursis Eesti geoloogide viimaste avastustega. Juba 1995. aastal teatasid Eesti Geoloogiakeskuse geoloogid Kalle Suuroja ja Tõnis Saadre uue meteoriidikraatri hüpoteesist, mille järgi pärinesid mitmelt poolt (Lääne-Eestist kuni Ruhnu saareni) leitud gneiss-bretšast rändrahnud Osmussaarest ida poole jäävalt Neugrundi meteoriidikraatril (joonis 3). See oletus sündis Loode-Eesti suuremõotkavalise (1:50 000) geoloogilise kaardistamise käigus sealkandis nähtud eriilmeliste gneiss-bretšast rändrahnude põhjal, kui hakati otsima vastust juba 1924. aastal geoloog Armin Öpiku poolt esitatud küsimusele nende rahnude päritolu kohta. Soodus pinnas hüpoteesi sünniks oli ka ühe autori varasem kogemus Kärddla meteoriidikraatri uurimisega.

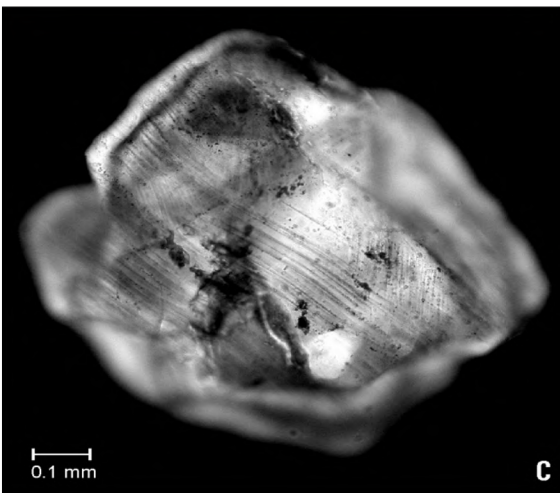
1996. aastal korraldati esimene mereekspeditsioon oletatava kraatri piirkonda ja selle käigus leiti ka pii-



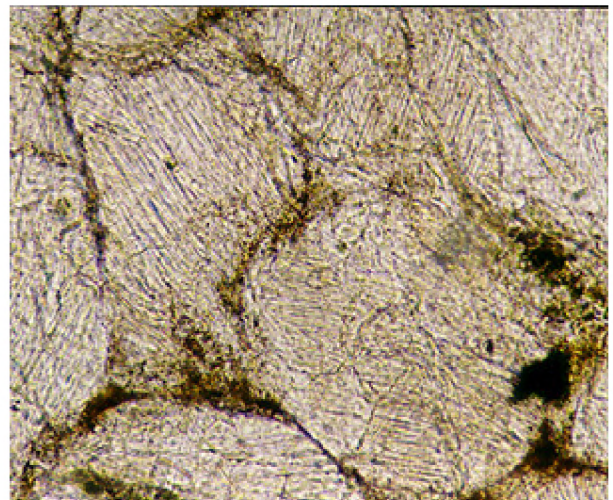
savalt tõendeid, et öelda – siin merepõhjas on meteoriidikraatrit meenutav struktuur. Imelik tundus üksnes see, et selle keskel ringvalli taga, kus teadupärast oleks pidanud olema see päris kraater, oli hoopis 5-kilomeetrise läbimõõduga ringikujuline Neugrundi madalik.

Juba mõne aja pärast leiti kvartsi teradest ka planaarseid elemente (ingl *planar deformation features* ehk PDFs), mille põhjal võis väita, et Neugrundi kraatrilalt pärit kivimid olid olnud meteoriidiplahvatuse mõjuväljas. Need tihedate paralleelsete lõhekeste süsteemid (100 ja enamgi lõhet 1 mm kohta) ehk PDF-id kvartsis tekivad vaid ülikõrgel rõhul (üle 100 000 atm; joonis 4). PDFe on leitud üksnes tuumapommi- ja meteoriidiplahvatuste mõjuväljas olnud kivimitest. Esimesena leiti neid USA Nevada tuumapommi katsetuste kraatritest (joonis 5) ja seejärel alles Arizona meteoriidikraatrist.

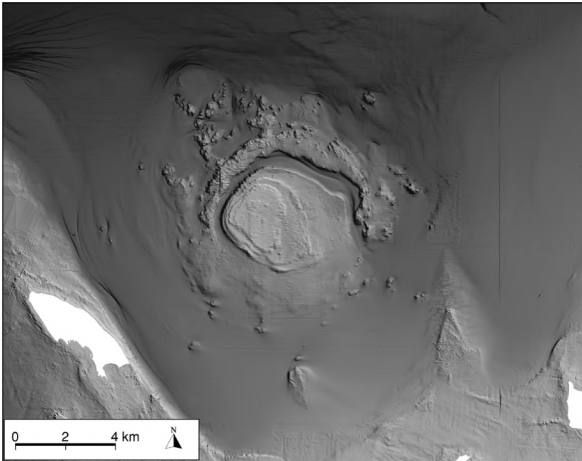
Joonis 3. *Ga hona* (vanad sarved) – Neugrundi meteoriidikraatri rändrahnud Rooslepa rannas, kraatrist ligi 20 km kaugusel.



Joonis 4. Planaarsed elemendid Neugrundi meteoriidikraatrist pärit kvartsi teras.



Joonis 5. Planaarsed elemendid aatompommi plahvatuse kraatrist Nevada tuumapolügoonil.



Joonis 6. Neugrundide meteoriidikraatri keskosa merepõhja reljeefi kaardil (Veeteede Amet).

Järgneva enam kui 20 aasta jooksul on Eesti geoloogid uurinud Neugrundide meteoriidikraatrit tosina mereekspeditsiooni käigus, milles on osalenud uurimislaevad Eestist („Mare“, „Salme“), Rootsist („Strombus“, „Skagerrak“) ja Saksamaalt („Humboldt“, „Littorina“). Üle merealuse struktuuri ja selle lähikümbruse on veetud sadu kilomeetreid seismilise sondeerimise profile, sukeldumiste käigus on võetud sadu proove ja talletatud palju tunde videosalvestisi. Selle ulatusliku töö (joonis 6, 7, 8) resultaadin valminud teadustöid on avaldatud mitmetes rahvusvaheliselt eelretsenseeritavates teadusajakirjades.



Joonis 7. Neugrundbretša Skarvani hiidrahnus Osmussaare läänerannikul.



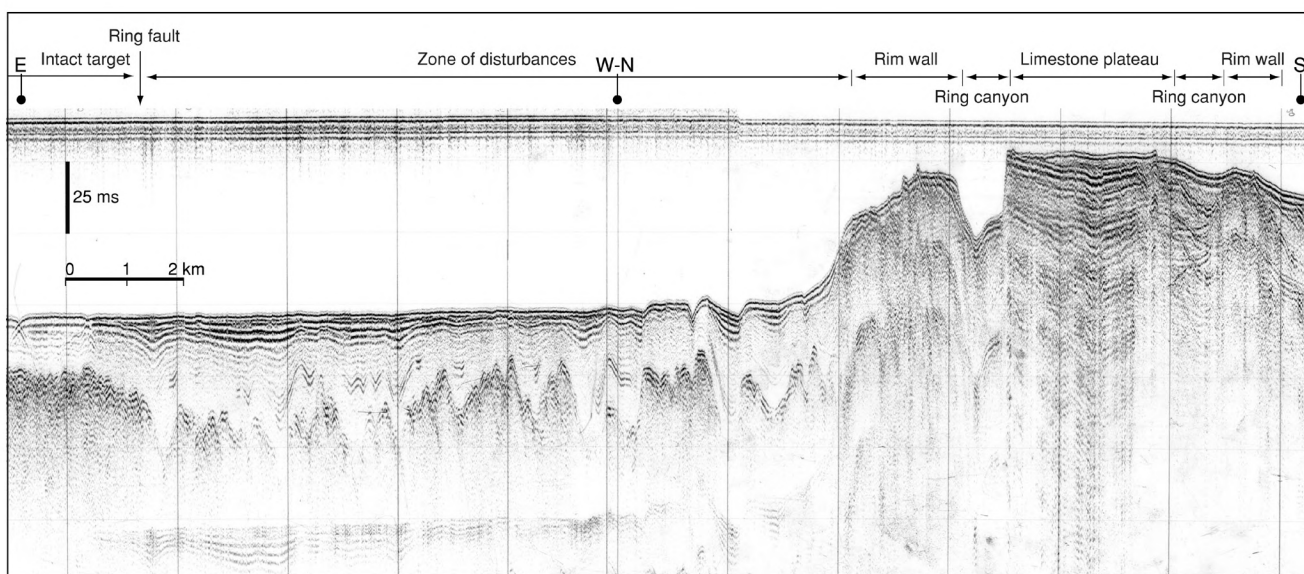
Joonis 8. Sukeldujad Neugrundide meteoriidikraatrit uurimas.

