



Tulelaev OÜ

Kasesalu 12, Saue

76505, Harju maakond

info@radoonitorjekeskus.ee

Radoonitõrjekeskus

**K: 629040020182, Matapera küla, Viljandi vald arendusala
radoonisisalduse mõõtmine pinnasest**

Raport

Sisukord

Üldine informatsioon radoonist	4
Mõõtmise eesmärk.....	5
Mõõtmise metoodika	5
Objekti kirjeldus	6
Tulemused ja analüüs	8
Kokkuvõte ja soovitused	9

Raport

Tellija nimi:	Endel Subi
Mõõtmise asukoht:	k: 629040020182, Matapera küla, Viljandi vald arendusala
Mõõtmise kuupäev:	07.07.2022
Eesmärk:	Radoonisisalduse mõõtmine pinnasest
Mõõtmised ja analüüsi teostas:	Marti Kedder
Raporti kontrolli teostas:	Krista Saarik

Radoonisisalduse mõõtmiseks kasutatud seadmed:

Emanomeeter Markus 10

Seerianumber:	1807
Kalibreeritud:	01.03.2022

Emanomeeter Markus 10

Seerianumber:	0618
Kalibreeritud:	21.11.2019

Gammaspektromeeter VN-6

Seerianumber:	CU 19040077
Kalibreeritud:	11.04.2019

Üldine informatsioon radoonist

Radoon on värvitu ja lõhnatu looduslik radioaktiivne, õhust raskem gaas. Radoonisisalduse mõõtühikuks on Bq/m³ (bekerell kuupmeetri kohta).

Eesti kuulub Euroopas keskmisest kõrgema radooniriskiga riikide hulka. Radoon on suitsetamise järel teisel kohal kopsuvähki haigestumise tekitajaks. Eestis põhjustab radoon elu- ja töökeskkonnas igal aastal hinnanguliselt 90 uut kopsuvähi juhtu (Pahapill jt, 2003¹). Erilise riski all on suitsetajad, tingituna suitsetamise ja radooni sünergilisest efektist.

Kõrge radoonisisaldusega siseõhu peamiseks põhjuseks on majaaluse pinnase kõrge radooniriski tase, mille põhjustavad aluspõhja uraanirikkad kivimid – graptoliitargilliit, oobolus fosforiit, mõned Devoni sette kivimite erimid jt. Täiendav radoon võib pärineda põhjaveest, ehitusmaterjalidest ja pinnakattes olevatest rändkividest.

Radoon imbub ruumidesse maja alusest pinnasest ja põhjaveest ning tulenevalt sellest esineb radooni peamiselt keldrites ja esimestel korrustel. Radoonisisaldus siseõhus kõigub väga suurtes piirides. Mida tihedam on hoone vundament, seda vähem pääseb radooni hoonesse. Lisaks mõjutab radooni taset siseõhus ilmastik, õhurõhk, tuulesuund, maapinna niiskus %, maapinna külmumine, hoone ventilatsioon ning selle kasutamine, akende ja uste avamine, küttekolded jne. Mida pikemaajaliselt radoonitaset siseõhus monitoorida seda täpsem on tulemus.

Siseõhu radoonisisaldust reguleerivad määrused

Ruumiõhu radoon on Eesti õigusloomes käsitletud järgmistes kehtivates määrustes:

- Keskkonnaministri 30. juuli 2018 määrusega nr 28 „Tööruumide õhu radoonisisalduse viitetase, õhu radoonisisalduse mõõtmise kord ja tööandja kohustused kõrgendatud radooniriskiga töökohtadel“ on kehtestatud **tööruumide õhu radoonisisalduse riiklik viitetase 300 Bq/m³**, nõudes kõrgendatud radooniriskiga aladel paiknevatel töökohtadel, mis asuvad esimesel või keldrikorrusel, radoonisisalduse mõõtmisi. Viitetaseme 300 Bq/m³ ületamise korral on tööandja kohustatud võtma kasutusele põhjendatud ja optimaalsed radoonikaitsemeetmed.
- Vabariigi Valitsuse 30. mai 2013. a määrusega nr 84 „Tervisekaitsenõuded koolidele“ on põhikoolile ja gümnaasiumile kehtestatud, et **kooliruumi siseõhu aasta keskmine radoonisisaldus peab olema väiksem kui 200 Bq/m³**.
- Vabariigi Valitsuse 6. oktoobri 2011. a määrusega nr 131 „Tervisekaitsenõuded koolieelse lasteasutuse maa-alale, hoonetele, ruumidele, sisustusele, sisekliimale ja korrashoiule“ kehtestatakse, et **koolieelse lasteasutuse ruumide siseõhu aasta keskmine radoonisisaldus peab olema väiksem kui 200 Bq/m³**.
- Ettevõtlus- ja infotehnoloogiaministri 28. veebruari 2019. a määrusega nr 19 „Hoone ruumiõhu radoonisisalduse ja hoone tarindi ehitusmaterjalidest siseruumidesse emiteeritavast gammakiirgusest saadava efektiivdoosi viitetase“ on kehtestatud **hoone ruumiõhu radoonisisalduse viitetasemeks 300 Bq/m³**.

¹ Pahapill, L., Rulkov, A., Rajamäe, R. ja Åkerblom, G. 2003. Radon in Estonian dwellings. Results from a National Radon Survey. SSI Report 2003:16. Rootsi Kiirguskaitse Instituut. Stockholm.

Mõõtmise eesmärk

Radoonisisaldust pinnaseõhus mõõdetakse eesmärgiga hinnata hoone aluse pinnase radooniriski taset. Tulemused võimaldavad vajadusel projekteerida meetmeid, et takistada radooni pääsu hoone siseõhku.

Mõõtmise metoodika

Radoonitõrjekeskus kasutab mõõdetegevuste elluviimiseks kehtivates valdkonna standardites (EVS-EN ISO 11665-1 ja EVS-EN ISO 11665-11) ning radooni aktiivsuskontsentratsiooni mõõtmise juhendis (RAM 2016²) esitatud meetodite valikut.

Eesti geoloogilise ehituse tõttu on pinnase radooniriski taseme määramise riiklikult aktsepteeritud (tuginedes RAM 2016-le) meetod mõõtepunktis radoonisisalduse selgitamine paralleelselt kahel viisil: pinnaseõhus otsemõõtmine (emanomeetriga) ning pinnase eU (Ra^{226} -ga tasakaalus oleva U^{238}) sisalduse (gammasppektrometriga) järgi arvutamine.

Radoonisisaldus pinnaseõhus sõltub paljudest teguritest: mõõtepunkti geoloogilisest läbilõikest, kasvukihi eripärast, läbilõike litoloogilisest iseloomust ja eU sisaldusest nendes litoloogilistes erimites, pinnasematerjali emanatsioonikoefitsendist, mis on püsivad tegurid, ning pidevalt muutlikest meteotingimustest (õhurõhu muutused, temperatuur, sademed, õhuniiskus, jm). Pinnase (maa-ala) radooniriski määramisel kahe mõõtmisviisiga võetakse ohutuse seisukohalt lähtudes arvesse kõrgeim mõõtetulemus ning mõõtemääramatus arvestatakse sisse suurenemise suunas (st mõõtemääramatust hinnatakse „ülesse poole“).

Pinnase radooniriski taseme selgitamiseks kasutatakse mõõtevahendeid, mille määranagu tundlikkus on piisav, seadme korduslugemite dispersioon <10% ja taatluskohustus on täidetud või mis on jälgitavalt kalibreeritud mõõteseaduse tähenduses. Mõõtmised tehakse mõõtemetoodika ja -seadme kasutusjuhendi järgi. Mõõtmiste teostaja on saanud spetsiaalse väljaõppe aparatuuri valmistajatehase poolt.

Emanomeeter Markus 10

Pinnase radoonisisalduse vahetuks mõõtmiseks kasutatakse emanomeetrit, mis on varustatud spetsiaalse pumba ja toruga pinnasest õhu pumpamiseks mõõteseadme detektorkambris. Detektorkamber registreerib alfa kiirguse, mis pärineb radooni tütar-elementidest. Saadud impulsid võimendatakse ning filtreeritakse. Registreeritakse impulsid, mis pärinevad Po^{218} (poolestusaeg 3,05 min). Impulsid summeeritakse ning tulemus esitatakse ühikutes kBq/m^3 .

