



OÜ Eesti Geoloogiakeskus  
Geokeemia ja keskkonnageoloogia osakond

**Vehema ja Suur-Kaare teede vahelise ala radooniuringu  
a r u a n n e**

Juhtivgeoloog

Valter Petersell

Keskkonnaekspert  
Litsents nr KMH0042.  
Kehtib kuni 01.06.2016

Vanemgeoloog

Krista Täht-Kok

Tallinn 2016

## Sisukord

Sissejuhatus	2
Radoon (Rn-222)	2
Radooniohtlik pinnas	3
Geoloogilise ehituse põhijooned	4
Uuringute metoodika	4
Radoonisisaldus kinnistu pinnaseõhus	5
Looduskiirgus	6
Järeldused	7
Kirjandus	7

Lisa:

1. Tellimuskiri
2. Rn väliuuringute lehed (1–6)

## Sissejuhatus

Vehema ja Suur-Kaare teede vaheline ala asub Pärnamäe külas Viimsi vallas Viimsi kõrgendikul ehk geoloogiliselt Viimsi klindisaarel.

Kuna kinnistu jääb radooniohu vööndisse (Petersell jt, 2004), siis selgitati arendaja tellimusel radoonisisaldus kinnistu maa-ala pinnaseõhus ja alale antakse radooniriski ning looduskiirguse taseme hinnang.

Välitööd tehti 9. mail 2016. aastal. Tulenevalt ala võimalikust Rn-riski tasemest ja iseloomust selgitati  $eU$  (ehk  $^{226}\text{Ra}$ -ga tasakaalus olev arvutuslik  $^{238}\text{U}$ ) sisalduse järgi võimalik kujunev Rn-sisaldus neljas uuringupunktis ja pinnaseõhus otsemõõtmisel viimaste läheduses ning täiendavalt ühes uuringupunktis ainult otsemõõtmismeetodiga. Pinnase gammakiirguse tase mõõdeti uuringupunktides ja kogu territooriumil.

Välitööde teostamisel, info töötlemisel ja andmete interpreteerimisel tugineti Rootsisis, teistes Põhjamaades (Naturally..., 2000) ja Eesti radooniriski kaardi koostamisel kasutatud (Petersell jt, 2004) metoodikale ning Eesti Standardi EVS 840:2009 nõuetele.

## Radoon (Rn-222)

Inimese tervisele on ohtlik peamiselt radoon (Rn-222), mis on uraanirea (U-238) lagunemisprodukt ja tekib vahetult raadiumi (Ra-226) radioaktiivsel lagunemisel. U-238 moodustab 99,3% kogu loodusliku U-sisaldusest ja selle poolestusaeg on  $4,5 \times 10^9$  aastat. Ra-226 poolestusaeg on 1620 aastat ja Rn-222 – ainult 3,82 päeva. Rn-222 on inertne radioaktiivne gaas, mis eraldub kivimis oleva uraani (raadiumi) radioaktiivsel lagunemisel kivimi (mineraalide terade) mikropooridest ning migreerub nii kivimite pooride kui ka lõhede kaudu kõrgemale, väiksema rõhu suunas. Rn poolestusaeg on küll 3,82 ööpäeva, kuid kuni stabiilse plii isotoobi Pb-206 tekkeni moodustub temast järjestikku 7 radioaktiivset elementi (poloonium-218, plii-214, vismut-214, poloonium-214, plii-210, vismut-210 ja poloonium-210). Nende tütarelementide summaarne radioaktiivse lagunemise poolestusaeg on ligi 22 aastat.

Kaasaja meditsiini seisukohalt on Rn ja selle tütarelemendid tervist kahjustavad. Need jõuavad inimorganismi peamiselt hingamisel ja on olulised kopsuvähi põhjustajad. Erinevates maades tehtud uuringud on näidanud, et Rn-sisalduse tõus eluruumide siseõhus üle foonilise sisalduse suurendab iga 100 Bq/m<sup>3</sup> kohta kopsuvähi riski 9 kuni 15% ja enamgi (WHO info). Eriti ohtlik on Rn suitsetajatele. Organismi kanduvad täiendavalt ka õhus hõljuvatele suitsuosakestele ladestuvad Rn tütarelemendid.