Siinkohal tahaks hea sõna ja sügava austusega meenutada Stockholmi Ülikooli emeritprofessorit ja seismiliste uurimismeetodite rahvusvaheliselt tunnustatud spetsialisti **Tom Flodéni** (1937–2016), keda me tunneme ka kui uurimislaeva „Strombus“ uljast kaptenit ja Neugrundi meteoriidikraatri innukat uurijat. Tom rääkis vähe, aga tegi palju. Olgu siis rooliratta taga või kompressoreid hooldades, õhukahuri klappe vahetades või programmijuppi kirjutades, kolleegidele seimilise profileerimise diagrammide dešifreerimise ülikeerukaid saladusi õpetades või järjekordset teadusartiklit redigeerides. Mees nagu orkester – just see väljend oli väarikas eas professori jaoks justnagu loodud (joonis 9). Erilised olid Tomi suhted Eesti meregeoloogidega, kelle töödele-tegemistele ta enam kui veerandsajandi jooksul nõu ja jõuga kaasa oli aidanud.

Enam kui kaksikümmend aastat kestnud uurimistöö tulemusel on selgunud nii mõndagi huvitavat selle ürgvana struktuuri tekke ja arenguloo kohta. Neugrundi meteoriidikraater tekkis ligi 535 miljoni aasta eest Kambriumi ajastu alguses toimunud umbes kilomeetrise läbimõõduga kivimeteoriidi (asteroidi) plahvatusel ligikaudu 100 m sügavuses meres. Tekkinud struktuuri keskel on ligi 6-kilomeetrise läbimõõduga kraater, mida ümbritseb 7-kilomeetrise läbimõõduga ringahelik. Seda tõelist ehk sisemist kraatrit ümbritseb kontsentriselt ringmurranguga ääristatud ovaalne väliskraater läbimõõduga kuni 20 km. Ringmurrang eraldab purustamata kivimid alast, kus kunagine plahvatus on kivimid tugevasti purustanud (joonis 10).



Joonis 9. Mälestus Tom Flodénist.



Joonis 10. Neugrundi meteoriidikraatri seismoakustilise sondeerimise profiil aastast 1996.

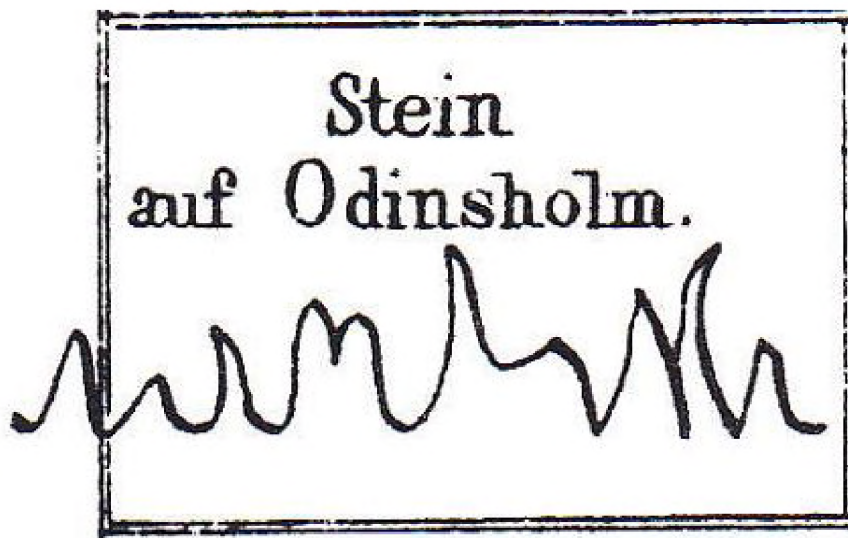
Pärast plahvatust mattus kraater aegamisi kümnekonna miljoni aasta jooksul setete alla. Alles viimase jääaja lõpul, ligikaudu 12 000 aastat tagasi vabastas taanduv mandriliustik kraatri põhjaosa. Viimane liustikukeel kandis kraatri ringvallilt kaasa haaratud neugrundbretša rahnud lehvikuna üle Lääne-Eesti ja saarte laial. Kaugem rahn on leitud Ruhnu saarelt ehk lähtekohast kuni 170 km lõuna poolt.

Norralased nimetasid oma Barentsi mere põhjast enam kui 300 m sügavuselt leitud 140 miljoni aasta vanuse meteoriidikraatri (läbimõõt 40 km) Mjølneriks. Sellist nime kannab muinasskandinaavia mütoloogias Odini poja ja äikesejumala Thori imettegev kõigeväeline vasar. Meteoriidiplahvatuse käigus tekkinud kivimeid (bretšad, konglomeraadid jne) ühendav kogum nimetati Ragnaröki formatsiooniks. Ragnarök (jumalate saatus) on muinasskandinaavia mütoloogias tuleviku sündmuste ahel (saatus), kus toimub maailmalõpueelne lahing, milles ettekuulutuse kohaselt hukuvad mitte ainult jumalad ja nende kaaskond,

vaid tulemõllus ja veetulvas hakkub kogu maailm.

Osmussaarel oli kunagi rändrahn, mida teati kui Odini hauakivi (*Odens stin*). Kivi hävines II maailmasõja aegu ja võimalik, et selle purustasid kaitsehitisi rajanud nõukogude sõjaväelased aastatel 1940–1941. 1827. aastal saarel viibinud baltisaksa loodusteadlase Eduard Eichwaldi (1795–1876) sõnul olid saarlased talle näidanud üht rahnu ja öelnud, et selle alla on maetud Odin ning seda kinnitavat ka kivisse raiutud tekst (joonis 11). Eichwald kurtnud seepeale, et tema ei olnud sellel graniidirahnul küll midagi kirjasarnast näinud, ikka tavalised kriimud ja uurded.

Kui nüüd arvestada kõike eeltoodut ja seda, et Osmussaar asub Neugrundi meteoriidikraatrit ümbritseval ringmurrangul, siis meteoriidikraatritele Odini nime andmine võiks olla üsnagi põhjendatud. Nii et – Odini kraater. Neugrund ise ei olegi just kõige originaalsem nimi, sest ainuüksi Soome lahes on kolm Neugrundi nimelist madalikku – Soome lahe väraval Osmussaare lähedal, Tallinna ja Narva lahes.



Joonis 11. Selline kiri olevat olnud Odini hauakivil.

KUI PALJU VÕIKS MAK SMA MINNA RAKVERE MAARDLAST TOODETUD FOSFORIIDIKONTSENTRAADI TONN?

Enno Reinsalu
TTÜ emeriitprofessor

Pealkirjas püstitatud küsimuse esitab investor, kellel tuleb mõte arendada fosforiiditööstust Eestis. Nagu mistahes äriplaani puhul on arendaja otsustuste areeniks turg, täpsemalt – fosfaattoorme ostjate soovid, võimalused ja nõuded. Kõik Eesti fosforiidi kasutamise varasemad kavad ja projektid on tehtud ilma objektiivse majandushinnanguta ja turu-uuringuta, lähtuvalt mineraalväetise toorme kuvandist. Muud fosfaattoorme kasutamise võimalused loeti kõrvalisteks.

Varasemad fosforiidi kaevandamisväär suse hinnangud ei ole kasutatavad, mistõttu pole ka vastust küsimusele, kui palju läheks maksma fosforiidi kontsentraat.

Ajaloost. Fosforiiti on geoloogiliselt uuritud ja varuna arvele võetud 40 aastat tagasi kehtestatud tehnoloogiliste ja majanduslike kriteeriumite alusel. Need olid: kasuliku ainese (P_2O_5) ja kahjulike lisandite (MgO , Fe_2O_3) sisaldus ning lasundi paksus ja lasumisügavus. Kriteeriumid kehtestasid mineraalväetise tööstuse spetsialistid, kes leidsid, et nii määratletud varust saab kaevise, mida rikastades saab just sellise kontsentraadi, mida tollaegne tehnoloogia vajas.

Kasumlikkus oli tinglik, kehtestatud tollaegsete direktiividele kohaselt. Aegunud kriteeriumite tõttu on fosforiidi varu kõik näitarvud ebausaldusväär sed.

Kogu fosforiidi varu on passiivne mitte niivõrd mäe- ja keskkonnatehniliste piirangute, kui just tuvastamata majandusväär tuse tõttu.

Ebakohad. Asjaolu, et fosforiidi varu kriteeriumid on ühekülgsed, piiratud kasutusala ja tendentslikud, ilmnes juba geoloogilise uurimise ajal. Mäeinsenerid ja tehnoloogid väitsid, et varu kvaliteet ja kvantiteet ei ole vahtrikastamise ega keemilise töötlemise projekteerimiseks usaldusväär sed. Täpsemalt – fosforiidi varu sobivus vahtrikastamise nõuetele on alla 50% (Päsok 1980, 1981). Probleemi tunnetati ka allmaakaevandamise projekteerimisel. Fosforiidi selektiivne väljamine, ilma et glaukoniitliivakivi kaasa variseks, tundus juba siis võimatu. Pakuti välja lausväljamine, täpsemalt – fosforiidist ja glaukoniitliivakivist koosneva kaevise koosrikastamine (Detkovski jt 1985). Rikastamise ja allmaakaevandamise projekteerimiseks koostati Tallinna Polütehnilise Instituudi mäekateedris Lääne-Kabala kaevandusvälja varu mudel (joonis 1; Aruküla, Lüütre 1987).

