

Taotlus radioaktiivsete ainete väljaarvamiseks kiirgusseaduse nõuete kohaldamisest

Taotleme graptoliitargilliidi proovide (3 tk) kogukaaluga 3,3 tonni väljaarvamist kiirgusseaduse nõuete kohaldamisest. Proovide kaalud eraldiseisvalt on järgmised: AL-GR01 (1150 kg), ALGR-02 (1148 kg) ja SIGA (ca ~1000 kg). Uuringu raames koguti ka fosforiidiproove, kuid neid käesolevas taotluses ei käsitleta, kuna looduslike radionukliidide aktiivsuskontsentratsioonid fosforiidis ei ületa keskkonnaministeeriumi määruse nr 40 „Kiirgustegevuses kasutatavate või tekkivate radioaktiivsete ainete väljaarvamise ja vabastamise tingimused ning väljaarvamise ja vabastamise taotlusele esitatavad nõuded“ lisas 2 toodud väljaarvamistasemeid (1000 Bq/kg U-238 ja Th-232 rea radionukliidide puhul ning 10 000 Bq/kg K-40 puhul). Eelmise uuringu teadmiste kohaselt (Joosu jt, 2023¹) on need madala aktiivsuskontsentratsiooniga (200–300 Bq/kg Ra-226; üks proov PH001102, 942 Bq/kg Ra-226). Th-232 lagunemisrea isotoopide aktiivsuskontsentratsioonid jäävad Joosu jt 2023 andmetel kõigi proovide (fosforiit ja graptoliitargilliit) puhul alla 80 Bq/kg). K-40 aktiivsuskontsentratsioonid ulatuvad kõigi proovide lõikes maksimaalselt 2000 Bq/kg-ni.

AL-GR01 ja AL-GR02 proovidele ei ole veel gammaspektroskoopilisi analüüse tehtud. Proovid on analüüsimisel Tartu Ülikoolis ja täpsed tulemused saabuvad sügisel. Küll aga on olemas uraani sisalduse keemilised analüüsid, mis on otseses lineaarses korrelatsioonis Ra-226 isotoobi aktiivsuskontsentratsioonidega (korrelatsioonikordaja $R^2=0,97$; Joosu jt 2023). Uraani kontsentratsioonid on 181,5 (AL-GR01) ja 161 mg/kg (AL-GR02). Lähtudes Joosu jt analüüsitud 18 graptoliitargilliidi proovi tulemustest on U ja Ra-226 vaheline seos $y=0,0738x+1,0363$, kus y on uraani sisaldus mg/kg ja x Ra-226 aktiivsuskontsentratsioon Bq/kg. Lähtudes samast seosest vastab 181,5 mg/kg U sisaldusele 2460 Ra-226 Bq/kg ja 161mg/kg U'le 2183 Ra-226 Bq/kg.

SIGA proovi keemilise koostise tulemused selguvad sügiseks. Gamma-spektromeetrilist analüüs ei ole sellest planeeritud, sest (i) U sisaldused on väga tugevas korrelatsioonis ra-226 aktiivsuskontsentratsioonile, mis võimaldab seda hinnata kaudselt (ii) varasemate teadmiste põhjal graptoliitargilliidi geokeemiast on ootuspäraselt U sisaldused sarnased varasemalt mõõdetud proovidega.

1) Taotleja nimi, registrikood ja kontaktandmed

Eesti Geoloogiateenistus, registrikood 77000387, F. R. Kreutzwaldi 5, 44314 Rakvere.

2) Kiirgustegevuse põhjendus ja iseloomustus

Vabariigi Valitsuse juures tegutsev Teadus- ja Arendusnõukogu otsustas 2022. aasta sügisel toetada Eesti Geoloogiateenistuse (EGT) fosforiidi ja kaasnevate ressursside teadusarendusuuringuid 6,1 miljoni euroga. Aastatel 2023-2025 toimuvate uuringute eesmärgiks