Mõõtmise sügavuse, pinnase tüübi ja radooni difusiooni vahelise sõltuvuse graafikut kasutades (Clavensjö ja Åkerblom, 1994³) arvutatakse radooni otsemõõtmise sisalduse määrangud ühe meetri sügavusele.

Gammasppektromeeter

Arvutatud pinnaseõhus kujunev radoonisisaldus on pinnases sisalduva Ra^{226} tasakaalus olev radoonisisaldus tingimustes, kus pinnaseõhust ei toimu radooni ärakannet ega sügavamalt juurdekannet (Ra^{226} -st tekkiva ja radioaktiivselt laguneva jääkradooni sisaldus on võrdne).

² Keskkonnaministeerium. 2016. Radooni aktiivsuskontsentratsiooni mõõtmine (RAM 2016), link: https://www.envir.ee/sites/default/files/radooni_mootmise_juhend.pdf

³ Clavensjö, B. ja Åkerblom, G. 1994. *The Radon Book. Measures Against Radon*. The Swedish Council for Building Research, Stockholm.

Pinnases radoonisisalduse arvutamiseks Ra^{226} järgi mõõdetakse 0,8 meetri sügavusel uraanisisaldus gammaspektromeetriga. Seejärel arvutatakse pinnases kujunev maksimaalne võimalik Ra^{226} tasakaalus olev radoonisisaldus, lähtudes vastavast emanatsioonikoefitsendist.

Objekti kirjeldus

Mõõtmised toimusid k: 629040020182, Matapera küla, Viljandi vald hoone asukohas.

Asukoha pinnasetüüp: Liivsavi ja saviliiv kividega ning rähk.

Mõõtepunktide koordinaadid on toodud järgnevas tabelis (Tabel 1).

Tabel 1. Mõõtepunktide koordinaadid

Mõõtepunkti nr	X	Y
1	6466537.35	590037.96
2	6466548.09	590033.08
3	6466554.68	590031.37

Mõõtepunktide paiknemine territooriumil ja mõõtmine mõõtekohtades on toodud järgnevatel fotodel.



Foto 1. Mõõtmise 1. punktis.



Foto 2. Mõõtmise 2. punktis.



Foto 3. Mõõtmise 3. punktis.

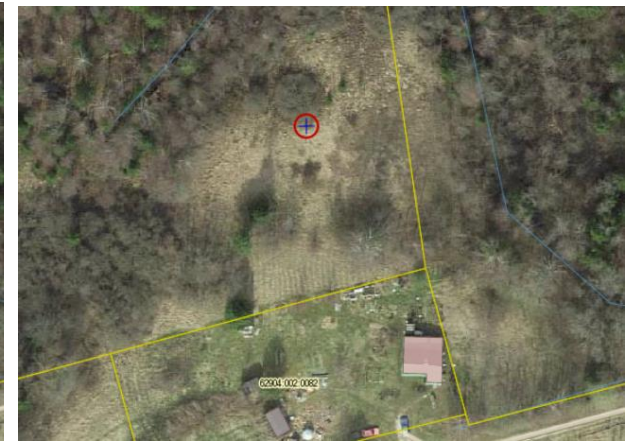
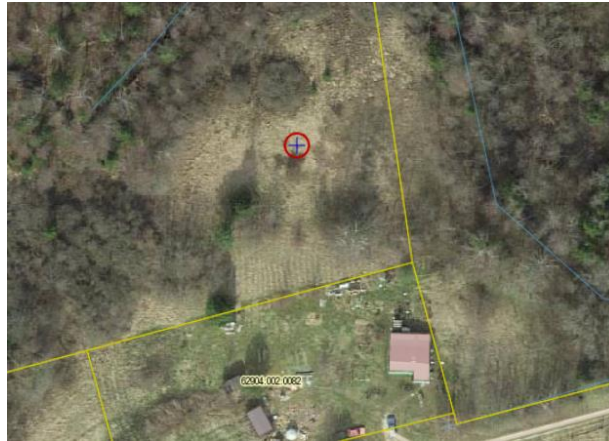
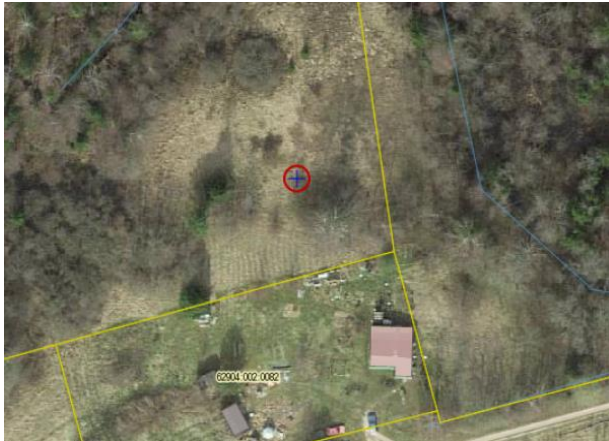