P_2O_5 tootus kihind+vahelagi < 10%

										12	12	12	12															
										12	13	12	12	12														
										11	11	13	13	13	13	13	13											
										12	11	11	13	14	14	14	14	13										
										12	12	13	14	14	14	14	14	14										
										11	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	16	16						
										21	13	12	13	12	12	12	13	14	14	14	14	13	13					
										12	11	11	11	11	11	11	12	13	12	12	12	12	11					
										12	11	11	11	11	11	11	12	13	12	12	11	9	10					
										11	11	11	11	11	11	11	9	9	11	9	8	7	8	8				
										11	11	11	11	11	11	11	10	9	9	9	9	8	7	8	6	8		
										11	11	11	11	11	11	11	9	11	9	9	9	7	8	8	6	6		
										11	11	11	11	11	11	11	9	9	10	7	9	7	8	8	6	8	6	7
										9	9	9	10	10	10	9	9	9	9	6	7	7	7					
										11	11	9	10	10	8	8	8	8	7	8	7	5	8					
										8																		

Joonis 1. Kasuliku komponendi (P_2O_5) sisaldus (%) oobolus- ja glaukoniitliivakivi lasundis ühe Lääne-Kabala kaevandusvälja mudeli järgi. Punaste ruutude ($0,5 \times 0,5$ km) alal on kasuliku ainese sisaldus lausväljatavas kaevises < 10%. Analoogiliselt modelleeriti kõigi määravate tunnuste levikud kaevandusväljal.

Tehnoloogilised uuringud suundusid veelgi kaugemale. Nähes ette, et fosforiiti ei õnnestu kvaliteetseks toormeks floteerida, otsiti teisi rikastamise ja töötlemise meetodeid (Kaljuvee jt 1995; Päsok 1998).

Geoloogilise uuringu tellijad – NSVL väetistest tööstuse ministeerium ja NSVL geoloogia ministeerium jäid oma nõuete juurde, fosforiidi kasutamise võimalikkuse hinnang jäi lõpetamata. See on ka peamine, miks pealkirjas esitatud küsimusele ei ole vastust.

Eelnenust võib tekkida mulje, et geoloogide töö oli asjatu. Kindlasti mitte. Fosforiit kui geoloogiline objekt on põhjalikult ja asjatundlikult uuritud ning info adekvaatselt talletatud. Kuid lõppjärelused on tehtud uuringu tellinud tööstuse sihtsuunitluste järgi, mis tänapäeva tehnika, tehnoloogia ja majanduse seisukohtadelt on kontseptuaalselt valed. Tuleb luua fosforiidi varu kasutuselevõtu uus kontseptsioon.

Fosforiidi varumise tänapäevasem kontseptsioon:

1) Fosforiiti ei pea uuesti „puurima” ega laborianalüüsi kordama – oluline teave lasundi parameetritest on olemas ja selle usaldusväärsuses pole kahtlust. Uuringuid tuleb jätkata sealt, kus nad veerand sajandit tagasi katkesid – **korraldada fosforiidi tehnoloogiline katsetamine**. See on maavarade geoloogilise uuringu kohustuslik osa. Ainult laboriandmete alusel ei saa projekteerida ei väljamise, rikastamise ega toorme töötlemise tehnoloogiat. Meil katkesid algusfaasis olnud tehnoloogilised katsed eelmise sajandi kaheksakümnendate aastate lõpus.

2) Tehnoloogiline katsetamine peab olema projekti-põhine. Proovide võtmiseks valitakse koht, kus kavatakse ja saaks kaevandada. Proovitakse mitte ainult sihtkaevist (fosforiiti) vaid ka kaaskaeviseid (glaukoniitliivakivi, graptoliitargilliiti, aleuroliiti, lubjakivi), mida tuleb kas ohutustada, ladustada või kaubastada. Koha valiku raames tehakse:

- kaevandamise teostatavushinnang;
- keskkonnamõju hinnang;
- geoloogilise uuringu projekt.

Geoloogilise uuringu projekti alusel:

- valitakse tehnoloogilise proovi väljamise meetod (kaevand, puurimine);
- võetakse piisav kogus tehnoloogilisi proove, mida katsetatakse kompetentsete ettevõtete pilootseadmetes (proovide maht peab olema

piisav rikastamise ning keemilise ja termilise töötlemise tehasekatsetusteks, mis ilmselt ei saa toimuda Eestis, kus puuduvad vastavad tehnilised võimalused ja kompetents).

3) Pidevalt tehakse majandusarvutusi, mille tulemusel täpsustub fosforiidi kaevandamisväärsus.

Kaaskaevised ja kompleksne kaevandamine.

Fosforiidil on mõningaid kaaskivimeid, mida on käsitletud ühelt poolt kui tülakaid lisandeid, teisalt kui kaasnevaid maavarasid. Kaasnevat glaukoniitliivakivi kui fosforiidi aherainet mainiti eelnevas. Enam on küsimusi graptoliitargilliidi (edaspidi – argilliit) kui ohtliku või kasuliku kaaskaevise teemal. Mõlemad kaaskivimid sisaldavad mineraale ja ühendeid, mida peetakse kasulikeks komponentideks, tuumaineseks.¹ Mõlema võimaliku mineraaltoorme rikastamine – tuumainese separeerimine ei ole jõudnud kaugemale laboratoorse tööde staadiumist. Ka majandushinnangud ei ole tekitanud huvi tehnoloogiliste katsetuste vastu, kuigi mineraalressursside kooskaevandamise idee tõstatati varakult (Kivimägi, Teedumäe 1971).

Tänapäeval ei ole võimalik realiseerida fosforiidi-projekte ignoreerides kaaskaeviste käitlemist, nende ohutustamist ja utiliseerimist.

Proovikaevandamise koha valimine. Mäenduse kaanonite kohaselt alustatakse kaevandamist maardla parimas paigas. Fosforiidi jaoks tähendab see alustamist avakaevandamisega, rajades karjääri kohta, kus lasund on maapinna lähedal. Allmaakaevandamise kohad ja varu tuleb jätta hilisemaks, sest nagu näitas Ida-Kabala fosforiidikaevanduse eelhindang (Reinsalu 2011), ei realiseeruks kaevanduse projekt enne 20 aastat. Põhjuseks on sotsiaalsete, tehniliste, geoloogiliste ja rahaliste riskide kõrge tase. Sotsiaalne risk seisneb ühiskonna vastuseisus kõige, aga eriti „allmaa-asjade” vastu. Tehnilise riski faktorid on allmaakaevandamise püsivus, kivimi abrasiivsus ja veel mõned kaevandamiskeskonna parameetrid nagu veerohkus, gaasi eritumine (radoon), tolmu (kvarts) jne. Suur geo-

¹ Tuumaines on kaevise see osa, mis kannab kasulikku ainet (Reinsalu 2008). Fosforiidi tuumaines on ooboluskarbikesed, põlevkivil – kukersiit, glaukoniitliivakivil – glaukoniit, rauamaagil – magnetiit jne. Rikastamisel tuumaines separeeritakse kaeviseist.

loogiline risk on fosforiidi lasundi ehituse ja komponentide sisalduse muutlikkus.