Rn pääseb inimorganismi esmajärjekorras majade siseõhus levivast radoonist. Sellest tulenevalt on arenenud maades kehtestatud Rn-sisalduse lubatud piirid elamute siseõhus: USA-s – 150 Bq/m<sup>3</sup>, ja enamuses Lääne-Euroopa maades, sealhulgas ka Eestis – 200 Bq/m<sup>3</sup>. Majade siseõhu Rn-sisaldus 48 Bq/m<sup>3</sup> põhjustab kiirgusdoosi 1 mSv/a.

Vanemates kivimites, sealhulgas graptoliitargilliidis (varasema nimega diktüoneemakildas) ja fosforiidis, on üldjuhul säilinud U-238, Ra-226 ja Rn-222 vahel sadade miljonite aastate jooksul kujunenud looduslik tasakaal. Kvaternaarisetetes ehk pinnakattes võib see tasakaal olla rikutud. Rikutuse peamine põhjus on nende elementide erinev käitumine kivimite murenemisel ja elementide migratsioonil.

## Radooniohtlik pinnas

Pinnas on peamine Rn-allikas.

Vastavalt Eestis kehtivatele piirnormidele (Radooniohutu..., 2009) kuulub hoonesalusala pinnas (kivim):

- normaalse Rn-sisaldusega pinnaste kategooriasse, kui Rn-sisaldus 1 m sügavusel pinnaseõhus otsemõõtmisel või *eU* (Ra) järgi arvatult jääb alla 50 kBq/m<sup>3</sup> piiri. Sellisel pinnasel võib kõrge (> 200 Bq/m<sup>3</sup>) Rn-sisaldus kujuneda ainult üksikute majade siseõhus;
- kõrge Rn-sisaldusega pinnaste kategooriasse, kui Rn-sisaldus 1 m sügavusel pinnaseõhus otsemõõtmisel või *eU* järgi arvatult ületab 50 kBq/m<sup>3</sup> piiri, kuid jääb vahemikku 50 kuni 250 kBq/m<sup>3</sup>. Sellisel pinnasel võib kõrge (> 200 Bq/m<sup>3</sup>) Rn-sisaldus majade siseõhus Rn-vastaseid meetmeid kasutamata kujuneda orienteeruvalt kuni 50% majades;
- eriti kõrge Rn-sisaldusega pinnaste kategooriasse, kui Rn-sisaldus 1 m sügavusel pinnaseõhus otsemõõtmisel või *eU* järgi arvatult ületab 250 kBq/m<sup>3</sup>. Kõrge (> 200 Bq/m<sup>3</sup>) Rn-sisaldus majade siseõhus Rn-vastaseid meetmeid kasutamata võib kujuneda enamuses majades.

Pinnased, kus pinnaseõhus jääb Rn-sisaldus alla 10 kBq/m<sup>3</sup>, kuuluvad madala Rn-sisaldusega pinnaste kategooriasse. Nende levialadel radoonioht praktiliselt puudub.

Ka Põhjamaade poolt soovitatud piirnormide (Naturally..., 2000) alusel loetakse Rn-ohtlikeks sellised looduslikud pinnased, kus Rn-sisaldus maapinnast 1 m sügavusel pinnaseõhus võib ületada 50 kBq/m<sup>3</sup> piiri (Clavensjö & Åkerblom, 1994).

## Geoloogilise ehituse põhijooned

Vehema ja Suur-Kaare teede vaheline maa-ala asub Põhja-Eesti paekivi-platool. Maa-ala geoloogilise läbilõike moodustavad pinnakate, aluspõhjaline settekivimite kompleks ja kristalne aluskord.

**Pinnakate.** Kinnistul levib liustiku vooluvee sete, mis koosneb kruusast ja veeristest. Kinnistu läänepiirist 200 m läänes asuva puuraugu 5175 (katastri nr) järgi on pinnakatte paksus 5,5 m.