¹ L. Joosu, J. Vind, K. Lumiste, M. Polikarpus, S. Tarros, J. Pärn, K. Kansi, K. Tamm, H. Bauert, T. Kaasik, K. Kurvits, J. Nemliher, R. Kuldkepp, Fosforiidi ja graptoliitargilliidi üldgeoloogilised uuringud Kirde-Eestis, 2023. EGF9594. <https://fond.egt.ee/fond/egf/9594>

on saada täpsem ülevaade Eesti fosforiidi ja kaasnevate ressursside majanduslikust potentsiaalist ning elu- ja looduskeskkonna mõjudest. Soovitakse leida vastuseid küsimustele, kuidas on tehnoloogiliselt võimalik eraldada fosforiidist haruldasi muldmetalle ning graptoliitargilliidist vanaadiumit ja milliseid lõpptooteid on fosforist otstarbekas toota. Tehnoloogiliste uuringute käigus kaardistatakse tekkivaid keskkonnamõjusid ning hinnatakse majanduslikku perspektiivi, samuti teostatakse ka parima tehnoloogia skaleerimise katsetused. Kuna fosforiidi väärimine on otseselt sõltuv lähtematerjali omadustest, on kavas detailselt analüüsida Aru-Lõuna uuringualal leviva fosforiidilasundi mäetehnilisi ja geokeemilisi omadusi. Samuti on kavas täiendada hüdrogeoloogilist mudelit, mille abil on võimalik täpsemalt hinnata võimaliku kaevandamise mõju põhjaveele.

Graptoliitargilliidi proove koguti kokku koguti kokku 3,3 tonni materjali AL-GR01 ja AL-GR02 koguti suure diameetriga puurides Aru-Lõuna lubjakivikarjääri territooriumilt ja SIGA proov koguti Sillamäe sadama territooriumilt. Proove hoiustatakse EGT Arbavere uurimiskeskuses hoidlas 4 ja 5 (vt joonis 1) nn *big bag* kottides vastavalt doosihinnangus (Lisa 1) kirjeldatud tingimustele ja toodud soovitudele:

- Kui materjali käideldes (nt sõeludes) eraldub tolmu siis kasutatakse respiraatorit.
- Materjali hoitakse suurtes ja hea õhuvahetusega ruumides.
- Hoidlates, kus materjali hoitakse ei viibi EGT töötajad pidevalt, vaid mõned tunnid kuus.

Materjali kogumisel oli kaks peamist eesmärki:

- I) Koguda suuremahuline proov (AL-GR01 ja AL-GR02 kokku ligikaudu 2000 kg) strateegilise varuna, mis võimaldaks tulevikus teadus- ja arendusasutustel läbi viia uuringuid metallide ekstraheerimiseks graptoliitargilliidist ilma, et oleks vajadus viia läbi täiendav suuremahulise proovi kogumise kampaania. EGTl endal praeguse seisuga metallide ekstraheerimise katsete tegemist plaanis ei ole. Praegu ei ole selge kas, kes ja kuna võimalikku ekstraheerimist hakkab katsetama. Ekstraheerimine ei saa toimuda Arbavere uurimiskeskuses ja sellest tulenevalt ei ole näha ka sellest tulenevalt võimalikku radionukleiidide kontsentreerumist.



Joonis 1. Välikatse asukoha skeem. Kollase taustaga on nummerdatud puursüdame hoidlad ja punased tähistatud leostuskatse läbiviimise asukoht.