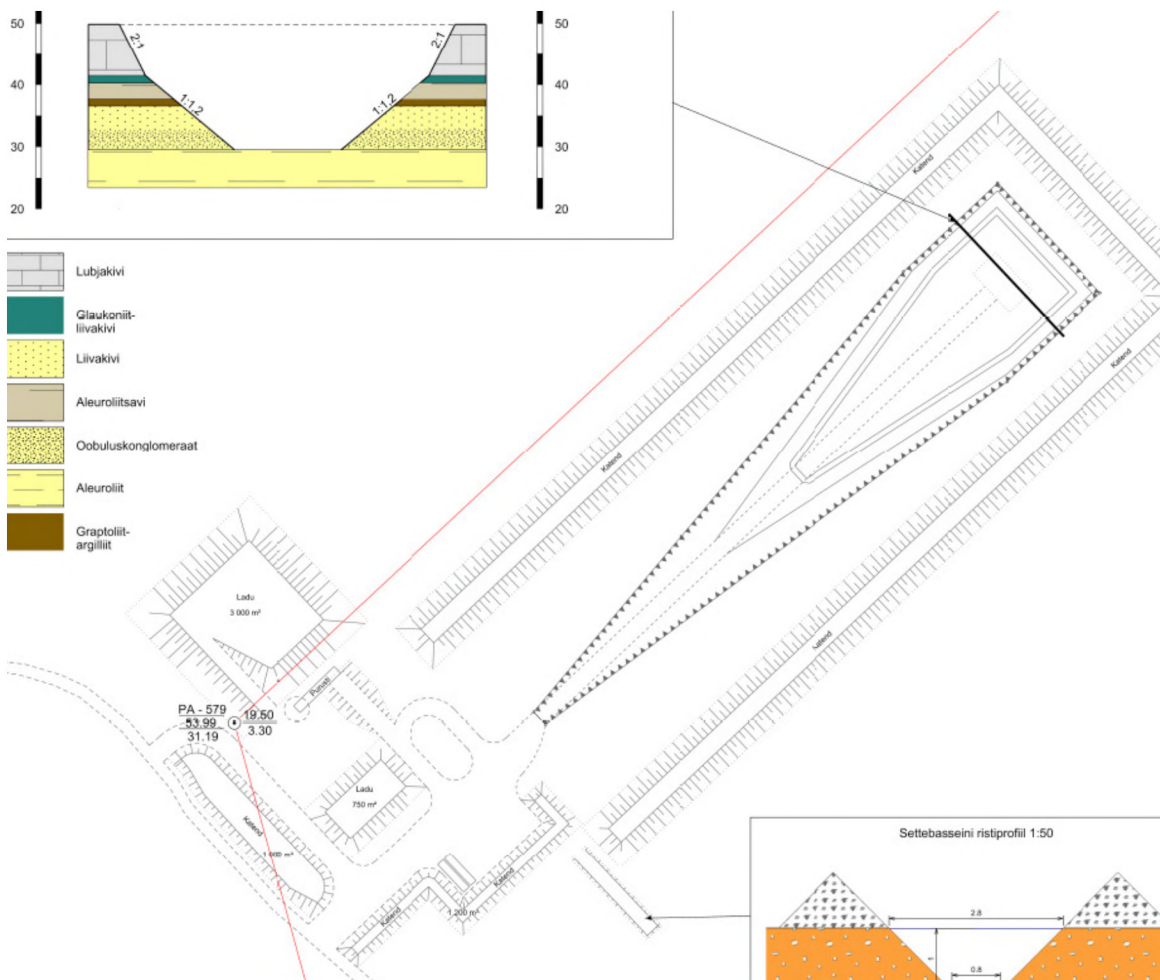
Majandusriski taga on suhteliselt suur kapitalikulu ja pikk tasuvusaeg. Eelhinnangud näitavad, et kuigi investeeringud karjääri ja kaevandusse on samas suurusjärgus, on allmaakaevamis enam kui kaks korda kallim.² Pealegi, kui allmaaväljamisel ei õnnestu glaukonitliivakivi maha jätta (tervikusse, täiteks), kallineb ka kaevise rikastamine, sest pole uuritud, kas liivakivist separeeritud glaukoniti õnnestub edukalt turustada.

2017. aasta juunis valmisid Tallinna Tehnikaülikooli geoloogia instituudis magistrinäidena fosforiidi ja kaaskaeviste ning mõningate teiste maarete (Sillamäe argilliidi, Voka rauamaagi) katsekaevanduste eelprojektid. Fosforiidi proovikaevandamiseks valiti üks koht Lääne-

Viru maakonnas Kiviküla lähedal (Koll 2017) ja teine Aru-Lõuna lubjakivikarjääri põhjas (Makke 2017). Projekteerimise nõudeks ja eelduseks oli, et kui kaevise proovimise tulemused on positiivsed, jätkatakse tööstusliku kaevandamisega. Kui ei, siis proovikaevandid korrastatakse. Soovituslikuks nõudeks oli kaaskaeviste proovide väljamine ja kui neid uuringu otstarbel ära ei kasutata, siis nende ohutu ladustamine.

Peeter Kolli magistrinäidena käsitleti kolme väljamise varianti: 1–1,5-meetrise diameetriga vertikaalset puuraugu, uuringukaevandit ehk šurfi (joonis 2) ja väikekarjääri. Puurides saaks ühest august kuni kümme, kaevandist tuhat ja karjäärist vähemalt 5 tuhat tonni fosforiiti. Vajadusel saaks ka kõigi kaasnevate kaeviste samas mahus proove. Kui palju ja millise aja jooksul proove võtta, sõltub tehnoloogilise proovimise meetodist – kus ja kuidas kaeviseid rikastatakse, millise tehnoloogiaga ja millistes reaktorites kontsentrati töödeldakse jne.

² Kasutatud on kapitali ja käidukulu eelhinnangu (*Order of Magnitude*) meetodikat (Camm 1991; Reinsalu 2008).



Joonis 2. Uuringukaevandi skeem P. Kolli (2017) ettekande esitlusest.

Odavaima fosforiidi (32 €/t) saaks karjäärist, mille rajamiseks kulub 15 nädalat. Kalleim, ligikaudu tuhat eurot tonn, maksaks väljapuuritud proov. Sel juhul saadakse fosforiidiproov kätte kahe päevaga ja keskkonna minimaalse kahjustamisega. Uuringukaevand oleks kõikide näitajate poolest keskmine – ajaliselt kulub rajamiseks ja väljamiseks 6–7 nädalat ning proovi hind oleks 45 €/t (Koll 2017).

Proovikaevandamise maksumushinnangud on tehtud eeldusel, et mäetööd tehakse alltöövõtu korras. Hinnad sisaldavad kapitalikulu niivõrd, kui võrd see kuulub masinatunni hinna sisse (Reinsalu 2008). Juhul, kui mäetööstur mõtleb „oma” karjääri rajamisele, siis karjäär, mis oleks tal mäetööde esimene etapp, maksaks orienteeruvalt 5 mln eurot ja kapitali erikulu väljamise laiendamiseks oleks 25–30 eurot tonni kohta³.

Kõik siin toodud majandushinnangud ei sisalda keskkonnakulu, projekteerimise ega muude eeltööde (KMH jne) maksumust.

Eelprojekti käsitleti eriküsimusena ka selle argilliidi käitlemist, mida ei kasutata tehnoloogiliseks proovimiseks. Visandati jääk-kaevise ohutu ladustamise (matmise) tehnoloogia (joonis 3)⁴. Nii võib teha,

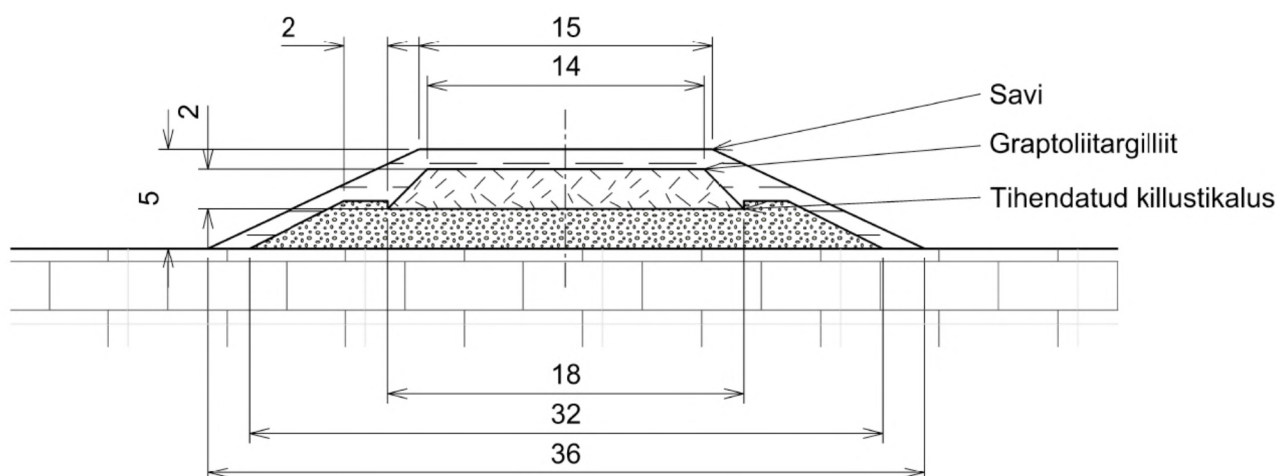
sest töötlemata kaevandamisjääk on ohutu. Kui argilliit võõrandatakse töötlemiseks (termiliseks, keemiliseks või bakteriaalseks), mille tulemusel võib tekkida ohtlik jääde, tuleb töötajal leida (projekteerida, hankida) muu ladustamise koht ja tõhusam ohutustamise meetod.

Vähem kulukas ja väiksema keskkonkakoormusega oleks fosforiidi, glaukoniidi ja argilliidi proovide väljamine töötava, seni korrastamata lubjakivi karjääri põhjast (Adamson *et al.* 1997). Sel juhul toimub proovikaevandamine tehnogeenses keskkonnas, mistõttu tööde maksumus ja kaeviste hinnad peaksid olema madalamad kui uues karjääris. Kuid edasise tegevuse – fosforiidi ja kaaskivimite tööstusliku kaevandamise võimalused lubjakivikarjääris oleksid märksa piiratumad.