**Aluspõhi.** Pinnakatte all levivad Alam-Ordoviitsiumi uraanirikkad graptoliitargilliit ja oobolusliivakivi ehk fosforiit. Sügavuse suunas järgnevad Alam-Kambriumi lades-tikku kuuluvad Lükati kihistu liivakivid ja Lontova kihistu sinisavid, mis ulatuvad 120 m sügavuseni. Viimaste all levivad enam kui 155 m sügavuseni Ediacara (endise nimega Vendi) kompleksi kuuluvate Voronka ja Gdovi kihistu liivakivid ning nende vahel Kotlini kihistu savid. Kristalse aluskorra kivimid jäävad piirkonnas ~170 m sügavusele (Suuroja jt, 2002).

Graptoliitargilliidis ja oobolusliivakivis võib U-sisaldus ulatuda vastavalt kuni 120 mg/kg ja 20 mg/kg. Need kivimid aluspõhjas ning nende puruga rikastunud pinnakatte setted on intensiivsed Rn-allikad.

Kambriumi ja Vendi kivimite U-sisaldus ei ületa tavaliselt 3 g/t ja nendega ei kaasne täiendavat Rn-riski. Radooni jõudmine kristalse aluskorra kivimitest maapinnale on vähe tõenäoline (Petersell jt, 2004).

## Uuringute meetodika

Uuringud teostati Eesti Geoloogiakeskuse gamma-spektromeetri (*Portable gamma-ray spectrometer, Dedectormodel GPX-21A ja Multipurpose Gamma-Ray Spectrometer GT-40, Georadis*), radoonimõõduri (emanomeetrite Markus 10 (nr 1306 ja 1307)) ning radiomeetri (CPII-88H) abil. Aparaatide mõõtmistulemuste kontroll toimub igakuiselt selleks rajatud etalonil.

Pinnase radooni- ja looduskiirguse uuring tehti Vehema ja Suur-Kaare teede vahelisel maa-alal neljas kompleksuuripunktis kahe meetodiga ning ühes uuringupunktis ainult Markus 10-tega (otsemeetodil) (tabel 1, joonis 1, lisa 1–6).

Radiomeetriga mõõdeti pinnase gammakiirguse intensiivsust ( $\mu\text{R/h}$ ) kogu kinnistu alal. Uuringupunktid rajati vastavalt geoloogilisele läbilõikele ja eelnevale infole tulevase planeeringu kohta. Gammakiirguse tase mõõdeti ka kaevandite põhjas. Gamma-spektromeetritega mõõdeti erinevatel sügavustel kaevandites  $e\text{U}$  ehk  $^{226}\text{Ra}$  (g/t),  $e\text{Th}$  ehk  $^{232}\text{Th}$  (g/t) ja  $e\text{K}$  ehk  $^{40}\text{K}$  (%) sisaldust.

Emanomeetritega mõõdeti Rn-sisaldust ( $\text{kBq/m}^3$ ) otse pinnaseõhust 70–80 cm sügavusel.

Uuringupunktide koordinaadid määrati Garmin GPS 76-ga süsteemis WGS-84 täpsusega  $\pm 10$  m. Kõik mõõtmistulemused esitatakse lisas 2 (lehed 1–4).

$e\text{U}$  sisalduse järgi arvutati Ra-st tekkiva ja pinnaseõhus kujuneva (eralduva) Rn sisaldus ning  $e\text{U}$ ,  $e\text{Th}$  ja  $e\text{K}$  sisalduse järgi pinnase looduskiirguse tase (tabel 1; Petersell jt, 2004; Eesti Standard EVS 840:2009).

Emanomeetriga mõõdetud Rn-sisaldused arvutati standardsele 1 m sügavuse tasemele (Clavensjö&Åkerblom, 1994).

Võrdsete tulemuste korral on reaalsed  $\text{Rn}_{1\text{m}}$  väärtused tõenäoliselt suuremad, kuna otsemõõtmisel esineb suure tõenäosusega kadu (Eesti Standard EVS 840:2009).

## Radooni sisaldus kinnistu pinnaseõhus

Vehema ja Suur-Kaare teede vahelise maa-alal pinnaseõhus kõigub Rn-sisaldus otsemõõtmisel 62–172 kBq/m<sup>3</sup> piirides. Pinnaseõhus eU ehk Ra-sisalduse järgi kujuneva Rn-sisaldus jääb kinnistualal 140–162 kBq/m<sup>3</sup> piiridesse (tabel 1, joonis 1).

