



# ANALÜÜSITUNNISTUS

## ANALYSIS CERTIFICATE

Tunnistuse nr ja kuupäev:  
Certificate No and Date: 6-048-25-1  
20.08.2025  
Asendab kuupäevaga 29.07.2025 analüüsitunnistuse.

Tellimuse nr ja kuupäev:  
Order No and Date: 6-018-25  
16.05.2025

Tellija:  
Customer: Eesti Geoloogiateenistus (reg.kood 77000387),  
F. R. Kreutzwaldi 5, 44314 Rakvere

Objekt:  
Object: Proov nr 25-052 - EGT0032\_1840 (graptoliitargilliit),  
puurimise kuupäev 26.09.2024.  
Proov nr 25-053 - ALGR-01-01 (graptoliitargilliit), puurimise  
kuupäev 20.11.2024.  
Proov nr 25-054 - ALF-25-01 (fosforiit), puurimise kuupäev  
14.11-18.12.2024.  
Täpsem info Tabel 2 lk 4. Proovid toodud kliendi poolt.

Kasutatud meetoodika:  
Method used: Tahke materjali gammaspektromeetriline analüüs.  
Metoodika lühikirjeldus on toodud käesoleva  
analüüsitunnistuse leheküljel 2.

Kasutatud mõõtevahendid:  
Instruments used: Ülimadalafooniline HPGe gammadetektor GEM-35200,  
tootja EG&G Ortec

Põhjäreldused:  
Main conclusions: Proovi analüüsitulemused on toodud käesoleva  
analüüsitunnistuse leheküljel 3.

Analüüsi teostamise aeg:  
Date of Analysis: 16.05.2025 (proovi ettevalmistamise algus) - 20.08.2025  
(tulemuste saamine)

Allkirjad: /allkirjastatud digitaalselt/  
Signatures: /signed digitally/  
S. Salupere  
Kiirguskaitse teadur  
Tuumaspektroskoopia labori juhataja  
Research Fellow in Radiation Protection  
Head of the Nuclear Spectroscopy  
Laboratory

/allkirjastatud digitaalselt/  
/signed digitally/  
L. Kangur  
Analüüsi teostaja  
Biofüüsika teadur  
Analysed by  
Research Fellow in Biophysics

Dokument koosneb analüüsitunnistusest ja -tulemuste  
kokkuvõttest 4 lehel ning on välja antud ühes (1)  
allkirjastatud eksemplaris.

The document consists of a Analysis Certificate with a  
Summary of Results on 4 pages in one (1) signed copy

Kontakt: Siiri Salupere, tel: 5341 0793; e-post: siiri.salupere@ut.ee;  
TÜ Katsekoja Tuumaspektroskoopia labor; Tartu Ülikooli Füüsika Instituut; W. Ostwaldi tn 1, 50411 Tartu

Testing Centre of UT, Nuclear spectroscopy laboratory; Institute of Physics, University of Tartu;  
W. Ostwaldi st 1, 50411 Tartu

### Analüüsitulemused

TÜ Katsekoja Tuumaspektroskoopia labor viis läbi tahke proovi gammaspektromeetrilise analüüsi määrates määrates viie radionukliidi aktiivsuskontsentratsioonid laborisse toodud materjalis:

- uraan-238 lagunemisritta kuuluv radionukliid *Ra-226*;
- toorium-232 lagunemisritta kuuluvad radionukliidid *Ra-228* ja *Th-228*;
- *K-40*;
- *Cs-137*.

Aktiivsuskontsentratsioonid on esitatud proovi kuivaine massiühiku kohta (vt tabel 1).

### Mõõteseade

Mõõtmised teostati madalafoonilisel HPGe gammaspektromeetril GEM-35200, tootja EG&G Ortec. Gammaspektrite analüüsiks kasutati tarkvara GammaVision-32, versioon 6.07 (tootja Ortec).

### Analüüs ja kalibratsiooniallikad

Ra-226 aktiivsuskontsentratsioon määrati tema tütar nukliidi Pb-214 järgi eeldades sekulaarset tasakaalu ema- ja tütar nukliidi vahel. Analüüsi kalibreerimiseks kasutati Rahvusvahelise Aatomenergia Agentuuri (IAEA) sertifitseeritud referentsmaterjali IAEA/RGU-1 (sertifikaat IAEA/RL/148).