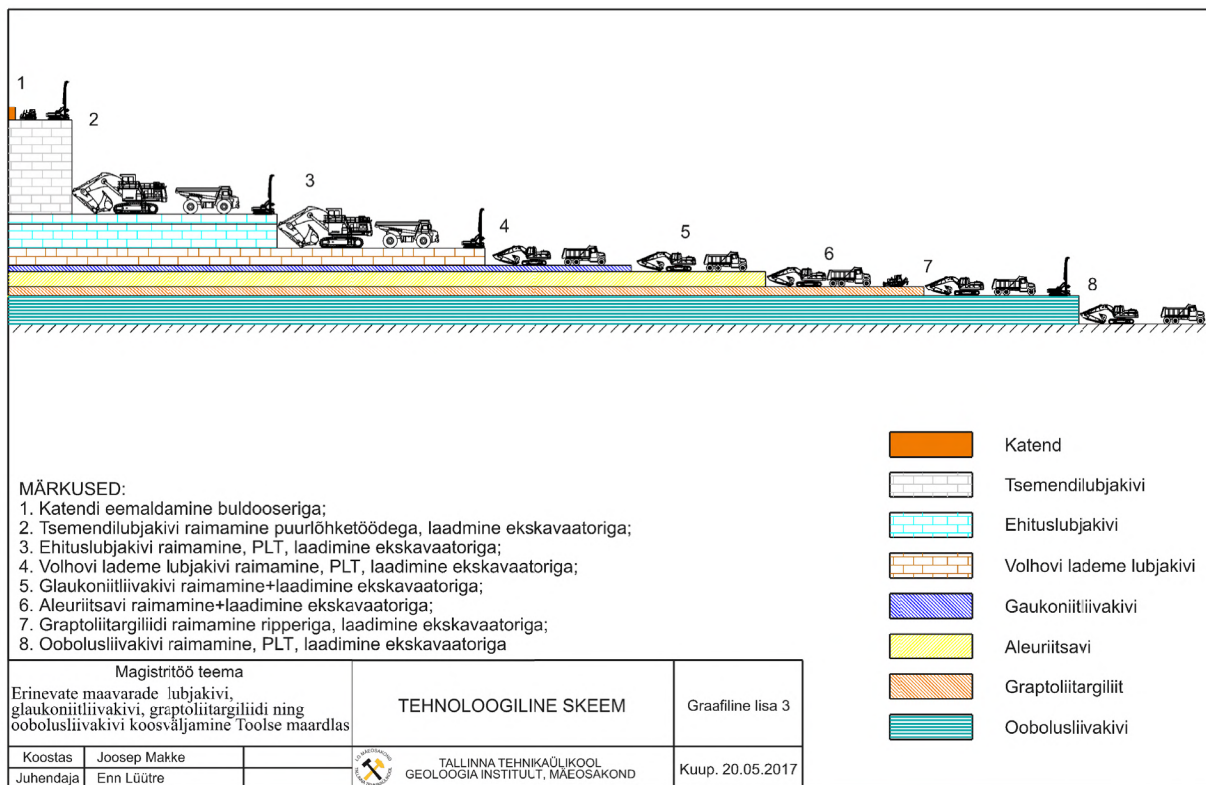
Proovikaevandamise eelprojekti töötava Aru-Lõuna karjääri põhjaossa koostas magistrant Joosep Makke (2017). Kõigi maardena huvi pakkuvate kivimite väljamine toimuks samaaegselt tsemendilubjakivi tootmisega karjääri lõunaosas. Kaevandamine toimuks kuue astanguga: tsemendi- ja ehituslubjakivi, Volhovi lademe lubjakivi, glaukoniitliivakivi, aleuriitsavi (aleuroliidi), argilliit ja oobolusliivakivi (joonis 4). Proovikaevandamise perioodil, kui tehnilisteks katseteks tarvitavate kivimite maht ei ole suur, tehakse mäetöid karjääri seadmetega, n-ö sisemiste ressursside arvel. Proovideks võõrandatava kaevise (kokkuleppe)hinnad oleksid samas suurusjärgus turustatavate lubjakivitoodete hindadega. Kuid, nagu eelnevas märgitud, fosforiidi tootmist turustamiseks piirab mäeeraldise peamise maavara – tsemendilubjakivi nõudluse maht.

³ Kapitali erikulu on rajamiseks vajaliku investeeringu ja kaevandamisettevõtte projektvõimsuse (aastatootluse) suhe.

⁴ Kõik projektide tehnilised lahendused ja nende olulised osad on Tallinna Tehnikaülikooli ning projekti autorite intellektuaalne omand. Nende kasutamine ja neile viitamine võib toimuda vaid seaduses ettenähtud korras.



Joonis 3. Graptoliitargilliidi lao (matmispai) löige P. Kolli (2107) ettekande esitlusest.



Joonis 4. Erinevate kaeviste selektiivse väljamise skeem (Makke 2017, graafiline lisa 3).

Fosforiidi ja kaaskivimite väljamine ning jääkide ohutustamine ei kujuta endast tehnilist probleemi ning kaeviste hinnad on mõistlikud. Probleem on peamiselt selles, kuidas kaeviseid kaubastamiseks väärindada.

Põhiprobleem – rikastamine. Mineraaltoorme hinna kujundavad kolm tegurit: kaevise hind, rikastamise maksumus ja toote, antud juhul fosforiidi kontsentratsiooni saagis. Saagise pöördarv näitab mitu tonni kaevist kulub ühe tonni kontsentratsiooni saamiseks. Kui kaevise hind on teada, on lihtne ette kujutada, kui suurt rolli toodangu hinnas mängib kaevise maksumus.

Kaevise maksumushinnanguid on tehtud mitmeid. Üks viimastest objektidest oli Ida-Kabala fosforiidi-kaevandus (Reinsalu 2011). Selle eelprojekti käigus arvatud kaevise maksumus 2020. aasta hinnades (ilma keskkonnakuludeta) oli 11+3 €/t ja flotirikastamise kulu 6+2 €/t (joonis 5), kokku ligikaudu 16–20 €/t. Kontsentratsiooni hind sõltuks sellest, kui palju sellist kaevist ühe tonni toodangu saamiseks kulub. Sõltuvalt, kas kaevis on madala ($P_2O_5 = 6\%$) või kõrge kvaliteediga ($P_2O_5 = 12\%$) ja milline on kontsentratsiooni kvaliteet, kas keskmine ($P_2O_5 = 28\%$) või kõrge ($P_2O_5 = 33\%$), varieerub kontsentratsiooni tonni hind üle kahe

korra (54–118 €/t). Mõnevõrra vähem varieerub toote kasuliku komponendi (P_2O_5) hind tonnis – tunnus, mis määrab töötleva tööstuse majandustulemuse. Selle analüüs ei kuulu käesoleva artikli raamidesse.

Erineva kvaliteediga fosforiidikaevise rikastamise majanduslikkuse hinnang

Variandid	1	2	3	4
Andmed, sümbolid ↓	Saadakse lahja kontsentraat		Saadakse rikas kontsentraat	
P_2O_5 kontsentratsioon, k, %	28	28	33	33
Varu on	vaene	rikas	vaene	rikas
P_2O_5 kaevises, a, %	6	12	6	12
Rikastamise kasutegur, η	0,86	0,88	0,73	0,76
P_2O_5 rikastuskaos, %	1,0	2,3	1,5	4,0
Kontsentratsiooni saagis, δ_k , %	18	38	13	27
Kaevist vaja, t/t	5,4	2,6	7,5	3,6
Kulud (2020. a prognoos)				
Kapitalikulu, mln €				
kaevandus	124	64	168	86
rikastusvabrik	108	66	134	82
ettevõtte kokku	232	130	302	168
Tootmiskulu, €/t				
väljamiskulu	10,5	13,4	9,4	12,0
rikastamiskulu, t. sisend	6,3	7,3	5,9	6,8
tootmiskulu, t. väljund	93	54	118	70
Toote hind €/t. P_2O_5	333	194	357	211

Joonis 5. Kaevise ja kauba kvaliteedi mõju toote maksumusele E. Reinsalu (2016) ettekande esitlusest.

Siin esitatud andmete kohta tuleb teada, et rikastamise modelleerimisel kasutatud (arvutuslik) kasuliku aine saagis vastas väga kõrgele rikastamise tõhususele, kõrgemale, kui seni on kuulnud/nähtud (Reinsalu 2008, joonis 2.8). Milline on tänapäevaste tehnoloogiate tegelik tõhusus mitmekesise kvaliteediga kaevise rikastamisel, seda saab hinnata vaid esinduslike proovide stendi-, piloot- ja tehasekatsetega.