Mõlema meetodiga mõõtes ületab radooni sisaldus kinnistul piiranguteta ehitustel lubatud piiri (50 kBq/m<sup>3</sup>). Radoonirisk kinnistul on kolm korda kõrgem lubatud piirnormist (tabel 1, joonis 1).

Tabel 1. Elementide sisaldus uuringupunktide pinnases ja pinnase Rn-riski ning looduskiirguse tase

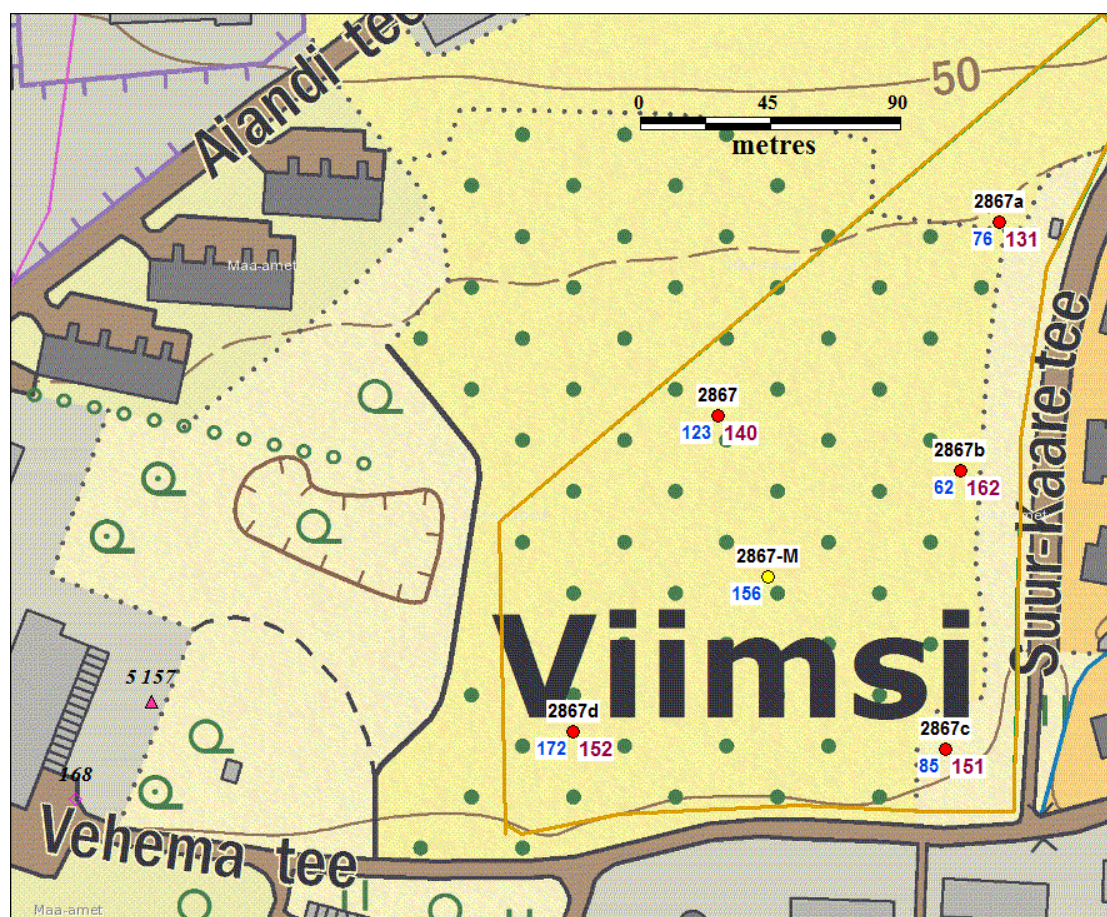
Jrk. nr.	Up registri nr	eK	eU	eTh	Rn <sub>lm</sub>	Rn <sub>Ra</sub>	C	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>
1.	16Rn-2867	2,2	9,5	9,2	123	140	80	15,5	28
2.	16Rn-2867-M	-	-	-	156	-	-	15	-
3.	16Rn-2867a	1,9	8,9	8,9	76	131	74	15,5	27
4.	16Rn-2867b	2,0	11	8,5	62	162	83	15,5	27
5.	16Rn-2867c	1,7	10	7,4	85	151	74	15,5	26
6.	16Rn-2867d	1,9	10	9,4	172	152	81	16,5	28
Eesti keskmine		2,1	2,1	7,4	27	31	55	9	13