II) suuremahuliste leostamiskatsete teostamine välitingimustes. Selleks koguti täiendavalt SIGA proov, sest tulenevalt proovi kogumise meetodikast on ALGR proovide tükisuurus väike. Suurematükiline SIGA proov on sarnasem materjalile, mis tekib ehitustegevuse või kaevandamise käigus. Leostumiskatsete eesmärk on pakkuda lisisisendit argilliidi ohutu käitlemise tehnilise skeemi väljatöötamiseks. Teada on argilliidis sisalduva püriidi oksüdeerumise mehhanismid ning selle tagajärjel väljaleostuvate metallide omadused ning isesüttimisohu, kuid täpsemad andmed puuduvad, kui kiiresti algavad välitingimustes oksüdeerumisprotsessid. Ehk siis katsetega selgitatakse välja ohutu aeg, mille jooksul võib ajutiselt argilliidi ladustada ilma et tekiks nimetatud ohud. Leostamiskatsete jaoks on EGT Arbavere uurimiskeskuses (Palkoja baas, Arbavere, 45206 Lääne-Viru maakond) ehitatud kaks 1 m³ mahuga veekindlat katseseadet, mis on pealt avatud (joonis 1 ja 2). Kummasegi katseseadmesse paigutatati ca 1000 kg proovi. Kolmas mahuti on nn nullproov, kus mahutis argilliiti ei ole (joonis 2). Proovile peale sadanud ja sellest läbi voolanud vihmavesi kogutakse leostumise dünaamika uurimiseks. Proovist teostatakse ka muud mõõtmised nagu pH, elektrijuhtivus. Katseseadme ehitamise ajal, mis kestab 2-3 päeva viibis materjali läheduses 2-3 inimest. Edaspidi võtab umbes 1-kuulise intervalliga (esimesel kuul iga nädal) katseseadme proove ja mõõdab vee omadusi 1 inimene. Laboriskaalal tehtud väikeseskaalilistest katsetest on teada, et analoogselt läbi viidud eksperimentide puhul ei toimu radionukliidide rikastumist tahketes materjalides ega vedelikes.



Joonis 2. välileostuskatse foto.

Kõigi tegevuste puhul järgitakse ohutusnõudeid, Eesti Geoloogiateenistuse sisekorra eeskirju. Katses kasutamata materjali hoitakse hoidlates 4 ja 5 võimalikeks tulevasteks eksperimentideks.

Leostuskatsed kestavad vähemalt 2 aastat ning pärast eksperimenti ladestatakse graptoliitargilliit vastavalt Eesti Geoloogiateenistuse koostatud *Graptoliitargilliidi käitlemise juhiste*le (2020)²

- 3) *kiirguseksperdi, meditsiinifüüsika eksperdi või kiirgusohutuse valdkonnas pädeva muu isiku koostatud kiirgusohutushinnang, sealhulgas andmed radioaktiivse aine edasise käitlemise kohta;*

Taotlusele on lisatud kaasa aruanne koos lisadega *Doosihinnang FIONA uuringu fosforiidi ja graptoliitargilliidi proovi võtmisele ja hoiustamisele*, mis on koostatud Siiri Salupere (2024) poolt. Faili nimi: *Lisa_1_Doosihinnang.zip*. Aruandes kasutatud tulemuste protokollid on alla laetavad geoloogiafondist: <https://fond.egt.ee/fond/get-file/9594/134673/Appendix-07.02-Results-of-activity-concentration-of-radioactive-elements.zip>. Pärast eksperimenti ladestatakse graptoliitargilliit vastavalt Eesti Geoloogiateenistuse koostatud *Graptoliitargilliidi käitlemise juhiste*le (2020)²

- 4) *muud andmed, mis on vajalikud kiirgusohutuse hindamiseks.*

Täiendavalt esitame kõige hiljutisemad proovide keemilise koostise analüüsid K, Th ja U kontsentratsioonide kohta. Faili nimi: *LISA_2_Proovide_keemilised_analüüsid.xlsx*

² <https://egt.ee/media/158/download>

- 5) Geoloogiateenistuse Arbavere hoidlates on alles umbes 18 tonni fosforiiti mis koguti 2024 aastal üldgeoloogilise uurimistöö käigus. Fosforiiti hoitaks umbes 1 tonnistes nn *big-bag* kottides 5. hoidlas (vt joonis 1 ja 3). Arbavere hoidlates ei tehta ühtegi tegevust, mis võiks kaasa tuua radionukleiidide kontsentreerumist. Fosforiiti hoiustatakse ning saadetakse vajadusel uuringuteks erinevatesse laboritesse. Käesoleva uuringu käigus oleme saatnud fosforiiti Bulgaaria ja Kanada laboritesse. Lisaks oleme andnud materjali näiteks TÜ ja TalTechi teadlastele. Proovide väljaandmine dokumenteeritakse EGT infosüsteemis.



Joonis 3. Fosforiit Arbavere uuringukeskuse 5. hoidlas. Iga pildil nähtava koti kaal on umbes 1 tonn.