Seni, kuni ei suudeta luua tõhusat rikastamise tehnoloogiat, et toota turule sobiva hinna ja kvaliteediga kontsentraati, ei ole meie fosforiit kaevandamist väärt.

KIRJANDUS

- Adamson, A., Reinsalu, E., Juuse, L., Valgma I. 1997. Sustainable phosphate rock mining [Fosforiidi säästlik kaevandamine]. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Engineering, 1, 13–22.
- Aruküla, H., Lüütse, E. – Арукюла, Х., Люютсе, Э. 1987. Прогнозирование геометрий массива горных пород, запасов и качества фосфоритной руды участка Кабала Раквереского месторождения. Tallinna Polütehnilise Instituudi Toimetised, 635, 54–59. [Vene keeles ingliskeelse resümeeaga].
- Camm, T. W. 1991. Simplified Costs Model for Prefeasibility Mineral Evaluations. U. S. Bureau of Mines. Information Circular 9298, 44 pp. (<https://pubs.usgs.gov/usbmic/ic-9298/html/cammfrms.htm>)
- Detkovski, S. jt – Детковский, С., Петерсель, В., Пясок, Р. 1985. Об экономической целесообразности включения глауконитовых песчаников в контур выемки фосфоритных залежей Эстонии подземным способом [Fosforiidi ja glaukoniitliivakivi koosväljamise majanduslikust otstarbekusest allmaakaevandamisel Eestis]. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised, Geoloogia, 3, 77–84. [Vene keeles eesti- ja ingliskeelse resümeeaga].
- Kaljuvee, T., Kuusik, R., Veiderma, M. 1995. Enrichment of carbonate-phosphate ores by calcination and air separation. International Journal of Mineral Processing, 43, 113–121.
- Kivimägi, E., Teedumäe, A. – Кивимяги, Э., Теедумяэ, А. 1971. Результаты комплексной оценки вскрышных пород месторождения фосфоритов Тоолсе [Toolse fosforiidimaardla katektivimite kompleksse kasutamise võimalustest]. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised, Geoloogia, 3, 243–250. [Vene keeles eesti- ja ingliskeelse resümeeaga].
- Koll, P. 2017. Väikekarjääri projekteerimine fosforiidi tehniliseks proovimiseks. Magistritöö. Juhendaja E. Lüütse. Tallinna Tehnikaülikooli geoloogia instituut, 54 lk.
- Makke, J. 2017. Erinevate maavarade – lubjakivi, glaukoniitliivakivi, graptoliitargilliidi ning oobooliivakivi koosväljamine Toolse maardlas. Magistritöö. Juhendaja E. Lüütse. Tallinna Tehnikaülikooli geoloogia instituut, 68 lk.
- Päsok, R. – Пясок Р., 1980. Анализ обоснованности кондиций на сырье фосфоритного месторождения Тоолсе [Toolse leiukohta fosforiiditoorme konditsioonide põhjendatuse analüüs]. Tallinna Tehnikaülikooli Toimetised, 718, 61–70. [Vene keeles eesti- ja ingliskeelse resümeeaga].
- Päsok, R. – Пясок Р. 1981. Взаимосвязь закономерностей распределения компонентов в фосфоритах месторождения Тоолсе с извлечением запасов [Toolse leiukohta fosforiidimaagi komponentide jaotuse seaduspärasuste seos maavara saagisega]. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised, Geoloogia, 4, 156–160. [Vene keeles eesti- ja ingliskeelse resümeeaga].
- Päsok, R. – Пясок Р. 1998. Эффективность термической переработки Эстонского фосфорита. Таллиннский технический университет, Академия трюкк, Таллинн, 47 с.
- Reinsalu, E. 2008. Mäemajandus. Parandatud ja kommenteeritud elektrooniline teavik. Tallinna Tehnikaülikooli Mäeinstituut, Tallinn, 156 lk. (<https://digi.lib.ttu.ee/i/?164>)
- Reinsalu, E. (vastutav täitja) 2011. Fosforiidi ja põlevkivi allmaakaevandamise võimalus Rakvere fosforiidilevila ja Eesti põlevkivimaardla kattumisalal. Teadus ja arendusprojekt. Leping 11072. Tallinna Tehnikaülikool, Energeetikateaduskond, Mäeinstituut, Maavarade kaevandamise õppetool, 56 lk.
- Reinsalu, E., 2016. Fosforiidijooks. XXIV Aprillikonverentsi teesid. Maapõuekasutus ja keskkonnahoid. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 8–9. (http://www.egk.ee/wp-content/uploads/2016/03/Aprill2016_teesidA4_veeb.pdf)

OÜ EESTI GEOLOOGIAKESKUSE MEDAL

Osaühingu Eesti Geoloogiakeskuse medal on austusavaldus kohusetundliku ja pikaajalise katkematu staažiga töötamise eest asutuses seisuga 1. jaanuar 2016.

Eesti Geoloogiakeskuse medalil on kolm klassi:

1. **I klass** – tööstaaž üle 45 aasta;
2. **II klass** – tööstaaž 30–44 aastat;
3. **III klass** – tööstaaž 10–29 aastat.

Medal antakse üle pidulikult vastuvõtul 14. detsembril 2017 koos tunnistusega, millel on medali statuut, töötaja nimi ja medali üleandmise hetkeks töötatud aastate arv.

Medalid vermiti 2017. aastal koostöös Roman Tavasti kullassepaäri. Medali materjaliks on hõbe prooviga 925. Kahepoolsest viimistletud (pressitud, madalamad pinnad matid, kõrgemad pinnad läikivad, lihvitud) ümmarguse märgi läbimõõt on 40 mm, paksus 2,5 mm ja kaal *ca* 22 g. I klassi medal on kullatud 24-karaadise kullaga; II klassi medal on hõbedast prooviga 925, oksüdeerimata ja hele; III klassi medal on hõbedast prooviga 925, oksüdeeritud tumedaks.

Medal on läbipaistva avaga raamis, millel on metallist silt masinggraveeritud kirjega: Eesti Geoloogiakeskus/Geological Survey of Estonia.



OÜ EESTI GEOLOOGIAKESKUSE RINNAMÄRK

Osaühingu Eesti Geoloogiakeskuse rinnamärk sümboliseerib asutuse töötajate ühtekuuluvust ja antakse oma töötajatele või teistele füüsilistele isikutele tänutäheks asutusele osutatud teenete eest.

Eesti Geoloogiakeskuse rinnamärgil on kaks järku:

1. **kullatud hõbedast rinnamärk** – antakse üle tänutäheks eriliste teenete eest;
2. **hõbedast rinnamärk** – antakse üle kui asutuse töötajate ühtekuuluvuse sümbol.

Rinnamärgi andmist korraldab ja nende üle peab arvet osaühingu juhatus. Rinnamärk on antud omanikule päriseks ega kuulu tagastamisele.

Rinnamärgid valmistati 2016. aastal koostöös Roman Tavasti kullassepaäriaga. Ovaalse kujuga märk suurusega 11 × 11,6 mm kujutab stiliseeritud Eesti Geoloogiakeskuse logo. Märgi materjaliks on hõbe prooviga 925, kullatud hõbedast rinnamärk on kaetud 24-karaadise kullakihihiga. Valatud märgi madalamad pinnad on matid, kõrgemad pinnad (vasara kujutised) läikivad. Märgi kinnituseks on tihvt koos nõõpstrukiga.

Rinnamärgi juurde kuulub mustast materjalist karp, mille kaanel on kujutatud asutuse logo kirjega: Eesti Geoloogiakeskus/Geological Survey of Estonia.