<sup>40</sup>K – eK %; U – eU g/t; <sup>232</sup>Th – eTh g/t; Rn<sub>lm</sub> – Rn-sisaldus pinnaseõhus otsemõõdetult (kBq/m<sup>3</sup>); Rn<sub>Ra</sub> – Rn-sisaldus pinnaseõhus eU järgi arvutatult (kBq/m<sup>3</sup>); C – looduskiirguse tase ehitusmaterjalides lubatust, %; G<sub>1</sub> – gammakiirgus maapinnal (μR/h); G<sub>2</sub> – gammakiirgus kaevandi põhjas (μR/h).

eU – sisaldus on kõigis uuringupunktides anomaalselt kõrge, Eesti keskmisest U-sisaldusest 4-5 korda kõrgem ja maakoore keskmisest (2,5 g/t) 3-4 korda kõrgem;

eTh – sisaldused on Eesti keskmistest kõrgemad, kuid jäävad fooniliste kõikumiste piiresse;

eK – sisaldused on lähedased Eesti keskmisele.



Joonis 1. Radooni uuringupunktide asukohad Vehema ja Suur-Kaare teede vahelisel maa-ala asendiplaanil. Aluskaart: Eesti põhikaart 2015, Maa-amet.

<p><b>2867d</b></p> <p>●</p> <p>Rn (radooni) sisaldus – <b>172 152</b> – Rn (radooni) sisaldus pinnases pinnases otsemõõtmisel, kBq/m<sup>3</sup> arvutatult, kBq/m<sup>3</sup></p>	<p><b>5157</b></p> <p>▲</p> <p>hüdrogeoloogiline puurauk</p>
---	--

## Looduskiirgus

Pinnase looduskiirguse taseme määravad pinnases  $eU$ ,  $eTh$  ja  $eK$  sisaldus (Kiirgustöötaja..., 2005). Nagu selgub tabelist 1, on Vehema ja Suur-Kaare teede vahelisel maa-alal pinnase looduskiirguse tase kõrgem Eesti keskmisest kõikides uuringupunktides.

Maa-ala gammakiirguse tase on kooskõlas pinnases  $eU$ ,  $eTh$ ,  $eK$  jt radioaktiivsete elementide isotoopide sisaldusega. Gammakiirguse tase nii maapinnal kui ka kaevandite põhjas on kõrgem Eesti foonilisest tasemest (tabel 1), kuid jääb kõikidel juhtudel alla Eesti ja Põhjamaade elurajoonide soovituslikele lubatud piirväärtustele (26–28  $\mu R/h$  ja 32–36  $\mu R/h$ ; Kiirgustöötaja..., 2005; Naturally..., 2000) (tabel 1, lisa 2).

## Järeldused

Vehema ja Suur-Kaare teede vahelise maa-ala pinnaseõhus otsemõõdetud Rn-sisaldusele ja eU-sisalduse järgi arvatud Rn-sisaldusele ning pinnases mõõdetud eU, eTh ja eK sisaldustele (tabel 1) tuginedes järeldub:

- vastavuses Eestis kehtivatele piinormidele (Radooniohutu..., 2009) kuulub maa-ala **kõrge Rn-sisaldusega alade** kategooriasse;
- Rn-sisaldus pinnaseõhus on enam kui 3 korda kõrgem Eestis piiranguteta ehitustegevuseks lubatust;
- eU, eTh ja eK sisalduse järgi arvatud kinnistu pinnase looduskiirguse tase on kõrgem Eesti keskmisest ja moodustab ehitusmaterjalides ja majaanuses pinnases lubatud tasemest 74–83% (Kiirgustöötaja..., 2005, KKM 2005. a määrus nr 45).
- pinnase gammakiirguse tase jääb maksimaalsest lubatud soovituslikesse piiridesse (26–28 µR/h ja 32–36 µR/h; Kiirgustöötaja..., 2005; Naturally..., 2000).