Ra-228 aktiivsuskontsentratsioon leiti tema tütar nukliidi Ac-228 gammajoonte põhjal eeldades sekulaarset tasakaalu ema- ja tütar nukliidi vahel. Analüüs kalibreeriti IAEA sertifitseeritud referentsmaterjaliga IAEA/RGTh-1 (sertifikaat IAEA/RL/148).

Th-228 aktiivsuskontsentratsioon määrati tema tütar nukliidide Ra-224 ja Pb-212 gammajoonte järgi eeldades sekulaarset tasakaalu ema- ja tütar nukliidi vahel. Analüüs kalibreeriti IAEA sertifitseeritud referentsmaterjaliga IAEA/RGTh-1 (sertifikaat IAEA/RL/148).

K-40 aktiivsuskontsentratsioon määrati K-40 1460,82 keV gammajoone kaudu. Analüüsi kalibreerimiseks kasutati IAEA sertifitseeritud referentsmaterjaliga IAEA/RGK-1 (sertifikaat IAEA/RL/148).

Cs-137 aktiivsuskontsentratsioon määrati Cs-137 661,66 keV gammajoone kaudu. Analüüsi kalibreerimiseks kasutati Rahvusvahelise Aatomenergia Agentuuri (IAEA) sertifitseeritud referentsmaterjali IAEA/RGU-1 (sertifikaat IAEA/RL/148).

Tabel 1. Analüüsitulemused proovidele.

Radionukliid	Aktiivsus- kontsentratsioon	
	Bq/kg	$\pm U$ , $k=2^a$
Proov nr 25-052		
Ra-226 <sup>b</sup>	1983,50	111,69
Ra-228 <sup>b</sup>	52,34	6,87
Th-228 <sup>b</sup>	52,98	3,15
K-40 <sup>b</sup>	1541,80	92,06
Cs-137 <sup>b</sup>	< MDA <sup>c</sup>	0,53
Proov nr 25-053		
Ra-226 <sup>b</sup>	1884,10	105,96
Ra-228 <sup>b</sup>	52,91	6,55
Th-228 <sup>b</sup>	49,10	2,84
K-40 <sup>b</sup>	1588,50	93,89
Cs-137 <sup>b</sup>	< MDA <sup>c</sup>	0,48
Proov nr 25-054		
Ra-226 <sup>b</sup>	31,59	1,80
Ra-228 <sup>b</sup>	1,08	0,21
Th-228 <sup>b</sup>	1,13	0,10
K-40 <sup>b</sup>	7,43	0,92
Cs-137 <sup>b</sup>	< MDA <sup>c</sup>	0,03

<sup>a</sup> Analüüsitulemuse määramatus  $\pm U$ ,  $k=2$  tähendab, et tõeline väärtus asub antud väärtuste vahemikus 95 % tõenäosusega.

<sup>b</sup> Analüüsitulemused kehtivad laborisse toodud proovi kohta.

<sup>c</sup> Radionukliidi aktiivsuskontsentratsioon jääb allapoole määramispiiri (*MDA – Minimal Detectable Activity Concentration*). Mõõtemääramatuse lahtris on esitatud mõõtemeetodi määramispiiri väärtus.

Tabel 2. Proovide kirjeldused.

Katsekoja- poolne tunnusnumber	Proovi nimi	Puurimise kuupäev	Materjal	Puursüdamik	Sügavusvahemik	Märkused
25-052	EGT0032_1840	26.09.2024	graptoliitargilliit	EGT0032	18,4-19,75	Komposiitproov väikese diameetriga (83 mm) puursüdamikust terves graptoliitargilliidi ulatuses
25-053	ALGR-01-01	20.11.2024	graptoliitargilliit	EGT0035	18,45-19,80 m	Komposiitproov puuraugust EGT0035. Kaalutis algsest ca 950 kg proovist
25-054	ALF-25-01	14.11- 18.12.2024	fosforiit	EGT0035 kuni EGT0041	Ligikaudu 21,2- 23,5 m	Komposiitproov 7-st suure diameetriga (1,2 m) puuraugust. Proovi segamine toimus 18.12.2024.