FOTOTAHVLID I-IX

Killukesi ajaloost

TAHVEL I

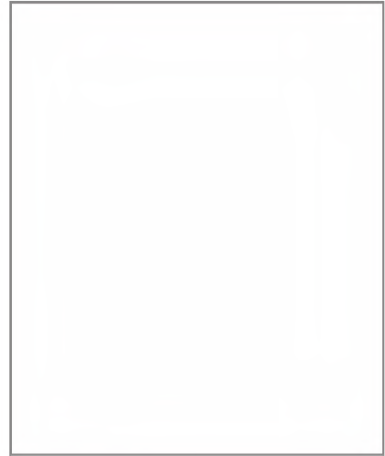
EESTI GEOLOOGIATEENISTUSE JUHID AASTATEL 1938–2017



Artur Heinrich Luha
1938–1940
Eesti Geoloogiline Komitee



Karl Müürisepp
1957–1959: Geoloogia ja
Maapõuevarade Kaitse Valitsus



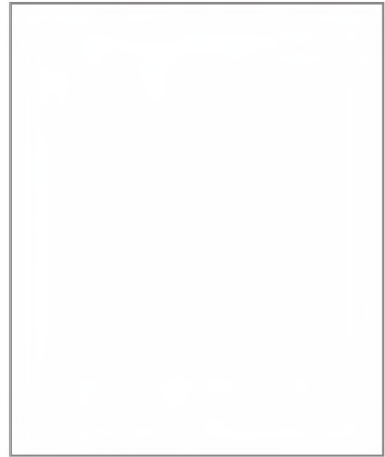
Georgi Pilman
1959–1963: Geoloogia ja
Maapõuevarade Kaitse Valitsus



Valentin Djatšenko
1963–1965: Geoloogia ja
Maapõuevarade Kaitse Valitsus ja
Riiklik Geoloogia Tootmiskomitee



Aleksander Kivit
1965–1985
Geoloogia Valitsus



Jevgeni Filatov
1985–1988: Geoloogia Valit-
sus ja Eesti Geoloogiauringute
Tootmiskoondis „Eesti Geoloogia“



Endel Kasemets
1988–1993: Eesti Geoloogia-
uuringute Tootmiskoondis „Eesti
Geoloogia“ ja Eesti Geoloogia-
keskus



Vello Klein
1993–2009
Eesti Geoloogiakeskus

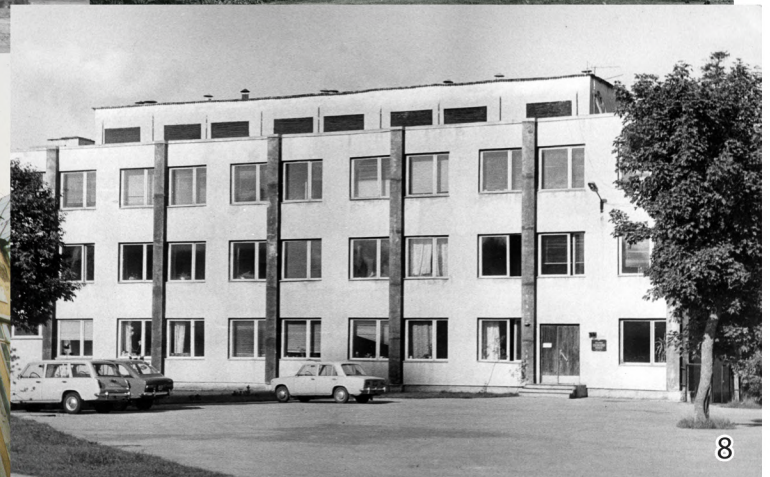


Aivar Pajupuu
2009–2017
Eesti Geoloogiakeskus

TAHVEL II

HOONED

1. Geoloogilise kaardistamise Sirvaku välibaas Kambja vallas Tartumaal 1960-ndate aastate alguses.
2. Geoloogilise kaardistamise Arbavere välibaas Kadrina vallas Lääne-Virumaal 1990-ndatel aastatel.
3. Geoloogilise kaardistamise Turja välibaas Saaremaal 1990-ndatel aastatel.
4. Fosforiidiuuringute Kantküla välibaas Vinni vallas Lääne-Virumaal 1980-ndatel aastatel.
5. Keila geoloogiaekspeditsiooni kontorihoone Piiri tänav 5, Keilas 1980-ndatel aastatel.
6. Kohtla-Järve töökonna kontorihoone Rutiku 4, Kohtla-Järvel 1990-ndatel aastatel.
7. Eesti NSV Geoloogia Valitsuse peahoone Pikk tänav 67, Tallinnas 1990-ndate aastate keskel (majast koliti välja 1996. aastal).
8. Tallinna geoloogiatöökonna kontorihoone Kadaka tee 82, Tallinnas 1980-ndatel aastatel.



TAHVEL III

GEOLOOG TÖÖL JA VABAL AJAL

1. Geoloogilise kaardistamise välitööd 1960-ndatel. Vasakult: Hellin Kajak, Voldemar Tassa, Kalju Kajak ja Vaike Vanamb (Paulmann).
2. Kaardistajate välitöö varustus 1960-ndatel aastatel.
3. ENSV Geoloogia Valitsus kanti vabariiklikusse auraamatusse heade tulemuste eest Nõukogude Sotsialistlike Vabariikide Liidu moodustamise 60. aastapäeva tähistamiseks peetud üleliidulises sotsialistlikus võistluses ning autasustati NLKP Keskkomitee, NSV Liidu Ministrite Nõukogu, ÜAÜKN-i ja ÜLKNÜ Keskkomitee rändpunalipuga (1983). Keskel Eesti Geoloogia Valitsuse juhataja Aleksander Kivit, temast paremal ametühingu esindajana Lembit Unt.
4. Asutuse töötajad 1. mai rongkäigus 1980-ndatel aastatel. Esiplaanil keskel: Veena Räägel ja Aada Teedumäe.
5. Fosforiidi tööstusliku proovi võtmine Toolse maardlas (1982).
6. Puursüdamiku kirjeldamine hüdromelioratiivsel kaardistamisel 1970-ndate aastate lõpus. Esiplaanil Tiiu Jalakas ja Helle Perens.
7. Hüdrogeoloogilise kaardistamise töörühm 1970-ndate aastate lõpus. Tagareas vasakult: Tiiu Jalakas, Helle Perens, Mare Lilleorg, Guido Eltermann, Leida Allik (Ollin), Tiina Haas (Lang); esireas istuvad: Rein Perens ja Külli Lehtla.
8. Geoloogide võidukas meeskond pärast mälumängu (1980). Vasakult: Mati Niin, Rein Perens, Rein Raudsep ja Heikki Liivrand.



TAHVEL IV

GEOLOOGID TÖÖL JA VABAL AJAL

1. Helle Perens puursüdamikku kirjeldamas 1980-ndatel aastatel.
2. Tõnis Saadre puursüdamikku kirjeldamas 1980-ndate aastate lõpus. Temaga vestleb Valter Petersell.
3. Vibropuurimine (1985). Vasakult: Ilmar Sandvik ja Eriina Morgen.
4. Kaardistajate rikkalik välieine 1970-ndatel aastatel. Vasakult: Arvo Haas, tööline, Elmar Kala, Helle Perens, Rein Perens, Tõnis Saadre ja Mare Aibast.
5. Paide põhjaveevaru detailuuringu katsepumpamise lõpetamine (1984). Vasakult: Andres Halliste, Niina Kelder, Viktor Belkin, Silja Lomp, Anneli Sikk (Kalvi), Tiiu Jalakas, Voldemar Tassa, Valdur Allik ja Toivo Tamm.
6. Väike eine puursüdamikukastidel (1983). Vasakult: Toivo Lodjak, Peep Männik, Silja Liibert, Anne Pöldvere ja Helle Perens.
7. Puursüdamikuga puurimine hüdroteoloogilisel eesmärgil 1980-ndatel aastatel.
8. Algas reis spordivõistlusele naabervabariikide kolleegidega 1980-ndate aastate keskel.



TAHVEL V

GEOLOOGID TÖÖL JA VABAL AJAL

1. Pidulik sündmus Tartu Regionaalosakonnas (1998). Vasakult: Rein Grünberg, Maris Rattas, Anne Rooma, Olga Heinloo, Aivar Pajupuu, Kalle Soa; esireas Anne Pöldvere ja Ene Pärn.
2. Geoloogid-kaardistajad Hiiumaal 2000-ndatel aastatel. Selgitusi jagab Guido Eltermann.
3. Laborant Marina Saaremäe proovi töötlemas (2016).
4. Ehitusmaterjalide rühma seniorid (2009). Vasakult: Voldemar Jürgenson, Elvi Valt, Maie Pöllumäe, Peeter Vingisaar, Maare Rändur ja Mare Kukk.
5. Maavarade osakonna töötajad 1990-ndate aastate alguses. Vasakult: Vello Kattai, Uve Lokk, Veena Räägel, Rein Sinisalu, Janne Tamm ja Mall Orru.
6. Geoloogilise kaardistamise aruande hindamine asutuse teaduslik-tehnilises nõukogus (1999). Vasakult: Aivar Pajupuu, Tiit Mardim, Kalle Suuroja, Kalju Kajak, Eriina Morgen, Ene Kadastik, Veena Räägel, Mare Kalkun, esiplaanil seljaga direktor Vello Klein.
7. Eesti Geoloogiakeskuse peahoone juurdeehituse avamine Kadaka tee 82 1990-ndate aastate keskel. Trepil seisavad majandusallüksuse juhataja Mihhail Brutski ja direktor Vello Klein.
8. Eesti kompleksse geoloogilise kaardistamise (1:50 000–1:20 000) juhendi koostamise töögrupp (1994). Taga vasakult: Kaljo Kajak, Jaan Kivisilla, Mare Aibast, Mati Rammo, Inger Jalakas, Kalle Suuroja, Rein Perens, Kuldev Ploom, Vilja Meriküll, Eduard Pukkonen, Eriina Morgen, Ain Pöldvere, Sten Suuroja, Rein Raudsep, Tiit Mardim, Mati Niin; esireas: Maris Rattas, Vello Klein, Anne Pöldvere, Ene Kadastik, Andres Halliste; ees kükitab Mati Lelgus.