**Kokkuvõtteks:** Vehema ja Suur-Kaare teede vahelise maa-ala pinnas jääb **kõrge Rn-riskiga pinnaste kategooriasse**. Alale on iseloomulik kõrgendatud loodus- ja gammakiirguse tase.

**Soovitused:** ehitamisel Vehema ja Suur-Kaare teede vahelisele alale on seotud kõrge Rn-riskiga. Kinnistul tuleb ehitamisel järgida EVS 840:2009, tabel 3 (kõrge) nõudeid, mille kohaselt radooni hoonesse sattumise vältimise meetmeks on „tarindite radoonikindlad lahendused (õhutihedad esimese korruse tarindid ja/või alt ventileeritav betoonpõrand või maapinnast kõrgemal asuva põrandaaluse sund-ventilatsioon)”. Konkreetsed lahendused sõltuvalt ehitise konstruktsioonist. Keldrite ehitamisega kaasneb eriti kõrge Rn risk.

## Kirjandus

- Clavensjö, B. & Åkerblom, G., 1994. The Radon Book. Measures against Radon, Stockholm, 129 p.
- Kiirgustöötaja ja elaniku efektiivdooside seire ja hindamise kord ning radionukliidide sissevõtmust põhjustatud dooside, doosikoefitsientide ning kiirgus- ja koefaktori väärtused. Keskkonnaministri 2005. a määrus nr 45.
- Naturally Occurring Radioactivity in the Nordic Countries – Recommendations. The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 2000, ISBN 91-89230-00, 73 p.
- Petersell, V., jt. 2004. Viimsi valla mandriosa territooriumi pinnase radooniohtlikkuse hinnangu aruanne. Tallinn, EGF
- Radooniohutu hoone projekteerimine, 2009. Eesti Standard. EVS 840:2009.
- Raudsep, R. & Samuel, G., 1999. Radooniohu piiritlemine. Eesti projekteerimisnormid. EPN 12.2., ET Eesti Ehitusteave.
- Suuroja, K., 2003. Eesti geoloogiline baaskaart, leht 6334 (Tallinn). Aluspõhi. Mõõtkava 1:50 000. Tallinn, EGF.

Juhtivgeoloog  
Keskkonnaekspert  
Litsents nr KMH0042, väljastatud 04.07.2011

Valter Petersell

Vanemgeoloog

Krista Täht-Kok  
Tallinn, 11.05.2016.

**From:** Helve Luht [mailto:[helve@geotehnika.ee](mailto:helve@geotehnika.ee)]  
**Sent:** Tuesday, April 19, 2016 4:07 PM  
**To:** 'Krista Täht-Kok'  
**Subject:** RE: Helvele Vehema

Hinnapakkumine sobib.  
Kui saame ala täpsema plaani ja saame välitöödele minna, annan teada.

Helve Luht

IPT Projektijuhtimine OÜ  
Kopli 96-1Tallinn  
Tel. 62 79 220, 53 424 627  
Fax: 62 79 221  
e-mail: [helve@geotehnika.ee](mailto:helve@geotehnika.ee)

**From:** Krista Täht-Kok [mailto:[krista@egk.ee](mailto:krista@egk.ee)]  
**Sent:** Tuesday, April 19, 2016 3:29 PM  
**To:** 'Helve Luht'  
**Subject:** RE: Helvele Vehema

Helve,

Saadan nüüd hinnapakkumise.

Krista

Vanemgeoloog  
Eesti Geoloogiakeskus OÜ  
Geokeemia ja keskkonnageoloogia osak  
Kadaka tee 82  
Tallinn, 12618  
Tel: 672 0094  
Faks: 672 0091



Kuupäev		
aasta	kuu	päev
16	05	09
Asukoht: Nehema tee Niimõis		
Punkti nr: 16ku-2867		