Foto 4. Mõõtepunktide 1, 2 ja 3 asukoht kaardil.

Tulemused ja analüüs

Mõõtmised teostati k: 629040020182, Matapera küla, Viljandi vald kolmes mõõtepunktis paralleelselt kahel viisil: pinnaseõhus otsemõõtmine (emanomeetriga) ning pinnase eU (Ra²²⁶-ga tasakaalus olev U²³⁸) sisalduse (gammasepektromeetriga) järgi arvutamine. Pinnaseomaduste (liigniiske) tõttu oli emanomeetriga mõõtmine raskendatud.

Tingimused mõõtmiste ajal on toodud järgnevas tabelis (Tabel 2).

Tabel 2. Mõõtmistingimused (Riigi Ilmateenistuse andmetel)

Tingimus	Väärtus
Temperatuur	17 °C
Õhurõhk	1012 hPa

Mõõtmistulemused on toodud järgnevas tabelis (Tabel 3).

Tabel 3. Mõõtmistulemused

Mõõtepunkt nr.	eU sisaldus (ppm)	Arvutuslik radoonisisaldus (kBq/m ³)*	Otsemõõdetud radoonisisaldus (kBq/m ³)*	Kõrgeim radoonisisaldus (kBq/m ³)
1	1,6	23±3	4,3±0,8	
2	1,8	26±3	0,9±0,2	29
3	0,9	13,1±1,6	X	

* Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2)

Pinnaseõhu radoonisisalduse mõõtmistulemused jäid vahemikku 1,1-29 kBq/m³. Kõrgeim radoonisisalduse tulemus, **29 kBq/m³**, saadi arvutusliku meetodiga mõõtepunktis nr 2.

Vastavalt Eesti standardile EVS 840:2017 „Juhised radoonikaitse meetmete kasutamiseks uutes ja olemasolevates hoonetes“⁴ liigitatakse pinnas radooniohtlikkuse järgi neljaks (Tabel 4.).

Tabel 4. Pinnase radooniohtlikkuse liigitus (EVS 840:2017)

Pinnase radoonisisalduse tase	Pinnase radoonisisaldus (kBq/m ³)
Madal	alla 10
Normaalne	10-50
Kõrge	50-250
Ülikõrge	üle 250

Tuginedes mõõtmistulemustele ja pinnase radooniohtlikkuse jaotusele liigitub mõõdetud territoorium **normaalse** radoonisisaldusega pinnasega alaks.

⁴ Eesti Standardikeskus. EVS 840:2017. Juhised radoonikaitse meetmete kasutamiseks uutes ja olemasolevates hoonetes. EVS 840:2017 põhjal tehtud analüüs ei kuulu akrediteerimisulatusse.

Kokkuvõte ja soovitused

K: 629040020182, Matopera küla, Viljandi valdarendusalal mõõdeti kõrgeimaks radoonisisalduseks 29 kBq/m³, seega liigitub territoorium **normaalse** radoonisisaldusega pinnasega alaks.

Soovitav on radooni hoonesse sattumise vältimiseks ehituse käigus tagada hea ehituskvaliteet. Pinnasega kokkupuutes oleva põranda liitekohtade, pragude ja läbiviikude hermetiseerimine koos põrandaaluse tuulutusega tagavad normidele vastava radoonitaseme hoones. Hoone peab olema varustatud nõuetele vastava ventilatsiooni süsteemiga.

Raporti kinnitas:

Krista Saarik
kvaliteedijuht

07.07.2022

(allkirjastatud digitaalselt)