TAHVEL VI

GEOLOOGID TÖÖL

1. Rakendusgeoloogid välitööl (2005). Vasakult: Aivar Arumäe ja Maare Rändur.
2. Kaevanduse põlevkiviläbilõiget uurimas. Vasakult: Kuldev Ploom ja Vello Kattai.
3. Eesti Geoloogiafondis on hoiul ligi 13 000 köidet koos kaardimaterjali ja CD-plaatidega. Nende eest kannab hoolt Mare Kukk.
4. Meregeoloogilised välitööd (1998). Vasakult: laevameeskonna liige Andres Eero, Kalle Suuroja, Aadu Talpas ja Sten Suuroja.
5. Mehikoorma (421) puursüdamiku pildistamine Tuula puursüdamikuhoidlas (2004). Vasakult: Voldemar Möttus, Mati Rammo, Tõnis Saadre; seljaga Anne Põldvere.
6. Mati Niin tutvustab kolleegidele puursüdamiku läbilõiget enne asutuse jaanitule piduliku osa algust Arbavere välibaasis (2010).
7. Puurimine puursüdamiku tõstmisega (2009).
8. Puursüdamiku korrastamine Keila puursüdamikuhoidlate väliplatsil 1990-ndate aastate lõpus.



TAHVEL VII

GEOLOOGID TÖÖL

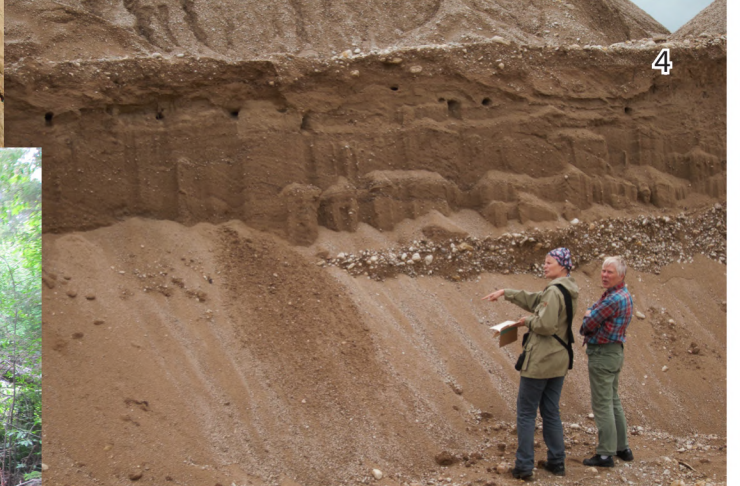
1. Puursüdamiku kirjeldamine Arbavere välibaasis (2011). Vasakult: Kalle Suuroja ja Kuldev Ploom.
2. Keila puursüdamikehoidla viilhall (2002). Tõstukil töötab puurmeister Vassili Kilin.
3. Turbauuringud 2010-ndate aastate alguses. Vasakult: Priit Koppel ja Kaupo Rõivasepp.
4. Geofüüsikalised uuringud Myanmar Liidu Vabariigis (2016). Esiplaanil Siim Tarros.
5. Mererannikute seire välitööd (2005). Vasakult: Aadu Talpas ja Mark Karimov.
6. Geoloogilised välitööd Hilleste karjääris Hiiumaal (2004). Vasakult: Eriina Morgen ja Helle Perens.
7. Eesti Geoloogiakeskuse XXI Aprillikonverents teemal „Rakendusgeoloogilistest uuringutest Eestis“ TTÜ Küberneetika Instituudi majas (2013). Vasakult: Valter Petersell ja Mark Karimov.
8. Eesti Geoloogiakeskuse XXIII Aprillikonverents teemal „Eesti maapõue strateegiast“ TTÜ Küberneetika Instituudi majas (2015).



TAHVEL VIII

GEOLOOGID TÖÖL

1. Kohila linna kanalisatsioonikraavi läbilõiget uurib Kuldev Ploom. Välitööd geoloogilise baaskaardi Kohila (6332) lehe alal (2011).
2. Puursüdamiku korrastamine (2015). Vasakult: Tõnis Saadre ja Mati Niin.
3. Tormimurrus paljanduvaid setteid uurib Eriina Morgen. Välitööd geoloogilise baaskaardi Keila (6331) lehe alal (2012).
4. Alesti kruusakarjääri setete geoloogilist läbilõiget uurivad (vasakult) Katrin Kaljuläte ja Eriina Morgen. Välitööd geoloogilise baaskaardi Kohila (6332) lehe alal (2011).
5. Eesti Geoloogiakeskuse uurimislaeval töötab Anu Veski. Merepõhja geoloogiline kaardistamine Vormsi–Hiiumaa trassil (2016).
6. Viru-Nigula tuulepargis olevast süvendist väljatud diktüoneemaargilliiti uurimas (2008). Vasakult Anu Veski ja Maarika Karimova.
7. Geoloogid sõidavad geoloogilise baaskaardi Pakri (6244) lehe ala välitöödele (2012). Vasakult: Eriina Morgen, Katrin Kaljuläte, paadijuht Tõnu Martin ja Kristiina Kebbinau.
8. Tiit Mardim geoloogilisel marsruudil. Välitööd geoloogilise baaskaardi Narva (6534) lehe alal (2005).



TAHVEL IX

GEOLOOGID VABAL AJAL

1. Saabumine Eesti Geoloogiakeskuse jaanitulele Arbavere välibaasis (2007). Esiplaanil Maie Pärnamäe.
2. Eesti Geoloogiakeskuse jaanituli Arbavere välibaasis (2010). Vasakult: Nadežda Kivit, Svetlana Safonova, Natalja Stepantšenko, Marina Saaremäe, Irina Šatalova ja Olga Rudõka.
3. Jaanipäev Arbavere välibaasis (2010). Vasakult: Priit Koppel, Ranek Rohtla, Mati Rammo, Kaupo Rõivasepp (tagareas), Kalle Suuroja, Rein Sinisalu (kükitab), Mihkel Štokalenko, Aadu Talpas, Valter Petersell, Katrin Kaljuläte ja Mati Lelgus.
4. Eesti Vabariigi lipu heiskamine jaanipäeval Arbavere välibaasis (2010). Esiplaanil juhatuse liige Aivar Pajupuu.
5. 75 aastat Eesti geoloogiateenistust (2012). Vasakult: juhatuse liige Aivar Pajupuu, Tarmo All, Maire Sakson ja Vello Klein.
6. 75 aastat Eesti geoloogiateenistust. Eesti Geoloogiakeskuse Toimetiste uue numbri (11/1) esitlus Eesti Geoloogiakeskuse esimese korruse saalis (2012). Esiplaanil vasakult: Rein Einasto, Anne Põldvere ja Rein Raudsep.
7. 75 aastat Eesti geoloogiateenistust (2012). Pidulik koosviibimine Eesti Geoloogiakeskuse peahoone esimese korruse saalis Kadaka tee 82.
8. Geoloogid-kaardistajad (2017). Esireas vasakult: Tõnis Saadre, Kalle Suuroja; tagareas: Tiit Mardim ja Kuldev Ploom.



Eesti Geoloogiakeskuse ja tema eelkäijate saavutusi:

- Eesti territooriumi keskmisemõtkavaline (1:200 000) kompleksne geoloogilis-hüdrogeoloogiline kaardistamine;
- Eesti territooriumist 55 protsendi suuruse ala suuremõtkavaline (1:50 000) kompleksne geoloogilis-hüdrogeoloogiline kaardistamine;
- Eesti põhjaosa kristalse aluskorra keskmisemõtkavaline (1:200 000) geoloogiline kaardistamine ja ligi 500 aluskorra kivimeid avava puuraugu rajamine;
- Eesti põhjaveevaru uurimine;
- mitmete mineraalvee leiukohtade avastamine ja uurimine;
- Eesti põlevkivileiukoha uurimine;
- Tapa põlevkivileiukoha avastamine;
- Rakvere, Toole ja Aseri fosforiidileiukohtade avastamine ja uurimine;
- turba-, savi-, liiva-, kruusa- ja paemaardlate uurimine ja maavarade varustuskindluse tagamine riigile;
- Kärkla ja Neugrundi meteoriidikraatri avastamine ning uurimine.

Seda igati soliidset kaasavara üle andes soovib tööturul lahkuv Eesti Geoloogiakeskus tuult tiibadesse 1. jaanuarist 2018 oma tegevust alustavale Eesti Geoloogiateenistusele. Inglise keeles oli üks ja on teine *Geological Survey of Estonia*. Järjepidevus oli ja jääb!

See on 1991. aastal ilmumist alustanud Eesti Geoloogiakeskuse Toimetiste 13. väljaanne. 13 ei ole teadupärast just õnnenumber ja sellest needusest on kindlasti vaba tulevase Eesti Geoloogiateenistuse Toimetiste number 14.