Vaatlejad
Krista Täht-Lok Siim Kirgi

Foto / Märkused:
#408

Kaardi nr	X-koordinaat
a	59,50392
b	
c	

Y-koordinaat
24,84523

Kõrgus m

Kokku
a
b
c
d
e

Kaalium
K, %
263

Uraan
eU, ppm
116

Toorium
eTh, ppm
12

Gammakiirgus	
stg.cm	γ - μR/h
0	15-16
50	28

Kokku lagunemist	
a	
b	
doos	10 μSv
d/r	126 μSv/h

Radioaktiivlagunemine		
Kaalium lagunemist	Uraan lagunemist	Toorium lagunemist

Ilm:
Päikeseline möödukad, tuulehoo 22°C

Asend
π
a
b
c
d

H <sub>2</sub> O
1

Spektromeetri param.	
Aeg, s	Süg. cm
300	60

Markus -10		
Süg. cm	kBq/m <sup>3</sup>	
75	81	1307
45	99	1306

Kirjeldus: Niimõis kindisgaarel, söötes ala, rohukas, õhuline, palju on naati, mis muudab rohukasala hõredaks

00-0,20 m mullus sisaldab palju veeriseid  
0,20-0,60 kruus, väga palju mitmesuguse suurusega veeriseid ja munaakaid  
Pinnas on väga kuum

Allkiri: [Signature]

Kuupäev		
aasta	kuu	päev
06	05	09

Vaatlejad
Krista Täht-Kok Sunn Norgi

Foto / Märkused:
# 409

Asukoht:	Suwickaare tee ääres
Punkti nr :	16Rn-2867A

Kaardi nr	X-koordinaat
a	59,50451
b	
c	

Y-koordinaat
24,84696

Kõrgus m

Kokku
a
b
c
d
e

Kaalium
K, %
226

Uraan
eU, ppm
109

Toorium
eTh, ppm
108

Gammakiirgus	
süg.cm	γ - μR/h
0	15-16
60	27

Kokku
lagunemist
a
b
doos 9,5 μSv
d/r 114 μSv/h

Radioaktiivlagunemine		
Kaalium	Uraan	Toorium
lagunemist	lagunemist	lagunemist

Ilm:
Päikeselise mooduvad tuulehood 22°C

Asend
π
a 3
b
c
d

H <sub>2</sub> O
1

Spektromeetri param.	
Aeg, s	Süg. cm
300	50

Markus -10	
Süg. cm	kBq/m <sup>3</sup>
70	39 1307
70	52 1306
75	37 1307
75	61

Kirjeldus:	söödis ala
0,0 - 0,22 hummus, kivine	
0,22 - 0,50 kruus, värised, nii lok kui ka kristallinsed, tumepruun.	
Pinnas väga kuiv, critipiinal	

Allkiri: *[Signature]*

Kuupäev		
aasta	kuu	päev
16	05	09

Vaatlejad
Siim, Krista

Foto / Märkused:
# 407

Asukoht: <i>Nehema tee Niigasi</i>
Punkti nr: <i>16.Rn-2867 b</i>

Kaardi nr	X-koordinaat
a	59,50374
b	
c	

Y-koordinaat
24,84671

Kõrgus m

Kokku
a
b
c
d
e

Kaalium
K, %
2,19

Uraan
eU, ppm
12,1

Toorium
eTh, ppm
9,3

Gammakiirgus	
süg.cm	γ - μR/h
0	15-16
40	2,7

Kokku	
lagunemist	
a	
b	
doos	3,6 μSv
d/r	116 μSv/h

Radioaktiivlagunemine		
Kaalium	Uraan	Toorium
lagunemist	lagunemist	lagunemist

Ilm:
<i>Päikeseline</i>
<i>20°C</i>
<i>tuulehoo</i>

Asend	
π	
a	2,5
b	
c	
d	

H <sub>2</sub> O
1

Spektromeetri param.	
Aeg, s	Süg. cm
300	40

Markus -10	
Süg. cm	kBq/m <sup>3</sup>
80	42 1307
80	53 1306

Kirjeldus: *Nimisi klindisaarel, veidi kõrgemas kohas*

*0,0 - 0,22 kuumus sisaldab palju veerisid φ 3-10 cm enamuse on lbt veerised*

*0,22 - 0,4 kuumus, liiv veeristega, punaspruun, veeriste koostis on tsalm. Kohvipruun*

*väga kivi, eriti pinnal /sgl*

Allkiri: *[Signature]*

Kuupäev		
aasta	kuu	päev
16	05	09

Vaatlejad
Liuta Täht-Loik Siim Mägi

Foto / Märkused:
# 410

Asukoht: Nõmme tee ääres  
Punkti nr: 16 Lu-2867c

Kaardi nr	X-koordinaat
a	59 50 287
b	
c	

Y-koordinaat
24 846 59

Kõrgus m

Kokku
a
b
c
d
e

Kaalium
K, %
2 05

Uraan
eU, ppm
12 5

Toorium
eTh, ppm
9 0

Gammakiirus	
süg. cm	$\gamma$ - $\mu$ R/h
0	15-16
50	26

Kokku lagunemist	
a	
b	
doos	96
d/r	115

Radioaktiivlagunemine		
Kaalium lagunemist	Uraan lagunemist	Toorium lagunemist

Ilm:  
Särav päike  
~ 22°C  
tuule hoogu  
dega

Asend	
$\pi$	
a	3
b	
c	
d	

H <sub>2</sub> O
1

Spektromeetri param.	
Aeg, s	Süg. cm
300	50

Markus -10		
Süg. cm	kBq/m <sup>3</sup>	
40	68	1306
40	50	1307

Kirjeldus: 300 dis ala

0,0 - 0,25 muumus tiivane lubjasiinivarristega  
0,25 - 0,50 kruus varistega, valdavalt 0,16k  
varised, lohvipruun.

Saga kivi

192

Allkiri: [Signature]

Kuupäev		
aasta	kuu	päev
06	05	09

Vaatlejad
Liisa Saht-Kok Siim Niigi

Foto / Märkused:
#411

Asukoht: Nehema tee ääres  
Punkti nr: 16Ru-2867d

Kaardi nr	X-koordinaat
a	59,50395
b	
c	

Y-koordinaat
24,84433

Kõrgus m

Kokku
a
b
c
d
e

Kaalium
K, %
2,31

Uraan
eU, ppm
12,6

Toorium
eTh, ppm
11,4

Gammakiirgus	
süg.cm	$\gamma$ - $\mu$ R/h
0	16-17
50	28

Kokku lagunemist	
a	
b	
doos	10 $\mu$ Sv
d/r	124 $\mu$ Sv/h

Radioaktiivlagunemine		
Kaalium lagunemist	Uraan lagunemist	Toorium lagunemist

Ilm:  
Päikeseline  
tuulehoo su  
dega ilma

Asend	
$\pi$	
a	3
b	
c	
d	

H <sub>2</sub> O
1

Spektromeetri param.	
Aeg, s	Süg. cm
300	50

Markus -10		
Süg. cm	kBq/m <sup>3</sup>	
70	97	1307
70	192	1306

Kirjeldus: Söödis ala  
0,0 - 0,25 humus kivine  
0,25 - 0,50 väga kivine kruus, lõhki-  
pruun, ni kiust. kui loka veeviseid  
väga kivi

Allkiri: JJK

Lisa

Kuupäev		
aasta	kuu	päev
06	05	09
Asukoht: Linnistu keskosas		
Punkti nr: 16 Ru-2867-M		

Vaatlejad
Liisa Tõht-Lok Siim Niigi

Foto / Märkused:
Vehematu

Kaardi nr	X-koordinaat
a	19,50342
b	
c	

Y-koordinaat
24,84552

Kõrgus m

Kokku
a
b
c
d
e

Kaalium
K, %
a
b
c
d
e

Uraan
eU, ppm
a
b
c
d
e

Toorium
eTh, ppm
a
b
c
d
e

Gammakiirus	
süg.cm	$\gamma$ - $\mu$ R/h
0	15

Kokku
lagunemist
a
b
doos
d/r

Radioaktiivlagunemine		
Kaalium	Uraan	Toorium
lagunemist	lagunemist	lagunemist

Ilm:
Tahtseline tuulehoo- gudega 22°C

Asend
$\pi$
a
b
c
d

H <sub>2</sub> O

Spektromeetri param.	
Aeg, s	Süg. cm

Markus -10		
Süg. cm	kBq/m <sup>3</sup>	
75	87	1304
75	126	1306

Kirjeldus: Söödis ala mõõdetud auto jäljes

Allkiri: *[Signature]*